



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Administración del Edificio de Electrónica y  
Telecomunicación.

Programas de asignaturas autenticados por La Administradora  
del Edificio de Electrónica y Telecomunicación

D<sup>a</sup>. Leticia Tejera Cabrera.

t +34 928 451 221  
f +34 928 451 243

[admon\\_teleco@ulpgc.es](mailto:admon_teleco@ulpgc.es)  
[www.ulpgc.es](http://www.ulpgc.es)

Campus Universitario de Tafira, s/n  
35017-Las Palmas de Gran Canaria

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 1 / 518                                      | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14061 - CÁLCULO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS  
**ÁREA:** Matemática Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 39
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 5
- Horas de evaluación: 3
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 14
- actividad independiente (HAI): 61

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Análisis vectorial. Ecuaciones en derivadas parciales. Funciones de variable compleja. Análisis de Fourier. Números complejos. Elementos de análisis de una variable real. Topología y métrica. Sucesiones y series. Límites y continuidad. Diferenciación e integración. Teoremas fundamentales. Representación de funciones. Sucesiones y series funcionales. Series de Fourier.

### Temario

0. EL NÚMERO REAL. (T=2'0h + P=1'0h)

- 0.1. Axiomática de los números reales.
- 0.2. Identidades notables.

1. LOS NÚMEROS COMPLEJOS. (T=5'0h + P=4'0h)

- 1.1. El cuerpo de los números complejos. Operaciones básicas con números complejos.
- 1.2. Interpretación geométrica.
- 1.3. Fórmula de Euler. Exponenciales y logaritmos de números complejos.

2. SUCESIONES Y SERIES NUMÉRICAS. (T=5'0 + P=3'0h)

- 2.1. Sucesiones y límites. Teoremas fundamentales. Sucesiones de Cauchy.
- 2.2. Criterios de convergencia para sucesiones de números reales. Cálculo de límites.
- 2.3. Series numéricas. Criterios de convergencia.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 2 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

3. ESPACIOS MÉTRICOS Y TOPOLÓGICOS. (T=4'0h + P=3'0h)
  - 3.1. Definición de distancia. Conjuntos notables: bolas, abiertos, cerrados y entornos.
  - 3.2. Introducción a los espacios topológicos. Conjuntos notables. Puntos notables: interior, exterior, de acumulación, de adherencia, aislado.
  - 3.3. Conjuntos acotados.
4. LÍMITES Y CONTINUIDAD DE FUNCIONES. (T=4'0h + P=2'0h)
  - 4.1. Límites de funciones. Infinitésimos e infinitos.
  - 4.2. Continuidad de funciones. Teoremas sobre continuidad.
5. DIFERENCIACIÓN EN UNA VARIABLE. (T=3'0h + P=3'0h)
  - 5.1. Repaso del concepto de derivada y su interpretación geométrica en una variable.
  - 5.2. Fórmula de Taylor para funciones de una variable.
  - 5.3. Concepto de diferencial de una función en un punto.
6. DIFERENCIACIÓN EN VARIAS VARIABLES. (T=5'0h + P=3'0h)
  - 6.1. Derivadas parciales. Derivadas direccionales. Interpretación geométrica.
  - 6.2. Aplicación diferencial. Interpretación geométrica.
  - 6.3. Derivadas parciales y diferenciabilidad.
  - 6.4. Matriz Jacobiana.
  - 6.5. Derivadas parciales de orden superior.
7. DIFERENCIACIÓN DE FUNCIONES COMPUESTAS. (T=4'0h + P=3'0h)
  - 7.1. Regla de la cadena. Aplicación al cálculo de derivadas parciales de funciones compuestas.
  - 7.2. El Teorema de las funciones implícitas: idea del Teorema, enunciado y aplicaciones.
8. CAMBIOS DE VARIABLES. (T=4'0h + P=2'0h)
  - 8.1. Cambio de variables. Concepto.
  - 8.2. Ejemplos de cambios de variables.
9. FÓRMULA DE TAYLOR Y EXTREMOS DE FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES. (T=5'0h + P=3'0h)
  - 9.1. Fórmula de Taylor para funciones de varias variables.
  - 9.2. Extremos relativos de una función. Condiciones necesarias. Matriz hessiana y forma cuadrática asociada.
  - 9.3. Extremos condicionados. Regla de los multiplicadores de Lagrange. Aplicaciones.
10. SUCESIONES Y SERIES DE FUNCIONES. (T=4'0h + P=3'0h)
  - 10.1. Convergencia puntual y uniforme.
  - 10.2. Series de potencias. Radio de convergencia.
  - 10.3. Series de Fourier. Cálculo de la serie de Fourier de algunas funciones.

## Requisitos Previos

Se recomienda que los alumnos conozcan los rudimentos del cálculo y las operaciones con los números naturales, enteros, racionales y reales. Así como el conocimiento del concepto de derivada, sus reglas de cálculo (cálculo operativo con derivadas) y sus aplicaciones (cálculo de máximos y mínimos, problemas de optimización, y representación de funciones). También se recomienda el conocimiento del concepto de integral, de los métodos de integración de las funciones elementales y su aplicación al cálculo de áreas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 3 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1. Conocer los diferentes tipos de números y sus propiedades.
- 1.2. Conocer las principales Sucesiones y Series Numéricas y sus propiedades.
- 1.3. Aprender los conceptos básicos de los espacios métricos y topológicos.
- 1.4. Conocer los conceptos de límites de funciones de varias variables, continuidad de funciones y sus propiedades.
- 1.5. Conocer los resultados sobre diferenciación de funciones de una variable.
- 1.6. Conocer el concepto y significado de la derivada parcial, la derivada direccional, y la diferencial.
- 1.7. Aprender la regla de la cadena y el teorema de la función implícita para funciones de varias variables.
- 1.8. Comprender el concepto de cambio de variables y conocer los cambios de variable más usados.
- 1.9. Conocer la fórmula de Taylor en una y varias variables, y los métodos de cálculo de los extremos relativos de funciones de varias variables.
- 1.10. Conocer los conceptos fundamentales sobre las sucesiones y series de funciones, las series de potencias y las series de Fourier.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1. Operar correctamente con números reales y complejos.
- 2.2. Aplicar técnicas de cálculo de límites de sucesiones, discutir el carácter de una serie y hallar, en su caso, su radio y campo de convergencia.
- 2.3. Hallar correctamente los conjuntos notables relacionados con un subconjunto de los números reales.
- 2.4. Aplicar el análisis de límites y la continuidad de funciones de varias variables.
- 2.5. Aplicar los resultados sobre diferenciación de funciones de una variable.
- 2.6. Hallar correctamente la derivada parcial, la derivada direccional, y la diferencial de una función de varias variables.
- 2.7. Aplicar la regla de la cadena y el teorema de la función implícita para funciones de varias variables.
- 2.8. Realizar cambio de variables en ecuaciones y expresiones diferenciables.
- 2.9. Hallar la fórmula de Taylor en una y varias variables, y encontrar los extremos relativos de funciones de varias variables.
- 2.10. Hallar límites de sucesiones y series de funciones, series de potencias y series de Fourier.

### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1. Desarrollar el espíritu crítico.
- 3.2. Participar en clase, tomando decisiones sobre distintas posibles alternativas para resolver un problema.
- 3.3. Consultar y comentar en horas de tutoría las colecciones de problemas propuestos para su resolución.

## Metodología

### 1. Teoría:

- 1.1. Actividad del profesor: Exposición de forma clara de los conceptos teóricos, fijando los aspectos fundamentales de cada tema y las hipótesis adecuadas. Ilustración los conceptos con ejemplos. Se utilizará la pizarra y el proyector.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 4 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

1.2. Actividad presencial del alumno: Tomar notas y participar activamente en clase consultando las dudas y manteniendo una actitud crítica ante los diferentes conceptos.

1.3. Actividad no presencial del alumno: Preparar y repasar los apuntes. Hacer resúmenes de los resultados y ejemplos más importantes. Estudiar los nuevos conceptos y realizar ejercicios.

## 2. Problemas:

2.1. Actividad del profesor: Exposición en clase de problemas y ejercicios relacionados con la teoría expuesta previamente. Resaltar las distintas alternativas en la solución de los problemas. Preparar colecciones de problemas propuestos. Resolver dudas.

2.2. Actividad presencial del alumno: Tomar notas y participar activamente en clase consultando las dudas y manteniendo una actitud crítica ante los diferentes métodos de resolución de problemas.

2.3. Actividad no presencial del alumno: Repasar los problemas vistos en clase. Realizar problemas propuestos por el profesor y entregarlos para su corrección en el plazo previsto.

## 3. Tutorías:

3.1. Actividad del profesor: Atender a los alumnos resolviendo las dudas. Corregir las tareas entregadas por los alumnos. Las notas de las tareas encargadas, hojas de problemas y colección de exámenes resueltos se actualizarán en la página web de la asignatura, que se encuentra en la página personal del profesor coordinador: <http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/>, en el apartado Docencia, Cálculo.

3.2. Actividad del alumno: Plantear dudas sobre los aspectos teóricos o prácticos vistos en clase.

## Crterios de Evaluación

Actividades que no liberan materia:

Controles quincenales. Hasta un 20% de la nota.

Otras consideraciones:

Al finalizar el cuatrimestre se realizará un examen de la materia en la fecha establecida por la Escuela de 3 horas de duración. En este examen el alumno deberá demostrar las capacidades tanto procedimentales (capacidad de resolución de problemas) como de conocimientos teóricos (planteamiento de la solución de problemas y contenidos teóricos). Este examen tendrá un peso de un 80% en la nota final de la convocatoria ordinaria, correspondiendo el 20% restante a los controles quincenales. En las otras convocatorias la nota será la correspondiente al examen de convocatoria.

Se considerarán errores graves aquellos que se refieran a conocimientos elementales, o que manifiesten una falta grave de comprensión de la materia. Cada error grave en una pregunta del examen de convocatoria supondrá un detrimento de (al menos) la mitad de la puntuación máxima de la pregunta, pudiendo llegar a que se anule toda la puntuación.

Al término del cómputo de todas las preguntas, se tendrá en cuenta el examen de forma global.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 5 / 518                                      | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Descripción de las Prácticas

Se entienden por prácticas la resolución de problemas y ésta se realizará en el Aula.

Cálculo con números reales y complejos: operaciones elementales, raíces, exponentes y logaritmos. Resolución de ecuaciones en el campo complejo.

Determinación el interior, exterior, cierre, frontera etc. de subconjuntos de  $\mathbb{R}$ .

Cálculo de límites. Aplicación de los criterios de L'Hopital, media aritmética, media geométrica, Stolz, del sandwich, y criterio integral.

Criterios de convergencia para series numéricas.

Desarrollo de funciones por la fórmula de Taylor.

Cálculo de límites de funciones de varias variables, y su discusión: Límites reiterados. Límites direccionales y en coordenadas polares.

Estudio de la continuidad, existencia de derivadas parciales y diferenciabilidad de funciones reales de varias variables.

Calcular la ecuación del plano tangente a una superficie en un punto.

Aplicación del Teorema de la Función Implícita.

Técnicas de cambio de variables.

Cálculo de extremos relativos para funciones de dos y tres variables. Extremos condicionados o ligados: método de los multiplicadores de Lagrange.

Radio y conjunto de convergencia de una serie de potencias.

Determinar la serie de Fourier de una función dada.

## Bibliografía

### [1 Básico] Ejercicios resueltos de exámenes de cálculo /

Ángel Plaza.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Gran Canaria : (2003)

84-96131-23-8

### [2 Básico] Cálculo I: series, cálculo integral, funciones de varias variables /

Sergio Falcón Santana.

El Libro técnico,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)

8495084031

### [3 Recomendado] Introduction to calculus and analysis.

Courant, Richard

Springer,, New York : (1989)

3540665706

### [4 Recomendado] Problemas de cálculo infinitesimal e integral /

Rosendo Bronte Abaurrea.

Autor-Editor,, Madrid : (1977) - (5ª ed. corr. y aum.)

8440010532

### [5 Recomendado] Calculus /

Tom M. Apostol.

Reverté,, Barcelona : (1973)

8429150013 OC

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 6 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|-------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|                                                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| Semana 1: Tema 0.<br>Introducción. Tema 1 _____                   | 2     | 2  |     |     | 2   | 1.1, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 2: Tema 1                                                  | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.1, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 3: Tema 1. Preguntas de clase. Tutoría por grupos          | 1     | 2  | 1   | 1   | 4   | 1.1, 2.1, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 4: Tema 2.                                                 | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.2, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 5: Tema 3.                                                 | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.3, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 6: Tema 3. Preguntas de clase. Tutoría por grupos          | 2     | 2  | 1   | 1   | 3   | 1.3, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 7: Tema 4.                                                 | 3     | 2  |     | 1   | 2   | 1.4, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 8: Tema 5.                                                 | 3     | 2  |     | 1   | 2   | 1.5, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 9: Tema 5 y tema 6. Preguntas de clase. Tutoría por grupos | 2     | 2  | 1   | 1   | 3   | 1.5, 1.6, 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Semana 10: Tema 6.                                                | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.6, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 11: Tema 7. Preguntas de clase. Tutoría por grupos         | 3     | 1  | 1   | 1   | 3   | 1.7, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 12: Tema 8.                                                | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.8, 2.8, 3.1, 3.2, 3.3           |
| Semana 13: Tema 9.                                                | 3     | 2  |     | 1   | 5   | 1.9, 2.9, 3.1, 3.2, 3.3           |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 7 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos  |
|-----------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------|
|                                                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                           |
| Semana 14: Tema 9. Preguntas de clase. Tutoría por grupos | 2     | 1  | 1   | 1   | 3   | 1.9, 2.9, 3.1, 3.2, 3.3   |
| Semana 15: Tema 10.                                       | 3     | 2  |     | 1   | 4   | 1.10, 2.10, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Exámenes                                                  |       |    |     |     | 10  | todos                     |

### Equipo Docente

|                                                                                                      |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>ÁNGEL PLAZA DE LA HOZ</b>                                                                         | (COORDINADOR)                                   |
| <b>Categoría:</b> CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD                                                         |                                                 |
| <b>Departamento:</b> MATEMÁTICAS                                                                     |                                                 |
| <b>Teléfono:</b> 928458827                                                                           | <b>Correo Electrónico:</b> angel.plaza@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/">http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/</a> |                                                 |

### Resumen en Inglés

Calculus – Fall Semester (October-February)

Instructor: Ángel Plaza

Phone: (928) 45-8827

E-mail: [aplaza@dmata.ulpgc.es](mailto:aplaza@dmata.ulpgc.es)

URL: <http://www.dmat.ulpgc.es/~aplaza>

Course Objectives:

To achieve college level calculus knowledge. To be prepared to start Calculus II or higher in college.

Textbooks:

Introduction to Calculus and Analysis, by Richard Courant and Fritz John, Springer-Verlag.

Ejercicios resueltos de exámenes de cálculo, by Ángel Plaza, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria (2003).

Topics:

Properties and applications of real and complex numbers, functions of several variables, limits, derivatives, optimization problems, change of variables, polynomial approximations and series.

Grade Determination:

20% - Assignments

80% - Final exam (3 hours)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 8 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |



**ASIGNATURA:** 14062 - ÁLGEBRA LINEAL  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS  
**ÁREA:** Matemática Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:6 Horas de trabajo del alumno:150  
 Horas presenciales:75  
 - Horas teóricas (HT):31  
 - Horas prácticas (HP):24  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):17  
 - Horas de evaluación:3  
 - otras:  
 Horas no presenciales:75  
 - trabajos tutorizados (HTT):43  
 - actividad independiente (HAI):32  
 Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Sistemas de ecuaciones lineales y análisis vectorial. Autovalores y autovectores. Álgebra Booleana y funciones de conmutación. Máquinas de estado finito y teoría de grados. Estructuras algebraicas y teoría de la codificación. Matemática discreta. Análisis numérico.

### Temario

- TEMA 1: MATRICES (2T/3P)  
 1.1. Introducción.  
 1.2. Matrices y operaciones con matrices.  
 1.3. Trasposición de matrices. Matriz inversa.  
 TEMA 2: DETERMINANTES (5T/5P)  
 2.1. Determinantes de orden 2. Propiedades.  
 2.2. Determinantes de orden 3. Regla de Sarrus. Propiedades.  
 2.3. Menor complementario y adjunto de una matriz.  
 2.4. Determinante de orden n. Propiedades. Regla de Chio.  
 2.5. Cálculo de la matriz inversa.  
 2.6. Rango de una matriz.  
 2.7. Algoritmo de Gauss.  
 TEMA 3: SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES (3T/2P)  
 3.1. Introducción.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 9 / 518                                      | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 3.2. Sistemas de Cramer. Resolución.
- 3.3. Teorema de Rouché-Frobenius. Aplicaciones.
- TEMA 4: ESPACIOS VECTORIALES (9T/6P)
  - 4.1. Introducción.
  - 4.2. Espacios Vectoriales. Ejemplos. Primeras propiedades.
  - 4.3. Subespacios vectoriales. Caracterización.
  - 4.4. Combinación lineal de vectores.
  - 4.5. Sistemas libres. Caracterización.
  - 4.6. Subespacio generado por una familia de vectores.
  - 4.7. Teorema de Steibnitz.
  - 4.8. Base y dimensión. Teorema de la base.
  - 4.9. Coordenadas respecto a una base. Cambio de bases.
- TEMA 5: APLICACIONES LINEALES (3T/2P)
  - 5.1. Definición. Caracterización. Primeras propiedades.
  - 5.2. Núcleo y espacio Imagen.
  - 5.3. Teorema de la Dimensión.
  - 5.4. Matriz asociada a una aplicación lineal.
- TEMA 6: DIAGONALIZACIÓN DE MATRICES (3T/2P)
  - 6.1. Autovalores y autovectores.
  - 6.2. Polinomio característico.
  - 6.3. Multiplicidad algebraica y geométrica.
  - 6.4. Teorema de diagonalización de matrices.
- TEMA 7: ESPACIOS VECTORIALES EUCLÍDEOS. APLICACIONES (6T/4P)
  - 7.1. Producto escalar. Primeras propiedades.
  - 7.2. Norma euclídea. Desigualdad de Cauchy-Schwartz.
  - 7.3. Vectores ortogonales y ortonormales.
  - 7.4. Los espacios vectoriales euclídeos  $C([-pi,pi])$  y  $C([-1,1])$ .
  - 7.5. Series de Fourier.

## Requisitos Previos

Al ser una asignatura del primer curso, los requisitos previos son los adquiridos en el Bachillerato.

## Objetivos

### 1.CONCEPTUALES

- 1.1. Conocer los fundamentos y las herramientas básicas del álgebra lineal.
- 1.2. Conocer los elementos básicos que aparecen en la teoría del desarrollo de una serie de Fourier de una función, a lo sumo con un número finito de discontinuidades de salto.

### 2.PROCEDIMENTALES

- 2.1. Aplicar el teorema de Rouche-Frobenius y el algoritmo de Gauss para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- 2.2. Utilizar los distintos teoremas y resultados vistos en teoría para aplicarlos a problemas concretos de espacios vectoriales y aplicaciones lineales.
- 2.3. Aplicar los resultados teóricos para discernir si una matriz es o no diagonalizable.
- 2.4. Utilizar las herramientas necesarias para calcular el desarrollo de Fourier de una función.

### 3.ACTITUDINALES

- 3.1. Desarrollar el espíritu crítico.
- 3.2. Valorar el orden, la presentación y la interpretación de los resultados.
- 3.3. Interesarse por los distintos escenarios donde puede ser aplicada las herramientas de la asignatura.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 10 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Metodología

### 1.TEORÍA

1.1.Actividad del profesor: Clases expositivas en las que se explican los fundamentos teóricos mediante el uso de pizarra y proyector. Estas clases vendrán acompañadas de la presentación de distintos ejemplos o modelos donde se puede aplicar la teoría desarrollada.

1.2.Actividad del alumno:

1.2.1. Presencial: Tomar apuntes y participar en clase con el planteamiento de dudas.

1.2.2. No presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar cuestionarios y ejercicios prácticos.

### 2.PROBLEMAS

2.1. Actividad del profesor: Realizar problemas en clase en la que previamente el profesor expondrá de manera escueta las herramientas teóricas para la resolución. Supervisar y asesorar en la resolución de los problemas a los alumnos. Finalmente, analizar e interpretar los resultados si el problema se presta a ello. La herramienta básica es la pizarra.

2.2. Actividad del alumno:

2.2.1. Presencial: Participar activamente en la resolución de los problemas y en el análisis e interpretación de los resultados.

2.2.2. No presencial: Realizar diferentes problemas propuestos por el profesor y entregarlos en los plazos propuestos.

### 3.TUTORÍAS

3.1. Actividad del profesor: Resolver dudas y asesorar y corregir las tareas realizadas por los alumnos.

3.2. Actividad del alumno: Plantear dudas de forma presencial.

## Criterios de Evaluación

Las dos partes de que consta la asignatura (teoría y problemas) se evaluarán conjuntamente.

Los criterios de evaluación usados serán:

1. Identificar el problema.
2. Utilizar con precisión los resultados teóricos para obtener la solución del problema.
3. Expresar con claridad y fundamento el proceso seguido y el resultado obtenido.
4. Interpretar correctamente los resultados.

Tipos de pruebas:

1. Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final:

1.1.Problemas propuestos por el profesor y realizados por el alumno durante el curso.

1.2.Conjunto de problemas elaborados por el profesor y realizados por pequeños grupos de alumnos y expuestos en tutorías presenciales al resto de los alumnos.

Este tipo de actividades serán valoradas hasta 1 punto como máximo.

2. Se realizará un único examen escrito en la fecha y hora fijadas por la escuela que constará de 4 a 6 problemas relacionados con el contenido de la materia, teniendo cada problema varios apartados. Esta prueba tendrá una puntuación máxima de 9 puntos.

Otras consideraciones:

Para una evaluación positiva de la materia, el alumno debe sacar entre las actividades propuestas anteriormente y la prueba escrita una nota de al menos 5 puntos.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 11 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Descripción de las Prácticas

## Bibliografía

### [1 Básico] Álgebra lineal y sus aplicaciones /

*Gilbert Strang ; versión española de Manuel López Mateos ; con la colaboración de Margarita de Meza.*  
Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1986)  
0201072653

### [2 Básico] Problemas resueltos tipo test de álgebra lineal: con esquemas teóricos /

*Nicanor Guerra Quintana, Belén López Brito.*  
*El Libro Técnico,, Las Palmas de Gran Canaria : (1999) - (2ª ed.)*  
849231619X

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos      |
|----------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
|                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                               |
| Semana 1: __TEMA 1__ | 2     | 3  |     |     | 1   | 1.1.,3.1.,3.2.,3.3.           |
| Semana 2: __TEMA 2   | 3     | 2  |     | 1   | 2   | 1.1.,3.1.,3.2.,3.3.           |
| Semana 3: __TEMA 2   | 2     | 3  |     | 3   | 2   | 1.1.,2.1.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 4: __TEMA 3   | 3     | 2  | 2   | 3   | 3   | 1.1.,2.1.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 5: __TEMA 4   | 3     | 2  |     | 2   | 4   | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 6: __TEMA 4   | 3     | 2  |     | 2   | 3   | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 7: __TEMA 4   | 3     | 2  |     | 2   | 3   | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 8: __TEMA 5   | 3     | 2  | 2   | 3   | 3   | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 9: __TEMA 6   | 3     | 2  |     | 3   | 3   | 1.1.,2.2.,2.3.,3.1.,3.2.,3.3. |
| Semana 10: __TEMA 7  | 3     | 2  |     | 3   | 4   | 1.1.,2.2.,2.4.,3.1.,3.2.,3.3. |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 12 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos               | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos      |
|--------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
|                          | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                               |
| Semana 11: __TEMA 7      | 3     | 2  |     | 6   | 4   | 1.1.,2.2.,2.4.,3.1.,3.2.,3.3. |
| Semana 12: __TEMAS 4 y 5 |       |    | 3   | 4   |     | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 13: __TEMAS 4 y 5 |       |    | 3   |     |     | 1.1.,2.2.,3.1.,3.2.,3.3.      |
| Semana 14: __TEMA 6      |       |    | 3   | 4   |     | 1.1.,2.2.,2.3.,3.1.,3.2.,3.3. |
| Semana 15: __TEMA 7      |       |    | 4   | 4   |     | 1.1.,2.2.,2.4.,3.1.,3.2.,3.3. |
| EXÁMENES                 |       |    |     | 3   |     |                               |

### Equipo Docente

|                                                        |                                                        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>KISHIN BHAGWANDS SADARANGANI SADARANGANI</b>        | (COORDINADOR)                                          |
| <b>Categoría:</b> CATEDRÁTICO DE ESCUELA UNIVERSITARIA |                                                        |
| <b>Departamento:</b> MATEMÁTICAS                       |                                                        |
| <b>Teléfono:</b> 928458829                             | <b>Correo Electrónico:</b> kishin.sadarangani@ulpgc.es |

### Resumen en Inglés

This course focuses on the basic tools of Linear Algebra (matrices, Systems of linear equations, theory of vector spaces, eigenvalues and eigenvectors and euclidean vector spaces).

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 13 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14063 - FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INGENIERÍA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** FÍSICA  
**ÁREA:** Física Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 28
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT):
- Horas de evaluación: 2
- Otras:

Horas no presenciales:

- Trabajos tutorizados (HTT): 28
- Actividad independiente (HAI): 32

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Fundamentos de mecánica y termodinámica. Electricidad y magnetismo. Acústica y óptica.

### Temario

Tema 0. ELEMENTOS DE ÁLGEBRA Y CÁLCULO VECTORIAL. (4 horas: 2 h T + 2 h P).

- 0.1 Concepto de magnitud escalar y vectorial.
- 0.2 Características de un vector. Clasificación.
- 0.3 Adición y sustracción de vectores.
- 0.4 Producto de un vector por un escalar. Vector unitario.
- 0.5 Sistemas de coordenadas. Componentes de un vector.
- 0.6 Producto escalar y vectorial. Interpretación geométrica. Propiedades.
- 0.7 Derivada e integral de una función vectorial de variable escalar.

Bloque I. MECÁNICA. (24 horas: 14 h T + 10 h P)

Tema 1. CINEMÁTICA DEL PUNTO. (4+3)

- 1.1 Sistemas de referencia. Vector de posición.
- 1.2 Vector velocidad y aceleración instantáneos. Valores medios.
- 1.3 Sistema intrínseco de referencia. Componentes intrínsecas del vector aceleración.
- 1.4 Clasificación de los movimientos atendiendo a las componentes intrínsecas del vector aceleración.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 14 / 518                                     | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

1.5 Estudio de algunos movimientos: movimiento bajo aceleración constante y movimiento circular.

Tema 2. DINÁMICA DE LA PARTÍCULA. (6+4)

- 2.1 Aproximación de punto material o partícula.
- 2.2 Partícula libre. Primera ley de Newton. Sistemas de referencias inerciales y no inerciales.
- 2.3 Momento lineal.
- 2.4 Segunda y tercera leyes de Newton. Concepto de fuerza.
- 2.5 Fuerzas fundamentales de la naturaleza. Fuerzas fenomenológicas.
- 2.6 Momento angular. Teorema del momento angular.
- 2.7 Trabajo realizado por una fuerza.
- 2.8 Teorema del trabajo y la energía cinética.
- 2.9 Potencia instantánea.
- 2.10 Trabajo realizado por una fuerza conservativa. Concepto de energía potencial.
- 2.11 Principio de conservación de la energía.

Tema 3. SÓLIDO RÍGIDO. (4+3)

- 3.1 Sistemas de partículas. Fuerzas interiores y exteriores.
- 3.2 Movimiento general de un sistema de partículas. Momento lineal.
- 3.3 Centro de masas.
- 3.4 Movimientos de sólido rígido.
- 3.5 Energía cinética de rotación

Bloque II. OSCILACIONES. (12 horas: 8 h T + 4 h P)

Tema 4. MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE (M.A.S.). (2+2)

- 4.1 Cinemática del M.A.S..
- 4.2 Dinámica del M.A.S.. Ecuación fundamental.
- 4.3 Energía en el M.A.S.. Energía cinética y potencial medias.
- 4.4 Estudio del M.A.S. en algunos sistemas físicos: masa sujeta a un muelle, péndulo simple, cuerpo flotante, circuito LC.

Tema 5. MOVIMIENTO OSCILATORIO AMORTIGUADO. (2.5+1)

- 5.1 Ecuación fundamental del movimiento amortiguado.
- 5.2 Soluciones de la ecuación fundamental.
- 5.3 Energía en el oscilador amortiguado. Factor de calidad.
- 5.4 Ejemplo de oscilador amortiguado. Circuito RLC.

Tema 6. MOVIMIENTO OSCILATORIO FORZADO. (2.5+1)

- 6.1 Ecuación fundamental del movimiento oscilatorio forzado.
- 6.2 Solución de la ecuación fundamental en régimen transitorio y permanente.
- 6.3 Resonancia. Frecuencia de resonancia en amplitud y en energía.
- 6.4 Estudio energético. Potencia media relativa. Anchura de banda.
- 6.5 Ejemplo de oscilador forzado. Circuito RLC de corriente alterna.

Tema 7. SUPERPOSICIÓN DE MM.AA.SS. (1+0)

- 7.1 MM.AA.SS. con la misma dirección e igual frecuencia.
- 7.2 MM.AA.SS. con la misma dirección y diferente frecuencia.
- 7.3 MM.AA.SS. de direcciones perpendiculares y frecuencias iguales.
- 7.4 MM.AA.SS. de direcciones perpendiculares y frecuencias diferentes.

Bloque III. ONDAS. (10 horas: 6 h T + 4 h P)

Tema 8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO. (3+2)

- 8.1 Concepto de onda y ecuación de ondas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 15 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 8.2 Ondas armónicas. Magnitudes características.  
 8.3 Ondas en dos y tres dimensiones. Frente de ondas.  
 8.4 Estudio de algunos fenómenos ondulatorios.  
 8.5 Estudio energético del movimiento oscilatorio. Energía en una onda mecánica. Densidad de energía. Potencia e intensidad. Energía en una onda sonora. Intensidad del sonido. Nivel de intensidad y nivel de sensación.  
 8.6 Ondas en medios absorbentes.

#### Tema 9. FENÓMENOS ONDULATORIOS. (2+1)

- 9.1 Efecto Doppler.  
 9.2 Superposición de ondas. Grupo de ondas y velocidad de grupo. Análisis y síntesis armónica.  
 9.3 Interferencias.  
 9.4 Principio de Huygens y difracción.  
 9.5 Reflexión y refracción.

#### Tema 10. ONDAS ESTACIONARIAS. (1+1)

- 10.1 Condiciones de contorno. Ondas estacionarias en una dimensión.  
 10.2 Ondas estacionarias en dos y tres dimensiones.

### Requisitos Previos

Se considera que el alumno de Fundamentos Físicos de la Ingeniería debería tener asimilados ciertos conocimientos y poseer ciertas capacidades que son vitales para alcanzar los objetivos que se persiguen en la asignatura. Estos requisitos previos pueden clasificarse en conceptuales (de tipo matemático y físico) y procedimentales. Así, es altamente recomendable que el alumno posea los conocimientos y destrezas que se enumeran a continuación.

#### Requisitos conceptuales:

- Matemáticos.

- Dominar y manejar las ecuaciones algebraicas.
- Poseer algunas nociones de álgebra vectorial.
- Conocer la definición y propiedades de las funciones elementales (trigonométricas, exponenciales y logarítmicas).
- Integrar y derivar funciones de una variable.
- Saber representar gráficamente una función e interpretar correctamente tales representaciones.

-Físicos:

- Tener nociones de cinemática y dinámica del punto material.
- Tener nociones de movimiento oscilatorio.
- Tener nociones de movimiento ondulatorio.

#### Requisitos procedimentales:

- Haber desarrollado suficientemente la comprensión lectora, siendo capaz de extraer, sintetizar e interiorizar las ideas básicas de un texto escrito de complejidad adecuada al nivel de los estudios que se están cursando.
- Redactar con corrección gramatical y ortográfica, coherencia y continuidad un documento escrito relativo a un tema genérico previamente planteado.
- Expresar y/o explicar oralmente con corrección, claridad y precisión un pensamiento o argumento propio relativo a un tema previamente planteado.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 16 / 518                                     | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales:

- 1.1. Conocer y comprender la representación vectorial del movimiento de una partícula.
- 1.2. Reconocer los diferentes tipos de movimiento en función de las componentes del vector aceleración.
- 1.3. Distinguir las interacciones fundamentales de la naturaleza y las llamadas fuerzas fenomenológicas.
- 1.4. Comprender el concepto de fuerza y las leyes de Newton.
- 1.5. Conocer las implicaciones del teorema del trabajo y la energía y del teorema de conservación de la energía mecánica.
- 1.6. Conocer los aspectos más importantes del movimiento de rotación de un cuerpo rígido.
- 1.7. Distinguir y sintetizar los modelos de oscilador armónico libre, libre amortiguado y amortiguado forzado en diferentes campos de la física y de la naturaleza.
- 1.8. Reconocer los fenómenos de resonancia en los sistemas físicos, en especial en los sistemas mecánicos y eléctricos.
- 1.9. Alcanzar un entendimiento adecuado del movimiento ondulatorio como propagación de una perturbación en el dominio espacial-temporal.
- 1.10. Identificar los fenómenos más relevantes de las ondas, en su propagación en un medio sin obstáculos.
- 1.11. Conocer y distinguir los fenómenos característicos de la ondas cuando éstas encuentran obstáculos en su propagación o lo hacen por medios diferentes: difracción, reflexión y refracción.

### 2. Objetivos procedimentales:

- 2.1. Manejar con la destreza y habilidad adecuadas las operaciones básicas del álgebra vectorial.
- 2.2. Aplicar correctamente las leyes de Newton, el teorema del trabajo y la energía mecánica y principios derivados a la resolución de problemas relativos a la dinámica de una partícula y un sólido rígido.
- 2.3. Utilizar los conceptos teóricos relativos a los diferentes tipos de oscilaciones para identificar la ecuación fundamental que gobierna la evolución temporal de sistemas oscilantes de distinta naturaleza.
- 2.4. Manejar los conceptos teóricos necesarios para describir cualitativamente los distintos fenómenos ondulatorios que pueden observarse en la naturaleza.
- 2.5. Interpretar físicamente el análisis armónico de una onda y utilizarlo para distinguir distintas cualidades del sonido.
- 2.6. Demostrar la capacidad para la resolución de problemas, sintetizando convenientemente los casos reales propuestos y escogiendo el modelo físico más apropiado para la simulación de los mismos.
- 2.7. Manejar adecuadamente la instrumentación necesaria para la realización de las prácticas en el laboratorio.
- 2.8. Elaborar con corrección las memorias de prácticas, redactando las mismas con coherencia y continuidad, utilizando el lenguaje científico-técnico adecuado y recurriendo a argumentos objetivos para discutir de forma crítica los aspectos más relevantes de cada una de las experiencias.

### 3. Objetivos actitudinales:

- 3.1. Escuchar y respetar las opiniones de otros compañeros en todas aquellas actividades que requieran de una puesta en común o un trabajo en grupo.
- 3.2. Comunicar las dudas, opiniones o ideas personales relativas a cualquier aspecto tratado en la asignatura (a) por un lado, sin miedo a estar equivocado, pero acompañadas de una reflexión previa y (b) por otro, con la humildad suficiente para, si existe, aceptar el error y corregirlo.
- 3.3. Apreciar y valorar que los principios, modelos y teorías físicas que conforman el programa de la asignatura responden a un esfuerzo para la interpretación y mejor conocimiento de la realidad.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 17 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

3.4. Fomentar el espíritu crítico, la curiosidad e insatisfacción por aquello que se estudia, comprendiendo que las teorías científicas no son cerradas, sino que pueden ser debatidas y cuestionadas y que, justamente, en este hecho se basa la evolución del conocimiento y la construcción científica.

3.5. Interesarse por la física en general y por conocer el por qué de las cosas en nuestro mundo, entendiendo que el conocimiento de los fundamentos básicos que gobiernan un determinado fenómeno permite explicar sin dificultad cada uno de los casos particulares y concretos que de él se derivan.

## Metodología

Clases de teoría:

- Actividad del profesor: clases expositivas, combinando presentaciones animadas, explicaciones sobre pizarra y cuestiones al alumnado.
- Actividad del estudiante:
  - a) Actividad presencial: tomar apuntes, participar en clase respondiendo a las preguntas del profesor y planteando las dudas que surjan.
  - b) Actividad no-presencial: completar apuntes tras la pertinente consulta de la bibliografía recomendada, estudiar la materia.

Clases de problemas:

- Actividad del profesor: explicación de las técnicas convenientes para la resolución de problemas, planteamiento de los problemas más representativos de cada tema y resolución completa de alguno de ellos.
- Actividad del estudiante:
  - a) Actividad presencial: tomar apuntes de las indicaciones dadas por el profesor, resolución conjunta con el profesor de problemas planteados en clase, resolución individual de algunos problemas planteados en clase.
  - b) Actividad no-presencial: resolución de la lista de problemas entregada por el profesor para cada uno de los temas que componen el programa de la asignatura.

Prácticas de laboratorio:

- Actividad del profesor: explicación de la tarea a realizar en cada experiencia programada, guiar a los estudiantes en la realización efectiva de cada práctica en el laboratorio, realización de experiencias de cátedra paralelas relacionadas con la experiencia programada.
- Actividad del alumno:
  - a) Actividad presencial: completar el guión de prácticas con las explicaciones del profesor antes de la realización de la misma, realización efectiva de la experiencia en el laboratorio.
  - b) Actividad no-presencial: lectura comprensiva del guión de prácticas previa a la realización de la misma, elaboración del informe de prácticas.

Tutorías:

- Actividad del profesor: resolver las dudas planteadas por el estudiante en cualquiera de las tareas descritas en el programa de la asignatura, guiar y aconsejar al estudiante en sus estrategias de estudio.
- Actividad del alumno:
  - a) Actividad presencial: planteamiento al profesor de las dudas surgidas en cualquiera de las tareas programadas en la asignatura, tomar nota de las indicaciones del profesor en respuesta a tales dudas.
  - b) Actividad no-presencial: elaboración de una lista de dudas y preguntas previa a la acción tutorial presencial, que habrá surgido del estudio y el trabajo de la asignatura.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 18 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Examen parcial de los contenidos del Tema 0 y Bloque I (50% de la calificación total asignada a los contenidos teóricos y resolución de problemas).
- Informes de cada una de las prácticas de laboratorio (15% de la calificación final).

Actividades que no liberan materia:

- Participación en clase, resolución y entrega de ejercicios propuestos, actitud e interés del alumno en el laboratorio (5% de la calificación final).

Consideraciones generales:

- Cualquier examen de la asignatura (parcial o de convocatoria) constará de dos partes: una de cuestiones teóricas y otra de problemas.
- Además, para aquellos alumnos que no hayan asistido al laboratorio o no hayan realizado los informes correspondientes, el examen de convocatoria incluirá una parte destinada a la evaluación de las prácticas, consistente en una serie de preguntas relativas a las experiencias programadas.
- La nota mínima para superar cualquier prueba de evaluación es de 5 puntos sobre 10.
- Para superar la asignatura será necesario aprobar por separado tanto el bloque de teoría y resolución de problemas como el de prácticas de laboratorio. A este respecto, la calificación máxima de la asignatura que podrá obtener un alumno que no haya superado los dos bloques será de 4 puntos sobre 10.
- Tanto la calificación del examen parcial como la obtenida en el conjunto de actividades que no liberan materia tendrán efecto sólo de cara a la convocatoria ordinaria.

## Descripción de las Prácticas

Del total de número de créditos prácticos (3) que la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería tiene asignados, 2 créditos se corresponden con prácticas de aula.

El crédito restante se ocupará en la realización experiencias prácticas en los laboratorios de Física I, II y Ampliación de Física del Departamento de Física. En particular, se llevarán a cabo 5 experiencias de 2 horas de duración cada una, cuya descripción es la siguiente:

Práctica 1. Rozamiento viscoso y velocidad límite. Estudio del fenómeno de rozamiento viscoso sobre un cuerpo que se mueve en el seno de un fluido. Obtención experimental de la velocidad límite.

Práctica 2. Circuitos oscilantes. Montaje de un circuito RLC y análisis de los diferentes tipos de amortiguamiento a través de medidas en el osciloscopio. Análisis del fenómeno de resonancia de un oscilador forzado mediante el montaje de un filtro pasa-banda.

Práctica 3. Superposición de MM.AA.SS. Análisis de la superposición de MM.AA.SS. en direcciones perpendiculares mediante la visualización en el osciloscopio de las figuras de Lissajous. Análisis del fenómeno de pulsaciones y medida de la frecuencia de la pulsación. Establecimiento de analogías con el caso ondulatorio.

Práctica 4. Análisis y síntesis armónica de una onda sonora. Obtención del espectro de Fourier asociado a una muestra sonora. Descripción de características del sonido: tono y timbre.

Práctica 5. Ondas estacionarias. Análisis de las ondas estacionarias establecidas en una cuerda. Obtención experimental de la velocidad de propagación.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 19 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Bibliografía

### [1 Básico] Física universitaria /

Francis W. Sears [et al].  
Pearson Educación,, México : (2004) - (11ª ed.)  
9702606721 (V.2)

### [2 Básico] Física para ciencias e ingenierías /

Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr.  
McGraw-Hill,, México [etc.] : (2005) - (6ª ed.)  
9706864253 (v.2)

### [3 Básico] Oscilaciones y ondas: colección de cuestiones de opción múltiple y problemas resueltos /

Ricardo Florido Hernández, Rafael Rodríguez Pérez y Juan Miguel Gil de la Fe.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria Politécnica :, Las Palmas de Gran Canaria :  
(2006)  
8478063242

### [4 Básico] Problemas de física general /

Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz.  
Tebar,, Madrid : (2004) - (27ª ed.)  
8495447274

### [5 Básico] Física general /

Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García, Carlos Gracia Muñoz.  
Tebar,, Madrid : (2003) - (32ª ed.)  
8495447827

### [6 Recomendado] La física en problemas /

Félix A. González.  
Tebar Flores,, Madrid : (1997) - (nueva edición actualizada.)  
84-7360-179-3

### [7 Recomendado] Física para la ciencia y la tecnología /

Paul A. Tipler, Gene Mosca.  
Reverté,, Barcelona [etc.] : (2005) - (5ª ed.)  
8429144013 v.1A. -- 8429144048 v.2A. -- 8429144021. -- 842914403X v.1C. -- 8429144048. -- 8429144056. --  
8429144064

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                  | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                             | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 1.1, 1.2 | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.1, 2.1, 3.2            |
| 1.3,1.4,1.5                                 | 2     | 2  | 0   | 0   | 2   | 1.1,1.3,3.2              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 20 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                    | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                   |
|-------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------|
|                               | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                            |
| 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5       | 3     | 1  | 0   | 4   | 2   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.6, 3.2, 3.4, 3.5                     |
| 2.6, 2.7, 2.8, 2.9            | 2     | 2  | 0   | 1   | 3   | 1.5, 3.2                                                   |
| 2.10, 2.11, 3.1, 3.2, 3.3     | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 2.2, 2.6, 3.2, 3.3                     |
| 3.4, 3.5, PL.1                | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.6, 2.2, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2, 3.5                          |
| 3.4, 3.5                      | 1     | 3  | 0   | 3   | 1   | 1.6, 2.2, 2.6, 3.2, 3.4, 3.5                               |
| 4.1, 4.2, 4.3, 4.4            | 2     | 2  | 0   | 1   | 3   | 1.7, 2.3, 3.2, 3.3                                         |
| 5.1, 5.2, 5.3, examen parcial | 2     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 3.3 |
| 5.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5  | 3     | 1  | 0   | 2   | 2   | 1.7, 1.8, 2.3, 2.6, 3.2                                    |
| 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, PL.2      | 1     | 3  | 0   | 2   | 2   | 1.7, 2.3, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2, 3.5                          |
| 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6  | 3     | 1  | 0   | 0   | 4   | 1.9, 1.10, 2.6, 3.2                                        |
| 9.1, PL.3                     | 1     | 3  | 0   | 3   | 1   | 1.10, 2.4, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2                              |
| 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, PL.4      | 1     | 3  | 0   | 3   | 1   | 1.11, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2, 3.4, 3.5          |
| 10.1, 10.2, PL.5              | 1     | 3  | 0   | 3   | 1   | 1.11, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8, 3.1, 3.2, 3.5                    |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 21 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Equipo Docente

**JOSÉ SANTIAGO MATOS LÓPEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** FÍSICA

**Teléfono:** 928454506

**Correo Electrónico:** josesantiago.matos@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

This course mainly focuses on the foundations of mechanics (kinematics, dynamics, Newton's and conservation laws, etc), oscillations (harmonic, damped and driven) including mechanic oscillators and oscillating circuits and, finally, an introduction to the waves and their characteristic phenomena. Basic knowledge about 1-D kinematics and dynamics, harmonic oscillator and harmonic waves will be welcome. Basic skills on one dimensional calculus are appreciated also. Course has 50 hours lecture, 30 of them to expound theory and 20 for solving problems, and 10 hours lab. The final mark is determined taken into account the following weights: 80% for theory and problems exam, 15% for lab experiences and the 5% remaining is reserved to evaluate the attitude and interest showed by the student in learning and studying.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 22 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**14064 - FUNDAMENTOS DE LA  
PROGRAMACIÓN**

**ASIGNATURA:** 14064 - FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14064-FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14064-FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN - P2

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**ÁREA:** Ingeniería Telemática

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Primer curso

**IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre

**TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno: 121,5

Horas presenciales: 61,5

- Horas teóricas (HT): 21,5

- Horas prácticas (HP): 23,0

- Horas de clases tutorizadas (HCT): 17,0

- Horas de evaluación: 1,5

- otras: 0,0

Horas no presenciales: 60,0

- trabajos tutorizados (HTT): 24,0

- actividad independiente (HAI): 36,0

Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Lenguajes: sintaxis, semántica y tipos. Lenguaje imperativo. Prácticas de desarrollo de programas. Pruebas funcionales.

**Temario**

TEMA 1. Presentación de la asignatura (2 horas)

- Se presenta del Proyecto docente de la asignatura.

- Se navega por el Campus Virtual de la ULPGC.

- Se introduce el entorno de trabajo en el laboratorio: editando, compilando y ejecutando el primer programa Ada con GPS.

TEMA 2. Algoritmos y programas (2 horas)

- Definición de algoritmo y programa

- Escritura de nuestro primer programa.

- Variables y estado.

- Lenguajes fuertemente tipados.

- Tipos de datos simples.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 23 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | Fecha de firma 01/07/2019 12:45:29       |                                                                                       |

- Estructuras básicas de control.
- Entrada/Salida.
- Operadores.
- Estilo de programación: Identificadores y palabras del lenguaje.

#### TEMA 3. Archivos de texto (2 horas)

- Definición de archivo
- Necesidad de los apuntadores a archivo
- Gestión de archivos de texto

#### TEMA 4. Estructuras de control condicionales (2 horas)

- Tipos de estructuras condicionales
- Casos de uso

#### TEMA 5. Programación estructurada (4 horas)

- Repaso de las partes de un programa.
- Solución de problemas: Divide y vencerás
- Definición de subprogramas: Procedimientos y funciones.
- Estilo de programación: Nombres de los subprogramas.

#### TEMA 6. Estructuras de control repetitivas (2 horas)

- Tipos de estructuras repetitivas
- Casos de uso

#### TEMA 7. Estructuras de datos homogéneas (6 horas)

- Definición de formación
- Acceso a una formación: Índice y recorrido
- Casos de uso de formaciones unidimensionales: Strings y vectores
- Casos de uso de formaciones multidimensionales: Matrices
- Operadores y sobrecarga de operadores

#### TEMA 8. Estructuras de datos heterogéneas (2 horas)

- Definición de registro
- Acceso a los campos de un registro: Notación punto
- Comparación de registros y formaciones
- Introducción a programación orientada a objetos

#### TEMA 9. Archivos binarios (2 horas)

- Tipos de archivo binario: Secuenciales y de acceso directo
- Comparación entre archivos binarios y de texto
- Comparación entre archivos de acceso directo y formaciones unidimensionales
- Paquetes genéricos

#### TEMA 10. Tipos de datos simples y compuestos (6 horas)

- Definición de tipos de datos predefinidos
- Repaso de tipos de datos simples
- Repaso de tipos de datos compuestos
- Derivación de tipos
- Definición de subtipos
- Uso de atributos
- Recorrido recursivo de una estructura de datos

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 24 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



## Objetivos

### 1.Objetivos conceptuales:

- 1.1.Situar la asignatura en el contexto de la Telecomunicaciones
- 1.2.Conocer los conceptos básicos de programación
- 1.3.Diferenciar entre el acceso a disco y el acceso a pantalla y teclado.
- 1.4.Conocer las estructuras de control
- 1.5.Analizar diferentes soluciones a un mismo problema
- 1.6.Conocer las estructuras de datos
- 1.7.Analizar diferentes formas de almacenamiento en disco
- 1.8.Comprender la relación entre todos los elementos estudiados

### 2.0.Objetivos procedimentales:

- 2.1.Utilizar las herramientas básicas de programación.
- 2.2.Aplicar los conceptos de programación en la solución de problemas
- 2.3.Manejar los ficheros de texto
- 2.4.Utilizar las estructuras de control
- 2.5.Experimentar con la división de problemas
- 2.6.Manipular estructuras de datos compuestas
- 2.7.Diseñar nuevos tipos de datos
- 2.8.Manejar archivos binarios

### 3.Objetivos Actitudinales

- 3.1.Interesarse por los recursos que ofrece la programación a las Telecomunicaciones
- 3.2.Comunicar de forma escrita las soluciones de los problemas que se plantean en clase de teoría.
- 3.3.Comunicar de forma oral las soluciones de las prácticas en el laboratorio.

## Metodología

La asignatura consta de dos partes claramente diferenciadas: teoría y prácticas de laboratorio.

### TEORÍA

La teoría se desarrollara combinando las clases de teoría con ejercicios escritos y prácticos por parte del alumno.

\* Clases de teoría:

-Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de ejercicios de programación. Se combinará el uso de presentaciones y herramientas de programación en ordenador y cañón, y el uso de pizarra, todo en el aula.

- Actividad del estudiante:

o Presencial: Tomar apuntes, participar en clase planteando dudas y realizando los ejercicios propuestos.

o No presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia, realizar ejercicios propuestos por el profesor.

### PRACTICAS DE LABORATORIO

-Actividad del profesor: Asesorar al alumno para que el alumno realice el diseño, la programación y ejecución de los ejercicios propuestos dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica.

-Actividad de los alumnos:

o No presencial: Diseñar los ejercicios propuestos por el profesor dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica.

o Presencial: Programar e incluir los ejercicios propuestos por el profesor dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica y responder a las preguntas que el profesor sobre el

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 25 / 518                                     | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

trabajo realizado.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Las pruebas objetivas en clase de teoría con el 70% de la nota final como máximo. En las pruebas objetivas de las semanas que van de la 2 a la 14 se puede obtener el 1% de la nota final y se puede hacer en parejas (no se puede repetir pareja en las 13 pruebas objetivas). En la prueba objetiva de la semana 15 se puede obtener el 57% de la nota final y es una prueba individual.
- Las prácticas con el 30% de la nota final como máximo. Según se indica en la descripción de las prácticas, cada práctica que puntúa (prácticas 1, 2, 3 y 4) lo hace con el 25% de la nota de prácticas.

Actividades que no liberan materia:

- Ninguna

Consideraciones generales:

- Se utiliza evaluación continua: pruebas objetivas de teoría y práctica semanales
- En las pruebas objetivas de teoría de las semanas 2 a la 14 se puede obtener el 1% de la nota final de la asignatura
- En las pruebas objetivas de teoría la semana 15 se puede obtener el 57% de la nota final de la asignatura.
- En las pruebas objetivas de práctica se puede obtener el 30% de la nota final de la asignatura.
- La evaluación de cada práctica se realiza en el laboratorio de forma continua. Cada práctica se divide en varios ejercicios, unos evaluados en cada clase práctica y otros evaluados en conjunto al final de la práctica. En la primera hora de cada clase práctica el alumno realiza un ejercicio asociado a cada semana. En la segunda hora se realiza una evaluación de la misma.
- El 50% de la nota de cada práctica se consigue con los ejercicios semanales y el 50% restante se obtiene con la evaluación global de la práctica. Los ejercicios semanales asociados a una práctica tienen la misma puntuación. Por ejemplo, si una práctica consta de tres ejercicios semanales cada uno puntúa 1/3 del 50% de la nota total de esa práctica.
- Un suspenso en una evaluación global de una práctica se puede recuperar en el laboratorio durante la realización de la última práctica mediante un ejercicio adicional a realizar en el laboratorio.
- Para aprobar las prácticas es necesario sacar al menos el 50% de la nota de prácticas.
- Para aprobar la asignatura no es necesario aprobar ambas partes: teórica y práctica.
- Los exámenes de convocatoria son para recuperar la parte de teoría, de práctica o ambas.
- En cualquier convocatoria, los alumnos pueden obtener el 70% de la nota final (asociada a la parte teórica) realizando un examen escrito y, aquellos que no hayan aprobado las prácticas, pueden obtener el 30% (asociada a la parte práctica) realizando otro examen escrito.
- Cuando un alumno se presenta a un examen de convocatoria, renuncia a la nota obtenida en la evaluación continua de las partes a las que se presente (teoría o práctica)
- El alumno debe superar el 50% de la nota final para aprobar la asignatura.

### Descripción de las Prácticas

Laboratorio de prácticas:

Laboratorio de Programación (Nave 1A) del Dpto. de Ingeniería Telemática.

PRÁCTICA 0: Tipos de datos simples (No puntúa).

- Duración : 2 horas
- Objetivos: Familiarizar al alumnos con el entorno del laboratorio. Mostrar la entrada y salida de datos hacia la pantalla y desde el teclado.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|--|
| Página 26 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |  |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |  |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |  |



PRÁCTICA 1: Estructuras de control (25 % de la nota de prácticas).

- Duración : 6 horas

- Objetivos: Utilizar las estructuras básicas de control. Realizar entrada y salida con ficheros de texto.

PRÁCTICA 2: Procedimientos (25% de la nota prácticas)

- Duración : 6 horas

- Objetivos: Introducir la programación modular. Utilizar procedimientos y funciones analizando sus diferencias. Mostrar el paso de parámetros en sus diferentes modos.

PRÁCTICA 3: Vectores y matrices (25% de la nota prácticas).

- Duración : 6 horas

- Objetivos: Crear tipos de datos con componentes homogéneos: vectores y matrices. Recorrer y realizar operaciones con vectores y matrices.

PRÁCTICA 4: Registros (25% de la nota de prácticas).

- Duración : 6 horas.

- Objetivos: Crear tipos de datos con componentes heterogéneos. Usar ficheros de acceso directo.

PRÁCTICA 5: aplicación ejemplo (No puntúa)

- Duración : 4 horas.

- Objetivo : Mostrar a los alumnos un programa que utiliza todos los elementos de la asignatura: matrices, registros y ficheros de acceso directo.

## Bibliografía

### [1 Básico] Programming in ADA 95 /

John Barnes.

Addison-Wesley,, Harlow (England) : (1998) - (2nd ed.)

0-201-34293-6

### [2 Básico] Programming in ADA 95 /

John Barnes.

Addison-Wesley,, Wokingham (England) : (1995)

0201877007

### [3 Básico] Ada 95 from the beginning.

Skansholm, Jan

Addison-Wesley,, Harlow : (1996) - (3rd. ed.)

0201403765

### [4 Básico] An introduction to Ada /

Stephen J. Young.

Ellis Horwood,, New York : (1983)

085312535X

### [5 Recomendado] Software engineering with Ada.

Booch, Grady

Benjamin/Cummings,, Redwood City (California) : (1994) - (3rd. ed.)

0-8053-0608-0

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 27 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

---

**[6 Recomendado] Software components with Ada: structures, tools, and subsystems /**

Grady Booch.

Benjamin Cummings,, Menlo Park (California) : (1987)

0805306102

---

**[7 Recomendado] Data structures and algorithms: an object-oriented approach using Ada 95 /**

John Beidler.

Springer-Verlag,, Berlin ; New York : (1996)

0-387-94834-1

---

**[8 Recomendado] ADA as a second language /**

Norman H. Cohen.

McGraw-Hill,, New York : (1986)

0070115893 pbk 3295\*

---

**[9 Recomendado] Object-Oriented Software in Ada 95.**

Smith, Michael A.

International Thompson Computer Press,, London : (1996)

185032185X

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                           | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                      | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1. Práctica 0.                                                                  | 2,0   | 2,0 | 0,0 |     | 4,0 | 1.1, 2.1 y 3.1           |
| Tema 2. Prueba objetiva de teoría. Práctica 1.1. Prueba objetiva de práctica.        | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 1,5 | 2,0 | 1.2, 2.2, 3.2 y 3.3      |
| Tema 3. Prueba objetiva de teoría. Práctica 1.2. Prueba objetiva de práctica.        | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 1,5 | 2,0 | 1.3, 2.3, 3.2 y 3.3      |
| Tema 4. Prueba objetiva de teoría. Práctica 1.3. Prueba objetiva de práctica.        | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 2,0 | 2,5 | 1.4, 1.8, 2.4, 3.2 y 3.3 |
| Tema 5. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 2.1 y 2.2. Prueba objetiva de práctica. | 3,0   | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 4,0 | 1.5, 2.5, 3.2 y 3.3      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 28 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                                 | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|------------------------------------|
|                                                                                            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                    |
| Tema 6. Prueba objetiva de teoría. Práctica 2.3. Prueba objetiva de práctica.              | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 2,0 | 2,5 | 1.4, 1.8, 2.4, 3.2 y 3.3           |
| Tema 7 Prueba objetiva de teoría. Prácticas 3.1, 3.2 y 3.3. Prueba objetiva de práctica.   | 4,5   | 4,5 | 0,0 | 5,0 | 6,5 | 1.6, 1.8, 2.6, 2.7, 3.2 y 3.3      |
| Tema 8. Prueba objetiva de teoría. Práctica 4.1. Prueba objetiva de práctica.              | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 1,5 | 2,0 | 1.6, 2.6, 2.7, 3.2 y 3.3           |
| Tema 9. Prueba objetiva de teoría. Práctica 4.2. Prueba objetiva de práctica.              | 1,5   | 1,5 | 0,0 | 1,5 | 2,0 | 1.7, 2.8, 3.2 y 3.3                |
| Tema 10. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 3.3, 4.1 y 4.2. Prueba objetiva de práctica. | 3,0   | 4,5 | 0,0 | 6,0 | 8,5 | 1.6, 1.8, 2.6, 2.7, 3.1, 3.2 y 3.3 |

## Equipo Docente

**FRANCISCO JOSÉ GUERRA SANTANA** (COORDINADOR)  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451238 **Correo Electrónico:** francisco.guerra@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/fguerra/index.html>

**FRANCISCO JAVIER MIRANDA GONZÁLEZ**  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451240 **Correo Electrónico:** javier.miranda@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda>

**LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ACOSTA** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)  
**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451383 **Correo Electrónico:** lhernandez@dit.ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/lhdez/index.html>

## Resumen en Inglés

### DESCRIPTOR:

Languages: syntax, semantics and types. Imperative programming. Programming development. Functional tests.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 29 / 518                                     | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

#### GOALS:

To know basic concepts required for general programming: algorithms, variables, data types, and subprograms (procedures and functions).

To learn the statements available for structured programming: sequential, conditional and loops.

To familiarize the student with programming development tools: text editor, compiler and debugger.

#### METHODOLOGY

The instructor will use the blackboard and the computer available in the class to give present the concepts of the subject. In the laboratory we have 14 computers. Each computer will be used by a team composed of two students. At the beginning of each working day in the laboratory the instructor will motive the task of the day (but the students will have the contents previously available in the web).

The electronic documents associated with the laboratory (as well as further documentation) will be available in the Virtual Campus of the ULPGC (<http://www.ulpgc.es>).

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 30 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14065 - TECNOLOGÍA Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:

Horas de trabajo del alumno:159

Horas presenciales:90

- Horas teóricas (HT):56
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 4
- otras:0

Horas no presenciales:69

- trabajos tutorizados (HTT):18
- actividad independiente (HAI):51

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Componentes y dispositivos electrónicos y fotónicos. Circuitos electrónicos básicos. Circuitos integrados.

### Temario

Unidad didáctica A: Teoría de circuitos

Tema 0 Introducción. Conceptos fundamentales (4h)

- 0.1. Introducción
- 0.2. Magnitudes y símbolos
  - 0.2.1. Tensión. Fuentes independientes de tensión
  - 0.2.2. Corriente. Fuentes independientes de corriente
  - 0.2.3. Resistencias
  - 0.2.4. Potencia
- 0.3. Señal
  - 0.3.1. Parámetros
    - 0.3.1.1. Amplitud
    - 0.3.1.2. Valor de pico
    - 0.3.1.3. Valor pico a pico
    - 0.3.1.4. Valor medio
    - 0.3.1.5. Valor eficaz

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 31 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 0.3.2. Formas
  - 0.3.2.1. Continua
  - 0.3.2.2. Sinusoidal
  - 0.3.2.3. Cuadrada
  - 0.3.2.4. Triangular

#### Tema 1. Circuitos lineales (4h)

- 1.1. Circuitos resistivos
  - 1.1.1. Nociones topológicas básicas
    - 1.1.1.1. Nudo
    - 1.1.1.2. Rama
    - 1.1.1.3. Malla
  - 1.1.2. Leyes de Kirchoff
    - 1.1.2.1. de las tensiones
    - 1.1.2.2. de las corrientes
  - 1.1.3. Circuito equivalente
    - 1.1.3.1. Asociación de resistencias en serie y paralelo
    - 1.1.3.2. Divisor de tensión y corriente
- 1.2. Otros elementos de circuito
  - 1.2.1. Condensadores y bobinas
    - 1.2.1.1. Respuesta a señales continuas
    - 1.2.1.2. Respuesta a señales variables
  - 1.2.2. Fuentes dependientes: símbolos
    - 1.2.2.1. de tensión
    - 1.2.2.2. de corriente

#### Tema 2 Teoremas relevantes (2h)

- 2.1. de superposición
- 2.2. de Thevenin
  - 2.2.1. Tensión Thevenin
  - 2.2.2. Resistencia Thevenin
- 2.3. de Norton
  - 2.3.1. Corriente Norton
  - 2.3.2. Resistencia Norton

#### Unidad didáctica B: El diodo

#### Tema 3 Concepto y modelos de funcionamiento (2h)

- 3.1. Estructura física, símbolo y funcionamiento
- 3.2. Modelo exponencial: ecuaciones trascendentes
- 3.3. Modelo a tramos lineales
  - 3.3.1. Diodo ideal
  - 3.3.2. Diodo rectificador
  - 3.3.3. Diodo Zener
  - 3.3.4. Resolución de circuitos con diodos
    - 3.3.4.1. Método gráfico: punto de operación, recta de carga
    - 3.3.4.2. Método analítico

#### Tema 4.- Aplicaciones simples (4h)

- 4.1.- Recortadores
- 4.2.- Limitadores
- 4.3.- Fijadores de nivel
- 4.4.- Rectificadores
- 4.5.- Fuente de alimentación

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |                     |  |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|--|
| Página 32 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                     |  |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          | Fecha de firma      |  |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          | 01/07/2019 12:45:29 |  |





- 4.5.1. Rectificador de onda completa
- 4.5.2. Filtro de condensador
- 4.5.3. Estabilizador Zener

#### Tema 5 Modelo en pequeña señal (2h)

- 5.1. Concepto de circuito incremental
- 5.2. Parámetros del modelo
  - 5.2.1. Resistencia en pequeña señal
  - 5.2.2. Capacidad en pequeña señal: el varactor

#### Unidad didáctica C: Amplificación

##### Capítulo I.- El transistor bipolar

#### Tema 6 Concepto y regiones de funcionamiento (2h)

- 6.1. Estructura física y símbolos
  - 6.1.1. del NPN
  - 6.1.2. del PNP
- 6.2. Funcionamiento del NPN
  - 6.2.1. Zona activa directa
    - 6.2.1.1. Condiciones de funcionamiento
    - 6.2.1.2. Modelo circuital
  - 6.2.2. Zona de saturación
    - 6.2.2.1. Condiciones de funcionamiento
    - 6.2.2.2. Modelo circuital
  - 6.2.3. Zona de corte
    - 6.2.3.1. Condiciones de funcionamiento
  - 6.2.4. Zona activa inversa
    - 6.2.4.1. Condiciones de funcionamiento
  - 6.2.5. Consideraciones para el PNP

#### Tema 7 Curvas características (2h)

- 7.1. Curvas características de entrada ideales
  - 7.1.1. Identificación de las regiones de operación
- 7.2. Curvas características de salida ideales
  - 7.2.1. Identificación de las regiones de operación
- 7.3. Desviaciones del modelo ideal
  - 7.3.1. Efecto Early
  - 7.3.2. Tensión de ruptura
  - 7.3.3. Variación de la ganancia en corriente

#### Tema 8 Análisis en continua: circuitos de polarización (8h)

- 8.1. Método gráfico
  - 8.1.1. Punto de operación
  - 8.1.2. Rectas de carga en continua
    - 8.1.2.1. de entrada
    - 8.1.2.2. de salida
- 8.2. Método analítico
- 8.3. Redes de polarización: diseño

#### Tema 9. Modelos en pequeña señal (2h)

- 9.1. Capacidades asociadas entre terminales
- 9.2. Modelo híbrido en PI
  - 9.2.1. Modelado del efecto Early

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 33 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### 9.3. Modelo en T

Tema 10 El transistor como amplificador: configuración en emisor común (8h)

- 10.1. Circuito de polarización: análisis en continua
- 10.2. Circuito incremental: análisis en pequeña señal
  - 10.2.1. Ganancia en tensión, corriente y potencia
  - 10.2.2. Impedancia de entrada y salida
  - 10.2.3. Márgenes dinámicos
    - 10.2.3.1. Recta de carga dinámica
    - 10.2.3.2. Márgenes de tensión a corte y saturación
    - 10.2.3.3. Márgenes de corriente a corte y saturación

Capítulo II.- El transistor MOS

Tema 11 Concepto y modelos de funcionamiento (2h)

- 11.1. Estructura física y símbolos
  - 11.1.1. del MOSFET tipo N
    - 11.1.1.1. de enriquecimiento
    - 11.1.1.2. de vaciamiento
  - 11.1.2. del MOSFET tipo P
    - 11.1.2.1. de enriquecimiento
    - 11.1.2.2. de vaciamiento
- 11.2. Funcionamiento del MOSFET tipo N
  - 11.2.1. Condiciones en los terminales y corriente de drenador
    - 11.2.1.1. Zona de corte
    - 11.2.1.2. Zona lineal
    - 11.2.1.3. Zona de saturación
    - 11.2.1.4. Efecto substrato
  - 11.2.2. Modelo circuital
  - 11.2.3. Consideraciones para el MOSFET tipo P

Tema 12 Curvas características (2h)

- 12.1. Característica de transferencia
  - 12.1.1. Identificación de las regiones de operación
- 12.2. Característica de drenador
  - 12.2.1. Identificación de las regiones de operación
- 12.3. Desviaciones del modelo ideal
  - 12.3.1. Modulación de la longitud del canal

Tema 13 Análisis en continua: circuitos de polarización (8h)

- 13.1. Método gráfico
  - 13.1.1. Punto de operación
  - 13.1.2. Recta de carga de salida en continua
- 13.2. Método analítico
- 13.3. Redes de polarización: diseño

Tema 14 Modelo en pequeña señal (4h)

- 14.1. Capacidades asociadas entre terminales
- 14.2. Parámetros del modelo
  - 14.2.1. Modelado del efecto substrato
  - 14.2.2. Modelado de la modulación de la longitud del canal

Unidad didáctica D: Charlas introductorias

Tema 15 Introducción a los circuitos integrados (1h)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 34 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

### Requisitos Previos

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso y por tanto no hay conocimientos previos universitarios a valorar.

Todos los conocimientos de esta asignatura se imparten desde la base, se suponen conocimientos de álgebra y calculo elemental.

### Objetivos

Esta asignatura es la primera con contenidos “electrónicos” de la titulación. Por ello sus objetivos son marcadamente introductorios.

Con ella se pretende alcanzar los siguientes objetivos

1. Objetivos conceptuales
  - 1.1.- Conocer las bases del análisis de circuitos básicos,
2. Objetivos procedimentales
  - 2.1.- Identificar y utilizar los dispositivos electrónicos básicos,
  - 2.2.- Interpretar el funcionamiento de circuitos electrónicos activos básicos.
3. Objetivos actitudinales
  - 3.1.- Participar activamente en el desarrollo de las clases

### Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

\* Clases de teoría:

Actividad del profesor: La asignatura se impartirá en clases expositivas en pizarra y/o proyector de transparencias.

Cada semana (4 horas) se dedicarán entre dos y tres horas a la introducción de nuevos conceptos

Actividad del estudiante:

Actividad no presencial: Es doble, ya que en el campus virtual estarán previamente todas las transparencias y los apuntes de la asignatura el alumno deberá previamente a las clases haber ojeado el temario. Tras la actividad presencial y con las notas aclaratorias deberá asentar sus conocimientos mediante la realización de las actividades planteados en la asignatura con este fin.

Actividad presencial: Bajo la asunción de que el alumno conoce el contenido de la asignatura antes de la clase deberá tomar notas aclaratorias y participar activamente en la clase interaccionando para asimilar los conceptos que no hayan quedado perfectamente aclarados a partir de la información previa.

\*Problemas: Ocupan entre 1 y dos horas semanales para la realización de ejemplos que clarifiquen los conceptos introducidos de forma teórica.

Actividad del profesor: Tras la introducción teórica y la discusión con los alumnos de los nuevos conceptos se plantearán actividades en forma de resolución de problemas para ser resueltos de forma inmediata algunos y de forma no presencial en otros.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Realización en clase de algunas de las actividades planteadas para que in situ aparezcan las dudas que no aparecieron de forma previa en la clase teórica.

Actividad no presencial: Resolución de los problemas planteados para asentamiento de la base teórica

\* Tutorías ECTS:

Actividad del profesor: Tutorización de grupos de alumnos reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes, principalmente surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 35 / 518                                     | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

marcados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

\* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio permitiendo el acceso a él en el campus virtual y en el servicio de fotocopias. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Los medios utilizados son el instrumental del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para las prácticas de simulación.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el desarrollo de la misma.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y resolver los cálculos previos. Redacción del informe de la práctica.

### Criterios de Evaluación

La evaluación de esta asignatura se realiza en dos partes diferenciadas: teoría y prácticas. Para aprobarla es necesario superar ambas partes por separado con una nota mayor o igual a 5. Donde la nota de teoría equivale al 80% de la nota final y la de prácticas el 20%.

La evaluación de la parte teórica se basa en una prueba escrita que se realizará en la fecha, hora y lugar previstos por el Centro para las convocatorias Ordinaria, Extraordinaria y Especial. En ella se propondrán al alumno algunas cuestiones teóricas y/o algunos problemas.

La evaluación de las prácticas se realizará como la media aritmética de la calificación de las prácticas 3 a la 6. Las prácticas 1 y 2 se calificarán como apto o no apto pero no computarán en la nota final de prácticas. La calificación para los alumnos que asistan a la totalidad de las sesiones de prácticas y entreguen todos los guiones de prácticas es el resultado de la valoración de varios criterios:

- a.- interés mostrado durante la realización de los montajes experimentales,
- b.- cumplimiento de las medidas de seguridad e higiene en el laboratorio,
- c.- calidad del montaje y nivel de la interpretación de los resultados que se obtengan .

Con estas consideraciones la evaluación queda:

Actividades que liberan materia:

- Realización de las prácticas en el laboratorio (20%)

Otras consideraciones:

- Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y práctica.
- La nota final del alumno una vez se superen ambas partes con una nota mayor o igual a 5, se

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 36 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

computará de la siguiente forma:

Teoría: 80%

Prácticas: 20%

-Si un alumno no supera alguna de las partes la calificación final será calculada de la forma anteriormente descrita con un máximo de 4.5

-Los alumnos que no asistan y/o no superen la totalidad de las prácticas de laboratorio deberán realizar un examen teórico-práctico. En este examen de laboratorio se pedirá que se calcule, se monte y se mida un circuito basado en las prácticas realizadas durante el curso. La misma forma de examen de prácticas se empleará en las todas las convocatorias oficiales del curso.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Componentes Electrónicos  
Introducción a las Prácticas

Práctica 0. Introducción a las prácticas (4 horas)

En estas sesiones se presentará la metodología de las prácticas, el puesto de trabajo, material necesario para realizar las prácticas y componentes.

Práctica 1. Instrumentación básica (6 horas)

En esta práctica se tomará contacto con los equipos de los que consta el puesto de trabajo: Polímetro, Fuente de alimentación, Generador de funciones y Osciloscopio. Esta práctica tiene como objetivo introducir al alumno en el manejo de estos equipos, para ello se realizarán medidas sobre circuitos resistivos simples.

Práctica 2. Circuitos con condensadores. (2 horas)

En esta práctica se continúa profundizando en el manejo de los equipos básicos de instrumentación con circuitos con condensadores, comprobando la influencia de la frecuencia de la señal de entrada en ellos.

Prácticas con diodos

Práctica 3. El diodo rectificador. (6 horas)

Se realizarán diferentes montajes de circuitos donde el diodo actuará como rectificador de la señal de entrada.

Práctica 4. La fuente de alimentación montaje y simulación mediante PSPICE. (4 horas)

Se implementarán las etapas de una fuente de alimentación, a partir del puente rectificador. Esta práctica se realizará en dos sesiones, una dedicada a la simulación de la fuente de alimentación en el Laboratorio de Electrónica Analógica y Digital y otra, donde se realizarán los montajes en la placa protoboard en el Laboratorio de Componentes Electrónicos. En esta práctica se introducen conceptos elementales del simulador PSPICE.

Prácticas con transistores bipolares

Práctica 5. Polarización del Transistor Bipolar (2 horas)

Se comprobarán las zonas de funcionamiento del transistor bipolar según su red de polarización.

Práctica 6. Amplificador con BJT en emisor común y simulación con PSPICE (6 horas)

Se simulará el amplificador con BJT en emisor común de la obtendrá el punto de trabajo, ganancia en tensión, impedancias de entrada y salida, y los márgenes dinámicos.

Se realizará el montaje y se medirá el punto de operación, ganancia en tensión, impedancia de

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 37 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

entrada y salida, márgenes dinámicos, efectos del condensador de desacoplo.

## Bibliografía

### [1 Básico] Apuntes de Tecnología de componentes electrónicos y fónicos

Antonio Hernandez, Benito Gonzalez, Javier del Pino, Javier Garcia y Jose Ramon Sendra  
- (2003)

### [2 Recomendado] Circuitos y dispositivos electrónicos: fundamentos de electrónica /

Lluís Prat Vi as, ed.  
Universidad Politècnica de Catalunya,, Barcelona : (1996) - (3ª ed.)  
8489636575

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción: Conceptos fundamentales           | 4     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1, 3.1                 |
| Circuitos lineales                              | 4     | 6  | 0   | 0   | 3   | 1.1,2.1,3.1              |
| Teoremas relevantes                             | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.1,3,1                  |
| Diodo: Concepto y modelos de funcionamiento.    | 2     | 6  | 0   | 0   | 1   | 1.1, 2.1, 2,2, 3.1       |
| Diodo: Aplicaciones simples                     | 4     | 4  | 0   | 2   | 3   | 2.1, 2,2, 3.1            |
| Diodo: Modelo en pequeña señal                  | 2     | 0  | 0   | 0   | 1   | 1.1, 3.1                 |
| Bipolar: Concepto y regiones de funcionamiento: | 2     | 0  | 0   | 1   | 2   | 1.1, 3.1                 |
| Bipolar: Curvas características                 | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.1, 2.1, 2,2, 3.1       |
| Bipolar: Circuitos de polarización              | 7     | 2  | 4   | 0   | 10  | 1.1, 2.1, 2,2, 3.1       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 38 / 518                                     | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                       | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                  | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Bipolar: Modelos en pequeña señal                | 2     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.1, 2.1, 3.1            |
| Bipolar como amplificador                        | 7     | 8  | 4   | 0   | 8   | 1.1, 2.1, 2.2, 3.1       |
| MOS: Introducción                                | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.1, 2.1, 3.1            |
| MOS: Curvas características                      | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.1, 2.1, 3.1            |
| MOS: Circuitos de polarización                   | 8     | 0  | 0   | 4   | 4   | 1.1, 2.1, 2.2, 3.1       |
| MOS: Modelo de pequeña señal                     | 4     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.1, 2.1, 3.1            |
| Introducción a los circuitos integrados          | 1     | 0  | 0   | 0   | 0   | 3.1                      |
| Introducción a los dispositivos optoelectronicos | 1     | 0  | 0   | 0   | 0   | 3.1                      |

## Equipo Docente

### ANTONIO HERNÁNDEZ BALLESTER

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451255 **Correo Electrónico:** antonio.hernandez@ulpgc.es

### FRANCISCO JAVIER DEL PINO SUÁREZ

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928458046 **Correo Electrónico:** javier.delpino@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.cma.ulpgc.es/users/jpino/index.html>

### JAVIER GARCÍA GARCÍA

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928458045 **Correo Electrónico:** javier.garciagarcia@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/jgarcia/index.html>

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 39 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**JOSÉ RAMÓN SENDRA SENDRA****(COORDINADOR)****Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928458044 **Correo Electrónico:** joseramon.sendra@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jrsendra>

## Resumen en Inglés

This course focuses on the teaching of the simplest electric and electronic components and the analysis of elemental circuits.

We pretend pupils develop capacities in:

- Basic pasive circuits analysis
- Basic electronic devices identification and its use in a circuit
- Basic electronic circuits analysis based on diodes, bipolar and MOS transistors

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 40 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>



**ASIGNATURA:** 14066 - PROGRAMACIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 7,2  
 Horas presenciales: 90,0  
 - Horas teóricas (HT): 51,5  
 - Horas prácticas (HP): 23,0  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 17,0  
 - Horas de evaluación: 1,5  
 - otras: 0,0  
 Horas no presenciales: 90,0  
 - trabajos tutorizados (HTT): 31,0  
 - actividad independiente (HAI): 59,0  
 Idioma en que se imparte: Español

Horas de trabajo del alumno: 181,5

### Descriptores B.O.E.

Ordenación. Recursividad. Estructuras de datos: listas, árboles y grafos. Metodología de programación. Desarrollo e implementación de programas. Estructuras de datos, arrays y archivos.

### Temario

TEMA 1: Programación modular (4 horas)  
 - Bibliotecas de programación  
 - Tipos privados  
 - Tipos abstractos de datos  
 - Programación Orientada a Objetos  
 - Diseño y paso de pruebas a una biblioteca

TEMA 2: Vectores (12 horas)  
 - Herencia  
 - Búsqueda lineal y binaria  
 - Métodos simples de ordenación (burbuja, inserción y selección)  
 - Ficheros  
 - Colas y pilas usando vectores  
 - Diseño de aplicaciones: Gestor

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 41 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

### TEMA 3: Listas (12 horas)

- Memoria dinámica
- Tipos limitados
- Tipos controlados
- Nodo = Control + Datos
- Gestión de nodos: Siguiente y Enlazar
- Listas simplemente y doblemente enlazadas
- Ficheros
- Colas y pilas usando listas
- Recursividad

### TEMA 4: Tablas de hash (4 horas)

- Función hash
- Colisiones
- Herencia múltiple

### TEMA 5: Listas ordenadas (8 horas)

- Movimiento de elementos frente a movimiento de punteros
- Herencias sin añadir atributos
- Método de ordenación rápida
- Reutilización de código: Gestor

### TEMA 6: Árboles binarios (12 horas)

- Recorridos (pre-orden, en-orden y post-orden)
- Recorrido iterativo
- Árbol equilibrado
- Punteros a procedimiento
- Bibliotecas genéricas

### TEMA 7: Grafos (8 horas)

- Terminología
- Representación en memoria (Matricial y Dinámica)
- Recorrido (En Profundidad y Por Niveles)
- Algoritmo de Dijkstra

## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales

- 1.1. Conocer metodologías y herramientas que se utilizarán en la parte teórica y práctica de programación
- 1.2. Analizar el diseño de objetos a partir de la estructura bien conocida vector.
- 1.3. Aprender a gestionar objetos: inserciones, búsquedas, métodos simples de ordenación, etc.
- 1.4. Entender la relación y dependencias entre una estructura y los elementos que se almacenan en ella.
- 1.5. Comparar vectores con listas
- 1.6. Conocer los problemas que tiene la gestión de punteros
- 1.7. Aprender a diseñar métodos recursivos
- 1.8. Comparar con vectores ordenados
- 1.9. Analizar las ventajas de las tablas hash
- 1.10. Conocer la herencia múltiple
- 1.11. Comparar vectores, listas y árboles
- 1.12. Conocer las bibliotecas genéricas
- 1.13. Comparar árboles y grafos

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 42 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- 1.14.Diferenciar los tipos de recorrido de un grafo
- 2.Objetivos procedimentales
  - 2.1.Probar las metodologías y herramientas de programación.
  - 2.2.Aplicar la herencia en el diseño de nuevos objetos
  - 2.3.Diferenciar entre los diferentes métodos de búsqueda y ordenación
  - 2.4.Experimentar las ventajas de la programación orientada a objetos en el diseño de una aplicación
  - 2.5.Reconstruir una lista cambiando sólo punteros
  - 2.6.Manipular memoria dinámica de forma segura
  - 2.7.Aplicar las pilas al recorrido iterativo de árboles
  - 2.8.Manejar los punteros a métodos
  - 2.9.Aplicar los grafos a la solución de problemas
- 3.Objetivos actitudinales
  - 3.1.Comportarse de forma autónoma en la toma de decisiones para solucionar problemas de programación
  - 3.2.Comunicar de forma oral y escrita en las pruebas objetivas semanales

## Metodología

La asignatura consta de dos partes claramente diferenciadas: teoría y prácticas de laboratorio.

### TEORÍA

La teoría se desarrollara combinando las clases de teoría con ejercicios escritos y prácticos por parte del alumno.

\* Clases de teoría:

-Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de ejercicios de programación. Se combinará el uso de presentaciones y herramientas de programación en ordenador y cañón, y el uso de pizarra, todo en el aula.

- Actividad del estudiante:

o Presencial: Tomar apuntes, participar en clase planteando dudas y realizando los ejercicios propuestos.

o No presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia, realizar ejercicios propuestos por el profesor.

### PRACTICAS DE LABORATORIO

-Actividad del profesor: Asesorar al alumno para que el alumno realice el diseño, la programación y ejecución de los ejercicios propuestos dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica.

-Actividad de los alumnos:

o No presencial: Diseñar los ejercicios propuestos por el profesor dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica.

o Presencial: Programar e incluir los ejercicios propuestos por el profesor dentro de la jerarquía de paquetes de biblioteca asociada a cada práctica y responder a las preguntas que el profesor sobre el trabajo realizado.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Las pruebas objetivas en clase de teoría con el 70% de la nota final como máximo. En las pruebas objetivas de las semanas que van de la 2 a la 14 se puede obtener el 1% de la nota final y se puede hacer en parejas (no se puede repetir pareja en las 13 pruebas objetivas). En la prueba objetiva de la semana 15 se puede obtener el 57% de la nota final y es una prueba individual.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 43 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- Las prácticas con el 30% de la nota final como máximo. (según se indica en la descripción de las prácticas, la primera y la última no puntúan, la segunda y la cuarta puntúan un 30% de la nota final de prácticas, y la tercera puntúa el 40% restante de la nota final de prácticas). En las consideraciones generales se explica detalladamente como se realiza la evaluación de cada práctica.

Actividades que no liberan materia:

- Ninguna

Consideraciones generales:

- Se utiliza evaluación continua: pruebas objetivas de teoría y práctica semanales
- En las pruebas objetivas de teoría de las semanas 2 a la 14 se puede obtener el 1% de la nota final de la asignatura
- En las pruebas objetivas de teoría la semana 15 se puede obtener el 57% de la nota final de la asignatura.
- En las pruebas objetivas de práctica se puede obtener el 30% de la nota final de la asignatura.
- La evaluación de cada práctica se realiza en el laboratorio de forma continua. Cada práctica se divide en varios ejercicios, unos evaluados en cada clase práctica y otros evaluados en conjunto al final de la práctica. En la primera hora de cada clase práctica el alumno realiza un ejercicio asociado a cada semana. En la segunda hora se realiza una evaluación de la misma.
- El 50% de la nota de cada práctica se consigue con los ejercicios semanales y el 50% restante se obtiene con la evaluación global de la práctica. Los ejercicios semanales asociados a una práctica tienen la misma puntuación. Por ejemplo, si una práctica consta de tres ejercicios semanales cada uno puntúa 1/3 del 50% de la nota total de esa práctica.
- Un suspenso en una evaluación global de una práctica se puede recuperar en el laboratorio durante la realización de la última práctica mediante un ejercicio adicional a realizar en el laboratorio.
- Para aprobar las prácticas es necesario sacar al menos el 50% de la nota de prácticas.
- Para aprobar la asignatura no es necesario aprobar ambas partes: teórica y práctica.
- Los exámenes de convocatoria son para recuperar la parte de teoría, de práctica o ambas.
- En cualquier convocatoria, los alumnos pueden obtener el 70% de la nota final (asociada a la parte teórica) realizando un examen escrito y, aquellos que no hayan aprobado las prácticas, pueden obtener el 30% (asociada a la parte práctica) realizando otro examen escrito.
- Cuando un alumno se presenta a un examen de convocatoria, renuncia a la nota obtenida en la evaluación continua de las partes a las que se presente (teoría o práctica)
- El alumno debe superar el 50% de la nota final para aprobar la asignatura.

## Descripción de las Prácticas

Laboratorio de prácticas: Laboratorio de Programación (Nave 1A) del Dpto. de Ingeniería Telemática.

PRÁCTICA 0: Paquetes (No puntúa)

- Duración : 2 Horas
- Objetivos : Familiarizar al alumnos con el laboratorio y con las herramientas utilizadas. Introducir el concepto de paquete.

PRÁCTICA 1: Arrays (30% de la nota final de prácticas)

- Duración: 8 horas
- Objetivos: Introducción en el diseño y verificación de paquetes. Programación con clases abstractas de datos. Utilización de los arrays como estructura de datos estática. Aplicación de algoritmos básicos de ordenación.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 44 / 518                                     | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**PRÁCTICA 2: Listas (40% de la nota final de prácticas)**

- Duración: 10 horas
- Objetivos: Introducción en el diseño y verificación de paquetes genéricos. Reutilización de algoritmos mediante derivación de estructuras de datos. Utilización de las listas como estructura de datos dinámica. Comparación de listas simples, dobles, con cabecera y sin cabecera. Introducción en la recursividad. Aplicación a las listas y ampliación de los algoritmos de ordenación.

**PRÁCTICA 3: Árboles (30% de la nota final de prácticas)**

- Duración: 6 horas
- Objetivos: Uso de la recursividad como mejor técnica para hacer recorridos completos de estructuras de datos recursivas. Utilización de los árboles como estructura de datos dinámica. Comparación entre vectores, listas y árboles.

**PRÁCTICA 4: Grafos (no puntua)**

- Duración: 4 horas
- Objetivos: Mostrar la utilidad de los grafos para representar estructuras reales: redes de ordenadores, mapa de carreteras, ...

## Bibliografía

**[1 Básico] Software construction and data structures with Ada 95.**

*Feldman, Michael B.*

*Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1997)*

0201887959

**[2 Básico] Programming in ADA 2005 /**

*John Barnes.*

*Addison Wesley,, Harlow : (2006)*

0321340787

**[3 Básico] Data structures and algorithms: an object-oriented approach using Ada 95 /**

*John Beidler.*

*Springer-Verlag,, Berlin ; New York : (1996)*

0-387-94834-1

**[4 Básico] Ada 95: the craft of object-oriented programming /**

*John English.*

*Prentice Hall,, London : (1997)*

0-13-230350-7

**[5 Recomendado] Programming in ADA 95 /**

*John Barnes.*

*Addison-Wesley,, Harlow (England) : (1998) - (2nd ed.)*

0-201-34293-6

**[6 Recomendado] Programación en C ++: algoritmos, estructuras de datos y objetos /**

*Luis Joyanes Aguilar.*

*McGraw-Hill,, Madrid : (2002)*

8448124871

**[7 Recomendado] Ada 95: problem solving and program design /**

*Michael B. Feldman, Elliot B. Koffman.*

*Addison-Wesley Publishing Company,, Reading, Mass. : (1999) - (3rd ed.)*

0-201-36123-X

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 45 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

**[8 Recomendado] ADA as a second language /**

Norman H. Cohen.

McGraw-Hill, New York : (1986)

0070115893 pbk 3295\*

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                                | Horas |     |     |     |      | Competencias y Objetivos                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|------|---------------------------------------------------|
|                                                                                           | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI  |                                                   |
| Tema 1. Práctica 0.                                                                       | 4,0   | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0  | 1.1 y 2.1                                         |
| Tema 2. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 1.1, 1.2 y 1.3. Prueba objetiva de práctica. | 10,5  | 4,5 | 3,0 | 6,0 | 9,0  | 1.2, 2.1 y 3.2                                    |
| Tema 3. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 1.4, 2.1 y 2.2. Prueba objetiva de práctica. | 10,5  | 3,5 | 3,0 | 7,0 | 11,0 | 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 2.4, 2.5, 2.6, 3.1 y 3.2 |
| Tema 4. Prueba objetiva de teoría. Práctica 2.3. Prueba objetiva de práctica.             | 3,5   | 1,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0  | 1.9, 1.10, 2.6 y 3.2                              |
| Tema 5. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 2.4 y 2.5. Prueba objetiva de práctica.      | 7,0   | 3,0 | 2,0 | 5,0 | 8,0  | 1.4, 1.7, 1.8, 2.4, 2.6, 3.1 y 3.2                |
| Tema 6. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 3.1, 3.2 y 3.3. Prueba objetiva de práctica. | 10,5  | 4,5 | 3,0 | 7,0 | 11,0 | 1.4, 1.11, 1.12, 2.4, 2.7, 2.8, 3.1 y 3.2         |
| Tema 7. Prueba objetiva de teoría. Prácticas 4.1 y 4.2. Prueba objetiva de práctica.      | 5,5   | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 11,0 | 1.13, 1.14, 2.9, 3.1 y 3.2                        |

**Equipo Docente****FRANCISCO JOSÉ GUERRA SANTANA****(COORDINADOR)****Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA**Teléfono:** 928451238**Correo Electrónico:** francisco.guerra@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/fguerra/index.html>

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 46 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

|                                          |                                                                                               |                                                    |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>FRANCISCO JAVIER MIRANDA GONZÁLEZ</b> |                                                                                               | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                         |
| <b>Categoría:</b>                        | TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                        |                                                    |
| <b>Departamento:</b>                     | INGENIERÍA TELEMÁTICA                                                                         |                                                    |
| <b>Teléfono:</b>                         | 928451240                                                                                     | <b>Correo Electrónico:</b> javier.miranda@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b>                     | <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda">http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda</a> |                                                    |

|                                      |                           |                                                  |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>JOSÉ FRANCISCO DELGADO GARCÍA</b> |                           |                                                  |
| <b>Categoría:</b>                    | PROFESOR ASOCIADO LABORAL |                                                  |
| <b>Departamento:</b>                 | INGENIERÍA TELEMÁTICA     |                                                  |
| <b>Teléfono:</b>                     |                           | <b>Correo Electrónico:</b> jdelgado@dit.ulpgc.es |

|                                     |                                                                                                                                 |                                                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ACOSTA</b> |                                                                                                                                 |                                                    |
| <b>Categoría:</b>                   | PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1                                                                                              |                                                    |
| <b>Departamento:</b>                | INGENIERÍA TELEMÁTICA                                                                                                           |                                                    |
| <b>Teléfono:</b>                    | 928451383                                                                                                                       | <b>Correo Electrónico:</b> lhernandez@dit.ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b>                | <a href="http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/lhdez/index.html">http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/lhdez/index.html</a> |                                                    |

## Resumen en Inglés

### DESCRIPTOR:

Sorting. Recursivity. Data structures: lists, trees and graphs. Programming methodology. Programs development and its implementation. Arrays and files.

### GOALS

- To know the main data structures and learn to select the most appropriate for each kind of problem.
- To write libraries
- To verify libraries by means of functional tests
- To learn to extend libraries

### METHODOLOGY

- The instructor presents in class the main concepts
- The instructor proposes exercises that help the students to understand the concepts presented in class
- In the laboratory the students will program complementary exercises
- The electronic documents containing complementary material will be available in the Campus Virtual server of the UPGC.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 47 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**ASIGNATURA:** 14067 - ANÁLISIS DE REDES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):45
- Horas prácticas (HP):0
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):29
- actividad independiente (HAI):43

Idioma en que se imparte:Castellano

### Descriptores B.O.E.

Análisis de redes pasivas en régimen permanente y teorías de circuitos. Energía y potencia en redes reactivas. Resonancia. Redes con transformadores. Redes activas, con generadores independientes y fuentes controladas. Estudio de redes en régimen transitorio utilizando ecuaciones diferenciales y la transformación de Laplace. Teoría de cuárípolos con elementos concentrados. Estudio de líneas de transmisión en régimen permanente y transitorio. Introducción al análisis numérico de redes lineales y no lineales.

### Temario

BLOQUE TEMÁTICO I: FUNDAMENTOS.

TEMA 1: Conceptos Preliminares (Teoría 2H)

- 1.1. Introducción
- 1.2. Análisis y síntesis de redes
- 1.3. Tipos de excitación de circuitos
- 1.4. Tipos de circuitos
- 1.6. Simplificaciones aplicadas en teoría de circuitos

TEMA 2: Definiciones y Parámetros de un Circuito (Teoría 2H, Problemas 1H)

- 2.1. Introducción

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 48 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |



- 2.2. Parámetros de un circuito
- 2.3. Elementos principales de un circuito
- 2.4. Leyes de Kirchoff
- 2.5. Asociación de elementos
- 2.6. Equivalencias entre fuentes de tensión y corriente
- 2.7. Divisores de tensión y corriente. Divisor compensado

#### TEMA 3: Señales de Excitación de uso Frecuente (Teoría 2H, Problemas 1H)

- 3.1. Introducción
- 3.2. Clasificación de señales
- 3.3. Parámetros característicos de señales
- 3.4. Señales elementales
- 3.5. Construcción de señales a partir de las elementales

### BLOQUE TEMÁTICO II: RÉGIMEN TRANSITORIO.

#### TEMA 4: Régimen Transitorio(Teoría 4H, problemas 6H)

- 4.1. Introducción (0.5H)
- 4.2. Componentes natural y forzada de la respuesta transitoria (0.5H)
- 4.3. Notación operacional (0.5H)
- 4.4. Impedancia generalizada (0.5H)
- 4.5. Asociación de impedancias generalizadas (0.5H)
- 4.6. Elementos L y C con valores iniciales no nulos (0.5H)
- 4.7. Respuesta transitoria de un circuito (1.5H)
- 4.8. Respuesta transitoria de sistemas de primer orden(0.5H)
- 4.9. Respuesta transitoria de sistemas de segundo orden(1H)
- 4.10. Fasores (2H)
- 4.11. Transformada de Laplace (0.5)
- 4.12. Resolución de circuitos con la transformada de Laplace (1.5H)

### BLOQUE TEMÁTICO III: RÉGIMEN PERMANENTE SENOIDAL.

#### TEMA 5: Régimen Permanente Senoidal (Teoría 3H, Problemas 3H)

- 5.1. Introducción
- 5.2. Fasores en régimen permanente senoidal
- 5.3. Impedancia
- 5.4. Asociación de impedancias
- 5.5. Admitancia

#### TEMA 6: Potencia y Energía Eléctricas en Régimen Permanente Senoidal(Teoría 3H, Problemas 3H)

- 6.1. Introducción
- 6.2. Potencia y energía
- 6.3. Triángulo de potencias. Potencia aparente, activa y reactiva
- 6.4. Factor de potencia
- 6.5. Sistemas trifásicos

### BLOQUE TEMÁTICO IV: ANÁLISIS DE CIRCUITOS.

#### TEMA 7: Métodos de Análisis por Mallas y Nudos (Teoría 1H, Problemas 1H)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 49 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 7.1. Introducción
- 7.2. Método de mallas
- 7.3. Método de nudos

#### TEMA 8: Teoremas Fundamentales(Teoría 4H, Problemas 4H)

- 8.1. Introducción
- 8.2. Teorema de superposición
- 8.3. Dualidad
- 8.4. Teorema de reciprocidad
- 8.5. Teorema de Miller
- 8.6. Teoremas de Thevening y Norton
- 8.7. Conversión estrella-triángulo
- 8.8. Movilidad de generadores
- 8.9. Máxima transferencia de potencia
- 8.10. Teorema de Everit
- 8.11. Adaptación de impedancia

#### BLOQUE TEMÁTICO V: BOBINAS ACOPLADAS Y TRANSFORMADORES.

#### TEMA 9: Circuitos Con Acoplamiento Magnético. El Transformador (Teoría 3H, Problemas 3H)

- 9.1. Introducción
- 9.2. Bobinas acopladas magnéticamente
- 9.3. Análisis en alterna de circuitos con acoplo magnético
- 9.4. Circuitos equivalentes de circuitos con acoplo magnético
- 9.5. Transformador ideal
- 9.6. Transformador perfecto
- 9.7. Transformador real
- 9.8. Transformador con núcleo ferromagnético
- 9.9. Transformador de más de un devanado
- 9.10. Autotransformador

#### BLOQUE TEMÁTICO VI: RESONANCIA.

#### TEMA 10: Resonancia (Teoría 3H, Problemas 3H)

- 10.1. Introducción
- 10.2. Factor de calidad
- 10.3. Resonancia de un circuito serie RLC
- 10.4. Resonancia de un circuito paralelo RLC
- 10.5. Circuitos resonantes RLC con fuente real
- 10.6. Resonancia de un circuito paralelo de dos ramas
- 10.7. Circuito paralelo LC práctico
- 10.8. Circuito resonante alimentado por un transformador

#### BLOQUE TEMÁTICO VII: CUADRIPOLOS.

#### TEMA 11: Cuadripolos(Teoría 3H, Problemas 5H)

- 11.1. Introducción
- 11.2. Parámetros de impedancia “Z”
- 11.3. Parámetros de admitancia “Y”
- 11.4. Parámetros híbridos “h” y “g”
- 11.5. Parámetros de transmisión “ABCD” y transmisión inversa “A’B’C’D’ ”

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 50 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 11.6. Relación entre parámetros
- 11.7. Asociación de cuadripolos
- 11.8. Parámetros imagen
- 11.9. Cuadripolos elementales
- 11.10. Teorema de Barlett
- 11.11. Cuadripolos de especial interés

## Requisitos Previos

Se consideran fundamentales para el buen entendimiento de la asignatura conocimientos de: números complejos, resolución de sistemas de ecuaciones, ecuaciones diferenciales y álgebra vectorial. Así mismo, son necesarios conocimientos de magnitudes y campos eléctricos.

## Objetivos

Los objetivos específicos para esta asignatura podrían resumirse como:

Objetivos conceptuales:

1. Conocer las leyes fundamentales de la Teoría de Circuitos
2. Familiarizarse con la respuesta y comportamiento de combinaciones básicas de elementos eléctricos.

Objetivos procedimentales:

3. Adquirir las bases fundamentales para el análisis de circuitos eléctricos, estudiando diversos métodos que faciliten dicho análisis
4. Adquirir experiencia en la resolución de circuitos eléctricos

Objetivos actitudinales:

5. Apreciar la necesidad de la asignatura como base para materias posteriores de análisis y diseño electrónico, tanto analógico como digital así como para otras materias relacionadas con sistemas de comunicación.

## Metodología

La docencia consiste principalmente en clases de teoría y problemas en las que el profesor expone los conceptos a trabajar y realiza de forma detallada problemas prácticos relacionados con dichos conocimientos para afianzarlos y demostrar su utilización, además el profesor planteará preguntas y razonamientos buscando la participación de los alumnos y ayudando a que estos adquieran los conceptos impartidos a partir de sus propias deducciones guiadas por estos comentarios del profesor.

Por su parte el alumno tomará apuntes y participará en la clase exponiendo dudas y razonando las preguntas y comentarios del profesor, así como colaborando con el profesor en la resolución de los problemas. Posteriormente repasará sus apuntes contrastándolos con la bibliografía recomendada y realizando nuevos problemas del tema para mejorar su comprensión. En caso de dudas que surjan durante estas sesiones de estudio acudirá a las tutorías con el profesor para resolverlas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 51 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

La asignatura se aprobará mediante un examen final

Consideraciones generales:

El examen final constará de tres o cuatro problemas de cualquiera de los temas del temario. Estos problemas podrán incluir alguna cuestión teórica. Cada problema tendrá asignada una puntuación dentro del total del examen.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas consistirán en la resolución de problemas en clase de manera conjunta con las clases de teoría

## Bibliografía

### [1 Básico] Análisis de circuitos /

Francisco López Ferreras.

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Madrid : (1993) - (3ª ed.)

8460051455 t. 1 -- 8486892017 t. 2

### [2 Básico] Análisis de circuitos /

Francisco López Ferreras.

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Madrid : (1987)

8486892017 V2

### [3 Básico] Apuntes de teoría de circuitos: conceptos generales /

Manuel Morán Araya, Jesús Romero Mayoral, José M. Monzón Verona.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Ingeniería Eléctrica,, Las Palmas de Gran Canaria : (1990)

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| BLOQUE TEMÁTICO I:<br>FUNDAMENTOS                      | 6     |    |     | 3   | 3   | 1; 2 ; 3 ; 5             |
| BLOQUE TEMÁTICO II:<br>RÉGIMEN TRANSITORIO             | 7.5   |    |     | 5   | 5   | 1 ; 2 ; 3                |
| BLOQUE TEMÁTICO III:<br>RÉGIMEN PERMANENTE<br>SENOIDAL | 7     |    |     | 8   | 7   | 1 ; 2 ; 3 ; 4            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 52 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| BLOQUE TEMÁTICO IV:<br>ANÁLISIS DE CIRCUITOS.                | 6     |    |     | 3   | 6   | 1 ; 2 ; 3 ; 4            |
| BLOQUE TEMÁTICO V:<br>BOBINAS ACOPLADAS Y<br>TRANSFORMADORES | 4     |    |     | 4   | 3   | 1 ; 2 ; 3                |
| BLOQUE TEMÁTICO VI:<br>RESONANCIA                            | 5     |    |     | 4   | 5   | 2 ; 3                    |
| BLOQUE TEMÁTICO VII:<br>CUADRIPOLOS                          | 6     |    |     | 4   | 9   | 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5        |

### Equipo Docente

**JOSÉ ALBERTO RABADÁN BORGES**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457344 **Correo Electrónico:** jose.rabadan@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.fotonica.ulpgc.es>

### Resumen en Inglés

Contents:

Chapter 1: preliminary concepts

Chapter 2: circuit parameters and definitions

Chapter 3: frequently used excitation signals

Chapter 4: permanent sinusoidal regimen

Chapter 5: Electrical Power and Energy in permanent sinusoidal regimen

Chapter 6: Resonance

Chapter 7: Methods of Circuits Analysis

Chapter 8: Fundamentals Theorems

Chapter 9: Circuits with Magnetic Coupling. Transformers

Chapter 10: Quadripoles

Chapter 11: Transitory Regimen

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 53 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14068 - AMPLIACIÓN DE ELECTRÓNICA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:6 Horas de trabajo del alumno:150  
 Horas presenciales:75  
 - Horas teóricas (HT): 43  
 - Horas prácticas (HP): 28  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 0  
 - Horas de evaluación:4  
 - otras:  
 Horas no presenciales:75  
 - trabajos tutorizados (HTT):0  
 - actividad independiente (HAI):75  
 Idioma en que se imparte:Español (castellano)

### Descriptores B.O.E.

Amplificadores, pares diferenciales. Instrumentos de medida. Manejo de instrumentos básicos: polímetro, fuentes de alimentación. Osciloscopio y Generadores de Señal. Técnicas básicas de medida.

### Temario

UNIDAD DIDÁCTICA I:  
 INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA BÁSICA (20 horas)

1.- Señales y Medidas (1 hora)

PROFESOR: L. Gómez

INTRODUCCIÓN

SEÑALES EMPLEADAS EN ELECTRÓNICA

Propiedades de las señales senoidales

Parámetros que definen a la señal senoidal

CONCEPTOS GENERALES DE INSTRUMENTACIÓN

Clasificación de los equipos de medidas

Interferencias en las medidas

Error por carga

Fuentes de error en el laboratorio

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 54 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Error absoluto y relativo  
UNIDADES DE MEDIDA

2.- Introducción al Osciloscopio (2 horas)

PROFESOR: L. Gómez

INTRODUCCIÓN

EL REGISTRADOR X-t

REPRESENTACIÓN DE SEÑALES ELECTRÓNICAS

EL TUBO DE RAYOS CATÓDICOS (TRC)

El cañón de electrones

Placas de deflexión

Pantalla

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OSCILOSCOPIO ELEMENTAL

3.- Canal Vertical (3 horas)

PROFESOR: L. Gómez

INTRODUCCIÓN

CANAL VERTICAL

Modos de entrada

Comportamiento del canal con la frecuencia

IMPEDANCIA DE ENTRADA: EFECTO DE CARGA

SONDAS DE TENSIÓN

SONDAS DE CORRIENTE

4.- Canal Horizontal (5 horas)

PROFESOR: L. Gómez

CANAL HORIZONTAL

Modos de trabajo

SEÑAL DE BARRIDO EN EL EJE X

BARRIDO LIBRE

BARRIDO DISPARADO

BASE DE TIEMPOS

SINCRONISMO

Circuitos de sincronismo

Selección del punto de disparo

Amplificador diferencial

Selección de la pendiente de disparo (SLOPE)

MODOS DE DISPARO: NORMAL Y AUTOMÁTICO

SEÑAL DE SINCRONISMO

Sincronismo interior

Sincronismo exterior

Sincronismo line

MODO DE TRABAJO X-Y

AMPLIFICADOR HORIZONTAL

HOLD-OFF

CANAL Z

OSCILOSCOPIOS DE DOS CANALES

Osciloscopios de doble traza

Suma de señales

5.- Generador de Señales (1.5 horas)

PROFESOR: L. Gómez

INTRODUCCIÓN

|                                                     |               |                            |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
| Página 55 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

GENERADOR DE SEÑAL  
CLASIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE FUNCIONES  
GENERACIÓN DE LA SEÑAL TRIANGULAR  
GENERACIÓN DE LA SEÑAL SENOIDAL  
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GENERADOR DE SEÑALES

6.-Fuente de Alimentación (1.5 horas)

PROFESOR: L. Gómez

CONCEPTO DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN  
CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN  
Fuente no regulada electrónicamente  
Fuente regulada electrónicamente  
FUENTE DE CORRIENTE  
ASOCIACIÓN DE FUENTES  
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN  
Regulación por carga  
Rizado y ruido

7.- Polímetro Analógico (6 horas)

PROFESOR: L. Gómez

INTRODUCCIÓN  
POLÍMETRO ANALÓGICO  
VOLTÍMETRO DE CONTINUA  
Resistencia de entrada y sensibilidad  
ERROR DE CARGA DEBIDO AL AMPERÍMETRO/VOLTÍMETRO  
ÓHMETRO SERIE  
Error en la lectura  
VOLTÍMETRO DE ALTERNA

UNIDAD DIDÁCTICA II:

FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA (23 horas)

8.- Principios Básicos de amplificación (2 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

Introducción  
Amplificadores. Consideraciones generales  
Linealidad  
Ganancia de potencia y Ganancia de corriente  
Decibelios  
El amplificador ideal  
Modelo de los amplificadores reales  
Amplificadores de tensión  
Otros tipos de amplificadores  
Cálculo de la resistencia de entrada  $R_i$  y la resistencia de salida  $R_o$   
Limitaciones prácticas de los amplificadores reales  
Niveles de saturación del amplificador  
Característica de transferencia no lineal  
Notación  
Respuesta en frecuencia de los amplificadores  
Cálculo de la respuesta en frecuencia de un amplificador  
Respuesta en frecuencia de un amplificador real

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 56 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



## 9.- El transistor Bipolar como Amplificador (2 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Introducción

#### El transistor en continua

- Funcionamiento del transistor bipolar npn en modo activo
- Curvas características del transistor bipolar en emisor común
- Curva característica de entrada
- Curva característica de salida
- Curva de transferencia
- Análisis gráfico. Recta de carga estática

#### El transistor bipolar pnp

#### El transistor como amplificador

- Ganancia de tensión
- Circuitos equivalentes en pequeña señal
- Modelo equivalente en  $\pi$  del transistor en pequeña señal
- Modelo equivalente en T del transistor en pequeña señal
- Aplicación de los circuitos equivalentes en pequeña señal
- Resistencia de salida de los modelos equivalentes en pequeña señal

#### Análisis gráfico

- Recta de carga dinámica
- Efecto del punto de trabajo sobre la amplitud de la señal de salida

## 10.- Polarización de los transistores bipolares (3 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Introducción

#### Circuito de Polarización fija

- Análisis del circuito de polarización fija
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización fija
- Efecto de la temperatura en los transistores bipolares
- Sensibilidad
- Factores de sensibilidad

#### Circuito de Polarización por divisor de tensión

- Análisis del circuito de polarización por divisor de tensión
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización por divisor de tensión
- Factores de sensibilidad

#### Circuito de Polarización por resistencia colector-base

- Análisis del circuito de polarización por resistencia colector-base
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización por resistencia colector-base
- Factores de sensibilidad

#### Condensadores de acoplo y desacoplo de señal

- Condensadores de acoplo
- Condensadores de desacoplo

## 11.- Etapas Básicas de Amplificación con transistores Bipolares (3 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Etapas en Emisor Común (Problemas)

### Etapas en Emisor Común con Resistencia de Emisor (Problemas)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 57 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Etapa en Base Común (Problemas)  
Etapa en Seguidor de Emisor (Problemas)

## 12.- El transistor MOSFET como Amplificador (2 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Introducción

El transistor MOSFET en continua  
Funcionamiento del transistor MOSFET en modo activo  
Curvas características del transistor MOSFET en Fuente Común

### Circuitos equivalentes en pequeña señal

Modelo equivalente del transistor MOSFET en pequeña señal  
Resistencia de salida del modelo equivalente en pequeña señal

### Etapa en Fuente Común (Problemas)

### Etapa en Puerta Común (Problemas)

### Etapa en Drenador Común (Problemas)

## 13.- Amplificadores Multietapa (5 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Ganancia de un amplificador multietapa

### Acoplamiento entre etapas

Acoplamiento directo

Acoplamiento capacitivo

### Margen dinámico en un amplificador multietapa

### Configuración Darlington

### Configuración cascode

## 14.- El Amplificador Diferencial (6 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

### Introducción

### El amplificador diferencial ideal

### Configuración básica del amplificador diferencial

### Análisis en pequeña señal del amplificador diferencial

Componentes diferencial y común de las señales de entrada

Relación de rechazo al modo común (CMRR)

### Modos de funcionamiento del amplificador diferencial

Modo diferencial

Modo común

Modo asimétrico

Efectos derivados del desapareamiento

Margen dinámico del amplificador diferencial

### Fuentes de corriente

### Cargas activas

### Desplazadores de nivel

## Requisitos Previos

Los conocimientos previos necesarios para que el estudiante pueda llevar a cabo un aprendizaje significativo de los contenidos de la asignatura Ampliación de Electrónica, incluyen:

Análisis vectorial. Cálculo diferencial e integral. Variable compleja. Conceptos y magnitudes físicas fundamentales relacionadas con la electrónica. Técnicas básicas de análisis de circuitos eléctricos lineales con componentes pasivos. Teoremas de Thévenin y Norton. Funcionamiento básico del diodo como elemento rectificador. Funcionamiento básico del transistor bipolar y del

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 58 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

transistor de efecto de campo MOSFET en régimen de continua y de pequeña señal.

## Objetivos

El principal objetivo didáctico de la asignatura Ampliación de Electrónica es el de transmitir a los estudiantes conocimientos y procedimientos que les capaciten para la realización de medidas manejando correctamente los instrumentos de laboratorio, así como para el uso práctico de técnicas y componentes electrónicos básicos para el análisis y diseño de circuitos amplificadores discretos con transistores bipolares y MOSFET.

Objetivos ECTS:

### 1. Objetivos Conceptuales:

1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida

1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS

1.3 Conocer el amplificador diferencial ideal y real (configuración básica) y comprender los modos de funcionamiento (Diferencial/común/asimétrico) y ser capaz de diseñarlo y analizar su comportamiento en pequeña señal

### 2. Objetivos Procedimentales:

2.1 Medir con el osciloscopio diversos parámetros de señales para adquirir destreza en el manejo de los equipos de instrumentación básicos.

2.2 Comprobar los diversos modos de funcionamiento del osciloscopio midiendo sobre determinados circuitos y configuraciones de señales

2.3 Manejar la fuente de alimentación, generador de señales y polímetro analógico en sus distintas configuraciones y realizar medidas sobre sencillos circuitos electrónicos.

2.4 Realizar el montaje en placa impresa de un circuito amplificador para verificar la estabilidad del punto de polarización para varias configuraciones de polarización

2.5 Implementar un amplificador de audio completo en base a una configuración multietapa y contrastar su funcionamiento mediante simulación SPICE

2.6 Realizar el diseño de un amplificador diferencial y comprobar su funcionamiento como sensor de temperatura y simularlo en SPICE

### 3. Objetivos Actitudinales:

3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica

3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones

## Metodología

La metodología docente de la asignatura Ampliación de Electrónica se fundamenta en el uso del método expositivo para la transmisión de los conocimientos básicos de la materia, estructurando y organizando los contenidos y las técnicas didácticas a utilizar de forma que los conocimientos resulten significativos para el estudiante. Por otro lado, con el fin de fomentar la participación activa del estudiante en su aprendizaje y su relación con el profesor, en la transmisión de conocimientos se recurrirá a la combinación de este método con el método dialéctico, partiendo de problemas prácticos o cuestiones de interés que permitan obtener un refuerzo inmediato y continuado del aprendizaje de los estudiantes. Dentro del nuevo marco ECTS, se ha incorporado a

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 59 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

la metodología la realización de tareas individuales/grupales tanto presenciales como no presenciales sujetas a evaluación. La evaluación de estas tareas docentes se especifica en el apartado de Criterios de Evaluación.

Como tarea no presencial del alumno se ha considerado las horas de estudio que se le recomienda que realice para el buen seguimiento de la materia. En estas horas de estudio, deberá resolver problemas, estudiar la materia tanto teórica como práctica. El profesor estará siempre disponible en su horario de tutorías para asesorar al alumno en el estudio individual de la materia así como proponerle problemas a resolver de interés.

Por último, la ampliación de los conocimientos básicos adquiridos por el estudiante al abordar contenidos más profundos de la materia, se realizará siguiendo el método heurístico, fomentando así la capacidad autodidacta del estudiante, el espíritu crítico y la independencia personal creativa en la búsqueda y adquisición del conocimiento.

### CLASES TEÓRICAS

En las clases teóricas de la asignatura Ampliación de Electrónica se utilizarán como técnicas didácticas para la transmisión de conocimientos, la Lección Magistral combinada con clases de Problemas, si bien se generará en el aula una dinámica que fomentará la participación activa del estudiante en su aprendizaje y con ello, su relación con el profesor.

Como medios para la transmisión de conocimientos en las clases teóricas de la asignatura Ampliación de Electrónica, se utilizarán de forma racional la pizarra y el proyector de video de entre los recursos didácticos audiovisuales. Como recursos didácticos impresos, se le proporcionará a los estudiantes un material escrito propio elaborado por el equipo docente para guiar el desarrollo de la asignatura y favorecer al aprendizaje de los estudiantes. Este material incluye libros de apuntes en los que se recogen la mayor parte de los temas estudiados en la asignatura, manuales docentes, y libros de problemas resueltos. Con respecto a los recursos didácticos virtuales, además de fomentar en el estudiante el uso de Internet como medio de búsqueda de información actualizada, el estudiante dispone de un entorno en el Campus Virtual de la ULPGC que le facilitará el acceso a la información básica sobre los contenidos de la asignatura Ampliación de Electrónica, proporcionando a los estudiantes, por un lado, información relevante para el desarrollo de la asignatura, como puede ser el programa, las presentaciones que se utilizarán en el desarrollo de las clases teóricas, libros de apuntes, o colecciones de exámenes resueltos en convocatorias anteriores, y por otro, información que le ayude en su aprendizaje autónomo, incluyendo problemas propuestos de autoevaluación, fuentes adicionales de información, o una selección de enlaces a otras páginas WEB de interés. Además, se plantea la posibilidad de contar con las herramientas de apoyo a la enseñanza presencial del campus virtual de la ULPGC con la incorporación de Tareas y Cuestionarios para facilitar el aprendizaje de la asignatura.

### CLASES PRÁCTICAS

En las clases prácticas de la asignatura Ampliación de Electrónica se estimulará adecuadamente la intervención directa y personal del estudiante en el estudio y desarrollo de las prácticas seleccionadas, con el fin de experimentar la aplicación directa de los conceptos teóricos, además de reconocer las diferentes técnicas de medida y las posibilidades y limitaciones de los instrumentos del laboratorio. La labor del profesor se centrará, más que en la transmisión de conocimientos, en la preparación y organización de prácticas adecuadas para desarrollar diferentes capacidades y actitudes en los estudiantes, ya que éstas deben ser adquiridas por ellos mismos a través de su experiencia personal.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 60 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Las prácticas de la asignatura Ampliación de Electrónica se realizarán de forma individualizada -siempre que así pueda ser- pero fomentando el debate entre alumno-profesor y alumno-alumno, con el fin de favorecer el espíritu crítico del estudiante, el intercambio de ideas, y la discusión de los resultados. El estudiante dispondrá de un guión sobre las prácticas a realizar con la suficiente antelación, que ha de estudiar previamente y sobre el que se le realizarán preguntas sobre su contenido al comienzo de cada práctica; siendo objeto de evaluación la calidad de sus respuestas. Por otro lado, para que el trabajo en el laboratorio no se convierta en una mera actividad mecánica, el estudiante elaborará una Memoria de cada práctica que le ayudará a reflexionar sobre el trabajo realizado en cada una de las prácticas de laboratorio, además de analizar e interpretar los resultados obtenidos.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Examen parcial de la Unidad Didáctica I (Instrumentación Electrónica Básica), con un 20%.
- Realización de las prácticas en el laboratorio, con un 20%.

Actividades que no liberan materia:

- Problemas realizados durante el curso (bien como actividad presencial o no presencial), hasta 1.0 puntos sobre el aprobado en la nota final. La programación de estos problemas aparece en la planificación docente ECTS de la asignatura y pueden ser objeto de resolución a título individual o como actividad grupal, a criterio del profesor. En ocasiones se solicitará al alumno/os su defensa oral (actividad presencial/no presencial), siendo objeto de evaluación dentro del 1.0 punto mencionado anteriormente.

Otras consideraciones:

- La calificación de aprobado en el examen parcial se guardará hasta la convocatoria extraordinaria del curso académico correspondiente.
- El examen de convocatoria estará dividido en dos partes, correspondientes a los contenidos de la Unidad Didáctica I y la Unidad Didáctica II, que deben ser aprobadas independientemente.
- Para aprobar las prácticas mediante evaluación continua, el estudiante debe aprobar un mínimo de 5 de las 6 prácticas establecidas en el programa de la asignatura, y tener menos de 3 faltas de asistencia sin justificar. La calificación de prácticas será la media de las calificaciones de cada una de las prácticas.
- En caso contrario-no aprobar las prácticas mediante evaluación continua-, el estudiante deberá hacer un examen de prácticas que consistirá en la realización de un montaje práctico adecuado a una duración de 3 horas.
- El examen de prácticas se realizará en la fecha del examen de convocatoria. En caso de superarlo, la calificación máxima será de 2 puntos, que se corresponde con el máximo de calificación a que se puede optar en la parte de prácticas.
- Se deben aprobar las partes de teoría y práctica por separado.
- En caso de suspender alguna de las partes (teoría o práctica), la calificación final será  $0.8 \cdot \text{calificación teoría} + 0.2 \cdot \text{calificación prácticas}$ , con un máximo de 4.5 puntos.

## Descripción de las Prácticas

El programa de contenidos prácticos de la asignatura Ampliación de Electrónica se ha elaborado en concordancia y como refuerzo de los contenidos teóricos con el fin de permitir a los estudiantes experimentar las relaciones entre los conceptos teóricos y la realidad aprendiendo, a través de su esfuerzo personal, a diseñar circuitos, a conocer las limitaciones de los modelos analíticos y de las

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 61 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

simulaciones, a realizar medidas manejando correctamente el equipamiento e instrumental disponible en el laboratorio, a enfrentarse con situaciones prácticas reales en las que debe aplicar los conocimientos aprendidos, a buscar en manuales, catálogos y hojas de características la información que necesite para cumplir unas determinadas especificaciones propuestas, ...

Los contenidos de la parte práctica de la asignatura Ampliación de Electrónica, que se impartirán en el Laboratorio de Componentes Electrónicos, están formados por las prácticas de laboratorio que se describen a continuación, especificándose para cada una de ellas su distribución temporal en horas de docencia:

#### PRÁCTICA 1: GENERALIDADES DEL OSCILOSCOPIO. EFECTO DE CARGA (4 horas)

En esta práctica se estudian los conceptos generales necesarios para la realización de medidas mediante el uso del osciloscopio. Se discuten todos aquellos aspectos que se consideran de conocimiento obligado para todo estudiante de la asignatura y que han sido explicados en la parte teórica. Se comienza con los aspectos básicos (visualización de señales de forma de onda sinusoidal, cuadrada y triangular), se miden los parámetros característicos de las señales periódicas (amplitud, frecuencia, fase) así como los tiempos de subida y de bajada, justificándose además la necesidad de indicar el error relativo asociado a cada medida a la hora de expresar los resultados experimentales obtenidos. A continuación se procede al estudio práctico de medidas de desfase entre señales, para lo cual se emplea, tanto el modo de la base de tiempos, como el modo X-Y (visualizando asimismo las curvas de Lissajous). Se finaliza con la comprobación del error de carga asociado a toda medida y el efecto que sobre él tiene el uso de la sonda atenuadora de baja capacidad. Ello implica el calibrado de la sonda y la realización de medidas sobre un sencillo circuito.

#### PRÁCTICA 2: MODOS DE SINCRONISMO (4 horas)

En esta práctica se profundiza en la realización de medidas avanzadas con el osciloscopio. Si en la práctica anterior se realizaron medidas sobre señales muy sencillas, en esta práctica se emplean señales de mayor complejidad con niveles de ruido que obligan al alumno al empleo de los diversos modos de sincronismo y filtros acondicionadores de señal de los que dispone el instrumento. Este objetivo didáctico se considera fundamental en tanto que predispone al usuario del osciloscopio a resolver problemas prácticos reales en ambientes de trabajo típicos del sector de la electrónica y las telecomunicaciones. A título de reforzar los conocimientos adquiridos en la práctica anterior, se vuelve a operar en modo de base de tiempos y en modo X-Y para la medida del desfase entre señales. En esta práctica se realizan múltiples medidas para consolidar el concepto de masa común, que si bien resulta simple (tanto teóricamente como prácticamente), representa un aspecto que conviene aclarar sobremanera, dado su impacto sobre la realización de medidas, así como sobre la seguridad física del operario. Finaliza esta práctica con la observación de los modos de trabajo chopped y alternado, para completar la docencia teórica y presentar la aplicación de uno y otro modo de funcionamiento del osciloscopio.

#### PRÁCTICA 3: GENERADOR DE FUNCIONES, FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y POLÍMETRO (4 horas)

En esta práctica se estudia principalmente la fuente de tensión continua, dedicando una parte final al estudio del generador de funciones y al polímetro. Así, se aprende a limitar la corriente máxima de la fuente, a contrastar las medidas de los polímetros incorporados en el instrumento con las de un polímetro externo, y a poner las fuentes en las disposiciones de serie y paralelo, tanto cableadas externamente, como haciendo uso de los mandos que para tal fin dispone el equipo. Con respecto a la segunda parte de esta práctica, se estudia el generador de funciones desde el punto de vista práctico. Así, se mide la impedancia de salida del generador a diferentes frecuencias de trabajo con el fin de aprender a medir este importante parámetro, que caracteriza a este equipo de instrumentación. Además, se emplea el mando de barrido SWEEP para entender sus aplicaciones

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 62 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

en el estudio de circuitos electrónicos. Con respecto al polímetro, se monta un sencillo amperímetro analógico basado en el galvanómetro D'Arsonval, finalizando esta práctica con la realización de medidas de tensiones alternas con el voltímetro del puesto de trabajo.

#### PRÁCTICA 4: ESTABILIDAD EN CIRCUITOS DE POLARIZACIÓN (2 horas)

En esta práctica, además de verificar experimentalmente la estabilidad del punto de trabajo establecido en un transistor bipolar por diferentes circuitos de polarización frente a variaciones en el valor de su ganancia de corriente  $\beta$ , se aproximará al estudiante al montaje de circuitos electrónicos en placas de circuito impreso (Printed Circuit Boards, PCB), para lo cual se montarán los diferentes circuitos de polarización analizados sobre una PCB, en lugar de sobre la habitual placa de conexiones por inserción, o protoboard.

#### PRÁCTICA 5: DISEÑO, SIMULACIÓN Y MONTAJE DE UN AMPLIFICADOR MULTITAPA DE AUDIO (8 horas)

En esta práctica se realizará el diseño, simulación y montaje de un amplificador multitapa formado por varias etapas amplificadoras básicas conectadas en cascada con el fin de amplificar la señal proporcionada por un micrófono y acoplarla adecuadamente a un altavoz a partir de unas especificaciones iniciales, y teniendo en cuenta las limitaciones prácticas impuestas por los transistores, lo que representa una aplicación real y conocida de los circuitos electrónicos presentados en la asignatura con la que se fomentará el interés del estudiante. Los estudiantes deberán realizar el dimensionamiento adecuado de los componentes de cada una de las etapas del amplificador diferencial con el fin de verificar unas determinadas especificaciones iniciales de diseño. Se introducirá, además, el procedimiento de análisis en alterna de los parámetros de un circuito amplificador mediante el programa de simulación PSpice.

#### PRÁCTICA 6: DISEÑO, SIMULACIÓN Y MONTAJE DE AMPLIFICADORES DIFERENCIALES (6 horas)

En esta práctica se realizará el diseño, simulación y montaje de un amplificador diferencial con entrada asimétrica y salida asimétrica, polarizado mediante un espejo de corriente en el que se incluye además una etapa de salida desplazadora de nivel en seguidor de emisor. Los estudiantes deberán realizar el dimensionamiento adecuado de los componentes de cada una de las etapas del amplificador diferencial con el fin de verificar unas determinadas especificaciones iniciales de diseño. Finalmente, se propondrá la modificación del montaje realizado con el fin de implementar un detector de temperatura que indique el momento en el que la temperatura ambiente de un local supera, en una determinada cantidad, una temperatura establecida como referencia.

#### PRÁCTICA ADICIONAL: RESPUESTA EN FRECUENCIA DE UN CIRCUITO AMPLIFICADOR (2 horas)

En esta práctica se analizará la respuesta en frecuencia de un amplificador a partir de las variaciones que se producen en el módulo y la fase de su ganancia en función de la frecuencia de la señal de entrada.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Problemas de Electrónica: Amplificadores diferenciales /

Félix B. Tobajas Guerrero ; Luis Gómez Déniz ; Roberto Esper-Chaín Falcón.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (1999)

8487526705

#### [2 Básico] Fundamentos de instrumentación electrónica. Teoría y prácticas /

Luis Gómez Déniz y Félix Tobajas Guerrero.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Vicerrectorado de Planificación y Calidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (2006)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 63 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



**[3 Recomendado] Circuitos microelectrónicos /***Adel S. Sedra ; Kenneth C. Smith.**Oxford University Press,, México D.F. : (2006) - (5ª ed.)*

9701054725

**[4 Recomendado] Circuitos electrónicos : análisis, diseño y simulación /***N. R. Malik.**Prentice Hall,, Madrid : (1996)*

8489660034

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tema 1, Tema 2     | 3     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida                                                                                                                                             |
| Tema 3, Práctica 1 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.1 Medir con el osciloscopio diversos parámetros de señales para adquirir destreza en el manejo de los equipos de instrumentación básicos |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 64 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tema 4, Práctica 1 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.1 Medir con el osciloscopio diversos parámetros de señales para adquirir destreza en el manejo de los equipos de instrumentación básicos__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |
| Tema 4, Práctica 2 | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.2 Comprobar los diversos modos de funcionamiento del osciloscopio midiendo sobre determinados circuitos y configuraciones de señales                                                                                                    |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 65 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tema 5, Tema 6, Práctica 2 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.2 Comprobar los diversos modos de funcionamiento del osciloscopio midiendo sobre determinados circuitos y configuraciones de señales__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |
| Tema 7, Práctica 3         | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.3 Manejar la fuente de alimentación, generador de señales y polímetro analógico en sus distintas configuraciones y realizar medidas sobre sencillos circuitos electrónicos                                                          |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 66 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tema 7, Práctica 3 | 3     | 2  | 0   | 0   | 8   | <p>1.1 Conocer los equipos de instrumentación electrónica básicos: osciloscopio, generador de señales, fuente de alimentación y polímetro analógico a nivel de diagrama de bloques y saber emplearlos correctamente para minimizar el error en la medida__2.3</p> <p>Manejar la fuente de alimentación, generador de señales y polímetro analógico en sus distintas configuraciones y realizar medidas sobre sencillos circuitos electrónicos__3.1</p> <p>Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica</p> |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 67 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tema 8, Tema 9, Práctica 4 | 3     | 2  | 0   | 0   | 8   | 1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS__2.4 Realizar el montaje en placa impresa de un circuito amplificador para verificar la estabilidad del punto de polarización para varias configuraciones de polarización__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |
| Tema 9, Práctica 5         | 1     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS__2.5 Implementar un amplificador de audio completo en base a una configuración multietapa y contrastar su funcionamiento mediante simulación SPICE__3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones__                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 68 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tema 10, Práctica 5          | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS __2.5 Implementar un amplificador de audio completo en base a una configuración multietapa y contrastar su funcionamiento mediante simulación SPICE __3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones        |
| Tema 11, Tema 12, Práctica 5 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS __2.5 Implementar un amplificador de audio completo en base a una configuración multietapa y contrastar su funcionamiento mediante simulación SPICE __3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones __ |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 69 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tema 13, Práctica 5 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS __2.5 Implementar un amplificador de audio completo en base a una configuración multietapa y contrastar su funcionamiento mediante simulación SPICE __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica __3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 70 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tema 13, Práctica 6 | 3     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.2 Conocer los Principios Básicos de amplificación, técnicas de polarización, modelos equivalentes de pequeña señal de circuitos amplificadores, de una etapa y multietapa, implementados con transistores bipolares y/o transistores MOSFETS__2.6 Realizar el diseño de un amplificador diferencial y comprobar su funcionamiento como sensor de temperatura y simularlo en SPICE__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 71 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tema 14, Práctica 6 | 3     | 2  | 0   | 0   | 6   | 1.3 Conocer el amplificador diferencial ideal y real (configuración básica) y comprender los modos de funcionamiento (Diferencial/común/asimétrico) y ser capaz de diseñarlo y analizar su comportamiento en pequeña señal__2.6 Realizar el diseño de un amplificador diferencial y comprobar su funcionamiento como sensor de temperatura y simularlo en SPICE__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 72 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tema 14, Práctica 6 | 3     | 2  | 0   | 0   | 8   | 1.3 Conocer el amplificador diferencial ideal y real (configuración básica) y comprender los modos de funcionamiento (Diferencial/común/asimétrico) y ser capaz de diseñarlo y analizar su comportamiento en pequeña señal__2.6 Realizar el diseño de un amplificador diferencial y comprobar su funcionamiento como sensor de temperatura y simularlo en SPICE__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__3.2 Interesarse por el diseño, montaje y simulación de circuitos amplificadores y sus aplicaciones |

### Equipo Docente

|                                                          |                                                |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>LUIS GÓMEZ DÉNIZ</b>                                  | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                     |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                 |                                                |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA |                                                |
| <b>Teléfono:</b> 928451254                               | <b>Correo Electrónico:</b> luis.gomez@ulpgc.es |

|                                                                                                                    |                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>JOSÉ RAMÓN SENDRA SENDRA</b>                                                                                    |                                                      |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                           |                                                      |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                           |                                                      |
| <b>Teléfono:</b> 928458044                                                                                         | <b>Correo Electrónico:</b> joseramon.sendra@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/jrsendra">http://www.iuma.ulpgc.es/users/jrsendra</a> |                                                      |

|                                                                                                                                        |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>FÉLIX BERNARDO TOBAJAS GUERRERO</b>                                                                                                 | (COORDINADOR)                                     |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                                               |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                               |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928457325                                                                                                             | <b>Correo Electrónico:</b> felix.tobajas@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion">http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion</a> |                                                   |

|                                                          |                                                     |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>SEBASTIÁN LÓPEZ SUÁREZ</b>                            |                                                     |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR AYUDANTE DOCTOR               |                                                     |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA |                                                     |
| <b>Teléfono:</b> 928457335                               | <b>Correo Electrónico:</b> sebastian.lopez@ulpgc.es |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 73 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**GUSTAVO IVÁN MARRERO CALLICÓ****Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928451271 **Correo Electrónico:** gustavo.callico@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/gustavo>**Resumen en Inglés**

This course focuses on the learning of elementary amplification circuits and basic concepts of laboratory practice and instrumentation. Basic understanding and use of the instrumentation equipment used to measure and provide signals: polimeter, power supply, oscilloscope and function generator. Multistage and differential amplifiers using BJT and FET transistors.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 74 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14069 - AMPLIACIÓN DE CÁLCULO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS  
**ÁREA:** Matemática Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6 Horas de trabajo del alumno: 150  
 Horas presenciales: 75  
 - Horas teóricas (HT): 32  
 - Horas prácticas (HP): 30  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 8  
 - Horas de evaluación: 5  
 - otras:  
 Horas no presenciales: 75  
 - trabajos tutorizados (HTT): 11  
 - actividad independiente (HAI): 64  
 Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Cálculo diferencial en funciones de varias variable. Diferenciales de orden superior. Funciones inversas y funciones implícitas. Integración en  $\mathbb{R}^n$ . Fundamento y cálculo efectivo. Ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas.

### Temario

1. INTEGRACIÓN SIMPLE (18 horas)
  - 1.1- Integral de Riemann. Definición. Funciones integrables. Propiedades de la integral definida. Fórmula de la media. Teorema fundamental del Cálculo. Regla de Barrow. Introducción a la integral de Riemann-Stieltjes. (2 horas Teoría)
  - 1.2- Función primitiva. Integral indefinida. Integrales inmediatas. Integración por cambio de variable. Integración por partes. Integración de funciones racionales. Integración de funciones irracionales. Integración de funciones trascendentes. (2 horas Teoría+5 horas Problemas)
  - 1.3- Integrales impropias. Criterios de convergencia. Convergencia absoluta. Integral impropia de 3ª especie. (1T+2P horas)
  - 1.4- Integrales paramétricas. Continuidad y derivabilidad. Aplicación al cálculo de las integrales definidas. (1T+1P horas)
  - 1.5- Integrales eulerianas. (1T+1P horas)
  - 1.6- Aplicaciones de la integral definida. (1T+1P horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 75 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## 2. INTEGRACIÓN MÚLTIPLE (9 horas)

2.1- Coordenadas curvilíneas genéricas. Particularizaciones. (1T horas)

2.2- Integral doble: Definición y propiedades. Interpretación geométrica. Cálculo de la integral doble. Cambios de variable. Aplicaciones a la ingeniería. (2T+2P horas)

2.3- Integrales triples: Definición y propiedades. Interpretación geométrica. Cálculo de la integral triple. Cambios de variable. Aplicaciones. (2T+2P horas)

## 3. ANÁLISIS VECTORIAL. INTEGRALES DE CAMPO (20 horas)

3.1- Introducción a las funciones vectoriales. Curvas y superficies. (1T hora)

3.2- Campos escalares y vectoriales: Definiciones, propiedades y expresiones de los operadores en coordenadas curvilíneas. (2T horas)

3.3- Integrales de línea: Definición y propiedades. Interpretación física. Cálculo de las integrales de línea. (2T+1P horas)

3.4- Campos conservativos: Función potencial. Fórmula de Green en el plano. Integral de línea de una función escalar. Aplicaciones. (2T+2P horas)

3.5- Integrales de superficie: Definición y propiedades. Interpretación física. Cálculo de la integral de superficie. (4T+2P horas)

3.6- Teorema de Stokes. Teorema de Gauss. Integral de superficie de una función escalar. Aplicaciones. (2T+2P horas)

## 4. INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS (15 horas)

4.1- Generalidades. (1T horas)

4.2- Ecuaciones diferenciales de primer orden: Generalidades. Teorema de existencia. Métodos de integración: Variables separadas, homogéneas, reducibles a homogéneas, diferenciales exactas, lineales, Bernoulli y Ricatti. Aplicaciones. (2T+3P horas)

4.3- Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior: Propiedades generales. Métodos clásicos de integración. Método de variación de las constantes. (2T+3P horas)

4.4- Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales: Generalidades. Métodos de integración. Aplicaciones. (1T+3P horas)

### Requisitos Previos

Para que el alumno siguiese las explicaciones con fluidez, es recomendable que tuviese conocimientos de:

- Trigonometría.
- Cálculo diferencial de una y varias variables.
- Determinación de primitivas de funciones elementales.
- Geometría elemental.

### Objetivos

1. Objetivos conceptuales.

1.1- Comprender y conocer el concepto de Integral de Riemann y sus propiedades.

1.2- Conocer los distintos métodos de obtención de funciones primitivas.

1.3- Conocer y analizar los distintos tipos de integrales impropias en general y las eulerianas en particular.

1.4- Conocer los conceptos de integrales dobles y triples y sus técnicas de cálculo.

1.5- Conocer los conceptos de integrales curvilíneas e integrales de superficie, sus interpretaciones físicas y la metodología correspondiente para la determinación de las mismas.

1.6- Conocer los distintos métodos que se utilizan para la integración de ecuaciones diferenciales y sistemas lineales sencillos.

2. Objetivos procedimentales.

|                                                     |               |                            |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
| Página 76 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- 2.1- Aplicar apropiadamente las distintas técnicas de integración.
- 2.2- Utilizar de forma adecuada la metodología de integración múltiple.
- 2.3- Utilizar la integración de funciones vectoriales en el campo de la física.
- 2.4- Aplicar la técnica adecuada en la integración de los distintos tipos de ecuaciones diferenciales.

### 3.- Objetivos actitudinales.

- 3.1- Participar en clase, tomando decisiones ante las diferentes formas de abordar un problema o cuestión.
- 3.2- Consultar y comentar en horas de tutoría las colecciones de ejercicios y problemas planteados para la resolución individualizada.

## Metodología

### Actividad del profesor

#### \* Clases de teoría

- Exponer de forma clara los conceptos teóricos sustituyendo las demostraciones excesivamente prolijas por razonamientos inductivos e intuitivos, fijando las hipótesis correspondientes a cada aspecto teórico para utilizar los resultados adecuadamente.
- Ilustrar los aspectos teóricos con ejercicios intercalados en la exposición de forma que sirvan, por un lado, de confirmación a los conocimientos adquiridos y, por otro, de aplicación para las conclusiones obtenidas.
- Utilizar herramientas informáticas, con programas fundamentalmente gráficos, que facilite al alumno la comprensión de lo expuesto y permitan afianzar conocimientos y confirmar resultados.

#### \* Clases de problemas

- Resolver una serie de problemas procurando que sean generales abarcando todos los conceptos explicados en las clases de teoría.
- Discutir los distintos métodos con los que se puede abordar un determinado problema, estudiando la conveniencia de cada uno.
- Definir una metodología adecuada para los diferentes problemas que se nos puedan presentar.
- Resolver, siempre que el contenido del tema lo permita, ejercicios de aplicaciones físicas o tecnológicas en general.

### Actividad del alumno

#### \* Actividad presencial

- Tomar notas y participar activamente en la clase consultando dudas y manteniendo actitud crítica ante las diferentes formas de resolución de un problema.

#### \* Actividad no presencial

- Estudiar y asimilar los contenidos expuestos en clase.
- Resolver las colecciones de ejercicios y problemas que se le propondrán durante el curso.

## Criterios de Evaluación

### Actividades que liberan materia:

Examen parcial de los dos primeros temas de la asignatura en fecha fijada de acuerdo entre alumnado y profesor.

### Consideraciones:

En el examen final de Junio los alumnos que hubiesen suspendido o no se hayan presentado a esta prueba liberatoria se examinarían de todo el temario, mientras que los aprobados solo lo harían de los dos últimos temas. En este último caso la nota de la materia liberada intervendría en la calificación final con un peso del 50 %.

La materia del parcial solo se liberará para el examen ordinario de Junio. En las restantes convocatorias todos los alumnos se presentarán a un único examen que contemple toda la materia de la asignatura.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 77 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas consistirán esencialmente en la resolución de problemas en la pizarra, procurando que el alumno intervenga, no solo planteando dudas, sino aportando ideas en cuanto a la metodología utilizada en cada ejercicio propuesto. Además, se comentarán en clase distintos programas con los que el alumno pueda trabajar individualmente y cuyo desarrollo se observará en horas de Tutoría.

## Bibliografía

### [1 Básico] Teoría y problemas de ecuaciones diferenciales /

Frank Ayres ; traducción y adaptación, Tomás Gómez de Dios.  
, McGraw-Hill, Madrid, (1988)  
8476150458

### [2 Básico] Cálculo infinitesimal de varias variables /

Juan de Burgos Román.  
McGraw-Hill,, Madrid : (1995)  
8448116216

### [3 Básico] Mil problemas de Cálculo integral: (resueltos y explicados) /

Prof. José Luis Mataix Plana.  
Dossat,, Madrid : (1981) - (10ª ed.)  
8423704343

### [4 Básico] Curso teórico práctico de ecuaciones diferenciales aplicado a la física y técnica.

Puig Adam, Pedro  
, Biblioteca Matemática, Madrid, (1980) - (16ª ed.)  
8470290258 t2\*

### [5 Básico] Curso teórico práctico de cálculo integral: aplicado a la física y técnica.

Puig Adam, Pedro  
Gómez Puig,, Madrid : (1979) - (17ª ed.)  
8485731026

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos    |
|----------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                                                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                             |
| Tema 1: Integración simple                         | 8     | 10 | 1   | 2   | 12  | 1.1 - 1.2 - 1.3 - 2.1 - 3.1 |
| Tema 2: Integración múltiple                       | 5     | 4  | 2   | 4   | 12  | 1.4 - 2.2 - 3.1 - 3.2       |
| Tema 3: Análisis vectorial.<br>Integrales de campo | 13    | 7  | 2   | 2   | 18  | 1.5 - 2.3 - 3.1 - 3.2       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 78 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-----------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 4: Introducción a las ecuaciones diferenciales | 6     | 9  | 3   | 3   | 22  | 1.6 - 2.4 - 3.1 -3.2     |

### Equipo Docente

**ANTONIO FÉLIX SUÁREZ SARMIENTO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** MATEMÁTICAS

**Teléfono:** 928458826 **Correo Electrónico:** antoniofelix.suarez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The goal of the subject will be to enable the students to understand and to know how to apply the knowledge about Simple and Multiple Integrals and elementary ordinary differential equations to solve theoretical-practical outstanding engineering problems.

The set of themes comprise from the basic Riemann's idea of the Simple Integral, the Fundamental Theorem of the Calculus, the Barrow's Rule and theirs Physics and Geometrical applications, getting through Parametrics and Euler's Integrals, until Double and Triple Integrals ( Fubini's Theorem ) including also Curvilinear and Superficial Integrals, with the Green's, Gauss's and Stokes's Theorems. Moreover, it includes an elementary study on ordinary differential equations.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 79 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14070 - AMPLIACIÓN DE FÍSICA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** FÍSICA  
**ÁREA:** Física Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3,6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales: 45  
 - Horas teóricas (HT): 28  
 - Horas prácticas (HP): 15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):  
 - Horas de evaluación: 2  
 - otras:  
 Horas no presenciales: 45  
 - trabajos tutorizados (HTT): 7  
 - actividad independiente (HAI): 38  
 Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Ampliación de los fundamentos de mecánica y termodinámica. Ampliación de electricidad y Magnetismo. Ampliación de acústica y óptica. Ondas electromagnéticas. Óptica física.

### Temario

Capítulo 1. Electrostatica en el vacío.(13 horas, 10T/3P).  
 1.1. Introducción.  
 1.2. Carga eléctrica: propiedades.  
 1.3. Ley de Coulomb.  
 1.4. Campo y potencial electrostático.  
 1.5. Circulación del campo electrostático: diferencia de potencial.  
 1.6. Flujo del campo electrostático: ley de Gauss.  
 1.7. Movimiento de partículas cargadas en campo eléctricos.  
 1.8. Conductores y condensadores.  
 1.9. Energía electrostática.

Capítulo 2. Conducción eléctrica. (4 horas, 3T/1P).  
 2.1. Corriente eléctrica.  
 2.2. Resistencia y Ley de Ohm.  
 2.3. Fuerza electromotriz.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 80 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- 2.4. Ley de Joule.
- 2.5. Teoría microscópica de la conducción eléctrica.

Capítulo 3. Magnetostática en el vacío. (6.5 horas, 5T/1.5P).

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Fuerza magnética.
- 3.3. Campo magnetostático.
- 3.4. Circulación del campo magnetostático: ley de Ampère.
- 3.5. Flujo del campo magnetostático.
- 3.6. Movimiento de partículas con carga en el seno de campos magnéticos.

Capítulo 4. Inducción electromagnética. Energía magnética.(5 horas, 3T/2P).

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Ley de Faraday-Lenz.
- 4.3. Fuerza electromotriz de movimiento.
- 4.4. Coeficientes de inducción.
- 4.5. Energía magnética de un sistema de circuitos filiformes.
- 4.6. Distribución de la energía en el campo magnético.

Capítulo 5. Ecuaciones de Maxwell para el campo electromagnético. (4 horas, 3T/1P).

- 5.1. Corriente de desplazamiento.
- 5.2. Ecuaciones generales del campo electromagnético: ecuaciones de Maxwell.
- 5.3. Ondas electromagnéticas: Energía y cantidad de movimiento de las ondas electromagnéticas.
- 5.4. Espectro de las ondas electromagnéticas.

Capítulo 6. Naturaleza y propagación de la luz. Interacción con la materia (4.5 horas, 4T/0.5P).

- 6.1. Naturaleza de la luz. Radiación del cuerpo negro. Espectros atómicos. Dualidad onda-corpúsculo.
- 6.2. Propagación de la luz: principio de Huygens. Fenómenos ondulatorios.
- 6.3. Interacción con la materia: efectos fotoeléctrico y Compton y producción de pares.

## Requisitos Previos

Con el objeto de poder alcanzar los objetivos didácticos de esta asignatura y siguiendo el modelo de aprendizaje constructivista, recomendado desde la Didáctica de la Ciencia, consideramos que sería recomendable que el alumno que curse esta asignatura tenga asimilados ciertos conocimientos, necesarios para el aprendizaje de los contenidos propios de la asignatura y provocar así el correspondiente cambio conceptual. Éstos conocimientos son tanto matemáticos como físicos y se enumeran a continuación.

Matemáticos:

- a) Se recomienda el conocimiento de los métodos de resolución de las ecuaciones algebraicas.
- b) Se recomienda estar familiarizado con las representaciones gráficas y su interpretación.
- c) Se valorará conocer la definición y propiedades de las funciones elementales (trigonométricas, exponenciales y logarítmicas, etc).
- d) Se recomienda manejar la integración y derivación de funciones de una variable.
- e) Se valorará estar familiarizado con el análisis vectorial.
- f) Se recomienda estar familiarizado con el análisis complejo.

Físicos:

- a) Se recomienda estar familiarizado con el movimiento ondulatorio.
- b) Se recomienda poseer nociones de electromagnetismo.
- c) Se valorará poseer nociones de corriente eléctrica.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 81 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1. Conocer el concepto de carga eléctrica y la interacción de las mismas cuando están en reposo.
- 1.2. Comprender los conceptos de campo y potencial eléctricos y diferencia de potencial.
- 1.3. Comprender el significado de circulación y flujo de un campo y conocer sus aplicaciones.
- 1.4. Conocer el concepto de conductor y entender su comportamiento en situaciones de equilibrio electrostático.
- 1.5. Saber lo que es un condensador y conocer sus aplicaciones en circuitos eléctricos y electrónicos.
- 1.6. Saber qué es la corriente eléctrica, cómo se caracteriza y entender la conducción en conductores y semiconductores.
- 1.7. Conocer el campo magnético y sus fuentes y saber cómo interactúan corrientes eléctricas entre sí.
- 1.8. Conocer el fenómeno de la inducción electromagnética y analizar sus implicaciones en la obtención de energía en nuestra sociedad.
- 1.9. Conocer las ecuaciones de Maxwell, las ondas electromagnéticas y su espectro y aplicaciones.
- 1.10. Conocer y entender cómo interacciona la materia con la radiación electromagnética.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1. Aplicar estrategias para la resolución de problemas y casos prácticos haciendo uso de los conceptos aprendidos.
- 2.2. Manejar instrumentos de medida en el laboratorio.
- 2.3. Planificar y ejecutar las prácticas de laboratorio propuestas.
- 2.4. Elaborar memorias de las prácticas de laboratorio realizadas.

### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1. Comportarse adecuadamente en el laboratorio evitando así riesgos.
- 3.2. Tolerar a sus compañeros y sus opiniones.
- 3.3. Comunicar de forma escrita las memorias de prácticas, manifestando capacidad crítica.
- 3.4. Aceptar las aportaciones de los compañeros de su grupo de prácticas en la realización de las mismas y en la elaboración posterior de las memorias.

## Metodología

### 1. Clases de Teoría:

- Actividad del profesor: clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos.

### • Actividad del estudiante:

(a) Actividad presencial: tomar apuntes, participación en clase con el planteamiento de dudas y con la resolución de casos prácticos propuestos.

(b) Actividad no presencial: preparar apuntes mediante consulta de los libros de la bibliografía, estudiar la materia y realización de casos prácticos y ejercicios propuestos.

### 2. Clases de problemas:

- Actividad del profesor: planteamiento de ejercicios y problemas y resolución de algunos de ellos y elaboración de listados de problemas y ejercicios para que el alumno realice de forma individual.

### • Actividad del estudiante:

(a) Actividad presencial: resolución de problemas de forma conjunta con el profesor o de forma individual.

(b) Actividad no presencial: resolución de problemas señalados por el profesor.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 82 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

### 3. Prácticas de laboratorio:

- Actividad del profesor: elaboración de manual de guiones de prácticas de laboratorio y de cuestionarios previos a las prácticas, exposición de la práctica a realizar y seguimiento de la realización de las prácticas por los alumnos. Tutorización de los alumnos en la elaboración de las memorias de prácticas.

- Actividad del estudiante:

- (a) Actividad presencial: resolución del cuestionario previo a la práctica y realización de la misma en el laboratorio.

- (b) Actividad no presencial: lectura comprensiva del guión de la práctica y elaboración de la memoria sobre la misma una vez realizada.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Examen parcial de los temas 1 y 2 con un 45%.

Realización de las 3 prácticas en el laboratorio con un 10%.

Otras consideraciones:

Se deben aprobar por separado la parte asociada a teoría y problemas y la parte correspondiente a las prácticas de laboratorio.

En caso de que el alumno no haya aprobado las dos partes, la calificación máxima será de 4.

Es condición necesaria para aprobar la parte de prácticas que el alumno haya asistido a todas ellas.

Al finalizar cada práctica el estudiante entregará un pequeño informe de la misma que servirá para la evaluación de la práctica. Dicho informe es elaborado por el grupo de prácticas al que pertenece el alumno y se presenta de forma conjunta, no individual. El profesor tutorizará la elaboración de los guiones de las tres prácticas.

Aquellos alumnos que no hayan aprobado la parte de prácticas se examinarán de ellas coincidiendo con el examen de convocatoria. El examen consistirá en un ejercicio con cuestiones teóricas relacionadas con las prácticas.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas de esta asignatura se realizarán en los laboratorios de Física I y II y de Ampliación de Física, localizados todos ellos en el módulo del Departamento de Física del Edificio de Ciencias Básicas.

De las quince horas dedicadas en esta asignatura a la realización de prácticas, nueve horas se corresponden con clases de problemas (denominadas prácticas de aula) y las seis restantes a prácticas de laboratorio.

Las prácticas de laboratorio se realizarán en tres sesiones de dos horas de duración cada una de ellas. Las prácticas son las siguientes:

1. Constante dieléctrica del vacío. Esta práctica está dividida en dos partes. En la primera los alumnos determinarán la constante dieléctrica del vacío empleando un condensador. En la segunda parte, calcularán la fuerza electrostática entre las placas de un condensador cargado.

2. Determinación de la permeabilidad magnética del vacío. Medida del coeficiente de inducción mutua entre dos bobinas. En la segunda práctica se realizará un primer montaje experimental haciendo uso de espiras conductoras que nos permitirá determinar la permeabilidad magnética del vacío. Una vez determinada esta, los alumnos procederán a calcular el coeficiente de inducción mutua entre dos espiras conductoras.

3. Análisis de fenómenos ondulatorios. En la tercera práctica se analizarán fenómenos asociados con la propagación de la luz. En primer lugar, se estudiará la reflexión y la refracción de un rayo de luz al cambiar de medio, haciendo especial hincapié en el fenómeno de la reflexión total al ser este el principio físico de la transmisión de luz por fibra óptica. A continuación analizaremos los

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 83 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

fenómenos de interferencia y difracción, fundamentales en holografía, haciendo uso de un láser, lo que nos permitirá también explicar el fundamento físico del mismo así como su funcionamiento.

## Bibliografía

### [1 Recomendado] Problemas de física /

Félix A. González Fernández.  
Tébar Flores,, Madrid : (1977) - (3ª ed.)  
847360010X

### [2 Recomendado] Física /

Marcelo Alonso, Edward J. Finn ; versión en español de Carlos Hernández, Víctor Latorre ; con la colaboración de Carlos Alberto Heras ... [et al.].  
Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1986)  
9684442246 V.2

### [3 Recomendado] Problemas resueltos de la asignatura Ampliación de física /

Rafael Rodríguez Pérez, Juan Miguel Gil de la Fe, Ricardo Florido Hernández.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Reprografía y Publicaciones :, Las Palmas de Gran Canaria : (2005)  
8489528985

### [4 Recomendado] Oscilaciones y ondas: colección de cuestiones de opción múltiple y problemas resueltos /

Ricardo Florido Hernández, Rafael Rodríguez Pérez y Juan Miguel Gil de la Fe.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria Politécnica :, Las Palmas de Gran Canaria : (2006)  
8478063242

### [5 Recomendado] Física general /

Santiago Burbano de Ercilla ; actualizada y ampliada por Enrique Burbano García.  
Librería General,, Zaragoza : (1975) - (20ª ed.)  
8470783769

### [6 Recomendado] Física general : problemas /

Santiago Burbano de Ercilla, Enrique Burbano García.  
Librería General,, Zaragoza : (1991) - (25ª ed.)  
8486778166

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos  | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                    |
|-------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------|
|             | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                             |
| Capítulo 1. | 10    | 3  | 0   | 0   | 13  | Objetivos conceptuales 1.1-1.5 y objetivo procedimental 2.1 |
| Capítulo 2. | 3     | 1  | 0   | 0   | 4   | Objetivo conceptual 1.6 y objetivo procedimental 2.1        |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 84 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                 | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                        |
|------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                                                                 |
| Práctica 1. Realización en el laboratorio y de su memoria. | 0     | 2   | 0   | 3   | 1   | Objetivos procedimentales 2.2-2.4 y objetivos actitudinales 3.1, 3.2            |
| Capítulo 3                                                 | 5     | 1.5 | 0   | 0   | 7   | Objetivo conceptual 1.7, objetivo procedimental 2.1 y objetivo actitudinal 3.2  |
| Capítulo 4.                                                | 3     | 2   | 0   | 0   | 5   | Objetivo conceptual 1.8 y objetivo procedimental 2.1                            |
| Práctica 2. Realización en el laboratorio y de su memoria. | 0     | 2   | 0   | 2   | 1   | Objetivos procedimentales 2.2-2.4 y objetivos actitudinales 3.1, 3.2            |
| Capítulo 5.                                                | 3     | 1   | 0   | 0   | 3   | Objetivos conceptuales 1.9, 1.10 y objetivo procedimental 2.1                   |
| Capítulo 6.                                                | 4     | 0.5 | 0   | 0   | 3   | Objetivo conceptual 1.10 y objetivo procedimental 2.1                           |
| Práctica 3. Realización en el laboratorio y de su memoria. | 0     | 2   | 0   | 2   | 1   | Objetivos procedimentales 2.2-2.4 y objetivos actitudinales 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 |

### Equipo Docente

#### JUAN MIGUEL GIL DE LA FE

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** FÍSICA

**Teléfono:** 928454509 **Correo Electrónico:** juanmiguel.gil@ulpgc.es

#### RAFAEL RODRÍGUEZ PÉREZ

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** FÍSICA

**Teléfono:** 928451287 **Correo Electrónico:** rafael.rodriuezperez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The contents of this subject are mainly devoted to the study of the electromagnetic field. It is also performed an introduction to optics. It would be wanted that the student had basic knowledge about electromagnetism, electric current and waves. Moreover, the student should have some skills

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 85 / 518                                     | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

on one dimensional calculus. Fifteen hours of the subject are devoted to carry out practical exercises and three laboratory experiences (six hours). It is necessary to pass both theoretical and problem exam and the laboratory experiences. Those students that pass the partial exam can eliminate these contents from the final one. Furthermore, all those students that failed the laboratory experiences are called to do a proof about the topics related to the laboratory. This proof will be done at the same time that the final exam.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 86 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14071 - CIRCUITOS ANALÓGICOS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14071-CIRCUITOS ANALÓGICOS - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 43
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 6
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 39
- actividad independiente (HAI): 36

Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Circuitos electrónicos analógicos: amplificadores, sistemas realimentados, osciladores, fuentes de alimentación, subsistemas analógicos integrados. Operaciones ideales y reales. Aplicaciones. Amplificadores de potencia.

### Temario

Tema 1. El amplificador operacional (8 horas, 4+4)

- 1.1. Introducción.
- 1.2. El amplificador operacional ideal.
- 1.3. Circuitos con amplificadores operacionales ideales.
- 1.4. Configuración no inversora.
- 1.5. Ejemplos de circuitos con operacionales.
- 1.6. Amplificadores de instrumentación.
- 1.7. Efectos de segundo orden en amplificadores operacionales.

Tema 2. Respuesta en frecuencia (10 horas, 5+5)

- 2.1. Introducción. Análisis en frecuencia.
- 2.2. Análisis de la respuesta a baja frecuencia.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 87 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### 2.3. Análisis de la respuesta a alta frecuencia.

#### Tema 3. Amplificadores realimentados (9 horas, 4+5)

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Estructura general de realimentación.
- 3.3. Propiedades de la realimentación negativa.
- 3.4. Topologías básicas de realimentación.
- 3.5. Configuraciones prácticas y efectos de la carga.
- 3.6. Análisis de circuitos realimentados.

#### Tema 4. Estabilidad y compensación (4 horas, 3+1)

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Análisis de estabilidad mediante diagramas de Bode.
- 4.3. Criterios de estabilidad: margen de fase y ganancia.
- 4.4. Técnicas de compensación aplicadas a circuitos.

#### Tema 5. Osciladores (9 horas, 4+5)

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Principios básicos del oscilador senoidal.
- 5.3. Circuitos osciladores con redes RC: operacionales y no operacionales.
- 5.4. Principios de oscilación LC.
- 5.5. Osciladores de cristal.

#### Tema 6. Sistemas de potencia (2 horas, 2+1)

- 6.1. Clases de amplificadores.
- 6.2. Consideraciones de diseño.
- 6.3. Modelo del transistor bipolar en gran señal.
- 6.4. Operación en clase A.
- 6.5. Operación en clase B y AB.
- 6.6. Operación en clase C.

## Requisitos Previos

Los contenidos desarrollados en esta asignatura se apoyan en los conocimientos previos adquiridos por el estudiante en el primer curso de Ingeniería de Telecomunicación, y en concreto, en el dominio de los números complejos, el espacio de Laplace, los modelos en pequeña señal de los transistores bipolares, el análisis de etapas amplificadoras básicas, cálculo del punto de trabajo y teoría de cuadripolos.

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales

- 1.1. Conocer el funcionamiento del amplificador operacional ideal y sus aplicaciones.
- 1.2. Comprender el funcionamiento de una etapa amplificadora tanto a baja como a media y alta frecuencia.
- 1.3. Conocer los beneficios que aporta la realimentación en un circuito amplificador
- 1.4. Comprender aspectos relativos a la estabilidad en etapas amplificadoras.
- 1.5. Analizar y diseñar circuitos analógicos básicos (amplificadores, osciladores...)
- 1.6. Conocer el funcionamiento de etapas de amplificación de potencia

### 2. Objetivos Procedimentales

- 2.1. Simular circuitos mediante PSPICE
- 2.2. Manejar instrumentación electrónica para tomar medidas de circuitos analógicos
- 2.3. Representar gráficamente la respuesta en frecuencia de etapas amplificadoras

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 88 / 518                                     | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



### 3. Objetivos Actitudinales

3.1. Desarrollar un espíritu crítico a la hora de comprobar resultados teóricos con aquellos obtenidos por medio de simulaciones y de forma experimental

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

#### \* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Estudio de la materia y realizaciones de los problemas planteados por el profesor.

#### \* Problemas:

Actividad del profesor: Realización de problemas haciendo uso de pizarra y presentación power point así como supervisión de resolución de problemas por parte de los estudiantes.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas, planteados por el profesor de la asignatura

#### \* Tutorías ECTS:

Actividad del profesor: Tutorización de grupos de alumnos reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes, principalmente surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas marcados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

#### \* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y equipos del propio laboratorio para la simulación y ejecución de las prácticas.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el trabajo de simulación y experimental desarrollado

y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 89 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

Actividad no presencial: Realización de cálculos teóricos previos a la realización de la práctica.

Redacción del informe de la práctica con los resultados

### Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura se basará en la nota de teoría (que valdrá el 80% de la nota final) y la nota de prácticas de laboratorio (que valdrá el 20% de la nota final), y se deberá aprobar tanto la teoría así como la práctica. En caso de suspender las prácticas de laboratorio, la nota final será la media aritmética obtenida entre teoría y prácticas.

Evaluación de la teoría: La parte teórica consta de dos módulos, uno compuesto por los temas 1 y 2, y el segundo compuesta por los módulos 3, 4, 5 y 6. Para aprobar la teoría se deberán aprobar los dos módulos por separado, y la nota final será la media de ambas partes. El primer módulo tendrá su examen parcial a la finalización del mismo, y el examen del segundo módulo coincidirá con la fecha de la convocatoria ordinaria. Si se suspende el primer parcial, el estudiante deberá presentarse a toda la asignatura en la convocatoria ordinaria, y la nota de la asignatura será la obtenida en este examen en caso de suspenderlo, o bien la computada con la nota de práctica (un 20% de la nota total) en caso de aprobarla. Si se aprueba el parcial y se suspende la parte correspondiente al segundo módulo durante la convocatoria ordinaria, la nota final será un suspenso con una calificación máxima de un 4.

Ambos exámenes podrán contener cuestiones teóricas (en formato tipo test) además de problemas.

Evaluación de las prácticas: la evaluación de las prácticas estará basada en los siguientes apartados:

1. Prácticas realizadas. Calidad técnica de las prácticas realizadas y autonomía para resolverlas.
2. Asistencia a prácticas. La asistencia a las prácticas será obligatoria. Se realizará un control de asistencia mediante un cuadrante de firmas que se pasará durante los primeros 15 minutos de la sesión. Aquellos alumnos que falten a alguna sesión práctica sin justificar, deberán presentarse a un examen de las mismas a finales de curso. Aquellos alumnos que falten a sesiones prácticas de forma justificada, deberán recuperar las sesiones perdidas en horario asignado por el profesor de la asignatura.

El mecanismo de evaluación de las prácticas se basará en la entrega, por parte del estudiante, de los resultados de la misma al finalizar cada sesión. El profesor evaluará el montaje práctico y podrá realizar las cuestiones que crea oportunas, otorgando una nota entre 0.0 y 10.0 puntos (a partir de 5.0 puntos se considerará aprobada). Para aprobar la asignatura es imprescindible superar todas las prácticas, siendo la nota final de prácticas la media ponderada de las calificaciones que hayan obtenido durante el curso. Aquellos alumnos que suspendan alguna práctica o hallan faltado a alguna de ellas sin justificar, tendrán que presentarse a un examen práctico en el cual realizarán un montaje adecuado a una duración de 3 horas.

Actividades que liberan materia:

\* Realización de las prácticas en el laboratorio, con un 20%

\* El primer parcial liberará un 50% de la materia, correspondiente a los 3 primeros temas de la asignatura, hasta la convocatoria de Junio

Actividades que no liberan materia:

Otras consideraciones:

\* El estudiante debe aprobar la parte de teoría y práctica por separado. Para aprobar la parte de teoría, se deberán aprobar las dos partes de la asignatura (la correspondiente al parcial y la correspondiente del examen de convocatoria)

\* La evaluación de las prácticas se realizará de forma continua en caso de que el estudiante

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 90 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

apruebe todas las prácticas establecidas en el programa de la asignatura y no tenga ninguna falta de asistencia sin justificar. La calificación de la evaluación continua de prácticas será la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada una de las prácticas.

\* En caso contrario, el estudiante deberá realizar un examen de prácticas consistente en el diseño, simulación y montaje práctico de un circuito adecuado a una duración de 3 horas. La calificación de las prácticas será la media de la calificación obtenida en el examen de prácticas y la media de las calificaciones obtenidas por el estudiante en todas las prácticas realizadas en el laboratorio, aprobadas o no.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Electrónica Analógica de acuerdo con el siguiente contenido:

Lab. 0. Organización de grupos (2 horas)

Lab. 1. Simulación. Programa PSPICE para simulación eléctrica de circuitos (4 horas)

Lab. 2. Amplificadores operacionales. Diseño, simulación y puesta en orden de funcionamiento de un diseño basado en amplificadores operacionales (6 horas)

Lab. 3. Respuesta en frecuencia. Estudio, diseño y puesta en orden de funcionamiento de etapas amplificadoras para baja y alta frecuencia (6 horas)

Lab. 4. Amplificador realimentado. Diseño, simulación y puesta en funcionamiento de un amplificador realimentado. Para ello partirán de una estructura de amplificador dada por el profesor (4 horas)

Lab. 5. Estabilidad y compensación. Análisis de estabilidad de un circuito realimentado y aplicación de técnicas encaminadas a asegurar su estabilidad (4 horas)

Lab 6. Osciladores. Diseño, simulación y puesta en funcionamiento de osciladores (4 horas)

## Bibliografía

### [1 Básico] Circuitos microelectrónicos /

Adel S. Sedra ; Kenneth C. Smith.

Oxford University Press,, México D.F. : (2006) - (5ª ed.)

9701054725

### [2 Básico] Prácticas de circuitos analógicos /

Gustavo Marrero Callicó, Félix B. Tobajas Guerrero y Sebastián López Suárez.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2004)

### [3 Recomendado] Circuitos electrónicos : análisis, diseño y simulación /

N. R. Malik.

Prentice Hall,, Madrid : (1996)

8489660034

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 91 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos           |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                    |
| Tema 1     | 8     | 12 | 0   | 10  | 5   | 1.1., 1.5., 2.2., 2.2., 3.1.       |
| Tema 2     | 10    | 6  | 0   | 10  | 7   | 1.2., 1.5., 2.2., 2.2., 2.3., 3.1, |
| Tema 3     | 9     | 6  | 0   | 7   | 13  | 1.3., 1.5., 2.1., 2.2., 3.1.       |
| Tema 4     | 4     | 4  | 0   | 6   | 3   | 1.4., 1.5., 2.1., 2.2., 3.1.       |
| Tema 5     | 9     | 6  | 0   | 7   | 6   | 1.5., 2.1., 2.2., 3.1.             |
| Tema 6     | 3     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.5., 1.6., 2.1., 2.2., 3.1.       |

## Equipo Docente

### VALENTÍN DE ARMAS SOSA

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**Teléfono:** 928452837 **Correo Electrónico:** varmas@diea.ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/armas>

### JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ FELICIANO

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**Teléfono:** 928451247 **Correo Electrónico:** jose.lopez@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.cma.ulpgc.es/users/lopez>

### SEBASTIÁN LÓPEZ SUÁREZ

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR  
**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**Teléfono:** 928457335 **Correo Electrónico:** sebastian.lopez@ulpgc.es

### GUSTAVO IVÁN MARRERO CALLICÓ

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1  
**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**Teléfono:** 928451271 **Correo Electrónico:** gustavo.callico@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/gustavo>

## Resumen en Inglés

Analog electronic circuits: operational amplifiers, frequency response, feedback, stability in feedback circuits, oscillators and power amplifiers.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 92 / 518                                     | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**ASIGNATURA:** 14072 - CIRCUITOS DIGITALES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14072-CIRCUITOS DIGITALES - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 45
- Horas prácticas (HP): 24
- Horas de clases tutorizadas (HCT):
- Horas de evaluación: 4
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 21
- actividad independiente (HAI): 56

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Circuitos electrónicos digitales: Familias lógicas, subsistemas combinacionales y secuenciales. Interfaces analógico-digitales. Diseño y construcción de circuitos digitales.

### Temario

Bloque Temático I: Introducción

1) Introducción a la asignatura (1 hora)

- a) Introducción
- b) Señales analógicas y digitales
- c) Procesos digitales
- d) Convertidores A/D y D/A

2) Tipos de datos y representaciones (6 horas)

- a) Sistemas numéricos posicionales
- b) Números hexadecimales y octales
- c) Conversiones entre sistemas numéricos
- d) Suma y resta de números binarios

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 93 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- e) Representación de números negativos
- f) Suma y resta en complemento a 2
- g) Multiplicación binaria
- h) División binaria
- i) Números en coma flotante
- j) Códigos binarios para números decimales
- k) Códigos de caracteres
- l) Códigos de detección y corrección de errores
- m) Códigos Hamming

#### Bloque Temático II: Álgebra y técnicas de diseño lógico

- 3) Álgebra de Boole y diseño lógico (7 horas)
  - a) Propiedades algebraicas
  - b) Definición axiomática de álgebra booleana
  - c) Teoremas básicos del álgebra booleana
  - d) Funciones booleanas
  - e) Formas canónicas
  - f) Formas normalizadas
  - g) Otras operaciones lógicas
  - h) Puertas lógicas digitales
  - i) Ampliación a varias entradas y varios operadores
  - j) Implementaciones de puertas
  - k) Tecnología VLSI
- 4) Simplificación de funciones booleanas (6 horas)
  - a) Representación con mapas
  - b) Método de simplificación con mapas
  - c) Condiciones de indiferencia
  - d) Método de tabulación
  - e) Traslación a la tecnología de arrays de puertas
  - f) Traslación a la tecnología de bibliotecas específicas
  - g) Diseño libre de riesgos

#### Bloque Temático III: Tipos de componentes

- 5) Componentes combinacionales (8 horas)
  - a) Sumadores con acarreo en cascada
  - b) Sumadores con acarreo anticipado
  - c) Sumadores/restadores
  - d) Unidad lógica
  - e) Unidad aritmético-lógica
  - f) Decodificadores
  - g) Selectores
  - h) Buses
  - i) Codificadores de prioridad
  - j) Comparadores de magnitud
  - k) Rotadores y desplazadores
  - l) Memorias de sólo lectura
  - m) Arrays de lógica programable
- 6) Elementos básicos de Lógica secuencial (3 horas)
  - a) Latch SR

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 94 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- b) Latch SR sincronizado
  - c) Latch D sincronizado
  - d) Biestables
  - e) Tipos de biestables
- 7) Circuitos secuenciales (7 horas)
- a) Análisis lógico secuencial
  - b) Modelo de máquina de estados finitos
  - c) Síntesis de lógica secuencial
  - d) Reproducción del modelo FSM
  - e) Minimización de estados
  - f) Codificación de estados
  - g) Elección de los elementos de memoria
  - h) Optimización y temporización
- 8) Componentes de memorización (5 horas)
- a) Registros
  - b) Registros de desplazamiento
  - c) Contadores
  - d) Contador BCD
  - e) Contador asíncrono
  - f) Banco de registros
  - g) Memorias de acceso aleatorio
  - h) Pilas de inserción/extracción
  - i) Colas 'primero en entrar, primero en salir'

#### Bloque Temático IV: Elementos de interface

- 9) Convertidores de datos (2 horas)
- a) Interfaces entre el mundo digital y el analógico
  - b) Conversión Analógico/Digital y Digital/Analógica

### Requisitos Previos

Para alcanzar los objetivos de esta asignatura es altamente recomendable comprender algunas materias que se imparten en asignaturas del primer curso, y más específicamente de Álgebra Lineal y Tecnología y Componentes Electrónicos y Fotónicos.

### Objetivos

La finalidad fundamental de la asignatura Circuitos Digitales es enseñar las técnicas básicas para saber analizar y construir circuitos digitales elementales. La formación de esta asignatura es crucial para facilitar en asignaturas posteriores el estudio de diseños más complicados.

La finalidad fundamental de la asignatura Circuitos Digitales es enseñar las técnicas básicas para saber analizar y construir circuitos digitales elementales. La formación de esta asignatura es crucial para facilitar en asignaturas posteriores el estudio de diseños más complicados.

Esta finalidad se subdivide, a su vez, en los siguientes objetivos que se han identificado para esta asignatura:

#### 1. Objetivos conceptuales

- 1.1 Entender el sentido de la Electrónica Digital en el Plan de Estudios.
- 1.2 Conocer las unidades básicas de información con las que se opera en los Circuitos Digitales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 95 / 518                                     | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

1.3 Conocer mecanismos sencillos con los que lograr mayor fiabilidad en el almacenamiento y transmisión de la información digital.

1.4 Conocer las operaciones más elementales utilizadas para el Diseño Digital y sus propiedades.

1.5 Conocer los elementos operativos de complejidad inmediatamente superior a los más elementales para el diseño de un Circuito Digital.

1.6 Conocer las unidades de almacenamiento de datos más elementales.

1.7 Conocer los fundamentos constructivos de algunos circuitos secuenciales básicos.

1.8 Conocer las nociones sobre interfaces de los circuitos digitales con el exterior.

## 2. Objetivos procedimentales

2.1 Construir funciones lógicas de forma eficiente y/o fiable.

2.2 Saber utilizar los elementos operativos de complejidad inmediatamente superior a los más elementales para construir funciones lógicas.

2.3 Saber analizar un circuito secuencial básico.

2.4 Saber construir un circuito secuencial básico de forma eficiente.

## 3 Objetivos actitudinales

3.1 Interpretar el esquema de un circuito digital básico y comprender su funcionamiento.

3.2 Tomar decisiones de diseño tomando en consideración determinados aspectos como retardo y consumo de potencia.

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

### \* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas acompañadas de la realización de pequeños ejercicios utilizados como ejemplos. Para las exposiciones se empleará la proyección de presentaciones en formato electrónico y se empleará la pizarra para la resolución de los ejercicios.

Actividad del estudiante: actividad fundamentalmente presencial, con toma de apuntes y participación a iniciativa propia planteando dudas que le pueda surgir y respuesta ante cuestiones que se planteen. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Consulta de bibliografía pertinente, preparación de apuntes, estudio de la materia y realización de los cuestionarios planteados en el Campus Virtual de la asignatura.

### \* Problemas:

Actividad del profesor: Exposición de los enunciados de los problemas propuestos, y elaboración de la solución con continuas preguntas a los estudiantes sobre la forma de completarla y posibles alternativas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de problemas planteados tanto en clase como a través del Campus Virtual.

### \* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas, asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente las resoluciones de los problemas propuestos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (vía correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a los grupos de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 96 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Corrección de las prácticas realizadas.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Montaje de circuitos que se indiquen de forma explícita en los guiones de prácticas o aquellos que resulten de los ejercicios que se planteen en estos guiones y toma de medidas. Los medios utilizados son circuitos integrados estándares adquiridos por los estudiantes, placa de protoboard también de los estudiantes, y equipos de instrumentación del laboratorio. Una vez se compruebe el funcionamiento de los montajes éstos se mostrarán al profesor para su evaluación.

Actividad no presencial: Tras finalizar cada práctica se entregará un breve informe con el montaje realizado y los resultados obtenidos.

## Criterios de Evaluación

La evaluación de esta asignatura se realiza en dos partes diferenciadas: teoría y prácticas. Para aprobar la asignatura es necesario superar las pruebas de ambas partes.

La evaluación de la parte teórica se realiza a través de una prueba única escrita que se realiza al final del cuatrimestre en la fecha, hora y lugar que establece la propia Escuela. Esta prueba escrita consta de varios ejercicios en los que se propone al alumno algunas cuestiones teóricas y algunos problemas. El porcentaje en la calificación de esta prueba que corresponde a cada ejercicio dependerá de la dificultad de cada uno de ellos, debiendo superar en todos y cada uno de los ejercicios el 30% de su calificación. En caso contrario se considerará este examen suspendido, y la calificación máxima de la asignatura de 4.

La evaluación de la parte práctica se realiza con el examen de los montajes realizados y el nivel de los resultados obtenidos. En caso de no haberse realizado estos montajes durante el desarrollo normal del curso se realizará un examen consistente en la realización de una práctica específica y preguntas sobre la misma en el laboratorio. Se considera imprescindible para aprobar la asignatura, contribuyendo al 10% de la calificación global y siendo de carácter liberatorio.

Nota global =  $0.9 \times \text{Nota Teoría} + 0.1 \times \text{Nota de Prácticas}$ , teniendo en cuenta las observaciones realizadas anteriormente.

En caso de no superarse alguna de las partes la calificación final será la que resulte de la menor entre esta fórmula anteriormente descrita y un 4.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Lab. de Electrónica Analógica del DIEA, que se encuentra en la tercera planta del Aulario de los Edificios de Telecomunicaciones.

Práctica 1: Entorno de trabajo (2 horas)

Para comenzar se realiza una práctica inicial cuya finalidad es familiarizar a los alumnos con el laboratorio y los aparatos de los que disponen en los puestos. Debido a que al realizar esta práctica la materia que se habrá impartido en la sección de teoría será mínima y de introducción, esta práctica deberá restringirse únicamente a refrescar cuestiones sencillas de cómo emplear estos aparatos, y comentar situaciones frecuentes que se encontrarán en el desarrollo de las demás prácticas, como la toma de medidas y colocación de algunos elementos y estructuras muy empleadas sobre la placa de prototipado.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 97 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Práctica 2: Características físicas de las Puertas Lógicas (6 horas)

La segunda práctica realmente permite cubrir varios objetivos. Al ser la primera ocasión en la que los alumnos manejan elementos físicos con los que realizar operaciones de la Electrónica Digital, se les pide que realicen diversas medidas para que asimilen por completo la naturaleza analógica de las señales que intervienen en los circuitos físicos y el sentido de los métodos de la Electrónica Digital como una abstracción de la realidad de este tipo de sistemas. Más aún, los puntos principales con los que los estudiantes se quedan al realizar esta práctica son:

1. Saber interpretar una hoja de características de un módulo MSI
2. Reconocer los puntos de conexión en uno de estos módulos y estar en disposición de montar un circuito digital sencillo con ellos.
3. Alimentarlos apropiadamente y examinar e interpretar su funcionamiento.
4. Comprender la no idealidad de los circuitos digitales reales, tanto en el tipo de señales reales con que operan, resultados que producen, sus limitaciones y el funcionamiento no inmediato en sus respuestas.

Para este cometido se utiliza como referencia el IC SN7400, de la familia TTL. Con él se realizan diseños muy sencillos que tienen por finalidad la medida de algunas de las propiedades más representativas como las corrientes de entrada y salida  $I_{IH}$  e  $I_{IL}$ , las tensiones de entrada  $V_{IH}$  y  $V_{IL}$ , y las tensiones de salida  $V_{OH}$  y  $V_{OL}$ . Además, también se realiza una experiencia para visualizar la curva de transferencia asociada a un inversor, reconociendo sobre ella los niveles lógicos tanto de entrada como de salida y su relación con los datos obtenidos con los distintos circuitos de los apartados anteriores.

## Práctica 3: Diseño de circuitos combinacionales sencillos (6 horas)

En esta práctica el estudiante empezará por comprobar, realizando algunos montajes sencillos, las tablas de verdad de algunas puertas como las NAND y las NOR. Para ello se emplearán el SN7400 y el SN7404. Estas puertas resultarán especialmente importantes porque ocasionalmente serán las únicas disponibles (y en número limitado por determinar en cada caso) para construir cualquier función lógica.

Posteriormente se plantearán diversos ejercicios, donde además de los circuitos anteriores se necesitarán también el SN7402, con una fase primera de estudio y diseño y otra de comprobación física. Por un lado, se plantearán algunos problemas de cálculo combinacional que deberán resolverse haciendo uso de las puertas NAND y NOR anteriormente referidas, solicitándose determinadas funcionalidades. Los circuitos que se obtengan deberán construirse y verificar que su funcionalidad coincide con la solicitada.

En otro ejercicio similar se deberá extraer la funcionalidad de un circuito de referencia dado y realizar los estudios de simplificación necesarios para sustituirlo por otro circuito de igual funcionalidad. Este circuito deberá finalmente montarse y verificarse, y comprobar los resultados con los obtenidos de forma teórica.

## Práctica 4: Diseño y utilización de componentes combinacionales (8 horas)

Esta práctica se destinará a dar un pequeño salto en la concepción de un circuito digital con respecto a las técnicas básicas basadas en puertas. Son los elementos utilizados en esta práctica los que algunos autores conocen por componentes combinacionales y que tradicionalmente se asocian a los módulos MSI. Para realizar esta práctica se trabajará con, además de los integrados empleados en prácticas anteriores, el SN7447 (decodificador BCD-siete segmentos), el SN7486 (puertas XOR), el SN7483 (sumador completo de 4 bits), el SN7485 (comparador de 4 bits) y el SN74157 (multiplexores).

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 98 / 518                                     | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Se comenzará por plantear y comprobar el diseño de bloques sencillos como un decodificador y un multiplexor, planteando de forma teórica algunas alternativas y escogiendo finalmente alguna que sirva de referencia para completar un diseño factible con las puertas NAND, NOR e inversores que se determinen. Por lo tanto el alumno no sólo deberá responder a las preguntas básicas de qué funcionalidad se busca sino también cómo lograrlo de lo que se dispone. Se deberá, naturalmente, realizar el montaje de los diseños y verificarlos.

Posteriormente, en esta práctica se planteará la construcción de dos circuitos combinacionales donde se requerirán operaciones aritméticas. Para construir estos circuitos se utilizarán componentes combinaciones MSI predefinidos como sumadores, comparadores, decodificadores de BCD a 7 segmentos y otros. Estos circuitos serán bastante más complejos que los vistos hasta este momento y necesitarán de técnicas de análisis distintas de las vistas anteriormente.

Para realizar cada ejercicio se propondrá un diseño que se deberá considerar como modelo de referencia que en absoluto tendrá por qué corresponder al construido. Por ello estará especificado en forma de diagrama estructural sin alcanzar un nivel de detalle demasiado bajo. De esta forma, algunas decisiones de diseño se dejarán al albedrío de los alumnos para que éstos utilicen, según su criterio, parte de lo aprendido al afrontar o modificar un diseño.

Con este tipo de práctica los estudiantes deben combinar formas de pensar al analizar un circuito de este tipo, sobre todo al coexistir puertas sueltas y elementos combinacionales complejos. Además, si se diseñan de forma adecuada los ejercicios, se puede acostumbrar al estudiante a que sepa definir o identificar las fronteras entre lo que debe manejar con las reglas del álgebra de Boole y lo que debe tratar con un nivel de abstracción algo superior donde esas reglas poco pueden ayudar y se debe recurrir a otra forma de entender el diseño con una mejor visión y comprensión del conjunto.

#### Práctica 5: Diseño de circuitos secuenciales (8 horas)

El objeto principal de esta práctica es la de familiarizar al estudiante con los distintos aspectos que conlleva el diseño lógico secuencial. Los integrados que se emplearán en esta práctica serán, además de los que contienen puertas sencillas como el SN7400, el SN7402 y el SN7404 conocidos por prácticas anteriores, el SN7473, que contienen biestables de tipo JK.

Para ello se comienza construyendo las básculas básicas RS NAND y NOR y comprobando su funcionamiento. Posteriormente se plantea la elaboración de un latch algo más complejo, como puede ser un JK con una señal de activación. Con estos apartados se comprueba parte de lo aprendido en la parte de teoría.

Después se prosigue con el análisis de un circuito secuencial, para lo cual se deberá emplear lo aprendido en la parte de teoría y además deberá montarse dicho circuito y ponerlo en funcionamiento. El alumno deberá comprobar que los resultados obtenidos corresponden con los que obtenga de forma teórica.

Por último, se requerirá la construcción de un circuito secuencial que responderá a una máquina de estados finitos. Para ello simplemente se establecerá una especificación de su funcionalidad y se les deja a los alumnos la elaboración de todos los pasos de su diseño. Esta máquina secuencial podrá consistir de un simple contador síncrono. Los alumnos deberán diseñarlo, construirlo y comprobar que su funcionamiento corresponde a lo solicitado.

Este último apartado es realmente con el que se culmina la parte práctica de la asignatura y quizá resulte de las más gratificantes para el alumno. En él se deben utilizar diversos conocimientos de

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 99 / 518                                     | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

distintas secciones de la asignatura y además, en caso de funcionar el circuito final, eso puede servir de referencia al alumno para pensar que no sólo ha elaborado cada una de las fases individuales del diseño de forma correcta (salvo casos muy puntuales que quedarían por comprobar) sino además integrarlas todas para la consecución de un diseño con la funcionalidad que se desee.

## Bibliografía

### [1 Básico] Principios de diseño digital /

Daniel D. Gajski.  
Prentice Hall,, MadridMadrid : (1997)  
8483220040

### [2 Básico] Fundamentos de sistemas digitales.

Floyd, Thomas L.  
Prentice Hall,, MadridMadrid : (1997) - (6ª ed.)  
8489660212

### [3 Recomendado] Fundamentos de diseño lógico y de computadoras /

M. Morris Mano ; Charles R. Kime.  
Pearson Prentice-Hall,, Madrid [etc.] : (2005) - (3ª ed.)  
84-205-4399-3

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción a la Asignatura           | 1     |    |     |     | 1   | 1.1                      |
| Tipos de Datos y Representaciones      | 6     |    |     |     | 7   | 1.2, 1.3                 |
| Álgebra de Boole y Diseño Lógico       | 7     | 4  |     |     | 8   | 1.4, 3.2                 |
| Simplificación de funciones booleanas  | 6     | 4  |     | 6   | 10  | 2.1                      |
| Componentes Combinacionales            | 8     | 4  |     | 3   | 8   | 1.5, 2.2, 3.1, 3.2       |
| Elementos Básicos de Lógica Secuencial | 3     | 4  |     |     | 4   | 1.6                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 100 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Circuitos Secuenciales | 7     | 6  |     | 5   | 12  | 1.7, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2  |
| Convertidores de Datos | 2     |    |     |     |     | 1.8                      |

### Equipo Docente

**TOMÁS BAUTISTA DELGADO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451275

**Correo Electrónico:** tomas.bautista@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/bautista/>

### Resumen en Inglés

Circuitos Digitales (Digital Circuits) is a subject targeted to teaching the basic techniques for analysing and building simple Digital Circuits. It establishes also the basis to ease the study of more complex designs to be faced in other subjects.

The subject starts trying to make that students become used to the reasoning and methods that are exclusive to Digital Electronics. For achieving this, the subject initially leans on the notions about Boolean Algebra and Coding Theory that are given in Álgebra Lineal (Linear Algebra), to explain the basic elements that are used in the design of the two kind of digital circuits: first the combinational ones, and once a representative enough vision of these is acquired, the sequential ones.

Besides of this, in order to get a material vision of this kind of circuits, a first insight into the physical realization of small fundamental digital circuits is done in the lab. This way, students do not become isolated into the digital theory but they become aware of the material and electronic side of this kind of designs.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 101 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14073 - ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3,6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):30  
 - Horas prácticas (HP):11  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):2  
 - Horas de evaluación:0  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):17  
 - actividad independiente (HAI):28  
 Idioma en que se imparte:castellano

### Descriptores B.O.E.

Fundamentos electromagnéticos de circuitos y medios de transmisión.

### Temario

Unidad didáctica A: Fundamentos de Cálculo Vectorial  
 Tema 0.- Introducción. Sistemas de coordenadas ortogonales (1 hora)  
 Tema 1.- Operadores y teoremas (2+1 horas)

Unidad didáctica B: Electroestática  
 Capítulo I.- Electroestática del vacío  
 Tema 2.- Ecuaciones de Maxwell en el vacío: postulados fundamentales (1 hora)  
 Tema 3.- Campo eléctrico en un sistema arbitrario de cargas (1 hora)  
 Tema 4.- Potencial eléctrico en un sistema arbitrario de cargas(2 horas)

Capítulo II.- Electroestática en medios materiales  
 Tema 5.- Conductores (1+1 horas)  
 Campo eléctrico, potencial eléctrico y cargas en un conductor. Cavidad en un conductor. Capacidad.  
 Tema 6.- Dieléctricos (4+2 horas)  
 El dipolo eléctrico, el vector de polarización, las densidades de carga de polarización y el campo y

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 102 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

potencial eléctricos en función de éstas, la constante dieléctrica y el vector desplazamiento eléctrico, y las condiciones de contorno.

Tema 7.- Energía electrostática (1+1 horas)

Tema 8.- Ecuaciones de Poisson y Laplace (2+1 horas)

Separación de variables y método de las imágenes.

Unidad didáctica C: Magnetostática

Capítulo III.- Magnetostática del vacío

Tema 9.- Ecuaciones de Maxwell en el vacío: postulados fundamentales (2 horas)

Tema 10.-Potencial magnético vector de un sistema arbitrario de corrientes (1 hora)

Tema 11.- Densidad de flujo magnético de un sistema arbitrario de corrientes (1+2 horas)

Capítulo IV.- Magnetostática en medios materiales

Tema 12.- Conductores (2+1 horas)

Corriente en un conductor. Resistencia e inductancia.

Tema 13.- Materiales magnéticos (4+2 horas)

El dipolo magnético, el vector de magnetización, las densidades de corriente de magnetización, la permeabilidad magnética y la intensidad del campo magnético, las condiciones de contorno y los tipos de materiales magnéticos: paramagnéticos, diamagnéticos y ferromagnéticos.

Tema 14.- Energía magnetostática en cantidades campo de un medio material arbitrario(1+1 horas)

Tema 15.- Circuitos magnéticos (1+1 horas)

Unidad didáctica D: Electromagnetismo

Tema 16.- La ley de Faraday-Lenz: el transformador (1+2 horas)

Tema 17.- Principio de conservación de la carga: justificación de la corriente de desplazamiento (1 hora)

Tema 18.- Las ecuaciones diferenciales de Maxwell (1 hora).

Como prácticas en el aula se resolverán problemas al finalizar cada tema, indicándose con + nº de horas en cada tema.

## Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya adquirido los conocimientos básicos de física, y en concreto del electromagnetismo en el vacío, así como que tenga soltura en el manejo del cálculo vectorial.

## Objetivos

1. Objetivos conceptuales

1.1 Recordar los principios básicos del cálculo vectorial

1.2 Conocer los principios básicos del electromagnetismo.

1.3 Distinguir, con las condiciones de contorno que correspondan, la formulación particular de un medio material.

2. Objetivos procedimentales

Utilizar y aplicar las ecuaciones de Maxwell en problemas reales.

3. Objetivos actitudinales

Valorar el rango de aplicación de la formulación, en función de las condiciones particulares de cada medio material.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 103 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Metodología

1. Clases de Teoría
  - 1.1 Actividad del profesor: clases expositivos de la materia de la asignatura.
  - 1.2 Actividad del estudiante
    - 1.2.1 Actividad presencial: tomar apuntes y participar en clase con el planteamiento de dudas.
    - 1.2.2 Actividad no presencial: preparar apuntes y estudiar la materia.
2. Clase de problemas
  - 2.1 Actividad del profesor: resolución de problemas particulares en el aula para aclarar y afianzar conocimientos.
  - 2.2 Actividad del alumno
    - 2.2.1 Actividad presencial: explicación de la resolución de problemas y participar en clase con el planteamiento de dudas.
    - 2.2.2 Actividad no presencial: resolución de problemas.
3. Tutorías
  - 1.1 Actividad del profesor: resumen previo al examen de los principales aspectos de la materia. Resolución de dudas.
  - 1.2 Actividad del estudiante
    - 1.2.1 Actividad presencial: plantear dudas existentes en relación a la materia a examinar.
    - 1.2.2 Actividad no presencial: elaborar un resumen con las dudas sobre la materia a examinar.

## Criterios de Evaluación

La asignatura consta de dos partes diferenciadas: el bloque 1, formado por las unidades didácticas A y B, y el bloque 2, formado por las unidades didácticas C y D, con una nota máxima de cinco puntos por bloque.

Actividades que liberan materia:

El examen parcial, que abarca el bloque 1, si se obtiene una calificación superior o igual a dos puntos y medio.

Actividades que no liberan materia:

Problemas resueltos en clase en fechas convenidas, propuestos previamente por el profesor; hasta un punto.

Otras consideraciones:

El examen parcial se realizará la semana siguiente a la finalización del bloque 1.

La nota del examen parcial, habiéndolo superado, y la nota por los problemas resueltos en clase podrán conservarse hasta la convocatoria extraordinaria.

Asimismo, habiendo aprobado el examen parcial su nota no será considerada si el alumno opta por resolver la parte correspondiente al bloque 1 en la convocatoria oficial.

Todas las pruebas escritas constarán de ejercicios, que podrán ser preguntas teóricas (~25%) y problemas (~75%).

El porcentaje en la calificación que corresponde a cada ejercicio dependerá de la dificultad de cada uno de ellos.

Cada error grave en un ejercicio supondrá, como máximo, un detrimento del 20% de su puntuación.

Tras la convocatoria oficial la nota final será la suma de las notas obtenidas en cada bloque y la de los problemas resueltos en clase. A fin de garantizar un conocimiento global de la asignatura, si siendo dicha suma superior o igual a cinco se obtiene en uno de los bloques una nota inferior a dos, la nota final será suspenso, cuatro.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 104 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



## Descripción de las Prácticas

Al final de cada unidad didáctica o capítulo de unidad, entre el profesor y los alumnos se resolverán una serie de ejercicios prácticos en el aula.

El total de horas dedicadas a esta actividad son 15, distribuidas por unidades/capítulos de la siguiente manera:

Unidad didáctica A: Fundamentos de Cálculo Vectorial -1 hora-

Unidad didáctica B: Electroestática -6 horas-

Capítulo I.- Electroestática del vacío (2 horas)

Capítulo II.- Electroestática en medios materiales (4 horas)

Unidad didáctica C: Magnetostática -5 horas-

Capítulo III.- Magnetostática del vacío (1 hora)

Capítulo IV.- Magnetostática en medios materiales (4 horas)

Unidad didáctica D: Electromagnetismo -3 horas-

## Bibliografía

### [1 Básico] Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería /

David K. Cheng.

Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1997)

0201653753

### [2 Básico] Problemas resueltos de electromagnetismo.

López Rodríguez, Victoriano

Centro de estudios Ramón Areces,, Madrid : (1990)

8487191622

### [3 Recomendado] Problemas de campos electromagnéticos /

Emilio Benito.

AC,, Madrid : (1985)

8472880079

### [4 Recomendado] Campos y ondas electromagnéticos /

Paul Lorrain y Dale R. Corson ; traducido del inglés por José A. Vallés Abarca.

Selecciones Científicas,, Madrid : (1979) - (3ª ed.)

8485021290

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Unidad didáctica A | 2     | 1  | 0   | 1   | 2   | 1.1                      |
| Unidad didáctica B | 13    | 5  | 1   | 8   | 15  | 1.1,1.2,2,3              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 105 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Unidad didáctica C | 13    | 5  | 0   | 8   | 9   | 1.2,1.3,2,3              |
| Unidad didáctica D | 2     | 0  | 1   | 0   | 2   | 1.2,2                    |

### Equipo Docente

**BENITO GONZÁLEZ PÉREZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928452875

**Correo Electrónico:** benito@iuma.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

With Electricidad y Magnetismo the student will be able to deduce the main electromagnetism laws from Maxwell equations, for any conductor and dielectric material system, and to apply them in practical cases with the corresponding restrictions.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 106 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14074 - CAMPOS  
ELECTROMAGNÉTICOS**

**ASIGNATURA:** 14074 - CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14074-CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS:3,6

Horas de trabajo del alumno:90

Horas presenciales:44

- Horas teóricas (HT):26

- Horas prácticas (HP):10

- Horas de clases tutorizadas (HCT):4

- Horas de evaluación:4

- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):8

- actividad independiente (HAI):38

Idioma en que se imparte:Español

**Descriptores B.O.E.**

Conceptos de propagación de ondas en el espacio libre y parámetros fundamentales. Aplicación a las líneas de transmisión. Análisis de circuitos eléctricos y electrónicos.

**Temario**

TEMA 1.- ECUACIONES DE MAXWELL.

(4 h. teoría + 1 h. problemas)

- 1.1.- Corriente de desplazamiento de Maxwell.
- 1.2.- Repaso de las ecuaciones de Maxwell.
- 1.3.- Potencial escalar y potencial vector.
- 1.4.- Deducción de las ecuaciones del electromagnetismo macroscópico.
- 1.5.- Condiciones de contorno para los campos.
- 1.6.- El teorema de Poynting.
- 1.7.- Unicidad de la solución de las ecuaciones de Maxwell.
- 1.8.- Las ecuaciones de Maxwell para campos armónicos en el tiempo.

TEMA 2.- PROPAGACIÓN Y REFLEXIÓN DE ONDAS PLANAS.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 107 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

(6 h. teoría + 2 h. problemas)

- 2.1.- Ondas planas homogéneas en el dominio de la frecuencia.
- 2.2.- Ondas planas homogéneas en el dominio del tiempo.
- 2.3.- Propagación de ondas planas en diferentes medios.
- 2.4.- Velocidad de grupo.
- 2.5.- Análisis de la polarización de una onda plana.
- 2.6.- Reflexión y refracción de ondas planas.

### TEMA 3.- ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS GUIADAS.

(6 h. teoría + 2 h. problemas)

- 3.1.- Caracterización de los sistemas de coordenadas con simetría de traslación.
- 3.2.- Dependencia espacial de las componentes longitudinales del campo.
- 3.3.- Clasificación de las soluciones.
- 3.4.- Análisis de la variación con z.
- 3.5.- Condiciones de contorno laterales.
- 3.6.- Las guías de ondas rectangular y circular.
- 3.7.- Flujo de energía. Atenuación por pérdidas en el dieléctrico y en el conductor.
- 3.8.- Líneas de transmisión.

### TEMA 4.- FUNDAMENTOS DE RADIACIÓN Y ANTENAS.

(4 h. teoría + 1 h. problemas)

- 4.1.- Aproximación de campo lejano.
- 4.2.- Campo de radiación producido por un dipolo eléctrico elemental.
- 4.3.- Parámetros básicos de una antena.
- 4.4.- Campo de radiación producido por una antena lineal.
- 4.5.- Campo de radiación producido por una espira circular.
- 4.6.- Antenas en presencia de un plano conductor.

## Requisitos Previos

Son recomendables conocimientos previos sobre el campo eléctrico y magnético estáticos o lentamente variables con el tiempo, sobre problemas de valores en la frontera en electrostática y magnetostática y sobre polarización y conducción. También es importante que el alumno maneje adecuadamente los fundamentos de análisis vectorial, ecuaciones diferenciales, geometría diferencial, desarrollos en serie de Fourier y transformada de Fourier.

## Objetivos

Objetivos conceptuales:

- 1.1 Recordar las ecuaciones de Maxwell y saber que éstas constituyen la base del electromagnetismo.
- 1.2 Conocer las características fundamentales de las ondas planas.
- 1.3 Analizar la propagación de las ondas guiadas.
- 1.4 Introducir el concepto de radiación electromagnética y analizar las características de algunas antenas sencillas.

Objetivos procedimentales:

- 2.1 Afianzar los conocimientos teóricos mediante la resolución de problemas.
- 2.2 Experimentar con diferentes dispositivos de medida y representación de la radiación electromagnética.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 108 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Objetivos actitudinales:

3.1 Plasmar los conocimientos adquiridos en el laboratorio en las memorias de prácticas.

## Metodología

Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de problemas.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Participación en clase mediante el planteamiento de dudas.

-Actividad no presencial: Estudiar la materia y resolver problemas. Para ello el alumno dispone de unos apuntes elaborados por el profesor y una colección de problemas de cada tema.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Introducción de la práctica. Explicación de los aspectos fundamentales de la práctica.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Toma de medidas y realización de la práctica. El alumno dispone de un guión descriptivo de la práctica.

-Actividad no presencial: Elaboración de una breve memoria de cada práctica.

Tutorías: Consulta de dudas teóricas y prácticas relacionadas con la asignatura.

## Criterios de Evaluación

La evaluación está basada en un examen teórico de problemas obligada realización. La nota obtenida en este examen podrá complementarse con la realización de las prácticas, de carácter voluntario.

Criterios de evaluación de las 5 prácticas de laboratorio (sobre 10 puntos):

Por asistencia:

Asistencia a todas las prácticas: 5 puntos.

Asistencia a 4 prácticas: 4 puntos.

Si se falta a más de una práctica, éstas se consideran no realizadas.

Por memorias:

Por presentación de las memorias de las prácticas realizadas: 1 punto por memoria.

La nota final se determina como sigue:

Nota global = Máximo (Nota del examen teórico, 85% Nota del examen teórico + 15% Nota de prácticas)

Las notas de prácticas se guardan para posteriores convocatorias en tanto no cambie el proyecto docente.

Tabla resumen de criterios de evaluación:

Actividades que liberan materia: Prácticas

Actividades que no liberan materia: Ninguna.

Otras consideraciones: Tal como se comenta en este apartado, las prácticas sólo pueden incrementar la nota global, nunca contribuyen negativamente. El alumno que no las realice puede

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 109 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

aspirar a la nota máxima, dado que, en este caso, la nota se establece exclusivamente mediante el examen teórico (con un peso del 100%).

Las memorias de las prácticas deberán presentarse antes de la convocatoria ordinaria de junio.

### Descripción de las Prácticas

Práctica 1: Medida del campo electromagnético. (1h.)

Práctica 2: Introducción al banco de antenas y estudio de la polarización de ondas planas (2h.).

Práctica 3: Medidas de frecuencia, longitud de onda y relación de onda estacionaria en una guía de ondas. (2h.)

Práctica 4: Estudio de los diagramas de radiación de diferentes antenas y cálculo de su directividad (2h.)

Práctica 5: Análisis de una antena frente a un plano de tierra. (2h.)

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Microondas

### Bibliografía

#### [1 Básico] Apuntes de Campos Electromagnéticos

José M. Escobar

- (2000)

#### [2 Recomendado] Antenas /

Angel Cardama Aznar...[et al.].

Ediciones UPC., Barcelona : (2002)

8483016257

#### [3 Recomendado] Electromagnetismo /

John D. Kraus ; traducción [de la tercera edición en inglés por] Federico Ling Altamirano ; revisión técnica, Eduardo Ramirez Grycuk.

McGraw-Hill., México : (1986) - (1a ed. en español.)

9684518420

#### [4 Recomendado] Ondas planas.

Page de la Vega, J. E

E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación, Servicio de Publicaciones., Madrid : (1988) - (4ª ed.)

8474021510

#### [5 Recomendado] Propagación de ondas guiadas.

Page de la Vega, J. E.

E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación, Servicio de Publicaciones., Madrid : (1988) - (4ª ed.)

8474021332

#### [6 Recomendado] Campos y ondas: aplicaciones a las comunicaciones electrónicas.

Ramo, Simon

Pirámide., Madrid : (1974)

8436800060

### Organización Docente de la Asignatura

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 110 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 5     | 2  | 1   | 2   | 7   | 1.1, 2.1, 2.2, 3.1       |
| Tema 3     | 8     | 2  | 1   | 2   | 11  | 1.3, 2.1, 2.2, 3.1       |
| Tema 4     | 5     | 4  | 1   | 2   | 9   | 1.4, 2.1, 2.2, 3.1       |
| Tema 2     | 8     | 2  | 1   | 2   | 11  | 1.2, 2.1, 2.2, 3.1       |

### Equipo Docente

**JOSÉ M ESCOBAR SÁNCHEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457369

**Correo Electrónico:** jescobar@dsc.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This subject is focused on the study of Maxwell equations in time and frequency domains, the plane waves and the guided waves. In addition, it is introduced the concept of electromagnetic radiation taking the basic wire antennas as example.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 111 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14075 - FUNDAMENTOS DE  
COMPUTADORES**

**ASIGNATURA:** 14075 - FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14075-FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14075-FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES - P2

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14075-FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 22
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 8
- Horas de evaluación: 4
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 13
- actividad independiente (HAI): 43

Idioma en que se imparte: Español

**Descriptorios B.O.E.**

Niveles de descripción. Unidades funcionales. Nivel de transferencias de registros. Interpretación de instrucciones. Microprogramación. Conceptos de E/S. Núcleos de sistemas operativos. Otros tipos de ordenadores. Microprocesadores. Familias de Periféricos.

**Temario**

Bloque Temático I: Introducción y Nociones sobre Diseño de Sistemas Digitales

1) Introducción a la Asignatura (3 horas)

- a) Introducción
- b) Rutas de datos sencillos
- c) Rutas de datos generales
- d) Diseño de la unidad de control

2) Diseño al Nivel de Transferencia entre Registros (11 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 112 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |



Parte 1 (8 horas)

- a) Modelo de diseño
- b) Definición FSM
- c) Esquema de la máquina algorítmica de estados
- d) Esquema de síntesis ASM
- e) Utilización compartida de registros (asociación de variables)
- f) Utilización compartida de unidades funcionales (asociación de operadores)
- g) Utilización compartida de buses (asociación de conexiones)
- h) Asociación de registros
- i) Encadenamiento y multibucleo

Parte 2 (3 horas):

- j) Segmentación de la unidad funcional
- k) Segmentación del camino de datos
- l) Segmentación de control
- m) Planificación

Bloque Temático II: El microprocesador y los elementos relacionados

3) El Procesador (7 horas)

- a) Juegos de instrucciones
- b) Modos de direccionamiento
- c) Diseño del procesador
- d) Diseño del conjunto de instrucciones
- e) Diseño CISC
- f) Conjunto reducido de instrucciones
- g) Diseño RISC
- h) Avance de datos
- i) Predicción de saltos

4) Sistema de Memoria (4 horas)

- a) La jerarquía de memoria
- b) Localidad de referencia
- c) Memoria caché
- d) Memoria virtual

5) Entrada/Salida y Comunicación (4 horas)

- a) E/S de los computadores
- b) Ejemplos de periféricos
- c) Interfaces de entrada/salida
- d) Modos de transferencia
- e) Interrupción con prioridad
- f) Acceso directo a memoria
- g) Procesadores de entrada/salida

6) El soporte del Sistema Operativo (1 hora)

- a) Conceptos básicos sobre sistemas operativos
- b) Planificación
- c) Gestión de la memoria

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 113 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Requisitos Previos

Por su contenido y localización en el Plan de Estudios de Ingeniero de Telecomunicación, se recomienda que el estudiante tenga asimilado los conceptos contenidos en las asignaturas Fundamentos de la Programación, Programación y Circuitos Digitales. A continuación se detallan los aspectos más destacados de cada una de las asignaturas mencionadas que dan soporte a los contenidos desarrollados en Fundamentos de Computadores.

Fundamentos de la Programación aporta los conceptos básicos para desarrollar programas. Para la docencia de Fundamentos de Computadores a veces se debe recurrir a contenidos de esta materia para aclarar algunos conceptos puntuales al describir el funcionamiento de los sistemas específicos y los microprocesadores.

Programación introduce aspectos más avanzados de la programación que ayudan a comprender la traducción a ensamblador de determinadas construcciones en lenguaje de alto nivel, tales como arrays, listas enlazadas, tratamiento de la pila y métodos de ordenación.

Circuitos Digitales aporta los conocimientos básicos asociados a la Electrónica Digital. Dominar sus contenidos resulta primordial para comprender numerosos aspectos de lo impartido en Fundamentos de Computadores.

## Objetivos

Fundamentos de Computadores es una asignatura destinada a presentarles a los estudiantes los conceptos fundamentales que se necesitan para comprender, analizar y diseñar tanto la estructura y funcionamiento interno de los microprocesadores como los sistemas mínimos basados en éstos. De esta forma se logra un objetivo triple:

1. Por un lado, el esencial de dar a conocer los principios estructurales y de funcionamiento de los computadores en el nivel de máquina convencional,
2. Por otro, mostrar estrategias típicas de diseño cuando se enfrenta el problema de construir sistemas digitales a medida algo complejos, tomando para ello como referencia alguna microarquitectura o por lo menos los detalles más frecuentes que se pueden encontrar en las de diversos procesadores actuales,
3. Y, por último, examinar con detalle el procedimiento de análisis a seguir cuando en el diseño de un sistema interviene un microprocesador como elemento de construcción.

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Conocer las diferentes unidades funcionales utilizadas en el diseño de un sistema digital y, en particular, en el diseño de un procesador.
- 1.2 Comprender los diferentes niveles de abstracción en el diseño de un sistema digital.
- 1.3 Conocer las estrategias típicas de diseño a la hora de construir sistemas digitales a medida de mediana complejidad.
- 1.4 Conocer el proceso de interpretación de instrucciones en un procesador.
- 1.5 Dominar la programación en lenguaje ensamblador aplicada a un procesador genérico.
- 1.6 Comprender el concepto de jerarquía de memoria y analizar sus diferentes componentes.
- 1.7 Conocer los dispositivos básicos de entrada/salida y comprender los principios generales de comunicación con el procesador.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Construir un sistema a partir de su descripción en diferentes niveles de abstracción.
- 2.2 Aplicar las diferentes técnicas de diseño para la realización de un sistema digital.
- 2.3 Demostrar la influencia de la jerarquía de memoria en las prestaciones de un sistema.
- 2.4 Simular un sistema completo basado en microprocesador.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 114 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### 3. Objetivos Actitudinales:

3.1 Evaluar, de forma crítica, las diferentes alternativas en la implementación de un procesador.

3.2 Comunicar, de forma clara y con capacidad de síntesis, los resultados obtenidos en el desarrollo de cada una de las prácticas.

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

#### \* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de los cuestionarios planteados en el Campus Virtual de la asignatura.

#### \* Problemas:

Actividad del profesor: Primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras y simulaciones en lenguaje de bajo nivel.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas, planteados a través del Campus Virtual y no resueltos en clase y estudio de los planteados en las mismas. Utilización de las simulaciones en lenguaje de bajo nivel para analizar y comprobar los resultados. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la optimización de las soluciones planteadas.

#### \* Tutorías ECTS:

Actividad del profesor: Tutorización de grupos de alumnos reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes, principalmente surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas marcados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

#### \* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 115 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

-Realización de las prácticas en el laboratorio con un 10% de la materia.

Otras consideraciones:

-Ambas partes, teoría y prácticas se puntúan sobre 10 puntos.

-El segundo bloque temático se evalúa con un 90% correspondiente al examen y un 10% correspondiente a los problemas marcados.

-Aquellos que no hayan entregado los problemas deberán realizar un problema adicional en convocatoria.

-Para aprobar la asignatura es necesario haber aprobado ambas partes, teoría y práctica, en caso contrario, la nota final será  $(T*0.9 + P*0.1)*0.5$ .

-La calificación en la parte teórica será la media de la calificación obtenida en los dos bloques temáticos. La nota mínima necesaria en un bloque temático para hacer media es de 2.0 puntos sobre 5. En caso de no poder hacer media, la nota final será la suma de las notas parciales siempre y cuando ésta no sea superior a 4. En caso contrario será de 4.

-El examen escrito incluirá tanto cuestiones teóricas como problemas.

-Para aprobar la parte práctica el estudiante deberá asistir, al menos, al 80% de las prácticas. En caso contrario deberá realizar un examen de prácticas consistente en una práctica de similar complejidad a las realizadas en el laboratorio.

-La calificación de la parte práctica tendrá en cuenta la calidad de los diseños realizados y el nivel de los resultados obtenidos. También se valorará la validez de los resultados obtenidos en cada uno de los apartados que se hayan establecido para su realización en los guiones de las prácticas.

Evaluación, criterios, técnicas y calificación

Problemas:

Evidencia:

Problemas entregados

Criterios de evaluación:

Presentación de la memoria

Interpretación correcta del enunciado

Seleccionar la solución óptima en la resolución de los problemas

Criterios de calificación: 10%

Prácticas de laboratorio:

Evidencia:

Memoria de práctica

Criterios de evaluación:

Analizar e interpretar el enunciado de forma correcta

Expresar los resultados obtenidos de forma clara

Argumentar de forma crítica los resultados obtenidos

Expresarse con soltura, utilizando la nomenclatura correcta, a la hora de explicar y defender la

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 116 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

práctica

Criterios de calificación: 10%

Examen:

Evidencia:

Ejercicio teórico-práctico

Criterios de evaluación:

Aplicar adecuadamente los conceptos explicados en clase para la resolución de los ejercicios.

Expresar los resultados obtenidos de forma clara

Uso correcto de la ortografía.

Concreción en las respuestas y capacidad de síntesis.

Criterios de calificación: 80%

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Diseño de ASIC y Sistemas Digitales.

En esta asignatura las experiencias a realizar perseguirán con carácter general que los estudiantes aporten sus propios conocimientos en el diseño de las experiencias, forzándolos a recurrir a lo impartido en las clases de teoría y a su propia inventiva, por lo que su dominio de los contenidos resultará fundamental para el éxito de las pruebas.

La organización temática de las prácticas que se propone consta de 4 unidades fundamentales.

Práctica 0, 1: Introducción a IDaSS (6 horas)

IDaSS es una herramienta de diseño y simulación de sistemas digitales. Con ella se pueden diseñar y simular sistemas digitales basados en máquinas de estados finitos de una forma relativamente sencilla a través de una jerarquía de diagramas que contienen bloques e interconexiones, y cada uno de los bloques puede estar descrito o bien por otros diagramas similares o por una descripción textual en un lenguaje propio.

Durante la práctica 0 (4 horas) el estudiante se familiarizará con el entorno y el uso de cada uno de los tipos de bloques que tendrá que utilizar durante el desarrollo del temario de prácticas. Se estudiarán los operadores, generadores de constantes, registros, máquinas de estados, banco de registros, buffers triestados y memorias.

En la práctica 1, y con la finalidad de familiarizarse con un sistema completo, el estudiante realizará un pequeño diseño basado en un registro, un desplazador y una máquina de estados, siguiendo un pequeño tutorial.

Práctica 2: Diseño de un circuito para calcular, mediante aproximación, la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de dos números (2 horas)

En esta práctica se deberá diseñar una máquina algorítmica con funcionalidad específica, basada en una pequeña ruta de datos que se determina previamente con una FSM asociada para calcular la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de dos números. Este circuito se habrá estudiado previamente en clase.

La finalidad es que los alumnos asimilen las metodologías de diseño de este tipo de sistemas y su funcionamiento. Para ello deberán describir este diseño dentro de este entorno y simularlo para verificar el diseño de referencia.

Práctica 3: Modificación del diseño anterior agrupando unidades funcionales (2 horas)

En esta práctica los alumnos deberán afrontar el problema de intentar mejorar las prestaciones del diseño original aplicando los conceptos impartidos en clase sobre agrupación de unidades

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 117 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

funcionales. La optimización del diseño debe plantearse teniendo en cuenta que en cada ciclo de ejecución del algoritmo, únicamente se utilizan dos unidades funcionales.

El objetivo de esta práctica es estimular la identificación de posibles situaciones de diseño susceptibles de mejora en cuanto a prestaciones, plantearse soluciones y estudiarlas detenidamente.

#### Práctica 4: Modificación del diseño anterior agrupando registros (2 horas)

En esta práctica los alumnos deberán afrontar el problema de intentar mejorar las prestaciones del diseño original aplicando los conceptos impartidos en clase sobre agrupación de registros. La optimización del diseño debe plantearse teniendo en cuenta que en cada ciclo de ejecución del algoritmo, únicamente se utilizan dos registros al mismo tiempo.

El objetivo de esta práctica es estimular la identificación de posibles situaciones de diseño susceptibles de mejora en cuanto a prestaciones, plantearse soluciones y estudiarlas detenidamente.

#### Práctica 5: Modificación del diseño anterior usando un sistema de buses para el conexionado del sistema (2 horas)

En esta práctica los alumnos deberán afrontar el problema de intentar mejorar las prestaciones del diseño original aplicando los conceptos impartidos en clase sobre buses compartidos. La optimización del diseño debe plantearse teniendo en cuenta que en cada ciclo de ejecución del algoritmo, únicamente se utilizan dos operandos. Al mismo tiempo, el estudiante deberá profundizar en el uso de conectores triestados.

El objetivo de esta práctica es estimular la identificación de posibles situaciones de diseño susceptibles de mejora en cuanto a prestaciones, plantearse soluciones y estudiarlas detenidamente. Esta mejora debe reflejar la reducción en conexionado del sistema.

#### Práctica 6: Diseño de la ruta de datos de un procesador CISC de 16 bits (2h)

En esta práctica, el estudiante realizará el diseño del procesador CISC a estudiar en clase. Únicamente se aborda el conexionado de los diferentes módulos, ya vistos en las primeras prácticas, atendiendo a un esquema predefinido.

La finalidad de esta práctica es únicamente la de realizar el conexionado de los elementos del procesador, debido a que el estudiante no ha visto aún el juego de instrucciones del procesador.

#### Práctica 7: Diseño de la unidad de control. Implementación de instrucciones con registros (2h)

Durante esta práctica el estudiante realizará el diseño de la unidad de control para posibilitar la ejecución de las instrucciones aritmético-lógicas.

La finalidad de esta práctica es que el estudiante se familiarice con el diagrama ASM del procesador, empezando por la descripción del ciclo de Fetch y codificando el ciclo de decodificación de las instrucciones.

#### Práctica 8: Diseño de la unidad de control. Implementación de instrucciones de memoria (4h)

Durante esta práctica el estudiante deberá profundizar en la realización de la unidad de control para la ejecución de las instrucciones de acceso a memoria. Durante la implementación el estudiante deberá llevar a cabo la descripción de los ciclos de cálculo de dirección efectiva para cada uno de los modos de direccionamiento.

La finalidad de esta práctica es que el estudiante domine los diferentes modos de direccionamiento de un procesador, distinguiendo en cada momento, y de forma autónoma, los ciclos necesarios

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 118 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

para el cálculo de la dirección efectiva según el modo de direccionamiento. El estudiante será capaz de analizar la necesidad de registros internos, no accesibles al programador, para poder diseñar una ruta de datos capaz de soportar la ejecución de cualquier tipo de instrucción.

**Práctica 9: Diseño de la unidad de control. Implementación de instrucciones de salto y/o bifurcación (4h)**

Durante esta práctica el estudiante afrontará el diseño de la ruta de datos para la ejecución de un nuevo tipo de instrucciones, las instrucciones de salto y bifurcación. El estudiante diseñará los estados de la unidad de control que permitan el manejo de una pila tipo LIFO en memoria. Por otro lado, el estudiante afrontará el diseño de un conjunto de instrucciones particulares, las instrucciones de salto condicional.

La finalidad de esta práctica es que el estudiante comprenda el manejo de la pila para la implementación de las instrucciones de salto y retorno a una rutina. El estudiante demostrará dominar el uso del registro de estado de la ruta de datos a la hora de implementar las instrucciones de salto condicional.

**Práctica 10: Diseño de la unidad de control. Implementación de instrucciones misceláneas (2h)**

Durante esta práctica el estudiante afrontará el diseño de la ruta de datos para la ejecución de un conjunto de instrucciones particulares, las instrucciones misceláneas. En este sentido, se afronta el diseño de instrucciones propias del procesador estudiado en clase, poniendo énfasis en el diseño de las instrucciones que permiten realizar la comparación de registros y que, por ende, posibilitarán la implementación de las instrucciones de salto condicional. También se hará énfasis en las instrucciones que permiten manejar cada uno de los bits del registro de status de un procesador.

La finalidad de esta práctica es que el estudiante comprenda el uso de las instrucciones que permiten activar los bits del registro de status, así como la finalidad que persigue la manipulación directa de cada uno de estos bits y su relación con las instrucciones de control.

**Práctica 11: Diseño jerárquico. Desarrollo de un sistema mínimo. Uso de memoria externa (2h)**

Durante esta práctica el estudiante transformará el diseño realizado durante las prácticas a, 7, 8 y 9, en un diseño jerárquico. Para conseguirlo el estudiante deberá eliminar la memoria RAM introducida en el diseño y añadir, en su defecto, los conectores propios correspondientes a los buses de datos y direcciones. Además, se tendrá que añadir dos conectores, uno de lectura y otro de escritura. La máquina de estado deberá transformarse para ajustarse a los cambios realizados.

En un nuevo diseño se debe incluir el procesador como un bloque. Se añadirán dos memorias, una RAM y una ROM, creando un sistema mínimo, al que se añadirá un decodificador de direcciones. Para finalizar la práctica, el estudiante debe almacenar un programa en memoria ROM y ejecutarlo.

La finalidad de esta práctica es la de familiarizarse con el diseño de un sistema mínimo, con sus componentes, así como comprender el mecanismo de decodificación y localización de memorias en el espacio de memoria del procesador.

## Bibliografía

### [1 Básico] Principios de diseño digital /

Daniel D. Gajski.

Prentice Hall., Madrid : (2000)

8483220040

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 119 / 518                                    | ID. Documento | MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



**[2 Básico] Fundamentos de diseño lógico y de computadoras /***M. Morris Mano ; Charles R. Kime.**Pearson Prentice-Hall,, Madrid [etc.] : (2005) - (3ª ed.)**84-205-4399-3***Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-----------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción a la Asignatura                                    | 2     | 2  | 0   | 0   | 1   | 1.1                      |
| Diseño al Nivel de Transferencia entre Registros                | 12    | 8  | 4   | 4   | 16  | 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2  |
| El Procesador                                                   | 7     | 6  | 2   | 4   | 9   | 1.4, 1.5, 3.1            |
| Sistema de Memoria                                              | 4     | 2  | 2   | 1   | 5   | 1.6, 2.2, 2.3            |
| Entrada/Salida y Comunicación. El soporte del Sistema Operativo | 5     | 4  | 0   | 4   | 7   | 1.7, 2.4, 3.2            |

**Equipo Docente****ANTONIO NÚÑEZ ORDÓÑEZ****Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928451230 **Correo Electrónico:** antonio.nunez@ulpgc.es**ROBERTO SARMIENTO RODRÍGUEZ****Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928451232 **Correo Electrónico:** roberto.sarmiento@ulpgc.es**VALENTÍN DE ARMAS SOSA****(COORDINADOR)****Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928452837 **Correo Electrónico:** varmas@diea.ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/armas>**PEDRO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ****(RESPONSABLE DE PRACTICAS)****Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928457326 **Correo Electrónico:** pedro.hdezfdz@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/pedroh/index.html>

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 120 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



**JORGE MONAGAS MARTÍN****Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928457321**Correo Electrónico:** jorge.monagas@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/jmonagas/index.html>**Resumen en Inglés**

This course introduces the microprocessor from both the hardware and software viewpoints. It covers the stored program concept, addressing modes, the instruction set, bus decoding and timing, interfacing and data communication. Part of the course is devoted to machine language software development and part to basic interfacing with other devices and the real world. Laboratory exercises are based on IDaSS (Interactive Design and Simulation System) software to develop a microprocessor to provide hands-on experience with the above topics.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Página 121 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |



**ASIGNATURA:** 14076 - TRANSMISIÓN DE DATOS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14076-TRANSMISIÓN DE DATOS - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14076-TRANSMISIÓN DE DATOS - P2

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**ÁREA:** Ingeniería Telemática

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales: 59

- Horas teóricas (HT): 27

- Horas prácticas (HP): 27

- Horas de clases tutorizadas (HCT): 2

- Horas de evaluación: 3

- otras:

Horas no presenciales: 61

- trabajos tutorizados (HTT): 8

- actividad independiente (HAI): 53

Idioma en que se imparte: español

### Descriptorios B.O.E.

Interfaces y control de periféricos. Comunicaciones digitales, codificación y detección de la información. Canales de acceso múltiple y multiplexación. Protocolos de enlace.

### Temario

1. Conceptos básicos de transmisión de datos (1T horas)
  - 1.1. Bloques funcionales de un sistema de comunicaciones digital
  - 1.2. Conceptos básicos
2. Entropía e información (2T+2P horas)
  - 2.1. Concepto y medida de la Información
  - 2.2. Entropía
  - 2.3. Entropía conjunta y condicional
  - 2.4. Información mutua
  - 2.5. Fuentes con memoria
3. Codificación de fuente (4T+2P horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 122 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 3.1. Tipos de códigos
- 3.2. Teorema de Kraft
- 3.3. Concepto de código óptimo
- 3.4. Técnicas de compresión sin pérdida
  - 3.4.1. Run-length
  - 3.4.2. Huffman
    - 3.4.2.1. Extensión de fuentes
    - 3.4.2.2. Huffman dinámico
  - 3.4.3. Codificación aritmética
  - 3.4.4. Técnicas de diccionario: LZ77, LZ78, LZW
- 3.5. Transformada Burrows-Wheeler
- 3.6. Técnicas de compresión con pérdida
  - 3.6.1. Codificación por transformada
  - 3.6.2. JPEG
- 4. Canales (1T horas)
  - 4.1. Descripción de los canales
  - 4.2. Capacidad de información del canal
  - 4.3. Teorema de codificación del canal con ruido
- 5. Códigos de bloque lineales (4T+2P horas)
  - 5.1. Álgebra binaria
  - 5.2. Generación de los códigos de bloque lineales
  - 5.3. Códigos sistemáticos
  - 5.4. Detección y corrección de errores
  - 5.5. Síndrome del código
  - 5.6. Códigos Hamming
  - 5.7. Códigos recortados
- 6. Códigos cíclicos (4T+2P horas)
  - 6.1. Conceptos básicos
  - 6.2. Polinomio generador
  - 6.3. Generación de los códigos cíclicos
  - 6.4. Circuitos codificadores
  - 6.5. Verificación de paridad
  - 6.6. Circuitos decodificadores
  - 6.7. Capacidades detectoras de error
  - 6.8. Códigos Hamming cíclicos
  - 6.9. CRC
- 7. Técnicas ARQ (2T+1P horas)
  - 7.1. ARQ de parada y espera.
  - 7.2. ARQ de rechazo simple.
  - 7.3. ARQ de rechazo selectivo.
  - 7.4. Comparación de prestaciones.

## Requisitos Previos

Álgebra: estructuras algebraicas, matrices, espacios vectoriales, aritmética finita.  
 Estadística: combinatoria, variables aleatorias discretas y continuas, cadenas de Markov.  
 Programación: Conocimientos de programación.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 123 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales

- 1.1. Identificar los bloques funcionales que componen un sistema general de transmisión de datos.
- 1.2. Conocer los fundamentos de Teoría de la Información
- 1.3. Distinguir las técnicas de compresión existentes y su campo aplicación.
- 1.4. Conocer las técnicas de control de errores utilizadas en la transmisión de datos.

### 2. Objetivos procedimentales

- 2.1. Aplicar las distintas técnicas de compresión sin pérdida.
- 2.2. Diseñar el método idóneo de control de errores para una determinada aplicación.
- 2.3. Aplicar los procesos de codificación/decodificación.

### 3. Objetivos actitudinales

- 3.1. Comunicar de forma oral y escrita las memorias de los trabajos realizados demostrando capacidad de análisis y síntesis.

## Metodología

Clases de Teoría:

- Actividad del profesor: Impartición de clases expositivas.
- Actividad del estudiante (presencial): Tomar apuntes, participar en clase.
- Actividad del estudiante (no-presencial): Preparar apuntes, estudiar la materia, resolver problemas planteados en clase.

Clases de Prácticas de laboratorio:

- Actividad del profesor: Explicación de las prácticas, resolución de dudas.
- Actividad del estudiante (presencial): Realizar las prácticas de laboratorio, elaborar la memoria de la práctica.

La documentación de la asignatura se facilitará a través de la dirección <http://dit.teleco.ulpgc.es/usuarios/profes/pablo/index.html>, así como por medio de la herramienta Campus Virtual de la Universidad.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Realización de las prácticas con un 25%.

Actividades que no liberan materia:

- Resolución correcta y entrega puntual de problemas planteados en clase hasta 1 punto.

Otras consideraciones:

- La parte teórica se evaluará mediante un examen escrito.
- El aprobado de la parte teórica se mantendrá hasta la convocatoria de diciembre del curso siguiente.
- La evaluación de la parte práctica se realizará mediante la presentación y defensa individual de cada práctica a la finalización del periodo programado para su realización.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Página 124 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- Para considerar la parte práctica aprobada el estudiante deberá superar la totalidad de las prácticas.
- La nota final de la parte práctica se forma asociando a cada práctica un peso proporcional al número de horas planificado para su realización.
- La Práctica 1 tiene carácter voluntario, no estando sometida a evaluación, ni formando parte de la nota final de prácticas.
- En el caso de no superar la parte práctica de la asignatura durante el curso, su evaluación se realizará mediante la realización de un trabajo o práctica en convocatoria oficial.
- Se deben aprobar teoría y prácticas por separado, siendo la nota final de la asignatura calculada del siguiente modo:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{Nota\_Teoría} * 0.75 + \text{Nota\_Prácticas} * 0.25$$

En caso contrario, la nota final será la mínima de las dos.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio RDSI del Departamento de Ingeniería Telemática. Cada grupo contará con un PC con el entorno de desarrollo Builder C++ instalado.

La temporización de las prácticas será:

Práctica 1 – Lenguaje de programación C/C++. Entorno Builder C++ (4 horas): Se pretende que el alumno se familiarice con el lenguaje C/C++, y con su entorno de programación para la realización de las prácticas posteriores.

Práctica 2 – Cálculo entropía de una fuente de datos (6 horas).

Práctica 3 – Codificación de fuente (14 horas): Se desarrollarán los programas transmisor y receptor que implementen alguna técnica de compresión de datos. Los programas desarrollados se comunicaran via modem-nulo.

Práctica 4 – Codificación de canal (6 horas): Se desarrollarán los programas transmisor y receptor que implementen alguna técnica de codificación/decodificación de canal. Los programas desarrollados se comunicaran via modem-nulo.

## Bibliografía

### [1 Básico] Teoría de la información y la codificación /

Cándido López García, Manuel Fernández Veiga.  
Universidad; Tórculo,, Vigo : (2002)  
8484082202

### [2 Básico] Cuestiones de teoría de la información y la codificación /

Cándido López García, Manuel Fernández Veiga.  
Universidad; Tórculo,, Vigo : (2003)  
8484082512

### [3 Básico] Transmisión de datos /

Pablo Hernández Morera, Juan Domingo Sandoval.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Vicerrectorado de Planificación y Calidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (2003)  
8496131319

### [4 Recomendado] The theory of error-correcting codes /

F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane.  
North-Holland,, Amsterdam : (1977)  
0444851933

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 125 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

---

**[5 Recomendado] Introduction to data compression.**

Sayood, Khalid

Morgan Kaufmann,, San Francisco (California) : (1996)

1558603468

---

**[6 Recomendado] Elements of information theory /**

XII, 542 p. ; 24 cm.

John Wiley & Sons,, New York : (1991)

0471062596

---

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                                                                                            | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                                                                       | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1; Práctica 1 de laboratorio                                                                                                                     | 1     | 5  |     |     |     | 1.1, 3.1                 |
| Tema 2; Resolución de problemas tema 2; Resolución problema planteado en clase<br>tema 2; Realización cuestionario on-line                            | 4     |    |     | 2   | 7   | 1.2                      |
| Tema 3; Resolución de problemas tema 3; Práctica 2 de laboratorio; Resolución problema planteado en clase<br>tema 3; Realización cuestionario on-line | 6     | 16 |     | 2   | 10  | 1.3, 2.1, 3.1            |
| Tema 4; Resolución de problemas tema 4                                                                                                                | 1     |    | 1   |     | 3   | 1.2, 1.4                 |
| Tema 5; Resolución de problemas tema 5; Resolución problema planteado en clase<br>tema 5; Realización cuestionario on-line                            | 6     |    |     | 2   | 10  | 1.4, 2.2, 2.3            |

---

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 126 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                                                                                         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                                                                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 6; Práctica 3 de laboratorio; Resolución de problemas tema 6; Resolución problema planteado en clase tema 6; Realización cuestionario on-line | 6     | 6  | 1   | 2   | 10  | 1.4, 2.2, 2.3, 3.1       |
| Tema 7; Resolución de problemas tema 7; Realización cuestionario on-line                                                                           | 3     |    |     |     | 7   | 1.4, 2.2                 |

### Equipo Docente

|                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PABLO VICENTE HERNÁNDEZ MORERA</b> (COORDINADOR)                            |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                       |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA                                     |
| <b>Teléfono:</b> 928452950 <b>Correo Electrónico:</b> pablo.hernandez@ulpgc.es |

|                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| <b>JOSÉ FRANCISCO DELGADO GARCÍA</b>                              |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR ASOCIADO LABORAL                       |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA                        |
| <b>Teléfono:</b> <b>Correo Electrónico:</b> jdelgado@dit.ulpgc.es |

### Resumen en Inglés

It covers the basis of information theory, the state-of-art of algorithms of data compression and the basis of error control techniques: FEC (Forward Error Correction) and ARQ (Automatic Request Query).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 127 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**ASIGNATURA:** 14077 - TEORÍA DE LA SEÑAL

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P2

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14077-TEORÍA DE LA SEÑAL - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno:150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 43
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 2
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 24
- actividad independiente (HAI): 51

Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptorios B.O.E.

Señales deterministas y aleatorias: información. Sistemas lineales. Dominios transformados. Filtrado. Modulación. Muestreo: frecuencia de Nyquist, Transformadas de Laplace y Z, aplicaciones.

### Temario

0. Presentación de la asignatura (2h)

1. Introducción a señales y sistemas (8h = 6T+2P)

1.1. Concepto de señal: señales en tiempo continuo y en tiempo discreto.

1.2. Características y parámetros asociados a las señales: valor medio, valor de pico, energía y potencia; periodicidad; simetrías.

1.3. Operaciones básicas con señales. Transformación de la variable temporal: desplazamiento, reflexión y escalado temporal.

1.4. Señales básicas: sinusoidal, exponencial, impulso unitario, escalón y rampa.

1.5. Concepto de sistema. Asociación. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 128 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



2. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI) ( $8h = 6T+2P$ )
- 2.1. Caracterización de sistemas en tiempo discreto LTI mediante la respuesta al impulso. La suma de convolución.
  - 2.2. Caracterización de sistemas en tiempo continuo LTI mediante la respuesta al impulso. La integral de convolución.
  - 2.3. Propiedades del operador de convolución: elemento unitario, conmutativa, asociativa, distributiva, derivación y desplazamiento.
  - 2.4. Propiedades de los sistemas LTI: memoria, invertibilidad, causalidad y estabilidad.
  - 2.5. Descripción de sistema LTI causales mediante ecuaciones diferenciales y en diferencias.
3. Representaciones de señales continuas periódicas mediante series de Fourier (SF) ( $5h = 4T+1P$ )
- 3.1. Respuesta de los sistemas LTI a la exponencial compleja. Concepto de autofunción, autovalor y de respuesta en frecuencia.
  - 3.2. Desarrollo en serie de Fourier (DSF) de señales continuas periódicas.
  - 3.3. Interpretación espectral de los coeficientes del DSF.
  - 3.4. Determinación de los coeficientes del DSF.
  - 3.5. Convergencia de las SF.
  - 3.6. Propiedades de los coeficientes de la SF.
4. Representaciones de señales discretas periódicas mediante series de Fourier (SF) ( $5h = 3T+2P$ )
- 4.1. Respuesta de los sistemas LTI a la exponencial compleja. Concepto de autofunción, autovalor y de respuesta en frecuencia.
  - 4.2. Desarrollo en serie de Fourier (DSF) de señales discretas periódicas. Diferencias con el caso continuo.
  - 4.3. Interpretación espectral de los coeficientes del DSF.
  - 4.4. Determinación de los coeficientes del DSF.
  - 4.5. Propiedades de los coeficientes de la SF.
  - 4.6. Señales periódicas y los sistemas LTI.
5. Transformada de Fourier (TF) de señales continuas aperiódicas y periódicas ( $5h = 4T+1P$ )
- 5.1. Introducción al concepto de TF a partir del DSF.
  - 5.2. Definición y condiciones de existencia.
  - 5.3. TF de señales periódicas. Relación con el DSF.
  - 5.4. Propiedades de la TF. Aplicaciones.
  - 5.5. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones diferenciales. Cálculo de la respuesta en frecuencia y de la respuesta al impulso.
6. Transformada de Fourier (TF) de señales discretas aperiódicas y periódicas ( $5h = 3T+2P$ )
- 6.1. Introducción al concepto de TF a partir del DSF.
  - 6.2. Definición y condiciones de existencia. Diferencias con el caso continuo.
  - 6.3. TF de señales periódicas. Relación con el DSF.
  - 6.4. Relación de la TF con la transformada discreta de Fourier (DFT).
  - 6.5. Propiedades de la TF. Aplicaciones.
  - 6.6. Análisis de sistemas descritos por ecuaciones en diferencias. Cálculo de la respuesta en frecuencia y de la respuesta al impulso.
7. Muestreo: representación de una señal continua a partir de sus muestras ( $8h = 6T+2P$ )
- 7.1. Introducción: ejemplos y concepto de muestreo.
  - 7.2. Muestreo ideal. Teorema de muestreo (condición de Nyquist).
  - 7.3. Reconstrucción de la señal usando interpolación temporal.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 129 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 7.4. Efecto del submuestreo: aliasing.  
 7.5. Simulación de sistemas continuos usando sistemas discretos.  
 7.6. Diezmado e interpolación.
8. Análisis de señales y sistemas continuos en el dominio transformado de Laplace (TL) (5h = 4T+1P)  
 8.1. Introducción al dominio transformado de Laplace.  
 8.2. Autofunciones y autovalores de un sistema LTI. Función de transferencia. Transformada de Laplace. Relación con la TF.  
 8.3. Transformada inversa (funciones racionales).  
 8.4. Conceptos de región de convergencia y diagrama de polos-ceros. Propiedades.  
 8.5. Evaluación aproximada de la TF a través del diagrama de polos-ceros.  
 8.6. Propiedades más relevantes de la TL.  
 8.7. Análisis y caracterización de los sistemas LTI en el dominio transformado: estabilidad, causalidad e invertibilidad.
9. Análisis de señales y sistemas discretos en el dominio transformado Z (TZ) (7h = 5T+2P)  
 9.1. Introducción al dominio transformado Z.  
 9.2. Autofunciones y autovalores de un sistema LTI. Función de transferencia. Transformada Z. Relación con la TF. Diferencias con el caso continuo.  
 9.3. Transformada inversa (funciones racionales).  
 9.4. Conceptos de región de convergencia y diagrama de polos-ceros. Propiedades.  
 9.5. Evaluación aproximada de la TF a través del diagrama de polos-ceros.  
 9.6. Propiedades más relevantes de la TZ.  
 9.7. Análisis y caracterización de los sistemas LTI en el dominio transformado: estabilidad, causalidad e invertibilidad.

NOTA IMPORTANTE: El temario presentado cubre 58h de las 60h disponibles. Las 2h restantes están dedicadas al examen parcial opcional (temas 1 a 6) que se realiza antes del periodo vacacional de Navidad (ver apartado de evaluación).

### Requisitos Previos

La asignatura es autocontenida en el apartado de señales y sistemas. Sin embargo, para un adecuado seguimiento de la asignatura el alumno debe disponer de un manejo claro de algunos conocimientos matemáticos básicos, como son: variable compleja, herramientas de cálculo y álgebra matricial.

En concreto, y relacionado con el Plan de Estudios de Ingeniero de Telecomunicación de la ULPGC, estos conocimientos se deben adquirir en:

- A.- CÁLCULO (1er curso, 1er cuatrimestre):  
 A.1.- Introducción al número real y complejo  
 A.2.- Límites y continuidad  
 A.3.- Diferenciación  
 A.4.- Series numéricas y funcionales  
 B.- ÁLGEBRA LINEAL (1er curso, 1er cuatrimestre):  
 B.1.- Sistemas de ecuaciones lineales  
 B.2.- Espacios vectoriales euclídeos  
 C.- AMPLIACIÓN DE CÁLCULO (1er curso, 2º cuatrimestre):  
 C.1.- Integración simple  
 C.2.- Ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 130 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Objetivos

### 1.- Objetivos Conceptuales

1.1.- Conocer las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en el dominio temporal.

1.2.- Conocer las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en los dominios transformados, Fourier, Laplace y Z.

1.3.- Reconocer y comprender las diferencias y sus consecuencias entre las señales continuas, discretas, periódicas y aperiódicas.

### 2.- Objetivos Procedimentales

2.1.- Manejar las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en el dominio temporal.

2.2.- Manejar las herramientas matemáticas de que permiten la representación de señales y sistemas en los dominios transformados, Fourier, Laplace y Z.

2.3.- Analizar y diseñar señales y sistemas deterministas lineales e invariantes en el tiempo involucrados en el mundo de las comunicaciones.

2.4.- Relacionar los comportamientos o características (continua, discreta, periódica, aperiódica) de las señales y sistemas en los dominios temporal y frecuencial.

2.5.- Interpretar y resolver problemas asociados a las señales que portan información y los sistemas físicos LTI que participan en el proceso.

### 3.- Objetivos Actitudinales

3.1.- Sensibilizarse con un conjunto de problemas realistas del entorno de telecomunicaciones.

## Metodología

### 1.- Clases magistrales:

1.1.- Actividad profesor: basada fundamentalmente en pizarra, complementado puntualmente con transparencias y simulaciones on-line utilizando cañón de proyección.

#### 1.2.- Actividad estudiante:

1.2.1.- Presencial: recopilación de información (complementaria a la de la bibliografía) y participación activa con el planteamiento de dudas.

1.2.2.- No presencial: revisión y estudio de lo explicado, complementando con la bibliografía básica del curso; y realización de, al menos, el conjunto de problemas propuestos por tema.

### 2.- Clases de problemas:

2.1.- Actividad profesor: resolución de parte del conjunto propuesto de problemas propuestos y algunos exámenes.

2.2.- Actividad estudiante: las mismas que en 1.2.

### 3.- Clases de prácticas: tienen el objetivo de explorar y ampliar los conceptos tratados en teoría.

3.1.- Actividad profesor: revisar la ejecución, y resolver las dudas que surjan, del conjunto de actividades previstas en el material de prácticas para realizar en el tiempo de laboratorio.

#### 3.2.- Actividad del estudiante:

3.2.1.- No Presencial: estudiar la documentación explicativa de cada práctica, así como realizar el conjunto de ejercicios preparatorios asociados a ella.

3.2.2.- Presencial: con las soluciones de los ejercicios preparatorios, realizar el conjunto de ejercicios de laboratorio que hay en la documentación de prácticas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 131 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Criterios de Evaluación

### ACTIVIDADES QUE LIBERA MATERIA:

\* Los exámenes de teoría y prácticas. Los porcentajes y opciones de evaluación están descritos en el apartado de 'Otras consideraciones'.

### ACTIVIDADES QUE NO LIBERAN MATERIA:

\* Ninguna

### OTRAS CONSIDERACIONES:

\* Teoría:

La nota de teoría supone 7,5 puntos de los 10 disponibles en la asignatura (el resto está dedicado a la parte práctica). Es necesario superar el 50% de la nota de teoría para que ésta sea sumada a la de prácticas. En caso contrario la nota final sólo será la de la parte teórica.

Las notas obtenidas se conservan hasta el examen extraordinario de diciembre (incluido).

El alumno dispone de dos opciones para la evaluación teórica. En cualquiera de los casos la nota será la suma de las partes de que disponga el examen, no existiendo nota mínima a superar en cada una de ellas. Las opciones son:

A. Examen único a realizar en las convocatorias ordinarias y extraordinarias que establezca la ETSIT. Con objeto de tener en cuenta los alumnos que hagan uso de la opción B, los exámenes finales dispondrán de dos partes.

B. Durante el desarrollo de la asignatura el alumno dispondrá, además de la opción A, de la posibilidad de realizar un examen parcial opcional que cubre los temas 1 a 6. Este examen tendrá lugar el último día lectivo, en el horario asignado a la asignatura, previo al periodo vacacional de Navidad y contará un valor de 3,5 puntos de los 7,5 asignados a teoría. Una vez realizado, el alumno es libre de utilizar los puntos obtenidos en el parcial para la nota final, o prescindir de ellos y presentarse íntegramente al examen final.

\* Prácticas:

Las prácticas puntúan 2,5 puntos de los 10 disponibles en la asignatura. Es necesario superar el 40% para poder sumar la nota de prácticas a la de teoría. En el caso de no superar éste límite la nota final de la asignatura será de 4 puntos.

La evaluación de las prácticas se realizará mediante examen en el laboratorio basado en los contenidos del Manual de Laboratorio y el trabajo desarrollado durante las prácticas.

Las notas obtenidas se conservan hasta el examen extraordinario de diciembre (incluido). Este límite se amplía a los cursos académicos posteriores si, siguiendo la normativa de la ULPGC, el proyecto docente no sufre modificación y el alumno se presenta a todas las convocatorias que tiene derecho.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se imparten en el Laboratorio de Tratamiento Digital de Señales (Pabellón B).

Del total de 30 horas de prácticas disponibles, 15 horas se dedican a la realización de problemas en el aula, y el resto a las prácticas de laboratorio.

Las prácticas constan de 7 sesiones de 2 horas más 1 sesión final de 1 hora para recuperación y presentación de dudas. La secuencia temporal se ajusta al principio del curso para que la última sesión tenga lugar en la penúltima semana previa al periodo vacacional de Navidad. Habitualmente

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 132 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

esta condición se cumple haciendo uso de las semanas 3 a 10 ó 4 a 11 del cuatrimestre.

El programa previsto es el siguiente:

#### Práctica 0: Introducción al Matlab

2 sesiones: 4h

1. Creación y manipulación de variables (matrices).
2. Matemática compleja.
3. Matemática matricial.
4. Capacidades gráficas.
5. Generación de scripts y funciones.
6. El entorno de ayuda del Matlab.

#### Práctica 1: Representación de señales y sistemas

1 sesión: 2 h

1. Generación y audición de señales elementales: tono y tono con caída exponencial.
2. Representación gráfica de señales con correcta referencia en los ejes temporales.
3. Grabación de señal audio y reproducción.
4. Generación de un sistema que produce eco, y escucha de señal.
5. Reflexionar a la señal grabada y escucha de ésta.

#### Práctica 2: Sistemas LTI: cálculo de respuestas

1 sesión: 2 h

1. Cálculo y representación de la convolución de señales aperiódicas ( función conv() ).
2. Generar señales periódicas a partir de una aperiódica.
3. Cálculo y representación de la convolución de señales periódicas. Creación de la función convp().
4. Calcular la salida de una entrada dada de un sistema descrito por ecuación en diferencias. La función filter().

#### Práctica 3: Series de Fourier

3 sesiones: 6 h

##### Sesión 1ª Series de Fourier

1. Utilización de la función fftshift.
2. Síntesis de señales discretas y continuas.

##### Sesión 2ª Series de Fourier

1. Verificación de síntesis de señal a partir de coeficientes calculados de forma teórica.
2. Verificación de análisis de señal (cálculo de coeficientes) con las señales estudiadas en los ejercicios previos
3. Estudio de las diferencias (o no) obtenidas entre coeficientes calculados mediante MATLAB® y teóricamente.

##### Sesión 3ª Series de Fourier

1. Filtrado ideal de señales.
2. Cálculo de energías y verificación respecto al valor teórico.
3. Aplicación de la propiedad de convolución.
4. Aplicación de la propiedad de multiplicación.

#### Práctica 4: Recuperación y resolución de dudas

1 h

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 133 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Bibliografía

### [1 Básico] Señales y sistemas / Alan V. Oppenheim /

Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky.

Prentice Hall : Pearson : Addison Wesley,, México : (1998) - (2ª ed.)

970170116X

### [2 Recomendado] Señales y sistemas: análisis mediante métodos de transformada y MATLAB /

Michael J. Roberts ; traducción, Gabriel Nagore Cazares ; revisor técnico, Gloria Mata Hernández.

McGraw-Hill,, México [etc.] : (2005)

970-10-5067-3

### [3 Recomendado] Signals and Systems /

Simon Haykin, Barry Van Veen.

John Wiley & Sons,, Hoboken, NJ : (2003) - (2nd ed.)

0471378518

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos     |
|----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------|
|                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                              |
| Semana 1: Tema 0 y 1                   | 4     |    |     |     |     | 1.1, 1.3                     |
| Semana 2: Tema 1                       | 3     | 1  |     |     | 2   | 1.1, 1.3, 2.1, 2.3           |
| Semana 3: Tema 1, 2 y Práctica 0       | 3     | 3  |     |     | 4   | 1.1, 1.3, 2.1, 2.3           |
| Semana 4: Tema 2 y Práctica 0          | 4     | 2  |     | 2   | 3   | 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3 |
| Semana 5: Tema 2 y 3                   | 2     | 2  |     |     | 4   | 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3 |
| Semana 6: Tema 3, 4 y Práctica 1       | 3     | 3  |     | 2   | 3   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4      |
| Semana 7: Tema 4 y Práctica 2          | 2     | 4  |     | 4   | 4   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4      |
| Semana 8: Tema 5 y Práctica 3 sesión 1 | 4     | 2  |     | 6   | 4   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 134 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                     | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|                                                | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| Semana 9: Tema 5, 6 y<br>Práctica 3 sesión 2   | 2     | 4  |     | 4   | 6   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4           |
| Semana 10: Tema 6, 7 y<br>Práctica 3 sesión 3  | 3     | 3  |     | 6   | 4   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1 |
| Semana 11: Tema 7                              | 4     | 1  |     |     | 4   | 1.3, 2.3, 2.5, 3.1                |
| Semana 12: Tema 7 y 8                          | 2     | 2  |     |     | 4   | 1.3, 2.3, 2.5, 3.1                |
| Semana 13: Tema 8 y Examen<br>parcial opcional | 2     |    |     |     | 3   | 1.3, 2.3, 2.5, 3.1                |
| Semana 14: Tema 8 y 9                          | 3     | 1  |     |     | 3   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4           |
| Semana 15: Tema 9                              | 2     | 2  |     |     | 3   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 2.4           |

### Equipo Docente

**IVÁN ALEJANDRO PÉREZ ÁLVAREZ** (COORDINADOR)  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928457362 **Correo Electrónico:** ivan.perez@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.gic.dsc.ulpgc.es>

**JOSÉ MIGUEL CANINO RODRÍGUEZ** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)  
**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928457361 **Correo Electrónico:** jose.canino@ulpgc.es

**JULIO FRANCISCO RUFO TORRES**  
**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** **Correo Electrónico:** jrufo@dsc.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This program covers basics aspects of signal and system analysis, in continuous and discrete time. Taking as starting point the basics concepts and mathematical tools known at the beginning of the second course, the main new concepts presented are: linear and time invariant systems characterisation using the impulse response, convolution, continuous and discrete time Fourier Series and Transform, and signal and system analysis in the transform domain. All these concepts will be used in the remaining subjects of the career.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 135 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 136 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>



|                                                                           |                                        |                      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| <b>ASIGNATURA:</b> 14078 - TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN                      |                                        |                      |
| Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)                    |                                        |                      |
| 1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14078-TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN - P3 |                                        |                      |
| <b>CENTRO:</b> Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica    |                                        |                      |
| <b>TITULACIÓN:</b> Ingeniero de Telecomunicación                          |                                        |                      |
| <b>DEPARTAMENTO:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES                             |                                        |                      |
| <b>ÁREA:</b> Teoría De La Señal Y Comunicaciones                          |                                        |                      |
| <b>PLAN:</b> 13 - Año 2000 <b>ESPECIALIDAD:</b>                           |                                        |                      |
| <b>CURSO:</b> Segundo curso                                               | <b>IMPARTIDA:</b> Segundo cuatrimestre | <b>TIPO:</b> Troncal |
| <b>CRÉDITOS:</b> 6                                                        | <b>TEÓRICOS:</b> 3                     | <b>PRÁCTICOS:</b> 3  |

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4,8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):23
- Horas prácticas (HP): 22
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación: 3
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):27
- actividad independiente (HAI):45

Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Transmisión de la información. Comunicaciones analógicas. Fundamentos de detección y estimación estadística para comunicaciones.

### Temario

La asignatura se articula en tres bloques

BLOQUE TEMÁTICO I: FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Tema I: Introducción a los Sistemas de Comunicación.

Tema II: Teoría de Señales y Sistemas en comunicaciones.

BLOQUE TEMÁTICO II: SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ANALÓGICOS.

Tema III: Transmisión de señales analógicas

BLOQUE TEMÁTICO III: SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITALES.

Tema IV: Conversión analógica - digital de señales.

Tema V: Transmisión digital en banda base.

Tema VI: Transmisión digital paso banda.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 137 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Tema VII: Codificación; introducción a las técnicas de control de errores

### Contenidos:

#### Tema I: Introducción a los Sistemas de Comunicación

- 1.1 Historia de los sistemas de telecomunicación.
- 1.2 Las comunicaciones en una sociedad avanzada.
- 1.3 Redes de telecomunicación.
- 1.4 Tecnologías usadas en la actualidad.

Duración: 2 horas de teoría

#### Tema II: Teoría de Señales y Sistemas en comunicaciones

- 2.1 Modelo de sistema de telecomunicación.
- 2.2 Caracterización temporal y espectral de señales y sistemas. Ancho de banda. Filtrado.
- 2.3 Señales aleatorias: ruido blanco y ruido coloreado. (Especialidad de Telemática)
- 2.4 Distorsión lineal y no lineal.
- 2.5 Canal analógico en banda base: Modelo. Relación señal a ruido (RSR).

Duración: 3 horas de teoría

#### Tema III: Transmisión de señales analógicas

- 3.1 Concepto y necesidad de la modulación.
  - 3.1.1. ¿Por qué modular?
  - 3.1.2. Múltiplex por División en Frecuencia.
- 3.2. Modulaciones lineales
  - 3.2.1 Modulación en Doble Banda Lateral (DBL).
  - 3.2.2 Modulación de Amplitud (AM).
  - 3.2.3 Concepto de demodulación coherente y no coherente
  - 3.2.4 Modelado de señales paso banda.
  - 3.2.5 Modulación en Banda Lateral Única (BLU). Transformada de Hilbert.
  - 3.2.6 Otras modulaciones lineales
- 3.3. Modelo de sistema de comunicación analógico paso banda.
  - 3.3.1 Distorsión lineal y no lineal de señales moduladas linealmente.
  - 3.3.2 Receptores. Relación Señal a Ruido. Efecto umbral.
- 3.4. Modulaciones angulares
  - 3.4.1 Concepto de modulación angular. Concepto de Modulación de Frecuencia (FM) y Modulación de Fase (PM)
  - 3.4.2 FM: Ancho de banda de transmisión; Regla de Carson. Modulación de banda ancha y estrecha. Generación y demodulación de señales moduladas en FM.
  - 3.4.3. Distorsión lineal y no lineal de señales moduladas angularmente.
  - 3.4.4. Receptores angulares. Ruido y RSR. Efecto umbral.

Duración: 8 horas de teoría, 5 horas de problemas

#### Tema IV: Conversión analógica - digital de señales

- 4.1 Fuentes de información analógica y fuentes de información digital.
- 4.2 Muestreo de señales analógicas. Cuantificación uniforme y no uniforme de señales
- 4.3 Concepto de Codificación. Modulación de Impulsos Codificados
- 4.4 Multiplexación por División en el Tiempo.

Duración: 3 horas de teoría, 2 horas de problemas.

#### Tema V: Transmisión digital en banda base

- 5.1 Modelo de sistema de comunicación digital en banda base.
- 5.2 Mensaje, caracteres y símbolos.
- 5.3 Velocidad de transmisión y régimen binario. Capacidad del canal.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 138 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

5.4 Codificación de línea. Densidad Espectral de Potencia de los códigos de línea.  
 Ancho de banda de algunos códigos  
 5.5 Interferencia entre símbolos. Primer criterio de Nyquist. Filtros en coseno alzado.  
 5.6 Regenerador de datos. Diagrama de ojos.  
 5.7 Detección de señales binarias en presencia de ruido blanco.  
 5.8 Diseño de receptores óptimos. Probabilidad de error de señales binarias.  
 Duración: 6 horas de teoría, 3 horas de problemas.

#### Tema VI: Transmisión Digital Paso Banda

6.1 Modelo de sistema de comunicación digital paso banda.  
 6.2 Modulaciones de amplitud, fase y frecuencia, sistemas mixtos. Constelaciones.  
 6.3 Receptores digitales paso banda. Receptores coherentes y no coherentes con y sin ruido. Probabilidad de error.  
 6.4 Eficiencia espectral.  
 Duración: 5 horas de teoría, 3 de problemas.

#### Tema VII: Codificación, introducción a las técnicas de control de errores

7.1 Introducción a las técnicas de control de errores.  
 7.2 Tipos de control de errores (ARQ y FEC).  
 7.3 Técnicas ARQ.  
 7.4 Técnicas FEC. Códigos de bloques y códigos convolucionales. Modulación Trellis.  
 Duración: 3 horas de teoría y 1 de problemas

### Requisitos Previos

Se entiende que el alumno debe haber cursado las asignaturas de Teoría de la Señal, Análisis de Redes y Estadística

### Objetivos

Objetivos:

Los objetivos específicos para esta asignatura podrían resumirse como:

1. Objetivos conceptuales: El alumnos debe alcanzar un nivel de conocimiento suficiente sobre estos conceptos

Para el bloque I:

1.1. Modelo de sistema de telecomunicación analógico y digital.

Par el bloque II:

1.2. Transmisión por canales paso bajo. Efecto del canal: ruido y distorsión.  
 1.3. Compartición de canales mediante multiplexación por división en frecuencia. Señal paso banda. Modulación.  
 1.4. Transmisión analógica por canales paso banda. Modulaciones de amplitud y angulares.

Para el bloque III:

1.5. Conversión de señales analógicas a digitales. Muestreo, cuantificación y codificación.  
 1.6. Compartición del canal mediante multiplexación por división en el tiempo.  
 1.7. Codificación de fuente y de canal. Transmisión digital en banda base.  
 1.8. Receptores digitales. Introducción a la teoría de la decisión.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 139 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

1.9. Modulaciones digitales paso banda. Modulaciones de amplitud, fase y frecuencia.

Objetivos procedimentales:

Para el bloque I:

2.1 El alumno debe ser capaz de resolver problemas sencillos de teoría de la señal asociados a sistemas de comunicación

Para el bloque II:

2.2. Diseñar sistemas de modulación analógica sencillos, ser capaz de evaluar sus parámetros, tanto a nivel teórico como a través de trabajos de laboratorio.

2.3. Resolver problemas y cuestiones teórico-prácticas respecto de estos temas

Para el bloque III; El alumno debe ser capaz de:

2.3. Conocer los fundamentos de la conversión analógica-digital

2.4. Ser capaz de evaluar la tasa de error y el ancho de banda y la potencia consumida por diversos sistemas de comunicación

2.5. Diseñar sistemas de modulación digital sencillos, ser capaz de evaluar sus parámetros, tanto a nivel teórico como a través de trabajos de laboratorio.

2.6. Resolver problemas y cuestiones teórico-prácticas respecto de estos temas

2.7. Situar la asignatura en el entorno

2.8. Identificar los conocimientos previos necesarios para desarrollar esta asignatura

Objetivos actitudinales; El alumno debe ser capaz de:

3.1. Participar en la resolución de problemas y cuestiones teórico prácticas

3.2. Promover nuevo formatos de problemas y sobre la forma más adecuada de presentar los conocimientos

3.3. Trabajar en grupo para la resolución de las prácticas

3.4 Adquirir herramientas que le permitan afrontar las asignaturas siguientes dentro de la titulación, en lo que respecta a la transmisión de señales en formato digital

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

\* Clases de teoría:

Docencia teórica en clase, con material audiovisual y abundantes ejemplos prácticos. Como apoyo a las clases de teoría, se facilitarán a los alumnos los materiales de las asignaturas, con el fin de facilitar el seguimiento de la materia. Se aconseja al alumno el disponer de estas copias al asistir a clase para un mejor aprovechamiento de las mismas.

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

Actividad del estudiante: Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y resolución de cuestiones

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 140 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

teórico-prácticas planteadas por el profesor

**\* Problemas:**

Actividad del profesor: Primera parte expositiva, una segunda parte de resolución de los problemas y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la posible mejora de las soluciones planteadas.

**\* Tutorías:**

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante: Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual); planteamiento de dudas.

**\* Prácticas de laboratorio:**

Para las prácticas de laboratorio se dispone de puestos de trabajo equipados con instrumentación básica (osciloscopio, generador de señal, fuente de alimentación) así como módulos de entrenamiento de modulaciones analógicas y digitales. Para una correcta realización y comprensión de las prácticas se considera fundamental el haber estudiado previamente los conceptos teóricos que se van a tratar en la práctica, y además realizar previamente una lectura cuidadosa del enunciado de la misma. No es preciso entregar memorias de las prácticas realizadas.

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Ejecución de los trabajos

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia: Las practicas corresponden a un 25% de la nota final, evaluadas mediante examen escrito conjunto con el de teoría. Podrán liberarse de acuerdo con los criterios desglosados en la sección “otras consideraciones” de este mismo apartado.

Actividades que no liberan materia pero puntúan: Ninguna

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 141 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Otras consideraciones:

La evaluación de la asignatura se realizará mediante un examen a realizar en las convocatorias oficiales. El examen será único y constará de una parte relacionada con los conocimientos teóricos explicados y problemas realizados en clase con un valor de 7,5 puntos y otra parte con cuestiones relativas a la realización de las prácticas de laboratorio con un valor de 2,5 puntos. Durante la realización de los exámenes no se podrán utilizar ni libros ni apuntes.

Para aprobar cada examen se deberá aprobar tanto la parte de teoría como de prácticas, es decir obtener 3,75 puntos o más en teoría y 1,25 puntos o más en prácticas. Se considerará que un alumno ha aprobado las prácticas si obtiene al menos 1,25 puntos en la parte de prácticas de alguno de los exámenes. Este aprobado en prácticas se mantendrá para cada uno de los exámenes del curso académico. No se guardarán partes aprobadas de teoría. Si en un examen no se aprueba la parte de teoría o de prácticas, la calificación máxima que se podrá lograr será de 4,5 puntos.

Todos los alumnos a los que se les entregue el enunciado de un examen de convocatoria, figurarán como “presentados” en el acta de esa convocatoria.

## Descripción de las Prácticas

Se realizarán en el laboratorio de Transmisión de la información (1º planta del Pabellón B de Telecomunicación) conforme a la siguiente temporalización

Se han articulado 16 horas de prácticas en laboratorio y 14 de problemas en el aula (por motivo de la organización docente, no resulta posible impartir 15 y 15 horas)

### 1. Modulaciones Analógicas. (6 h)

1.1 Análisis de la transmisión de una señal cuadrada por un canal paso bajo

1.2 Medida del índice de modulación de una señal de AM. Estudio y análisis del modulador, del detector de envolvente y del demodulador síncrono.

1.3 Medida del índice de modulación de una señal de FM. Medida de la sensibilidad del modulador y del demodulador de FM.

1.4 Múltiplexación por División en Frecuencia de dos señales.

### 2. Conversión Analógica-Digital de señales. (2 h.)

2.1 Muestreo de un tono. Medida de la frecuencia de muestreo.

2.2 Características del filtro antialiasing.

2.3 Efecto del submuestreo de un tono.

2.4 Efecto de la compansión.

### 3. Modulaciones Digitales. (8 h.)

3.1 Visualización de la señal modulada y en cada uno de los puntos de los bloques del receptor para las siguientes modulaciones: ASK, FSK, BPSK, DBPSK, QPSK, y QAM.

3.2 Constelaciones para las modulaciones BPSK, QPSK, QAM.

3.3 Diagramas de ojo con distorsión, ruido e interferencia.

## Bibliografía

### [1 Básico] Signals and systems /

Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky with Ian T. Young.

Prentice-Hall., Englewood Cliffs, N. J : (1983)

0138111758

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 142 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**[2 Básico] Communication systems engineering /***John G. Proakis, Masoud Salehi.**Prentice Hall,, Upper Saddle River, N.J. : (2002) - (2nd ed.)*

0130617938

**[3 Básico] An introduction to analog and digital communications /***Simon Haykin.**John Wiley & Sons,, New York : (1989)*

0471859788

**[4 Básico] Digital communications : fundamentals and applications.***Sklar, Bernard**Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1988)*

013212713X

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                     | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                        |
|--------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|
|                                | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                 |
| bloque I:fundamentos           | 3     | 1  | 0   | 2   | 2   | 1.1; 2.1; 2.7; 2.8; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4                          |
| Bloque II: sistemas analógicos | 5     | 3  | 0   | 4   | 7   | 1.2; 1.3; 1.4; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4                     |
| Bloque III: sistemas digitales | 15    | 18 | 0   | 21  | 36  | 1.5; 1.6; 1.7; 1.8; 1.9; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4 |

**Equipo Docente****RAFAEL PÉREZ JIMÉNEZ***(COORDINADOR)***Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES**Teléfono:** 928452870 **Correo Electrónico:** rafael.perez@ulpgc.es**SOFÍA ISABEL MARTÍN GONZÁLEZ****Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES**Teléfono:** 928457345 **Correo Electrónico:** sofia.martin@ulpgc.es**JOSÉ RAMÓN VELÁZQUEZ MONZÓN***(RESPONSABLE DE PRACTICAS)***Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES**Teléfono:** 928451278 **Correo Electrónico:** joseramon.velazquez@ulpgc.es

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 143 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ANTONIO GABRIEL RAVELO GARCÍA****Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES**Teléfono:****Correo Electrónico:** antonio.ravelo@ulpgc.es**Resumen en Inglés**

The specific goal for this subject is to provide to the students a basic knowledge about communication theory, in particular with on these main areas:

- A general comprehension of the communications system design, both analogical or digital.
- general features of baseband transmission, studying the effects of both noise and time distortion.
- Multiple channel access by frequency division, including the modulation concept
- Analog transmission by bandpass channels.
- Analog to digital conversion, sampling, quantization and coding.
- Time-division multiplexing.
- Source and channel codification, baseband digital transmission.
- Digital receivers, Introduction to decision theory.
- Digital modulations

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 144 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |





**ASIGNATURA:** 14079 - MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14079-MÉTODOS ESTADÍSTICOS - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS

**ÁREA:** Estadística E Investigación Operativa

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso

**IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre

**TIPO:** Obligatoria

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4.8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP):23
- Horas de clases tutorizadas (HCT):4
- Horas de evaluación:2
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):23.5
- actividad independiente (HAI):36.5

Idioma en que se imparte:Español

### Descriptores B.O.E.

Significado de probabilidad. Axiomas. Experimentos repetidos. Concepto de variable aleatoria. Funciones de variable aleatoria de una y dos variables. Momentos estadísticos. Secuencias de variables aleatorias. Procesos estocásticos: Concepto, estacionariedad, ergodicidad, análisis espectral. Teoría de la estimación: Principio de ortogonalidad, predicción, filtros de kalman. Concepto de entropía.

### Temario

Tema 0. La modelación estocástica en la ingeniería de telecomunicaciones (2T)

Tema 1. Espacios de Probabilidad (4T+3P)

Fenómenos aleatorios. Diferentes conceptos de probabilidad. Espacios muestrales. Axiomática de la probabilidad. Espacios finitos de probabilidad: introducción a la combinatoria. Probabilidad condicional. Independencia de sucesos. Teoremas de la probabilidad total y de Bayes.

Tema 2. Variables aleatorias (4T+3P)

Concepto de variable aleatoria y su distribución de probabilidad: función de distribución. Distribuciones discretas. Distribuciones absolutamente continuas: función de densidad de

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 145 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

probabilidad. Momentos de una distribución de probabilidad. Función característica: cálculo de momentos. Simulación de variables aleatorias.

### Tema 3. Vectores aleatorios (4T+3P)

Distribución conjunta de variables aleatorias. Distribuciones de probabilidad condicionales y marginales. Coeficiente de correlación. Independencia de variables aleatorias. Distribución normal multivariante. Simulación de vectores aleatorios.

### Tema 4. Introducción a los procesos estocásticos (2T+2P)

Sucesiones de variables aleatorias: procesos estocásticos en tiempo discreto. Convergencia en distribución. Sumas de variables independientes: teorema central del límite. Recorridos aleatorios. Introducción a los procesos estocásticos en tiempo continuo. Simulación de procesos.

### Tema 5. Procesos de Markov (4T+4P)

Condición de Markov. Cadenas homogéneas de Markov. Ecuación de Chapman-Kolmogorov. Matriz de probabilidades de transición. Clasificación de estados de una cadena de Markov. Distribuciones estacionarias. Comportamiento límite. Procesos de Markov en tiempo continuo. Comportamiento límite.

### Tema 6. Sistemas de colas (3T+2P)

Elementos de un sistema de colas. Procesos de nacimiento y muerte. El sistema M/M/1. Distribuciones de los tiempos de espera. Condiciones de equilibrio. Sistema M/M/m. Simulaciones de sistemas M/M/m.

### Tema 7. Procesos estacionarios (2T+2P)

Estacionariedad. Funciones de autocovarianza y autocorrelación. Procesos especiales: puramente aleatorios, autorregresivos (AR), medias móviles (MA), ARMA y armónicos. Concepto de ergodicidad. Simulación de procesos estacionarios.

### Tema 8. Análisis espectral (3T+3P)

Superposición de procesos armónicos: concepto de espectro. Espectros discretos y continuos. Función de densidad espectral. Relación entre la función de densidad espectral y la función de autocovarianza. Teorema de representación espectral. Espectros especiales. Problemas de filtraje.

### Tema 9. Estimación de procesos estacionarios (2T+2P)

Estimación de las funciones de autocovarianza y autocorrelación. Estimación de espectral: el periodograma. Estimación de la función de densidad espectral: suavizamientos del periodograma. Ideas sobre la consistencia de la estimación.

T = Teoría ; P = Problemas

## Requisitos Previos

Se valorará que los alumnos tengan adquirido técnicas de resolución de problemas.

A los alumnos se les recomienda haber adquirido en las asignaturas del área de Matemáticas los siguientes conocimientos mínimos:

Sucesiones y series numéricas. Límites y continuidad. Diferenciación e Integración de funciones reales de variable real. Cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas.

Análisis de Fourier.

Sistemas de ecuaciones Lineales y Análisis vectorial. Autovalores y Autovectores.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 146 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Además se valorará que tengan conocimientos de programación y pueda desarrollar e implementar programas y manejar estructura de datos.

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales.

- 1.1. Saber los fundamentos de la teoría de la probabilidad.
- 1.2. Comprender el concepto de variable aleatoria.
- 1.3. Extender el concepto de variable aleatoria a vector aleatorio.
- 1.4. Relacionar los conceptos vistos en los apartados anteriores con los fundamentos de los procesos estacionarios.
- 1.5. Reflexionar sobre las cadenas de Markov y su aplicación en el campo de las telecomunicaciones.
- 1.6. Distinguir y modelar distintos sistemas de colas
- 1.7. Analizar distintas situaciones en el campo de las telecomunicaciones que pueden ser modeladas con los procesos estacionarios.
- 1.8. Comprender los fundamentos del Análisis Espectral y relacionarlos con problemas en el campo de las telecomunicaciones.
- 1.9. Analizar y reflexionar sobre el problema de la estimación concretamente en el tema de los procesos estacionarios.

### 2. Objetivos Procedimentales

- 2.1. Simular y manipular distintos modelos de variables aleatorias y vectores aleatorios
- 2.2. Construir modelos estocásticos para determinados para resolver determinados problemas prácticos
- 2.3. Aplicar los conocimientos del Análisis Espectral a la resolución de problemas relacionados con señales
- 2.4. Practicar diversos problemas de estimación.

### 3. Objetivos Actitudinales

- 3.1. Mostrar actitud crítica y responsable.
- 3.2. Valorar el aprendizaje autónomo.
- 3.3. Mostrar interés en la ampliación de conocimientos y búsqueda de información.
- 3.4. Valorar la importancia del trabajo colaborativo (en equipo).
- 3.5. Asumir la necesidad y utilidad de los Métodos Estadísticos como herramienta en su futuro ejercicio profesional.

## Metodología

### 1. Clases Teóricas

#### a. Actividad del profesor :

Clases expositivas combinadas con la resolución de problemas. Estas clases se realizarán alternando el uso de la pizarra con el cañón de proyección.

#### b. Actividad del alumno

##### b1. Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas

b2. Actividad no presencial Los alumnos podrán disponer de una guía didáctica con los contenidos teóricos de la asignatura en la cual se incluyen problemas resueltos y propuestos. Completar los apuntes. Estudiar la materia y realizar problemas propuestos.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 147 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## 2. Clases de Problemas.

### a. Actividad del profesor

Los alumnos dispondrán con antelación de los enunciados de los problemas que la profesora hará en las clases prácticas. Estos problemas los resolverá la profesora utilizando la pizarra y el cañón de proyección. Para su seguimiento se requiere una calculadora y las tablas estadísticas de las principales distribuciones de probabilidad (se les facilitarán a los alumnos).

### b. Actividad del alumno.

b1. Actividad presencial: Tomar apuntes y participar en la realización de los problemas planteados.

b2. Actividad no presencial: Realización de problemas propuestos para entregarle a la profesora. Realizar cuestionarios on-line.

## 3. Clases prácticas con el programa R

### a. Actividad del profesor

Estas clases prácticas se realizarán en el aula. Se les presentará el programa R que es software libre. Se propondrán ejercicios de programación en R relacionados con los contenidos teóricos. Las soluciones (con la correspondiente ejecución) se mostrarán mediante el cañón de proyección.

### b. Actividad del alumno

b1. Actividad presencial: Tomar apuntes y participar en la realización de los ejercicios planteados.

b2. Actividad no presencial: Realización de ejercicios propuestos por la profesora. Este ejercicio lo tendrá que entregar en horas de tutorías. El alumno tendrá que probar la eficiencia del algoritmo que ha implementado.

## 4. Trabajos en Grupo

### Trabajo presencial.

El alumno debe realizar trabajos académicamente dirigidos con otros compañeros, trabajo en equipo, y confeccionar una memoria del mismo. En este trabajo la profesora le planteará que construya un programa para la simulación de uno de los modelos vistos en teoría. El programa debe ser defendido por los alumnos que forman el grupo delante de la profesora.

### Trabajo no presencial

Construir el programa y confeccionar la memoria del mismo.

## 5. Tutorías.

Se tratará de resolver las dudas planteadas por los alumnos sobre las clases teórico/prácticas, sobre las relaciones de problemas que los alumnos deban realizar o el trabajo tutelado que este realizando.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 148 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia

Examen parcial de los temas 1,2 y 3 con un 30%

Actividades que no liberan materia

Entregar resueltos los problemas propuestos por la profesora hasta un 1 punto

Realización de un trabajo tutelado por la profesora hasta 1 punto.

Otras consideraciones

En el examen teórico-práctico alguna de las cuestiones podrá estar relacionada con el paquete estadístico R.

La asignatura se entiende superada cuando se obtenga una calificación igual o superior a cinco puntos.

Los alumnos que no entreguen los problemas deberán desarrollar una pregunta adicional en el examen de convocatoria.

## Descripción de las Prácticas

Del total de las 30 horas de prácticas, 24 horas se dedican a problemas en el aula, 6 a prácticas con el paquete estadístico R, también en el aula y finalmente.

En las clases de problemas se resolverán ejercicios relacionados con el programa teórico de acuerdo con la distribución dada en el temario.

El desarrollo del paquete estadístico R se reparten en los siguientes prácticas:

Práctica 1. Introducción al paquete estadístico R.

El entorno R. Objetos y funciones. Resumen de datos. Introducción a la programación R. Acceso a librerías.

(Impartición: Aula; duración: 1 horas)

Práctica 2. Simulación de variables aleatorias con R. Procedimientos de simulación. Simulación de variables aleatorias a partir de la distribución uniforme. Simulación de vectores aleatorios.

(Impartición: aula; duración: 2 hora)

Práctica 3. Simulación de procesos de colas con R.

Simulación de procesos de nacimiento y muerte. Simulación del modelo M/M/1.

(Impartición: aula; duración: 1 hora)

Práctica 4. Procesos estacionarios (R)

Simulación de procesos estacionarios (ruido blanco, AR(1), MA(1) y procesos armónicos). Librerías R para el cálculo del periodograma de una serie estacionaria. Librerías R para el suavizamiento del periodograma. Representación simultánea de la densidad espectral y sucesivas estimaciones de la misma según tamaño de la serie: aproximación al concepto de consistencia.

(Impartición: aula; duración: 2 horas)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 149 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Bibliografía

### [1 Básico] Métodos estadísticos: Ingeniería de telecomunicaciones /

*P. Saavedra Santana, C.N. Hernández Flores, J. Artiles Romero.*  
[s. n.], [s. l.] : (1999)  
8469912801

### [2 Básico] Time series: a biostatistical introduction /

*Peter J. Diggle.*  
Clarendon Press,, Oxford : (1990) - ([1st ed., 2nd repr.].)  
0-19-852226-6

### [3 Básico] Procesos estocásticos /

*Ricardo Vélez Ibarrola.*  
UNED,, Madrid : (1996) - (2a ed.)  
8436223330

### [4 Básico] Stochastic processes.

*Ross, Sheldon M.*  
John Wiley & Sons,, New York : (1996) - (2nd. ed.)  
0471120626

### [5 Básico] Introduction to probability models.

*Ross, Sheldon M.*  
Academic Press,, Boston : (1993) - (5th ed.)  
0125984553

### [6 Recomendado] Stochastic models in queueing theory /

*J. Medhi.*  
Academic Press,, Boston : (1991)  
0-12-487550-5

### [7 Recomendado] Applied statistical time series analysis /

*Robert H. Shumway.*  
Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1988)  
0130403873

### [8 Recomendado] An introduction to probability theory and mathematical statistics.

*Rohatgi, V. K.*  
John Wiley & Sons,, New York : (1976)  
0471731358

### [9 Recomendado] A course in simulation /

*Sheldon M. Ross.*  
, MacMillan, (1990)  
0024038911

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 0     | 2     |    |     |     |     | 3.5                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 150 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| Tema 1     | 4     | 3  |     | 4   | 3   | 1.1, 3.1, 3.2                     |
| Tema 2     | 5     | 3  |     | 1   | 4   | 1.2, 2.1, 3.1, 3.2                |
| Tema 3     | 3     | 4  | 1   | 3.5 | 4.5 | 1.3, 2.1, 3.1, 3.2                |
| Tema 4     | 2     | 2  |     | 2   | 3   | 1.4, 2.1, 3.1, 3.2                |
| Tema 5     | 4     | 4  |     | 2   | 7   | 1.5, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5      |
| Tema 6     | 4     | 1  | 1   | 3   | 5   | 1.6, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5      |
| Tema 7     | 2     | 2  |     | 2   | 2   | 1.7, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5      |
| Tema 8     | 2     | 2  | 1   | 2   | 3   | 1.8, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5      |
| Tema 9     | 2     | 2  | 1   | 4   | 5   | 1.9, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 |

### Equipo Docente

|                                          |                                                             |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>CARMEN NIEVES HERNÁNDEZ FLORES</b>    | (COORDINADOR)                                               |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD |                                                             |
| <b>Departamento:</b> MATEMÁTICAS         |                                                             |
| <b>Teléfono:</b> 928458812               | <b>Correo Electrónico:</b> carmennieves.hdezflores@ulpgc.es |

### Resumen en Inglés

This course is intended as an introduction to elementary probability theory and stochastic processes. The specific lessons relate later

1. Introduction to Probability Theory
2. Random Variables.
3. Random Vector.
4. Introduction to Stochastic Processes.
5. Markov Chains
6. Queueing Theory
7. Stationary Processes
8. Spectral Analysis

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 151 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14080 - AMPLIACIÓN DE MATEMÁTICAS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14080-AMPLIACIÓN DE MATEMÁTICAS - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS

**ÁREA:** Matemática Aplicada

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso

**IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre

**TIPO:** Obligatoria

**CRÉDITOS:** 7,5

**TEÓRICOS:** 4,5

**PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 37
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 7
- Horas de evaluación: 3
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 0
- actividad independiente (HAI): 75

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Ampliación de análisis vectorial. Teoría de campos. Ampliación de Ecuaciones en derivadas parciales. Las ecuaciones de la física-matemática. Métodos de resolución: separación de variables, aplicación de las transformadas integrales y métodos de cálculo simbólico. Prácticas con ordenador. Ampliación de funciones de variable compleja. Ampliación de análisis de Fourier. Análisis de Laplace y Z.

### Temario

0. CONCEPTOS BÁSICOS DE CÁLCULO Y EDO. (T = 3'5 h + P = 2'0 h)

- 0.1. Funciones, límites y continuidad.
- 0.2. Superficies y normales. T. Función Implícita. Curvas y tangentes.
- 0.3. Problema de valor inicial en E.D.O.
- 0.4. Curvas y superficies integrales.

1. ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES. INTRODUCCIÓN. (T = 3'5 h + P = 1'5 h)

- 1.1. EDP de primer orden. El teorema de Cauchy.
- 1.2. Ecuaciones de orden superior.
- 1.3. Linealidad y superposición.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 152 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- 1.4. EDP de la física-matemática.
2. LA ECUACIÓN DEL CALOR. (T = 4'0 h + P = 2'5 h)
- 2.1. Ecuación de transmisión de calor. Existencia, unicidad y estabilidad de la solución.
- 2.2. Método de separación de variables. Convergencia de la serie de Fourier.
3. LA ECUACIÓN DE ONDAS. (T = 4'0 h + P = 2'5 h)
- 3.1. Ecuación de ondas. Existencia, unicidad y estabilidad de la solución.
- 3.2. Método de separación de variables. Convergencia de la serie de Fourier.
4. LA ECUACIÓN DE LAPLACE. (T = 4'0 h + P = 2'5 h)
- 4.1. Ecuación de Laplace. Funciones armónicas y principio del máximo.
- 4.2. Existencia, unicidad y estabilidad de la solución.
- 4.3. Método de separación de variables.
5. FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA. INTRODUCCIÓN. (T = 3'0 h + P = 2'5 h)
- 5.1. Límites y continuidad.
- 5.2. Diferenciabilidad compleja. Condiciones de Cauchy-Riemann.
6. FUNCIONES HOLOMORFAS Y ANALÍTICAS. (T = 4'0 h + P = 3'5 h)
- 6.1. Series de Taylor. Derivabilidad de las funciones analíticas.
- 6.2. Teoremas de identidad.
7. INTEGRACIÓN COMPLEJA. (T = 4'0 h + P = 3'0 h)
- 7.1. Integrales de línea. Teorema integral de Cauchy.
- 7.2. Índice respecto de una curva. Fórmula integral de Cauchy.
- 7.3. Singularidades. Desarrollos de Laurent.
8. INTEGRACIÓN EN CONTORNOS. (T = 4'0 h + P = 3'5 h)
- 8.1. Teorema de los residuos.
- 8.2. Evaluación de integrales reales definidas.
- 8.3. Evaluación de integrales reales impropias.
9. TRANSFORMADA DE FOURIER. (T = 4'0 h + P = 2'5 h)
- 9.1. Definición de transformada de Fourier. Propiedades.
- 9.2. Transformada inversa de Fourier. Teorema de inversión.
- 9.3. Transformada de funciones especiales.
- 9.4. Aplicación a sistemas lineales.
10. TRANSFORMADA DE LAPLACE. (T = 3'5 h + P = 2'0 h)
- 10.1. Definición de transformada de Laplace. Propiedades.
- 10.2. Aplicación a la resolución EDO.
- 10.3. Sistemas LTI y transformada de Laplace.
11. TRANSFORMADA Z. (T = 3'5 h + P = 2'0 h)
- 11.1. Definición de transformada de Z. Propiedades.
- 11.2. Transformada Z inversa.
- 11.3. Ecuaciones en diferencias.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 153 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Requisitos Previos

Se recomienda, para un buen aprovechamiento de la asignatura los siguientes conocimientos:

Números reales y complejos.

Espacios métricos y topológicos.

Series numéricas y funcionales. Series geométricas. Convergencia puntual y convergencia uniforme de sucesiones y series. Cálculo de la región de convergencia de una serie de potencias.

Cálculo diferencial en una y varias variables. Desarrollo de Taylor en varias variables y desarrollos de Fourier.

Integración de curvas y superficies. Integración de campos vectoriales.

Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias elementales.

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

1.1. Conocer las diferentes formas de presentarse una superficie, su plano tangente y su recta normal.

1.2. Comprender el problema de valor inicial para ecuaciones diferenciales ordinarias.

1.3. Comprender las curvas y superficies integrales de campos vectoriales. Primera integral de un campo vectorial.

1.4. Conocer las principales ecuaciones en derivadas parciales (EDP) de la Física-Matemática y sus aplicaciones.

1.5. Conocer la Ecuación del Calor, sus diferentes formulaciones y condiciones de contorno e iniciales.

1.6. Conocer la Ecuación de Ondas unidimensional, sus diferentes formulaciones y condiciones de contorno e iniciales.

1.7. Conocer la Ecuación de Laplace y su significado geométrico. Comprender el principio del máximo, la solución única del problema de Dirichlet y la dependencia continua de los datos.

1.8. Conocer el desarrollo de Taylor de una función compleja, el concepto de función analítica y holomorfa, y las condiciones de Cauchy-Riemann.

1.9. Conocer el concepto de función entera y los teoremas de identidad, y sus consecuencias.

1.10. Aprender el Teorema de Cauchy, la fórmula integral de Cauchy y fórmula de Cauchy para las derivadas, y sus consecuencias.

1.11. Comprender el concepto de integral de una función compleja sobre un camino, y el Teorema del índice un punto respecto de una curva.

1.12. Conocer las distintas clases de singularidades aisladas.

1.13. Conocer las series de Laurent y sus propiedades.

1.14. Conocer el Residuo de una función en una singularidad, y el teorema de los residuos y sus aplicaciones.

1.15. Conocer algunas aplicaciones de la integración en el campo complejo.

1.16. Conocer la Transformada de Fourier de señales continuas y sus principales propiedades.

1.17. Conocer la Transformada de Laplace de señales continuas y sus principales propiedades.

1.18. Conocer la Transformada Z de señales discretas y sus principales propiedades.

### 2. Objetivos Procedimentales:

2.1. Hallar correctamente las curvas y superficies integrales de campos vectoriales, y la primera integral de un campo vectorial.

2.2. Aprender a resolver las EDP lineales y casi-lineales.

2.3. Aplicar la resolución analítica de la Ecuación del Calor por el método de Fourier.

2.4. Aplicar la resolución analítica de la Ecuación de Ondas por el método de Fourier.

2.5. Aplicar la resolución analítica de la Ecuación de Laplace por el método de Fourier.

2.6. Aplicar el desarrollo de Taylor de una función compleja, el concepto de función analítica y

|                                                     |               |                            |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
| Página 154 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

holomorfa, y las condiciones de Cauchy-Riemann.

2.7. Aplicar los teoremas de identidad.

2.8. Aplicar el Teorema de Cauchy, la fórmula integral de Cauchy y fórmula de Cauchy para las derivadas.

2.9. Calcular la integral de una función compleja sobre un camino.

2.10. Distinguir las distintas clases de singularidades aisladas.

2.11. Calcular las series de Laurent de una función holomorfa alrededor de una singularidad y hallar el campo de convergencia de una serie de Laurent.

2.12. Calcular el Residuo de una función en una singularidad, y aplicar el teorema de los residuos.

2.13. Aplicar la integración en el campo complejo, para encontrar integrales reales.

2.14. Aplicar la Transformada de Fourier de señales continuas y sus principales propiedades.

2.15. Aplicar la Transformada de Laplace de señales continuas y sus principales propiedades.

2.16. Aplicar la Transformada Z de señales discretas y sus principales propiedades.

3. Objetivos Actitudinales:

3.1. Desarrollar el espíritu crítico.

3.2. Participar en clase, tomando decisiones sobre distintas posibles alternativas para resolver un problema.

3.3. Consultar y comentar en horas de tutoría las colecciones de problemas propuestos para su resolución.

## Metodología

1. Teoría:

1.1. Actividad del profesor: Exposición de forma clara de los conceptos teóricos, fijando los aspectos fundamentales de cada tema y las hipótesis adecuadas. Ilustración los conceptos con ejemplos. Se utilizará la pizarra y el proyector.

1.2. Actividad presencial del alumno: Tomar notas y participar activamente en clase consultando las dudas y manteniendo una actitud crítica ante los diferentes conceptos.

1.3. Actividad no presencial del alumno: Preparar y repasar los apuntes. Hacer resúmenes de los resultados y ejemplos más importantes. Estudiar los nuevos conceptos y realizar ejercicios.

2. Problemas:

2.1. Actividad del profesor: Exposición en clase de problemas y ejercicios relacionados con la teoría expuesta previamente. Resaltar las distintas alternativas en la solución de los problemas. Preparar colecciones de problemas propuestos. Resolver dudas.

2.2. Actividad presencial del alumno: Tomar notas y participar activamente en clase consultando las dudas y manteniendo una actitud crítica ante los diferentes métodos de resolución de problemas.

2.3. Actividad no presencial del alumno: Repasar los problemas vistos en clase. Realizar problemas propuestos por el profesor y entregarlos para su corrección en el plazo previsto.

3. Tutorías:

3.1. Actividad del profesor: Atender a los alumnos resolviendo las dudas. Corregir las tareas entregadas por los alumnos. Las notas de las tareas encargadas, hojas de problemas y colección de exámenes resueltos se actualizarán en la página web de la asignatura, que se encuentra en

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 155 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

la página personal del profesor coordinador: <http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/>, en el apartado Docencia, Ampliación de Matemáticas.

3.2. Actividad del alumno: Plantear dudas sobre los aspectos teóricos o prácticos vistos en clase.

### Criterios de Evaluación

Actividades que no liberan materia pero puntúan sobre la nota final:

- Trabajo carácter voluntario sobre un tema complementario al temario hasta 1 punto (si el examen obtiene una calificación igual o superior a 5 puntos).

Consideraciones generales:

La evaluación se basa en:

1. Examen con preguntas tanto teóricas como prácticas (problemas), en las fechas establecidas por la Escuela de 3 horas de duración.

En la calificación de las preguntas de examen, se tendrá en cuenta la gravedad del error cometido por el alumno. Como regla general, un error grave supondrá, como mínimo, la pérdida de la mitad de la calificación asignada a la pregunta, pudiendo llegar a la anulación de la pregunta.

2. Realización de un trabajo práctico de carácter voluntario. Se valorará hasta un punto la realización de un trabajo práctico sobre los temas de la asignatura y mediante el uso de un paquete de cálculo simbólico. Este trabajo de carácter voluntario ha de realizarse con la supervisión del profesor.

3. En resumen, si E es la calificación del examen, y T la puntuación del trabajo voluntario entonces la calificación final C se calcula mediante la fórmula:

Si  $E \geq 5$  entonces:

$$C = \min(10, E+T)$$

En caso contrario:  $C=E$

### Descripción de las Prácticas

En esta asignatura se entienden por prácticas la resolución de los problemas, y la aplicación de la teoría a la resolución de ellos. Estas prácticas se realizarán en el Aula.

También se resolverán problemas y ejercicios propuestos a los alumnos en hojas de problemas y que han aparecido en exámenes de cursos anteriores.

Dentro de las practicas se contemplan también la exposición por parte de los alumnos que lo deseen del trabajo opcional que han de elegir, libremente, al comienzo del curso y que realizarán con la ayuda del profesor.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Variable compleja con aplicaciones.

Derrick, William R.

Grupo Editorial Iberoamérica,, México : (1987)

9687270357

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 156 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



**[2 Básico] Señales y sistemas.**

Oppenheim, Alan V. (  
 Prentice-Hall Hispanoamericana,, México :  
 9688803812

**[3 Básico] Partial differential equations for scientists and engineers /**

Stanley J. Farlow.  
 Dover Publications,, New York : (1993)  
 048667620X

**[4 Recomendado] Introduction to partial differential equations with applications**

E. C. Zachmanoglou, Dale W. Thoe  
 Dover Publications, New York (1986)  
 0-486-65251-3

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                    |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                             |
| Semana 1: Tema 0.          | 2     | 2  |     |     | 3   | 1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 3.3                                     |
| Semana 1: Tema 1.          | 3     | 2  |     |     | 4   | 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3                                |
| Semana 3: Tema 2.          | 3     | 2  |     |     | 4   | 1.4, 1.5, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3                                |
| Semana 4: Tema 2 y tema 3. | 2     | 1  | 1   |     | 5   | 1.5, 1.6, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3                           |
| Semana 5: Tema 3 y tema 4. | 3     | 2  |     |     | 4   | 1.6, 1.7, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3                           |
| Semana 6: Tema 4 y tema 5. | 3     | 2  |     |     | 5   | 1.7, 1.8, 2.5, 2.6, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3                      |
| Semana 7: Tema 5.          | 2     | 1  | 1   |     | 3   | 1.8, 2.6, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3                                |
| Semana 8: Tema 6.          | 3     | 2  |     |     | 3   | 1.8, 1.9, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3                                |
| Semana 9: Tema 7.          | 2     | 2  | 1   |     | 5   | 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 3.1, 3.2, 3.3 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 157 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                    | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos              |
|-------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------|
|                               | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                       |
| Semana 10: Tema 8.            | 3     | 2  |     |     | 5   | 1.14, 1.15, 2.12, 2.13, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Semana 11: Tema 8 y tema 9.   | 3     | 2  |     |     | 5   | 1.15, 1.16, 2.13, 2.14, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Semana 12: Tema 9.            | 3     | 2  |     |     | 5   | 1.16, 2.14, 3.1, 3.2, 3.3             |
| Semana 13: Tema 9 y tema 10.  | 2     | 2  | 1   |     | 4   | 1.16, 1.17, 2.14, 2.15, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Semana 14: Tema 10 y tema 11. | 3     | 2  |     |     | 5   | 1.17, 1.18, 2.15, 2.16, 3.1, 3.2, 3.3 |
| Semana 15: Tema 11 y repaso.  |       | 2  | 3   |     | 5   | 1.18, 2.16, 3.1, 3.2, 3.3             |
| Exámenes                      |       |    |     |     | 10  | todos                                 |

### Equipo Docente

|                                                                                                      |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>ÁNGEL PLAZA DE LA HOZ</b>                                                                         | (COORDINADOR)                                   |
| <b>Categoría:</b> CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD                                                         |                                                 |
| <b>Departamento:</b> MATEMÁTICAS                                                                     |                                                 |
| <b>Teléfono:</b> 928458827                                                                           | <b>Correo Electrónico:</b> angel.plaza@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/">http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza/</a> |                                                 |

### Resumen en Inglés

Mathematics – Fall Semester (October-February)

Instructor: Ángel Plaza

Phone: (928) 45-8827

E-mail: [aplaza@dma.ulpgc.es](mailto:aplaza@dma.ulpgc.es)

URL: <http://www.dma.ulpgc.es/~aplaza>

Course Objectives:

Partial Differential Equations, Complex analysis, and Integral Transformations.

Textbooks:

Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, by Stanley J. Farlow, Dover.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 158 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

Complex Analysis and Applications, by William R. Derrick, Wadsworth.

Signals and Systems, by Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, Prentice-Hall.

Topics:

Partial Differential Equations: introduction, elliptic-type problems (Laplace equation), harmonic functions, properties; parabolic-type problems (the heat equation), properties of the solution; hyperbolic-type equations (the wave equation). Fourier method.

Analytic functions functions. Taylor series. Identity theorems. Integration. Cauchy's theorem. Calculus of Residues. Resolution of real integrals.

The Fourier transform: definition and basic properties, the Laplace transform: definition and basic properties; the Z transform: definition and basic properties.

Grade Determination:

Voluntary job (if the exam is passed): at most 1 point

Final exam (2.5 hours): at most 10 points

Let  $J$  be the qualification of the voluntary job ( $0 \leq J \leq 1$ ), and  $F$  the qualification of the Final exam ( $0 \leq F \leq 10$ ), then the Grade  $G$  is determined as follows:

If  $F \geq 5$ , then

$$G = \min(10, F + J)$$

Else

$$G = F$$

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 159 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14081 - SÍNTESIS DE REDES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14081-SÍNTESIS DE REDES - P3

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Segundo curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria

**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4,8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 0
- actividad independiente (HAI): 60

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Introducción a la teoría de filtros pasivos. Síntesis de filtros L.C: con parámetros Z ó Y y tablas de atenuaciones. Teoría de la aproximación: Filtros Butterworth, Chebyshev, Cauer. Filtros activos. Sensibilidades. Filtros digitales.

### Temario

- 1.- Presentación e Introducción. (2hT+0hP)
  - 1.1 Conceptos básicos.
  - 1.2 Filtros.
- 2.- Redes analógicas de parámetros concentrados. (2'5hT+1'5hP)
  - 2.1 Función de red.
  - 2.2 Respuesta en frecuencia.
  - 2.3 Condiciones de realizabilidad.
  - 2.4 Normalización.
- 3.- Teoría de la aproximación paso bajo. (5hT+3hP)
  - 3.1 Función característica.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 160 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- 3.2 Aproximación de Butterworth.
- 3.3 Aproximaciones de Chebychev.
- 3.4 Aproximación de Cauer.
- 3.5 Aproximación de Bessel.
- 3.6 Análisis comparativo.
- 4.- Transformación de frecuencias. (2'5hT+1'5hP)
  - 4.1 Transformación Paso Bajo-Paso Alto.
  - 4.2 Transformación Paso Bajo-Paso Banda.
  - 4.3 Transformación Paso Bajo-Banda Eliminada.
- 5.- Síntesis de dipolos LC. (2'5hT+1'5hP)
  - 5.1 Inmitancia de dipolos pasivos.
  - 5.2 Inmitancia de dipolos LC.
  - 5.3 Formas canónicas.
  - 5.4 Formas no canónicas.
- 6.- Síntesis de cuádrupolos LC. (5'5hT+1'5hP)
  - 6.1 Cuádrupolos LC.
  - 6.2 Filtros LC de doble terminación.
  - 6.3 Síntesis de redes en escalera.
- 7.- Filtros activos. (5hT+3hP)
  - 7.1 Dispositivos activos.
  - 7.2 Células Básicas.
  - 7.3 Sensibilidad.
  - 7.4 Técnicas de diseño.
- 8.- Filtros digitales. (5hT+3hP)
  - 8.1 Sistemas discretos.
  - 8.2 Técnicas de diseño de filtros IIR.
  - 8.3 Técnicas de diseño de filtros FIR.
  - 8.4 Comparación entre filtro IIR y FIR.

## Requisitos Previos

En general, Teoría de la señal continua y discreta y análisis de redes. En especial, Transformada de Fourier, Fourier tiempo discreto, Laplace y Zeta; y cuádrupolos.

## Objetivos

1 Objetivos conceptuales.

- 1.1 Conocer el problema de la síntesis de redes (filtros).
- 1.2 Conocer los fundamentos de las funciones que caracterizan a los filtros analógicos.
- 1.3 Conocer los fundamentos de la transformación de frecuencias en los filtros analógicos.
- 1.4 Conocer los fundamentos de los filtros pasivos, dipolos y cuádrupolos LC.
- 1.5 Conocer los fundamentos de los filtros activos RC.
- 1.6 Conocer los fundamentos de las funciones que caracterizan a los filtros digitales.
- 1.7 Conocer los fundamentos de la transformación de frecuencias en los filtros digitales.
- 1.8 Conocer los equipos y el material de trabajo de los laboratorios analógicos y digitales.

2 Objetivos procedimentales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 161 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 2.1 Obtener información de las funciones que caracterizan a los filtros.
- 2.2 Saber definir las especificaciones de un filtro.
- 2.3 Manejar las diferentes funciones de aproximación para diseñar filtros.
- 2.4 Manejar la transformación de frecuencias en el diseño de filtros.
- 2.5 Implementar filtros pasivos por diferentes métodos.
- 2.6 Implementar filtros activos por diferentes métodos.
- 2.7 Implementar filtros discretos por diferentes métodos.
- 2.8 Manejar aplicaciones informáticas.
- 2.9 Realizar simulaciones de diseño y medidas de filtros analógicos y digitales..
- 2.10 Realizar filtros reales, pasivos y activos.
- 2.11 Manejar instrumentación básica de laboratorio de medidas analógicas.
- 2.12 Realizar medidas prácticas sobre filtros pasivos y activos.

### 3 Objetivos actitudinales.

- 3.1 Decidir de forma crítica sobre la forma, el tipo y la realización de un filtro.
- 3.2 Trabajar conjuntamente con sus compañeros de grupo, respetándolos y valorando sus opiniones.
- 3.3 Comunicar de forma oral y escrita sus conocimientos, procedimientos, resultados e ideas.

## Metodología

### Actividades presenciales del profesor:

La asignatura se imparte en sesiones de 2 horas, 2 veces a la semana durante la primera mitad del cuatrimestre y 1 vez a la semana durante la segunda mitad, para la teoría y los ejercicios, de acuerdo con los créditos asignados inicialmente y distribuidos conjuntamente según el programa de la asignatura.

En ellas se revisa todo el temario teórico apoyado por los correspondientes ejercicios que ayuden a entender mejor la asignatura, utilizando pizarra y presentaciones multimedia. También se desarrollan trabajos en grupos de resolución de problemas para compartir y trasvasar conocimientos.

Para completar la comprensión de la materia se imparten sesiones prácticas de laboratorio de 2 horas, 1 vez a la semana durante la segunda mitad del cuatrimestre, según los créditos correspondientes, en las que se tocan los aspectos prácticos más relevantes, con experimentos reales y simulaciones.

### Actividades presenciales de los estudiantes:

En clases de teoría deberán atender, tomando apuntes si lo considerasen oportuno y participar de forma activa, planteando las cuestiones que más les interesen y resolviendo los ejercicios y problemas propuestos.

En clases de prácticas deberán realizar los experimentos y simulaciones propuestas y rellenar las correspondientes memorias de los trabajos realizados.

### Actividades no presenciales de los estudiantes

Deberán estudiar la materia de la asignatura, con los apuntes tomados en clase, la bibliografía propuesta y cualesquiera otras fuentes que consideren relevantes y resolver los problemas

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 162 / 518                                    | ID. Documento MYZlBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

propuestos.

### Criterios de Evaluación

- Actividades que liberan materia:

Realización de las prácticas en el laboratorio con un 20%

- Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final:

Realización de trabajos en grupo hasta 1,5 puntos

- Otras consideraciones:

Los conocimientos de teoría serán evaluados mediante un examen final. Sin embargo, durante el curso se realizarán una serie de trabajos en grupo que sumarán hasta 1,5 puntos. La nota de teoría será igual a la del examen final más la de los trabajos en grupo.

Los conocimientos de prácticas serán evaluados sobre las memorias entregadas correspondientes a cada una de las prácticas realizadas, de la siguiente manera:

1) Para los alumnos que realicen todas las prácticas, la nota de prácticas será igual a la media de las notas de las memorias.

2) Para los alumnos que no realicen todas las prácticas, no asistan a prácticas o quieran superar la nota de prácticas en la convocatoria extraordinaria o especial, se realizará un examen práctico en el laboratorio, que consistirá en la realización de las prácticas no realizadas, o que quiera superar, con sus respectivas memorias y la nota de prácticas será igual a la media de las notas de las memorias.

La teoría y las prácticas se tendrán que aprobar independientemente, en cuyo caso la nota final será igual al 80% de la nota de teoría más el 20% de la nota de prácticas. En caso contrario la nota final será el mínimo entre la nota calculada anteriormente y 4.

### Descripción de las Prácticas

Del total de las 30 horas de prácticas, 15 horas se dedican a prácticas en aula y 15 horas a las siguientes prácticas en laboratorio.

Las prácticas pretenden ayudar a comprender la teoría dada en clase, así como acercarse a la problemática de la síntesis real. Para ello se proponen una introducción de 1 hora y 4 prácticas y se dividirán en dos partes.

Una parte se desarrollará en el laboratorio L312 del pabellón B y consistirá en la realización de filtros analógicos pasivos y activos, en la medición de sus parámetros principales y el estudio de los problemas más comunes. Se realizarán sobre una placa de prueba, utilizando la instrumentación propia de un laboratorio de medidas analógicas y durarán 8 horas.

La otra parte se desarrollará en el laboratorio L118 del pabellón B y consistirá en la utilización de programas que obtengan y representen las curvas que caracterizan a los filtros, tanto analógicos como digitales, a partir de sus especificaciones, para comprobar su comportamiento teórico y compararlo con el práctico. Se realizarán sobre ordenador, utilizando el entorno de programación de Matlab y durarán 6 horas.

Prácticas

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 163 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

#### Introducción. (1h)

- Medidas
- Aparatos
- Componentes

#### Práctica 1: Simulación de Filtros Analógicos. (2h)

- Síntesis de Butterworth y Chebychev
- Transformación de frecuencias
- Implementación pasiva
- Implementación activa

#### Práctica 2: Filtros Pasivos. (4h)

- Cálculos
- Implementación
- Análisis

#### Práctica 3: Filtros Activos. (4h)

- Cálculos
- Implementación
- Análisis

#### Práctica 4: Filtros Discretos IIR y FIR. (4h)

- Síntesis desde filtros analógicos
- Síntesis por enventanamiento

## Bibliografía

### [1 Básico] Tratamiento de señales en tiempo discreto /

Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer con John R. Buck.  
Prentice-Hall, Madrid [etc.] : (2000) - (2ª ed.)  
9788420529875 [reimp. 2008]

### [2 Básico] Métodos de síntesis de redes lineales /

Wsewolod Warzanskyj Poliscuk.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid : (1983) - (4ª ed.)  
8474020599

### [3 Recomendado] Electrical networks and filters: theory and design /

G. H. Tomlinson.  
Prentice-Hall, New York : (1991)  
0132482533

### [4 Recomendado] Passive and active filters: theory and implementations /

Wai-Kai Chen.  
John Wiley & Sons, New York : (1986)  
047182352X

### [5 Recomendado] Electronic filter design handbook.

Williams, Arthur B.  
McGraw-Hill, New York : (2006) - (4th ed.)  
0071471715

## Organización Docente de la Asignatura

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 164 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

| Contenidos               | Horas |     |     |     |       | Competencias y Objetivos   |
|--------------------------|-------|-----|-----|-----|-------|----------------------------|
|                          | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI   |                            |
| Tema 1                   | 2     | 0   | 0   | 0   | 2.5   | 1.1                        |
| Tema 2                   | 2.5   | 1.5 | 0   | 0   | 4.625 | 1.2, 2.1                   |
| Tema 3                   | 5     | 3   | 0   | 0   | 9.25  | 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1    |
| Tema 4                   | 2.5   | 1.5 | 0   | 0   | 4.625 | 1.3, 2.4                   |
| Tema 5                   | 2.5   | 1.5 | 0   | 0   | 4.625 | 1.4, 2.5, 3.1              |
| Tema 6                   | 5.5   | 1.5 | 0   | 0   | 8.375 | 1.4, 2.5, 3.1              |
| Tema 7                   | 5     | 3   | 0   | 0   | 9.25  | 1.5, 2.6, 3.1              |
| Tema 8                   | 5     | 3   | 0   | 0   | 9.25  | 1.6, 1.7, 2.7, 3.1         |
| Práctica de Introducción | 0     | 1   | 0   | 0   | 0.5   | 1.8                        |
| Práctica 1               | 0     | 2   | 0   | 0   | 1     | 2.8, 2.9, 3.2, 3.3         |
| Práctica 2               | 0     | 4   | 0   | 0   | 2     | 2.10, 2.11, 2.12, 3.2, 3.3 |
| Práctica 3               | 0     | 4   | 0   | 0   | 2     | 2.10, 2.11, 2.12, 3.2, 3.3 |
| Práctica 4               | 0     | 4   | 0   | 0   | 2     | 2.8, 2.9, 3.2, 3.3         |

## Equipo Docente

**EUGENIO JIMÉNEZ YGUACEL**

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457368 **Correo Electrónico:** eugenio.jimenez@ulpgc.es

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 165 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**Resumen en Inglés**

This subject reviews analog and discrete band selective frequency filter design. In analog domain, we study Butterworth, Chebychev and Cauer approximations and work with LC passive and RC active technologies. In discrete domain, we analyse infinite and finite impulse response, IIR and FIR respectively, filter design methods. We teach theory in classroom and apply it in laboratory with experimental and virtual practices.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 166 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14082 - REDES DE ORDENADORES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4,8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 28
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 2
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 30
- actividad independiente (HAI): 30

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Arquitectura y modelos de referencia: la capa física, la capa de enlace, la subcapa de acceso al medio, la capa de red, interfaces y protocolos.

### Temario

1. Introducción [6h]
  - Definición de conceptos básicos (red, conmutación, multiplexación, arquitectura, protocolos, servicios, etc.)
  - Análisis de los modelos de referencia tradicionales y actuales
  - Repaso breve sobre la comunicación a nivel físico
  - Introducción a las aplicaciones Internet: FTP, TELNET, HTTP, SMTP.
2. Recordatorio de conceptos básicos del nivel de enlace de datos [4h]
  - Detección y corrección de errores, y control de flujo
  - Introducción a los protocolos elementales: tipos y ejemplos actuales
3. Redes de área local [8h]
  - Elementos básicos del diseño de acceso al medio compartido
  - Protocolos de control de acceso al medio
  - Dispositivos y estándares actuales

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 167 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- Introducción a protocolos Internet: direcciones IP, subredes, encaminamiento interno, ARP.
4. Redes de área extensa [10h]
- Elementos básicos de las redes de área extensa [2h]
  - Estudio del encaminamiento y control de congestión a nivel de red [4h]
  - Un ejemplo de red de área extensa actual: Internet [1h]
  - Análisis de los conjuntos de protocolos Internet (IP) [3h]
5. El nivel de transporte [2h]
- Elementos básicos de los protocolos de nivel de transporte de datos
  - El control de flujo extremo a extremo
  - Introducción a los protocolos de transporte en Internet (TCP, UDP)

## Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya cursado las asignaturas de segundo curso completo de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación o estudios similares.

En concreto, se recomienda que el alumno posea los conocimientos básicos sobre transmisión de datos, fundamentos de los computadores y su programación.

Sería deseable que el alumno poseyera las ideas generales sobre procesos estocásticos y una noción básica sobre la introducción a la investigación de operaciones.

## Objetivos

Las redes de computadores modernas son sistemas de elevada complejidad que requieren de un estudio prolongado en el tiempo y la práctica de ciertos conceptos fundamentales que guiarían su entendimiento efectivo. Esta tarea no se puede conseguir en un curso de 30 horas de teoría y otras tantas de prácticas; por esta razón, esta asignatura se plantea como una introducción al estudio de este tipo de sistemas que se ampliará en otras asignaturas del mismo curso (segundo cuatrimestre) y cursos posteriores del plan de estudios de la titulación.

### 1. Objetivos Conceptuales:

1.1 Conocer los conceptos de arquitectura y modelos de referencia de redes de ordenadores reconociendo organismos de estandarización que desarrollan las normas de comunicación estándar.

1.2 Relacionar efizcamnete los conceptos: servicio, protocolo, interfaz y conmutación.

1.3 Analizar la solución de problemas importantes de: encaminamiento, control de flujo, control de congestión, conmutación, control de errores y direccionamiento en redes de ordenadores.

1.4 Reconocer, recordar y distinguir claramente el funcionamiento de protocolos de Internet clásica.

### 2. Objetivos Procedimentales:

2.1 Elaborar la solución a problemas sencillos de: encaminamiento, control de flujo, control de errores y direccionamiento en redes de ordenadores.

2.2 Manipular ordenadores para conectarlos físicamente entre ellos haciendo uso de dispositivos de interconexión.

2.3 Simular eficientemente algoritmos de control de acceso a un medio de comunicación compartido.

2.4 Demostrar el dominio práctico de planificación y configuración de una red de baja complejidad real o ficticia.

### 3. Objetivos Actitudinales:

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 168 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



- 3.1 Comunicar eficientemente de forma oral y escrita las memorias de las prácticas.
- 3.2 Comunicar de manera oral y escrita, con eficacia, soluciones a los problemas sencillos de redes de ordenadores expresándolos con efectividad de manera escrita y comunicándolos correctamente de manera oral.

## Metodología

La impartición de la asignatura está estructurada en los siguientes tipos de clases:

a) Teoría:

- Actividad del profesor: impartición de clases expositivas.
- Actividad del estudiante (presencial): tomar apuntes, participar en clase.
- Actividad del estudiante (no-presencial): preparar apuntes, estudiar la materia.

b) Problemas:

- Actividad del profesor: impartición de clases de solución de problemas ejemplos.
- Actividad del estudiante (presencial): participar en clase, resolver problemas sencillos propuestos previamente.
- Actividad del estudiante (no-presencial): resolver problemas planteados en clase y consultar bibliografía de problemas.

c) Prácticas de Laboratorio:

- Actividad del profesor: explicación de las prácticas, resolución de dudas.
- Actividad del estudiante (presencial): realizar las prácticas de laboratorio.
- Actividad del estudiante (no-presencial): elaborar la memoria de la práctica.

La documentación de la asignatura se facilita a través de la herramienta Campus Virtual de la ULPGC, así como otra información adicional como son foros de discusión.

## Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura se hará en base a los siguientes métodos:

Actividades que liberan materia:

- Exámen final de teoría con un 70%.
- Realización de prácticas con un 30%

Actividades que no liberan materia:

- La práctica 1.

Consideraciones generales:

- Se superará el examen final teórico caso de obtener, al menos el 50% de su puntuación máxima.
- Cada práctica se evaluará de forma independiente debiendo, el alumno, superar al menos el 50% de la puntuación de cada práctica. La puntuación de las prácticas es: Práctica 1 (no puntúa), Práctica 2 (hasta 0,5 puntos), Práctica 3 (hasta 1 punto), Práctica 4 (la parte 1 hasta 0,5 puntos, la parte 2 hasta 1 punto)
- La práctica 1 sólo requiere la realización certificada por parte del profesor.
- Las prácticas 2, 3 y 4 se evaluarán en base a una entrevista personalizada y la documentación a entregar: breve explicación del problema tratado, las soluciones adoptadas y trazas de simulación convincentes. En caso de no superar positivamente la evaluación mediante entrevista y entrega de documentación deberá superar un examen final sobre las prácticas (cuestiones a resolver por escrito sobre aspectos fundamentales de las prácticas) que se realizarán en las convocatorias oficiales establecidas para los de teoría.
- Se supera positivamente la evaluación de la asignatura en el caso de superar la parte teórica y

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 169 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

práctica.

- En cualquier convocatoria, la nota global es la suma de las notas de teoría y práctica, y en caso de no superar la parte de teoría o la de práctica, la nota global sería el mínimo de 4,9 y la suma de la nota de teoría y prácticas (evaluación no superada).

### Descripción de las Prácticas

El alumno deberá realizar cuatro prácticas de complejidad desigual en el laboratorio de Redes de Área Extensa y RDSI del Departamento de Ingeniería Telemática (anexo Capilla).

En la primera de ellas el alumno tomará contacto con la complejidad de interconexión física de varios computadores para formar una red de área local sencilla. En la segunda y tercera se simulará el funcionamiento de conceptos básicos de nivel de enlace y el control de acceso al medio compartido. Finalmente en la última se deberá simular la planificación y configuración de una red de ordenadores de cierta complejidad.

La descripción breve de cada una de las prácticas es la siguiente:

#### PRÁCTICA 1: introducción a la interconexión de computadoras [4h]

Se pretende que el alumno interconecte varios computadores mediante la utilización de un 'HUB' y compruebe que es posible la comunicación entre los computadores utilizando un sistema operativo de propósito general.

#### PRÁCTICA 2: estudio de protocolos de aplicación [6h]

Se pretende que el alumno asiente definitivamente el funcionamiento de los protocolos de Internet TELNET, FTP, HTTP y SMTP. Para ello se observará a nivel de usuario la ejecución de estas órdenes en un sistema operativo de propósito general, una traza de la comunicación de mensajes elementales y la encapsulación de esos mensajes en paquetes de protocolos de la arquitectura Internet. Se deberá realizar un ejercicio de trazabilidad de estos mensajes en un escenario de lugares Internet reales y entregar documentación sobre los resultados obtenidos.

#### PRÁCTICA 3: simulación de un algoritmo de control de acceso al medio [8h]

Se pretende que el alumno comprenda el funcionamiento de un algoritmo particular de control de acceso al medio compartido. Para ello utilizará un simulador (realizado por Jaime Picó Ruedas, ULPGC) de protocolos CSMA/CD que permite la configuración gráfica a nivel de usuario de diversos escenarios para comprender el funcionamiento de este tipo de algoritmos. Al final se deberá realizar un ejercicio de planificación de un escenario concreto y obtener valores de los parámetros fundamentales.

#### PRÁCTICA 4: conceptos básicos del nivel de red y transporte [12h]

Se pretende que el alumno refuerce el entendimiento de los conceptos de subredes, protocolo ARP, máscaras, direccionamiento IP interno y externo, BGP, etc. Además se podrá observar la trazas de tráfico IP y TCP/UDP.

Esta práctica tiene dos partes:

PARTE 1. Se plantearán tres tipos de acciones a realizar: a) asignación de direcciones IP a los computadores de la red que se interconectó en la práctica 1 o a una red similar. b) Diseño de subredes y asignación de tablas de encaminamiento en encaminadores y hosts finales y funcionamiento de ARP. c) Análisis de los algoritmos de encaminamiento de redes IP observando los mensajes transmitidos. Para ello se usará el simulador [Kiva]. [8 h]

PARTE 2. Planificación y configuración de un escenario real usando [Kiva]: [4 h]

Se trata de que el alumno descubra la interconexión de equipos de comunicación en diferentes centros de la ULPGC, empresas, su propio edificio u otro escenario real. Después debe planificar y configurar dicha red usando el [Kiva] observando el rendimiento y coste final que supone la

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 170 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

solución propuesta.

## Bibliografía

### [1 Básico] Computer networks /

Andrew S. Tanenbaum.

Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (2003) - (4th. ed.)

0130384887

### [2 Básico] KivaNS [

AUROVA Grupo de Automática, Robótica y Visión Artificial.

(2008)

### [3 Básico] Internetworking with TCP/IP.

Comer, Douglas E.

Prentice-Hall Internacional,, London : (1991) - (2ª ed.)

0134653785V2\*

### [4 Básico] Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos.

Halsall, Fred

Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1998) - (4ª ed.)

0201653079

### [5 Básico] Simulador CSMA/CD /

Jaime Picó Ruedas ; tutores, Carlos Ley Bosch, Roberto Domínguez Rodríguez.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (1997)

### [6 Básico] Redes de computadores: un enfoque descendente basado en Internet /

James F. Kurose, Keith W. Ross.

Pearson,, Madrid [etc.] : (2003) - (2ª ed.)

84-7829-061-3

### [7 Recomendado] Redes de computadoras /

Andrew S. Tanenbaum.

Pearson,, México : (1997) - (3ª. ed.)

9688809586

### [8 Recomendado] TCP/IP networking: architecture, administration, and programming /

James Martin with Joe Leben.

PTR Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1994)

0136422322

### [9 Recomendado] Estudio de comunicación de computadores y dispositivos usando especificaciones IrDA /

Loreto Márquez Cabrera ; Álvaro Suárez Sarmiento, Elsa Mª Macías López, dir.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)

### [10 Recomendado] Estudio y simulación de la DCF del protocolo 802.11 para la WLANs /

María Carreño Morán; Elsa María Macías López, Alvaro Suárez Sarmiento, dir.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 171 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[11 Recomendado] Evolución de los sistemas de telefonía móvil /***Nuria Gracia Moreno; Álvaro Suárez Sarmiento, dir.**Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)***Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1; Práctica Laboratorio 1_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.1, 1.2, 2.2__          |
| Tema 1; Práctica Laboratorio 1_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.1, 1.4, 2.2, 3.1__     |
| Tema 2; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 2  | 0   | 4   | 2   | 1.3, 2.3__               |
| Tema 1; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.5, 2.1, 2.3, 3.2__     |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 2.3, 3.1__          |
| Tema 2; Práctica Laboratorio 3_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 1.4, 2.1, 3.2__     |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 3_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3__                    |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 3_____ | 1     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 1.5__               |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 3_____ | 2     | 2  | 0   | 4   | 2   | 1.3, 3.1__               |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 4_____ | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 2.1, 2.4, 3.2__     |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 172 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos  |
|-------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------|
|                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                           |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 4_____ | 1     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.3, 2.4__                |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 4_____ | 2     | 2  | 0   | 4   | 2   | 1.3, 2.1, 2.4, 3.2__      |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 4_____ | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.3, 2.4__                |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 4_____ | 2     | 2  | 0   | 4   | 2   | 1.3, 1.4, 2.1, 2.4, 3.2__ |
| Tema 1; Práctica Laboratorio 4_____ | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.4, 2.4, 3.1__           |

### Equipo Docente

#### ÁLVARO SUÁREZ SARMIENTO

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451239 **Correo Electrónico:** alvaro.suarez@ulpgc.es

**WEB Personal:** [http://guigui.teleco.ulpgc.es/personal/alvaro/pagina\\_alvaro](http://guigui.teleco.ulpgc.es/personal/alvaro/pagina_alvaro).

#### CARLOS LEY BOSCH

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928458970 **Correo Electrónico:** cley@dit.ulpgc.es

#### FRANCISCO ALBERTO DELGADO RAJO

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451226 **Correo Electrónico:** paco.rajo@ulpgc.es

#### MARIO MARRERO RUIZ

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** **Correo Electrónico:** mario.marrero@ulpgc.es

#### ELSA MARÍA MACÍAS LÓPEZ

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928458054 **Correo Electrónico:** elsa.macias@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://guigui.teleco.ulpgc.es/>

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 173 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Resumen en Inglés

The modern networks of computers are systems of high complexity that require of a study prolonged in the time and the practice of certain fundamental concepts that they guided his effective understanding.

This task cannot be obtained in a course of 30 hours of theory and other so many of practices; for this reason, this subject considers as one introduction to the study of this type of systems that to extend in other subjects of he himself course (second fourth month period) and later courses of the curriculum. The main didactic objective of this subject is to introduce to the student to the complexity of the operation of the networks of computers.

When finalizing the subject the student must understand and use a set of basics terms:

- Architecture and reference models: they are the basic elements of the study of the modern networks of computers.
- Services, protocols, interfaces and conmutation.
- Levels of diseo and study of the networks of computers (in special the level of network and one introduccin at the level of transport of data).
- Types of networks taking care of geografic location of the computers (networks of local area and the networks of wide area).

Between the skills that the student must acquire the solution of teorethical problems on routing, flow control and address (among others). The student has to demonstrate a prtetical dominion of some fundamental concepts between which they emphasize phisycal interconnection of several computers to form a network of simple local area, and the design and implementation of a service of telecomunicacin of very low complexity using connections at network level and transport on the network that previously interconect or another similar.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 174 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



**ASIGNATURA:** 14083 - SERVICIOS DE RED

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14083-SERVICIOS DE RED - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14083-SERVICIOS DE RED - P2

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**ÁREA:** Ingeniería Telemática

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Tercer curso

**IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre

**TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales: 60

- Horas teóricas (HT): 28

- Horas prácticas (HP): 28

- Horas de clases tutorizadas (HCT): 2

- Horas de evaluación: 2

- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 22

- actividad independiente (HAI): 38

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptorios B.O.E.

Sistemas y servicios portadores Redes telefónica, de télex y de datos. Conmutación. Terminales de usuario. Servicios terminales y de valor añadido.

### Temario

Programa Teórico de la asignatura:

Bloque Temático I: Redes de Computadores

Tema I. Introducción (2 horas).

Tema II. La Capa de Transporte (6h Teoría+1h Prob).

1. Introducción.

2. Elementos de los protocolos de Transporte.

3. Capa de Transporte en Internet.

4. Protocolo TCP.

5. Protocolo UDP.

6. Problemas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 175 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Bloque Temático II: Servicios de Red

### Tema III. Red Telefónica Básica (6 horas).

1. Introducción.
2. Concepto de conmutación.
3. Red básica y red complementaria.
4. Red de acceso.
5. Red de tránsito.
6. Multiplexación.
7. Jerarquía Digital Plesiócrona.
8. Jerarquía Digital Síncrona.

### Tema IV. RDSI-BE (5 horas).

1. Introducción a las redes de datos.
2. Estructura de transmisión.
3. Grupos funcionales y puntos de referencia.
4. Tipos de servicios.
5. Arquitectura de protocolos.
  - 5.1 Nivel físico.
  - 5.2 Nivel de enlace.
  - 5.3 Nivel de red.
6. Servicios en RDSI.

### Tema V. Frame Relay (3h Teoría+1h Problemas).

1. Introducción.
2. Arquitectura de protocolos de Frame Relay.
  - 2.1 Plano de control.
  - 2.2 Plano de usuario.
3. Control de llamadas.
4. Control de congestión.
5. Problemas

### Tema VI. ATM (6 horas)

1. Introducción.
2. Arquitectura de ATM.
  - 2.1 Capa física en redes ATM.
  - 2.2 Capa ATM.
  - 2.3 Introducción a la capa AAL.

## Requisitos Previos

Para un mejor seguimiento de la asignatura, se recomienda que el alumno tenga conocimientos de codificación y detección de información, protocolos de enlace, arquitectura y modelos de referencia.

## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales:

- 1.1 Conocer y comprender las funciones del protocolo de transporte (TCP/UDP).
- 1.2 Conocer las distintas tecnologías de redes, red telefónica básica (RTB), red digital de servicios integrados (RDSI), frame relay (FR) y ATM.
- 1.3 Relacionar cómo es la arquitectura de estas tecnologías y el concepto de arquitectura de protocolos.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 176 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |





1.4 Conocer software y comandos que permita obtener información de red como por ejemplo ethereal.

2. Objetivos procedimentales:

- 2.1 Manejar herramientas de simulación de redes.
- 2.2 Construir y simular diferentes escenarios de redes.

3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1 Saber trabajar en equipo.
- 3.2 Comunicar de forma oral y escrita las memorias y otros trabajos con capacidad crítica.
- 3.3 Consensuar ideas.

## Metodología

Clases de Teoría:

- Actividad del profesor: clases teóricas mediante el método expositivo y realización de problemas. Para ello se hará uso del proyector de transparencias y pizarra.
- Actividad del estudiante:
  - \* Actividad presencial: tomar apuntes y participación en clase planteando sus dudas.
  - \* Actividad no presencial: estudio de la materia y realización de problemas.

Trabajos Colaborativos:

- Actividad del profesor: explicar, guiar y controlar las sesiones de trabajos colaborativos en el aula.
- Actividad del alumno:
  - \* Actividad presencial: análisis del documento de trabajo, propuesta de preguntas sobre el documento, elaboración de resumen, exposición a los miembros de su grupo.
  - \* Actividad no presencial: estudio individual del tema.

Trabajos en Grupo:

- Actividad del profesor: asignación de trabajos por grupo al comienzo del cuatrimestre. Supervisar el trabajo de cada grupo durante su desarrollo y su guión de presentación.
- Actividad del estudiante:
  - \* Actividad presencial: exposición de trabajos.
  - \* Actividad no presencial: desarrollar el tema asignado, elaborar un informe del trabajo más su guión (transparencias) de presentación en el aula.

Clases de Prácticas:

- Actividad del profesor: explicación de las prácticas.
- Actividad del estudiante:
  - \* Actividad presencial: realización de las prácticas en el laboratorio.
  - \* Actividad no presencial: lectura previa del guión de cada práctica y realización del informe final o memoria de cada práctica.

Toda la documentación de transparencias, problemas, prácticas, e información relativa a la asignatura estará publicada en campus virtual.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Realización de las prácticas en el laboratorio en el que se imparte, hasta un 25%.

Actividades que no liberan materia:

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 177 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Participación en trabajos cooperativos hasta un 15%.

Otras consideraciones:

1. Para evaluar la asignatura se considera los siguientes bloques:
  - Bloque de Teoría: compuesto por examen y participación de trabajos cooperativos. Hasta un 75% de la nota.
  - Bloque de prácticas. Hasta un 25% de la nota final.

La ponderación de cada una de las partes es:

- Un 60% para el examen de teoría.
- Un 15% participación de trabajos cooperativos.
- Y un 25% para la parte de prácticas.

2. Para aprobar la asignatura hay que aprobar por separado el bloque de teoría (examen más participación de trabajos) y el de prácticas.

3. La nota de teoría será la suma del examen más la nota de participación en trabajos cooperativos.

4. Una vez aprobadas ambos bloques, la nota final se obtiene como resultado de sumar las notas de teoría y prácticas.

5 Si un alumno aprueba sólo una de las dos bloques (teoría o prácticas), la nota final se calculará como la media aritmética de ambas notas.

6. El examen teórico se evaluará mediante un examen escrito, consistente en cuestiones teóricas y/o de test y problemas.

7. El aprobado de la parte teórica se mantendrá hasta la convocatoria de diciembre a aquella en la que fue evaluado como apto.

8. La evaluación de la parte práctica se realizará mediante la presentación y defensa por parte del o los alumnos que forman el puesto (máximo de 2 alumnos), de cada una de las prácticas a la finalización del periodo programado para su realización y de la entrega de una memoria donde se recoja los resultados que se piden en el guión de la práctica y las conclusiones obtenidas.

9. Cada práctica se evalúa de manera independiente y será entre 0 y 1. Se considera superada la práctica cuando se obtenga 0.5 puntos o más, hasta un máximo de 1 punto. La nota final de práctica es la suma de notas de cada práctica y ponderada a 3 puntos.

10. Para considerar la parte de práctica aprobada, el estudiante deberá superar la totalidad de las prácticas.

11. En el caso de no haber realizado las prácticas o no haberlas superado, para aprobar la asignatura, el alumno deberá superar un examen de prácticas en la convocatoria basado en cuestiones teóricas sobre el temario de prácticas.

Si un estudiante supera la parte práctica, ésta se mantiene hasta que el proyecto docente no se modifique, siempre y cuando el estudiante se presente a las convocatorias a las que tiene derecho.

12. El 15% de la nota dedicado a la participación de trabajos en grupo será distribuida proporcionalmente en cada uno de los ejercicios que se propongan. Para cada ejercicio de trabajo cooperativo un 50% de la nota la fijan los miembros del grupo y el otro 50% mediante la resolución de un ejercicio.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Transmisión por Línea del Departamento de Ingeniería Telemática, y serán individuales o en grupos de dos personas como máximo.

Las prácticas se dividen en: prácticas software y prácticas hardware.

Para el desarrollo de las prácticas software se utilizan los 10 ordenadores existentes en el laboratorio. En estas prácticas se utiliza el network simulator y/o OPNET que simula el

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 178 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

comportamiento de las redes de ordenadores y protocolos asociados. En ellas se estudia la simulación del protocolo TCP mediante el diseño de varias estructuras de redes y el comportamiento de una red ATM frente a distintos tipos de tráfico.

Para el desarrollo de las prácticas hardware, existe en el laboratorio un emulador de una central de RDSI que permite al alumno estudiar el protocolo de la capa de enlace Q.921 y de la capa de red Q.931 de RDSI.

El Programa Práctico de la asignatura:

Formación de grupos: 2 horas.

Práctica 1. Introducción a la herramienta de simulación (OPNET o Network Simulator (NS)) (4 horas).

Práctica 2. Protocolo de Transporte. (12 horas)

2.1 Simulación del Protocolo TCP en OPNET o NS.

2.2 Otras herramientas de análisis de protocolos como por ejemplo ethereal, Fluke networks.

Práctica 3. RDSI (6 horas)

3.1 Configuración del Emulador RDSI. Adaptadores de Terminal RDSI y Transferencia de Voz y Datos.

3.2 Análisis del Nivel de Enlace RDSI. Q.921.

3.3 Análisis del Nivel de Red RDSI. Q.931.

Práctica 4. ATM. (6 horas)

4.1 Simulación de ATM.

## Bibliografía

### [1 Básico] Transmisión de datos y redes de comunicaciones /

Behrouz A. Forouza ; con Catherine Coombs y Sophia Chung Fegan.

McGraw-Hill,, Madrid : (2007) - (4ª ed.)

9788448156176

### [2 Básico] RDSI: conceptos, funcionalidad y servicios /

Gary C. Kessler ; Peter V. Southwick.

Osborne McGraw-Hill,, Madrid : (2001)

8448128761

### [3 Básico] Redes de computadores: un enfoque descendente basado en Internet /

James F. Kurose, Keith W. Ross.

Pearson,, Madrid [etc.] : (2003) - (2ª ed.)

84-7829-061-3

### [4 Básico] Understanding SONET/SDH: Standards and Applications /

Ming-Chwan Chow.

Andan,, New Jersey : (1995)

0965044823

### [5 Básico] ISDN and broadband ISDN with frame relay and ATM /

William Stallings.

Prentice Hall,, Upper Saddle River (New Jersey) : (1995) - (3rd ed.)

0024155136

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 179 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[6 Recomendado] Redes de computadoras /**

Andrew S. Tanenbaum.

Pearson,, México : (2003) - (4ª. ed.)

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                                                                       | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                                                                                                                                  | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                             |
| T1. Introducción                                                                                                                 | 2     |    |     | 1   |     | 1.1                         |
| T2. Protocolos de Transporte.<br>Práctica 1. Introducción a la herramienta de simulación.<br>Práctica 2. Protocolo de TRansporte | 7     | 16 | 0   | 5   | 10  | 1.2/1.4/2.1/2.2/3.1/3.2/3.3 |
| T3. Red Telefónica Básica.                                                                                                       | 6     |    |     |     | 8   | 1.2                         |
| T4. RDSI. Práctica 3. RDSI                                                                                                       | 5     | 6  |     |     | 6   | 1.2/1.3/2.1                 |
| T5. Frame Relay                                                                                                                  | 4     |    |     | 6   | 4   | 1.2/1.3/2.1/3.1/3.2/3.3     |
| T6. ATM. Práctica 4. Simulación de ATM                                                                                           | 4     | 6  | 2   | 10  | 10  | 1.2/1.3/2.1/3.1/3.2/3.3     |

**Equipo Docente****ITZIAR GORETTI ALONSO GONZÁLEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA**Teléfono:** 928452945 **Correo Electrónico:** itziar.alonso@ulpgc.es**CARLOS MIGUEL RAMÍREZ CASAÑAS****Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA**Teléfono:** 928451224 **Correo Electrónico:** carlos.ramirez@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/cramirez/index.html>**Resumen en Inglés**

This subject introduces the study of the following topics:

- The transport layer. Aspects such as transparent transfer of data between end users, flow control, end-to-end error recovery are studied. The Transmission Control Protocol (TCP) and User Datagram Protocol (UDP) are analyzed too.
- The Public Switched Telephone Network (PSTN) and features. The Plesiochronous Digital

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 180 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

Hierarchy (PDH). This is a technology used in telecommunications networks to transport large quantities of data over digital transport equipment such as fibre optic and microwave radio systems. The Synchronous Digital Hierarchy (SDH) standard developed by ITU (G.707 and its extension G.708) is built on experience in the development of SONET. Both SDH and SONET are widely used today; SONET in the U.S. and Canada, SDH in the rest of the world.

- Integrated Services Digital Network (ISDN). The set of protocols for establishing and breaking circuit switched connections, and for advanced call features for the user are studied.

- Frame Relay.

- ATM.

In this subject the students will have a weekly 2 hour in-class laboratory where will develop different simulations about TCP protocol, ATM and study the Q.921 and Q.931 using an emulator of ISDN.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 181 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14084 - SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14084-SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES - P1

1100-Ingeniero de Telecomunicación - 14084-SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES - P2

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Tercer curso

**IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre

**TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 18
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3
- Horas de evaluación: 3
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 18
- actividad independiente (HAI): 48

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Microprocesadores. Técnicas de E/S. Familias de periféricos. Diseño sistemas electrónicos basados en microprocesadores.

### Temario

Tema 1. Introducción a los sistemas digitales programables. Elementos constitutivos de un sistema digital. (2h)

Tema 2. El Microprocesador ARM. (6h)

Filosofía de los procesadores ARM. Modelo de programación. Modos de funcionamiento. Organización de los datos. Modos de direccionamiento. Conjunto de instrucciones. Instrucciones de procesamiento. Instrucciones de transferencia de datos. Instrucciones de control de flujo. Ejecución de instrucciones. Pipeline.

Tema 3. El Microprocesador ARM: Estructura Hardware. (4h)

Estructura de buses. Mapa de memoria. Interfaz de bus externo. Uso del interfaz de bus externo. Mapeado de dispositivos externos.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 182 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Tema 4: Interrupciones. (4h)

Tipos de interrupciones. Interrupciones externas. Interrupciones vectorizadas y no vectorizadas.

Tema 5: Programación. (6h)

Abstracción en el diseño. Tipos de datos. Uso de la memoria. Conjunto de instrucciones Thumb.

Tema 6: Conexión de periféricos. (4h)

Teclado. LCD (display)

Tema 7: Buses y protocolos de comunicación. (4h)

I2C. USB, RS-485

## Requisitos Previos

Se recomienda que el estudiante tenga conocimientos de Electrónica Digital, en sus variantes de diseño lógico combinacional y secuencial; de representación de números en diferentes bases de datos; por último es aconsejable el tener nociones básicas de programación en alto nivel, sin importar el lenguaje de programación utilizado.

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Conocer el funcionamiento y la arquitectura interna de la familia de procesadores ARM.
- 1.2 Comprender el juego de instrucciones del procesador ARM en su versión ARM7TDMI.
- 1.3 Comprender el mecanismo de interrupciones de un microprocesador.
- 1.4 Conocer el funcionamiento interno de los diferentes interfaces de entrada/salida presentes en un sistema basado en microprocesador.
- 1.5 Distinguir las diferentes técnicas de atención a un interfaz de entrada/salida.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Aplicar el mecanismo de interrupción al manejo de los interfaces de entrada/salida.
- 2.2 Elaborar diferentes rutinas de servicio de interrupciones.
- 2.3 Simular un sistema completo basado en microprocesador.

### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1 Valorar, de forma crítica, un sistema básico propuesto.
- 3.2 Comunicar, de forma clara y con capacidad de síntesis, los resultados obtenidos en el desarrollo de cada una de las prácticas.

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

### \* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de los cuestionarios planteados en el Campus Virtual de la asignatura.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 183 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**\* Problemas:**

Actividad del profesor: Primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras y simulaciones en lenguaje de bajo nivel.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas, planteados a través del Campus Virtual y no resueltos en clase y estudio de los planteados en las mismas. Utilización de las simulaciones en lenguaje de bajo nivel para analizar y comprobar los resultados. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la optimización de las soluciones planteadas.

**\* Tutorías ECTS:**

Actividad del profesor: Tutorización de grupos de alumnos reducidos (8-10) con el objetivo de resolver dudas comunes, principalmente surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas marcados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

**\* Tutorías:**

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

-Realización de las prácticas en el laboratorio con un 10% de la materia.

Actividades que puntúan pero no liberan materia:

-Realización de problemas, hasta un punto sobre la nota final.

Otras consideraciones:

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 184 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- Ambas partes, teoría y prácticas se puntúan sobre 10 puntos.
- A la nota obtenida en teoría se le sumará la nota obtenida con la entrega de problemas.
- La nota obtenida mediante la realización de problemas es válida hasta la convocatoria de septiembre.
- Para aprobar la asignatura es necesario haber aprobado ambas partes, teoría y práctica, en caso contrario, la nota final será  $(T \cdot 0.9 + P \cdot 0.1) \cdot 0.5$ .
- El examen escrito incluirá tanto cuestiones teóricas como problemas.
- Para aprobar la parte práctica el estudiante deberá asistir, al menos, al 80% de las prácticas. En caso contrario deberá realizar un examen de prácticas consistente en una práctica de similar complejidad a las realizadas en el laboratorio.
- La calificación de la parte práctica tendrá en cuenta la calidad de los diseños realizados y el nivel de los resultados obtenidos. También se valorará la validez de los resultados obtenidos en cada uno de los apartados que se hayan establecido para su realización en los guiones de las prácticas.

#### Evaluación, criterios, técnicas y calificación

##### Problemas:

###### Evidencia:

Problemas entregados

###### Criterios de evaluación:

Presentación de la memoria

Interpretación correcta del enunciado

Seleccionar la solución óptima en la resolución de los Problemas

Criterios de calificación: 10%

##### Prácticas de laboratorio:

###### Evidencia:

Memoria de práctica

###### Criterios de evaluación:

Analizar e interpretar el enunciado de forma correcta

Expresar los resultados obtenidos de forma clara

Argumentar de forma crítica los resultados obtenidos

Expresarse con soltura, utilizando la nomenclatura correcta, a la hora de explicar y defender la práctica

Criterios de calificación: hasta un punto sobre la nota de teoría

##### Examen:

###### Evidencia:

Ejercicio teórico-práctico

###### Criterios de evaluación:

Aplicar adecuadamente los conceptos explicados en clase para la resolución de los ejercicios.

Expresar los resultados obtenidos de forma clara

Uso correcto de la ortografía.

Concreción en las respuestas y capacidad de síntesis.

Criterios de calificación: 90%

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Diseño de ASIC y Sistemas Digitales.

Se realizan 6 prácticas:

1. Programación y manejo del sistema TS-7300 (4h)

Se realiza un programa ejemplo para el uso del sistema de desarrollo basado en el microcontrolador ARM, los programas de comunicación y el sistema de arranque.

2. Programación y uso de un interfaz paralelo (4h)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 185 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

Se realiza un programa de control de teclado y display utilizando los puertos paralelos de la placa.

3. Programación y manejo de un interfaz serie (modo interruptible) (6h)

Se realiza un programa para el control, mediante interrupciones, del puerto serie de la placa. Para su ejecución se utiliza el puerto serie del PC a través del hyperterminal. Se evalúa mediante la recepción y transmisión de un mensaje.

4. Programación y manejo de temporizadores (4h)

Se realiza un programa para el manejo de temporizadores watchdog.

5. Programación y manejo de un conversor A/D (4h)

Se realiza un programa para realizar la conversión A/D de una señal analógica de entrada, obtenida a partir de una fuente de tensión regulable, sacando por display LCD la tensión convertida. El programa debe realizar actualizar el valor a sacar por los displays utilizando la interrupción en tiempo real de la placa.

6. Práctica de curso (8h)

Se realiza una práctica completa del manejo del sistema TS-7300. En esta práctica se manejan todos los recursos utilizados en prácticas anteriores, tales como puertos paralelos, puerto serie asíncrono, temporizadores, interrupciones, etc... La intención de esta práctica es el control de un sistema utilizando los recursos hardware disponibles en el laboratorio, tales como impresoras, placa de entrada/salida, lectora de tarjetas de teléfono, generador de señales, etc...

## Bibliografía

**[1 Básico] ARM architecture reference manual /**

*edited by David Seal.*

*Addison-Wesley,, Harlow : - (2nd. ed.)*

*0-201-73719-1*

**[2 Recomendado] ARM system architecture.**

*Furber, Stephen B.*

*Addison-Wesley,, Harlow [etc.] : (1996)*

*978-0-201-40352-7*

**[3 Recomendado] The ARM RISC chip: a programmer's guide.**

*Someren, Alex van*

*Addison-Wesley,, Wokingham (England) : (1994)*

*0201624109*

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                                           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción a los sistemas digitales programables.<br>Elementos constitutivos de un sistema digital | 2     | 2  | 0   | 0   | 1   | 1.1                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 186 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos                                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| El Microprocesador ARM.                         | 6     | 3  | 0   | 3   | 9   | 1.1, 1.2                 |
| El Microprocesador ARM:<br>Estructura Hardware. | 4     | 4  | 1   | 2   | 6   | 1.2, 1.4                 |
| Interrupciones.                                 | 4     | 1  | 0   | 4   | 6   | 1.3, 1.4, 2.2            |
| Programación.                                   | 6     | 4  | 1   | 3   | 9   | 1.2, 1.3, 1.5            |
| Conexión de periféricos.                        | 4     | 2  | 0   | 3   | 6   | 1.3, 2.1, 2.2, 2.3       |
| Buses y protocolos de comunicación.             | 4     | 2  | 1   | 3   | 7   | 1.3, 2.1, 3.1, 3.2       |

### Equipo Docente

|                                                                                                              |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>VALENTÍN DE ARMAS SOSA</b>                                                                                | (COORDINADOR) |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                     |               |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                     |               |
| <b>Teléfono:</b> 928452837 <b>Correo Electrónico:</b> varmas@diea.ulpgc.es                                   |               |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/armas">http://www.iuma.ulpgc.es/users/armas</a> |               |

|                                                                                                                      |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>JUAN MANUEL CEREZO SÁNCHEZ</b>                                                                                    | (RESPONSABLE DE PRACTICAS) |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA                                                                   |                            |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                             |                            |
| <b>Teléfono:</b> 928452967 <b>Correo Electrónico:</b> <a href="mailto:juan.cerezo@ulpgc.es">juan.cerezo@ulpgc.es</a> |                            |

### Resumen en Inglés

In order to gain the most from this lecture, knowledge of the basic operation of microprocessor and digital systems is required. This course includes an overview of microprocessor based systems and their operation, as well as the methods commonly used to troubleshoot microprocessor based systems. The course covers the Instruction Set Architecture (ISA) of a typical microprocessor-based systems—the ARM9 processor---and equips the student with a knowledge of the architecture, the associated assembly language, input/output programming techniques, exceptions (including interrupts) and exception-handling techniques.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 187 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**14085 - SISTEMAS DE  
TELECOMUNICACIÓN**

**ASIGNATURA:** 14085 - SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 7.2

Horas de trabajo del alumno: 180

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 60
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 2
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 6
- actividad independiente (HAI): 84

Idioma en que se imparte: español

**Descriptores B.O.E.**

Introducción a los sistemas de transmisión: Informaciones, medios y clases básicas de servicios. Servicios de Telecomunicación: Telefonía, Transmisión de Datos. Tipos de Sistemas y redes de comunicaciones. Medios de Comunicación Servicios de Telecomunicación por radio. Radioenlaces. Radiodifusión. Telefonía Celular. Sistemas por satélite.

**Temario**

Parte 1: Comunicación por Línea:

1. Introducción a los sistemas y servicios de telecomunicación. (4 horas)
  - 1.1. Concepto de telecomunicación y sistema de telecomunicación.
  - 1.2. Modelo de sistema de telecomunicación.
  - 1.3. Clasificación de medios de transmisión.
  - 1.4. Clasificación de los sistemas de transmisión.
  - 1.5. Descripción de algunos sistemas de telecomunicación.
  - 1.6. Modelo de arquitectura de red: modelo OSI.
  - 1.7. Servicios de telecomunicación.
  - 1.8. Organismos de normalización.

2. Introducción a los sistemas de transmisión en línea. (6 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 188 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 2.1. Sistemas analógicos y digitales.
- 2.2. Magnitudes y unidades. Representación logarítmica.
- 2.3. Perturbaciones: distorsión, intermodulación, diafonía, ruido.
- 3. Fuentes de mensajes. (5 horas)
  - 3.1. Tipos de fuentes.
  - 3.2. Fuentes vocales.
  - 3.3. El terminal telefónico.
- 4. Medios de transmisión por línea. (3 horas)
  - 4.1. Líneas de transmisión metálicas.
  - 4.2. Líneas de transmisión por fibras ópticas.
- 5. Redes de telecomunicaciones (6 h)
  - 5.1. Revisión de teoría de colas.
  - 5.2. Tipos de redes: redes conmutadas y redes de difusión.
  - 5.3. Conmutación espacial y temporal.
- 6. Red Telefónica (6 h)
  - 6.1. Descripción.
  - 6.2. Arquitectura de red: red jerárquica y complementaria.
  - 6.3. Encaminamiento.
  - 6.4. Señalización
  - 6.5. Red inteligente.

## Parte 2: Comunicación por Radio:

- 7. Introducción a los sistemas radioeléctricos (2 horas)
  - 7.1. Servicios de radiocomunicación.
  - 7.2. Gestión del espectro radioeléctrico.
  - 7.3. Parámetros de una radiocomunicación.
  - 7.4. Características de Propagación.
- 8. Enlaces radioeléctricos (8 horas)
  - 8.1. Radiación electromagnética.
    - 8.1.1. Ganancias Directiva y de Potencia.
    - 8.1.2. Polarización.
    - 8.1.3. Diagrama de Radiación.
  - 8.2. Antenas; Definición y tipos.
  - 8.3. Caracterización de la antena.
  - 8.4. Fórmula de Friis del enlace.
  - 8.5. Ruido en los sistemas de radiocomunicación.
  - 8.6. Interferencias.
  - 8.7. Distribuciones estadísticas de propagación.
- 9. Radiopropagación (16 horas)
  - 9.1. Introducción (1h)
  - 9.2. Ecuación General de Propagación. (1h)
  - 9.3. Propagación por onda de superficie. (4h)
  - 9.4. Propagación por ondas de espacio.
    - 9.4.1. Influencia de la Troposfera: Refracción.(2h)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 189 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 9.4.2. Influencia del Terreno: Reflexión. (3h)
- 9.4.3. Influencia de Obstáculos: Difracción. (4h)
- 9.5. Desvanecimientos. (1h)

#### 10. Radiopropagación por Onda Ionosférica (4 horas)

- 10.1. Introducción
- 10.2. Características de la Ionosfera.
- 10.3. Ionogramas.
- 10.4. Modos de propagación.
- 10.5. Predicción de la MUF.

### Requisitos Previos

Los conocimientos recomendados para abordar la asignatura de Sistemas de Telecomunicación son:

Métodos Estadísticos.  
Campos electromagnéticos.  
Modulaciones analógicas y digitales.

### Objetivos

Esta asignatura pretende que el alumno consiga los siguientes objetivos:

#### 1. Objetivos Conceptuales

- 1.1 Conocer los sistemas, redes, servicios y medios fundamentales de telecomunicación.
- 1.2 Conocer las fuentes y terminales fundamentales de telecomunicación.
- 1.3 Entender la estructura y saber dimensionar una red telefónica
- 1.4. Conocer y comprender los aspectos relacionados con los elementos radiantes.
- 1.5. Saber calcular el balance de potencias para un enlace de radiofrecuencia.
- 1.6. Saber distinguir y aplicar los distintos modelos de radiopropagación de las ondas radioeléctricas.

#### 2. Objetivos Procedimentales

- 2.1. Manejar la herramienta de simulación Matlab para las simulaciones de la asignatura.
- 2.2. Simular distintos tipos de sistemas lineales y no lineales.
- 2.3. Analizar distintos modelos de tráfico probando con los parámetros más significativos.
- 2.4. Simular distintos sistemas radioeléctricos en función de sus parámetros de potencia y campo eléctrico.

#### 3. Objetivos Actitudinales

- 3.1. Comunicar de forma oral y/o escrita los códigos de los programas demostrando el dominio de los mismos y haciendo una capacidad crítica.
- 3.2. Aprender a trabajar en grupo valorando las opiniones del resto de compañeros para la realización de la práctica.

### Metodología

La asignatura tiene carácter troncal y se imparte durante el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación.

- CLASES DE TEORIA:

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 190 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- Actividades del Profesor: Explicaciones en pizarra o por retroproyector de fundamentos teóricos y/o problemas con una duración de cuatro horas semanales.

- Actividades del Estudiante:

- Actividad Presencial: Tomar apuntes, participar de forma activa en clase mediante preguntas dirigidas hacia o desde el profesor.

- Actividad No Presencial: Complementación de apuntes con la bibliografía reseñada, estudio de la materia enseñada en clase y realización de ejercicios propuestos.

- CLASES DE PRÁCTICAS:

- Actividades del Profesor: Explicación de los enunciados de las prácticas con una duración por sesión de horas semanales, resolución de dudas de los estudiantes, corrección y evaluación de las prácticas.

- Actividades del Estudiante:

- Actividad Presencial: Asistir en los horarios habilitados del laboratorio, teniendo un mínimo del 80%, realizar los cuestionarios entregados por el profesor, realizar las prácticas según el guión de prácticas, defender la práctica una vez realizada.

- Actividad No Presencial: Lectura comprensiva del guión de prácticas, análisis de las prácticas tras realizarlas y antes de ser evaluadas.

La página web de la asignatura está en el campus virtual.

### Criterios de Evaluación

ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

- Realización de cuestionarios de las prácticas en el laboratorio con un 5%.
- Examen de prácticas con un 15%.

ACTIVIDADES QUE NO LIBERAN MATERIA:

- Problemas realizados durante la segunda parte hasta 0,5 puntos.
- Controles opcionales a la finalización de las prácticas hasta 0.25 puntos por práctica.

CONSIDERACIONES GENERALES:

- Se debe aprobar cada una de las partes (teoría y prácticas). La nota final de la asignatura se realizará mediante una ponderación entre la parte teórica (80%) y la parte práctica (20%). En el caso de que suspenda alguna de las partes, la nota máxima será un 4.5.

- El examen correspondiente a la parte teórica consiste en un examen escrito consistente en la resolución de cuestiones teóricas y problemas prácticos.

- Cada error grave en un apartado de una pregunta del examen de convocatoria supondrá un detrimento del 50% al 100% de la puntuación máxima del apartado de la pregunta.

- Salvo la primera práctica, se deberá entregar un cuestionario al finalizar cada práctica.

- Para los estudiantes que hayan asistido a prácticas, el examen de prácticas consistirá en un examen realizado en el laboratorio basado en el trabajo desarrollado durante las prácticas.

- Para los estudiantes que no asistan a prácticas se realizará un examen realizado en el laboratorio basado en el manual de prácticas.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas se impartirán en el laboratorio del Pabellón B - L134.

0. Presentación en el laboratorio. Descripción y Explicación de las prácticas. Asignación de grupos (2 horas)

Parte 1: Comunicación por Línea

Página 4

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 191 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

1. Repaso al Matlab, Escalas Logarítmicas. (2 horas)

Esta práctica tiene por objetivo hacer un breve repaso del entorno de trabajo del Matlab. Se hace un énfasis en el trabajo con unidades logarítmicas dBm, dBw con el que irá trabajando durante la asignatura.

2. Distorsión lineal (4 horas)

En esta práctica se pretende que el alumno trabaje con sistemas en el que aparecen por un lado distorsiones lineales de amplitud y de fase. También se modela conceptos de puntos de compresión.

3. Distorsión no lineal (4 horas)

En esta práctica se introduce al alumno a la simulación de sistemas con distorsión no lineales en las que se hace los estudios de las distorsiones armónicas cuando se tiene a la entrada un tono y las de intermodulación cuando se tiene más de un tono a la entrada.

4. Tráfico de telecomunicación. (4 horas)

Esta práctica pretende complementar los conocimientos vistos en teoría sobre la teoría de colas, dimensionamiento y gestión de los recursos del sistema.

Parte 2: Comunicación por Radio

5. Radiación de una Antena (4 horas)

Aquí se describen los parámetros fundamentales con los que se pueden caracterizar cualquier antena en cuanto a sus parámetros de radiación.

6. Propagación básica de ondas electromagnéticas (4 horas)

El objetivo de esta práctica es la de entender y conocer los conceptos básicos que se manejan en la fórmula de Friis, haciendo para ello un balance de potencias. Se manejan conceptos como es la potencia de transmisor, ganancias de los elementos radiantes, pérdidas por espacio libre.

7. Modelos de Reflexión (4 horas)

El alumno deberá caracterizar en esta práctica los diferentes parámetros del modelo de reflexión de propagación sencillo con tierra plana infinita y otro donde se tenga en cuenta la curvatura de la Tierra. Se empezará por caracterizar eléctricamente el terreno, ángulo de llegada, diferencia de trayectos, fase relación entre el campo recibido y el del espacio libre.

8. Examen de prácticas (2 horas)

El alumno deberá realizar un examen de prácticas en el laboratorio en la que tendrá que demostrar su destreza con la herramienta de simulación con distintos ejercicios vistos durante la realización de las prácticas.

## Bibliografía

**[1 Básico] Sistemas de telecomunicación /**

*coordinador, José M. Hernando Rábanos.*

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Madrid : (1987) - (4ª ed.)*

8474021146

**[2 Básico] Transmisión por radio.**

*Hernando Rábanos, José María*

*Centro de Estudios Ramón Areces,, Madrid : (1998) - (3ª ed.)*

8480042958

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 192 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



**[3 Recomendado] Redes y servicios de telecomunicaciones /***J. M. Huidrobo Moyá.**Paraninfo,, Madrid : (2001) - (3ª ed.)**84-283-2656-8***Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1 (Prácticas 0,1) | 4     | 4  | 0   | 0   | 8   | 1.1,2.1,3.2              |
| Tema 2 (Prácticas 2,3) | 6     | 8  | 0   | 0   | 14  | 1.1,1.2,2.2,3.1,3.2      |
| Tema 3                 | 5     | 0  | 0   | 0   | 5   | 1.1,1.2                  |
| Tema 4                 | 3     | 0  | 0   | 0   | 3   | 1.1                      |
| Tema 5 (Práctica 4)    | 6     | 4  | 0   | 0   | 10  | 1.3,2.3,3.1,3.2          |
| Tema 6                 | 6     | 0  | 0   | 0   | 6   | 1.3                      |
| Tema 7                 | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.4                      |
| Tema 8 (Práctica 5)    | 8     | 4  | 0   | 0   | 12  | 1.4,1.5,2.4,3.1,3.2      |
| Tema 9 (Prácticas 6,7) | 16    | 8  | 0   | 0   | 30  | 1.5,1.6,2.4,3.1,3.2      |
| Tema 10                | 4     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.6                      |
| Examen de Prácticas    | 0     | 0  | 2   | 0   | 0   | 3.1                      |

**Equipo Docente****JOSÉ RAMÓN VELÁZQUEZ MONZÓN****Categoría:** *TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA***Departamento:** *SEÑALES Y COMUNICACIONES***Teléfono:** *928451278* **Correo Electrónico:** *joseramon.velazquez@ulpgc.es*

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 193 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Resumen en Inglés

This subject has two different parts. The first part studies the communication systems by line and the second part communication systems by radio.

Initially the services and fundamental networks of telecommunication will be introduced from a general point of view, without getting to enter an analysis detailed of such. The means of transmission by line and the treatment to the signals to be able to be transmitted by them are also introduced. After this, a more detailed study is done, with special emphasis in the communication systems by line, analogical and digital. The different types of telecommunication networks and the traffic of information interchanged in them are studied, with special detail in the case of the telephone network.

The second part of the subject is the study on radiowave propagation. First, we introduce the principles of electromagnetic theory which are essential to an understanding of radiowave propagation. Then, it's showed the basic radio system parameters (antenna gain, radiated power and transmission loss). After this, the principles of reflection, diffraction theory and the physical nature of the propagation medium are studied to analyze radio systems requirements.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Página 194 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |



**ASIGNATURA:** 14086 - CÁLCULO NUMÉRICO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS  
**ÁREA:** Matemática Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 22,5
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 4,5
- Horas de evaluación: 3
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 17
- actividad independiente (HAI): 43

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Resolución de una ecuación  $f(x)=0$ . Métodos iterativos para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Interpolación en 1-D y 2-D. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Problemas de valor inicial y de contorno. Diferencias finitas. Ecuaciones en derivadas parciales. Diferencias finitas.

### Temario

1. Resolución de una ecuación  $f(x)=0$ . (4 h. de Teoría y 4 h. de Práctica)
  - 1.1.-- Planteamiento del problema
    - 1.1.1.- Separación de raíces
  - 1.2.- Métodos de bipartición
  - 1.3.- Método de punto fijo
  - 1.4.- Método de Newton-Raphson
  - 1.5.- Método de la secante
  - 1.6.- Método de la regula-falsi
  - 1.7.- Análisis de la rapidez y condiciones de convergencia
  - 1.8.- Generalización del método de Newton para raíces complejas
2. Métodos iterativos para la resolución de sistemas lineales y no lineales. (6 h. de Teoría y 6 h. de Práctica)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 195 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 2.1.- Sistemas lineales
  - 2.1.1.- Generalidades de los métodos iterativos
  - 2.1.2.- Método de Jacobi
  - 2.1.3.- Método de Gauss-Seidel
  - 2.1.4.- Método de relajación.
  - 2.1.5.- Condiciones de convergencia
  - 2.1.6.- Método del gradiente conjugado
- 2.2.- Sistemas no lineales:
  - 2.2.1.- Métodos de punto fijo
  - 2.2.2.- Newton
  - 2.2.3.- Newton modificado
  - 2.2.4.- Convergencia.
- 3. Interpolación. (6 h. de Teoría y 6 h. de Práctica)
  - 3.1.-Interpolación polinomial en 1-D
    - 3.1.1.- Lagrange
    - 3.1.2.- Taylor
    - 3.1.3.- Hermite
    - 3.1.4.- Fórmula de Newton
    - 3.1.5.- Interpolación con abcisas de Tchebychev
  - 3.2.- Interpolación polinomial a trozos
    - 3.2.1.- Interpolación de Lagrange
    - 3.2.2.- Interpolación de Hermite
    - 3.2.3.- Interpolación Spline
- 4. Derivación e integración numérica. (4 h. de Teoría y 4 h. de Práctica)
  - 4.1.- Fórmulas de derivación numérica de tipo interpolatorio
    - 4.1.1.- Expresión general y error
    - 4.1.2.- Fórmulas usuales de derivación numérica
  - 4.2.- Fórmulas de integración numérica de tipo interpolatorio
    - 4.2.1.- Expresión general y error
    - 4.2.2.- Expresión general y error
    - 4.2.3.- Fórmula del rectángulo.
    - 4.2.4.- Fórmula del punto medio
    - 4.2.5.- Fórmula del trapecio
    - 4.2.6.- Fórmulas de Newton-Cotes abiertas y cerradas
    - 4.2.7.- Fórmulas de cuadratura de Gauss
    - 4.2.8.- Fórmulas de cuadratura compuestas
    - 4.2.9.- Integración de Romberg
    - 4.2.10.- Integración adaptativa.
- 5. Ecuaciones diferenciales ordinarias. (6 h. de Teoría y 6 h. de Práctica)
  - 5.1.- Introducción
  - 5.2.- Planteamiento de problemas de valor inicial y de contorno
  - 5.3.- Convergencia, estabilidad y consistencia
  - 5.4.- Métodos de resolución de problemas de valor inicial
    - 5.4.1.- Euler
    - 5.4.2.- Euler modificado y mejorado
    - 5.4.3.- Runge-Kutta
    - 5.4.4.- Adams-Bashforth
    - 5.4.5.- Nystrom
    - 5.4.6.- Milne
    - 5.4.7.- Adams-Moulton

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 196 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- 5.4.8.- Milne-Simpson
- 5.4.9.- Métodos de predicción-corrección.
- 5.5.- Ecuaciones diferenciales de orden superior y sistemas
- 5.6.- Método de diferencias finitas para problemas de contorno.
  
- 6. Ecuaciones en derivadas parciales. (4 h. de Teoría y 4 h. de Práctica)
- 6.1.- Introducción
- 6.2.- Ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas
- 6.3.- Condiciones de contorno de tipo Dirichlet, Neuman y mixtas
- 6.4.- Método de diferencias finitas para la resolución de la ecuación de Poisson, ecuación de calor y de ondas
- 6.5.- Aplicaciones a problemas físicos.

## Requisitos Previos

En esta asignatura se pretende presentar diferentes métodos numéricos para la resolución de problemas de ingeniería que en general no pueden ser abordados analíticamente. Para ello, se diseñan algoritmos con el fin de obtener soluciones aproximadas a dichos problemas utilizando como instrumento fundamental el ordenador. Serán necesario tener conocimientos básicos sobre Cálculo Infinitesimal y Álgebra para el seguimiento de la asignatura.

## Objetivos

- 1.- Objetivos Conceptuales:
  - 1.0.- Disponer de los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para interpretar, seleccionar y valorar la aplicación de nuevos conceptos y desarrollos tecnológicos relacionados con las telecomunicaciones.
  - 1.1.- Conocer los fundamentos del cálculo numérico básico referentes a la resolución de ecuaciones, sistemas de ecuaciones, interpolación, derivación e integración numérica, ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales.
  - 1.2.- Conocer la influencia y distorsiones que ocasiona el uso del ordenador en el tratamiento numérico de los problemas matemáticos.
  - 1.3.- Conocer la estructura general de un programa de ordenador para resolver problemas de cálculo numérico.
  
- 2.- Objetivos Procedimentales:
  - 2.0 Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios telecomunicación.
  - 2.1.- Manejar lenguajes de programación orientándolos a la programación de métodos numéricos.
  - 2.2.- Programar diferentes métodos numéricos desarrollados a lo largo del curso.
  
- 3.- Objetivos Actitudinales:
  - 3.1.- Comunicar de forma oral y escrita los problemas estudiados, los principios del método escogido para su resolución, la estrategia aplicada para obtener resultados eficientes, y comentar críticamente la idoneidad del procedimiento escogido, con sus ventajas e inconvenientes.

## Metodología

Clases de Teoría + problemas:

-Actividad del profesor: Clases expositivas, utilizando los medios didácticos más adecuados para que el alumno pueda seguir los razonamientos y justificaciones de los métodos y algoritmos propuestos, combinadas con la realización de ejercicios de aplicación de los métodos presentados.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 197 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

-Actividad del estudiante:

\* Actividad presencial: Tomas apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.

\* Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar pequeños programas de aplicación de los métodos numéricos expuestos para la solución de los ejercicios planteados.

Por otra parte, los alumnos dispondrán en el Servicio de Reprografía de unos apuntes y ejercicios resueltos, elaborados por el profesor, que se ajustan a la materia que será impartida en el aula.

### Criterios de Evaluación

En cada convocatoria (ordinaria, extraordinaria y especial diciembre) se realizará una única prueba evaluatoria escrita que constará de diferentes cuestiones relacionadas con los contenidos de la asignatura procurando cubrir la totalidad del temario. La calificación numérica global de dicha prueba estará comprendida entre 0 y 10 puntos, indicándose en la hoja de examen, y para cada pregunta la puntuación máxima asignada. El alumno deberá obtener una calificación de al menos 5 puntos en la prueba correspondiente a una convocatoria para superar la asignatura.

El examen combinará la resolución de problemas numéricos con cuestiones teóricas sobre el mismo problema.

Los exámenes finales de convocatoria no estarán divididos en partes que deban ser aprobadas independientemente.

En todos los exámenes será necesario presentar el D.N.I. original, o cualquier otra documentación que acredite su identidad de acuerdo con la legislación vigente, o aquellas otras establecidas en la normativa interna de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Actividades que liberan materia:

- Examen final de la asignatura

Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final:

- Trabajo sobre un método numérico complementario, no incluido en el temario, elegido entre los propuestos por el profesor. Incluirá descripción teórica, diagrama de flujo, programación y ejemplos de aplicación. Se entregará la memoria en formato digital (WORD+MATHTYPE) y, los programas en código fuente, con los datos de prueba en ASCII. Puntuación: hasta 0,5 puntos por trabajo. Máximo de dos trabajos por alumno a lo largo de todo el curso.

Otras consideraciones:

- Los trabajos sobre métodos numéricos complementarios serán individuales, elegidos entre los propuestos por el profesor para cada tema, y serán expuestos y defendidos por el estudiante ante el profesor.

- Los trabajos se entregarán en un plazo máximo no superior a las dos semanas después de finalizar la exposición del tema en clase.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el aula y fundamentalmente consistirán en la realización de ejercicios sobre los métodos numéricos analizados.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 198 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Bibliografía

### [1 Básico] Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico.

Kincaid, David  
Addison-Wesley Iberoamericana,, Wilmington (Delaware) : (1994)  
0201601303

### [2 Básico] Cálculo numérico: métodos, aplicaciones /

[por Brice Carnahan ... H.A. Luther ... Janes O.Wilkes ... ; versión del inglés, Manuel Melis Maynar, Enrique de Miguel Anasagasti].  
Rueda,, Madrid : (1979)  
8472070131

### [3 Básico] Numerical analysis /

Richard L. Burden, J. Douglas Faires.  
Prindle, Weber & Schmidt,, Boston (Massachusetts) : (1985) - (3rd ed.)  
0871508575

### [4 Recomendado] Métodos numéricos /

Francis Scheid, Rosa Elena Di Costanzo Lorencez ; traducción, Gabriel Nagore Cázares ; revisión técnica, Glicina Merino Castro.  
McGraw-Hill,, México : (1991) - (2ª ed.)  
968-422-790-6

### [5 Recomendado] Applied numerical analysis.

Gerald, Curtis F.  
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1994) - (5th ed.)  
0201565536

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                       | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos               |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|
|                                                                                  | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                        |
| TEMA 1: RESOLUCION DE UNA ECUACION                                               | 4     | 3   | 0,5 | 2   | 3   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2      |
| EEMA 2: METODOS ITERATIVOS PARA LA RESOLUCION DE SISTEMAS LINEALES Y NO LINEALES | 6     | 4,5 | 1   | 3   | 7   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2, 3.1 |
| TEMA 3: INTERPOLACION                                                            | 4     | 3   | 0,5 | 2   | 5   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2, 3.1 |
| TEMA 4: DERIVACION E INTEGRACION NUMERICA                                        | 6     | 4,5 | 1   | 3   | 9   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2, 3.1 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 199 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                  | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos               |
|---------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|
|                                             | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                        |
| TEMA 5: ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS | 6     | 4,5 | 1   | 4   | 9   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2, 3.1 |
| TEMA 6: ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES   | 4     | 3   | 0,5 | 3   | 6   | 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.1, 2.2, 3.1 |

### Equipo Docente

**DIEGO GARCÍA VERA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** MATEMÁTICAS

**Teléfono:** 928458833

**Correo Electrónico:** dgarcia@dma.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

An introduction to Numerical Methods for solving several engineering problems is presented. Algorithms for obtaining approximated solutions are discussed. Programming ideas for these procedures are outlined in this matter. The algorithms are oriented to be programmed on the computer. Only elementary knowledge about Algebra and Calculus is necessary for following the topics: Resolution of equations, iterative methods for solving systems of equations, interpolation, numerical derivation and integration, initial and boundary value problems, finite differences for partial differential equations.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 200 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



**ASIGNATURA:** 14087 - ECONOMÍA Y GESTIÓN DE EMPRESAS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
**ÁREA:** Organización De Empresas  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):30
- Horas prácticas (HP):23
- Horas de clases tutorizadas (HCT):2
- Horas de evaluación:2
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):22
- actividad independiente (HAI):35

Idioma en que se imparte:español

### Descriptores B.O.E.

El entorno económico de la Empresa. Teoría económica de la empresa. Fundamentos de la economía de la empresa. Áreas funcionales: producción. Marketing. Financiación. Inversión.

### Temario

#### PARTE 1. ECONOMÍA

TEMA 1.- Introducción a la teoría económica y a los problemas económicos (2T/2P)

TEMA 2.- La curva de demanda: Ajustes a las variaciones de los precios y la renta (3T/3P)

TEMA 3.- La empresa: los costos y la producción (3T/3P)

TEMA 4.- La producción, los costos y las decisiones de producción de la empresa (3T/3P)

TEMA 5.- La estructura de mercado y los mercados competitivos (2T/2P)

TEMA 6.- Monopolio y competencia imperfecta (2T/2P)

#### PARTE 2. GESTIÓN DE EMPRESAS

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 201 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

TEMA 7.- Análisis económico de la empresa (3T/3P)

TEMA 8.- La organización y la gestión de empresas (3T/3P)

TEMA 9.- La función de producción (3T/3P)

TEMA 10.- La actividad de marketing (3T/3P)

TEMA 11.- Las decisiones financieras de la empresa (3T/3P)

### Requisitos Previos

Los que posee el alumno de bachiller

### Objetivos

#### 1. Objetivos conceptuales:

- 1.1 Comprender el objeto de la economía
- 1.2 Distinguir entre economía positiva y normativa
- 1.3 Distinguir entre microeconomía y macroeconomía
- 1.4 Conocer el papel de los mercados como instrumentos de asignación de los recursos escasos
- 1.5 Analizar la conducta de los compradores
- 1.6 Relacionar la demanda de un bien con su precio
- 1.7 Distinguir entre demanda elástica e inelástica
- 1.8 Relacionar la demanda de un bien con el precio de los otros bienes
- 1.9 Distinguir entre bienes complementarios y sustitutivos
- 1.10 Comprender los efectos la renta en la demanda
- 1.11 Distinguir entre bienes normales, inferiores y de lujo
- 1.12 Comprender las decisiones de las empresas sobre la cantidad que desean producir y vender
- 1.13 Analizar los efectos que produce la estructura del mercado en el precio y la producción de la industria
- 1.14 Analizar las decisiones de producción de la empresa en competencia imperfecta
- 1.15 Reconocer los problemas organizativos de los sistemas económicos
- 1.16 Reconocer las potencialidades de la capacidad tecnológica de la empresa y las ventajas que pueden derivarse de ella
- 1.17 Conocer los principios, conceptos básicos y naturaleza del marketing estratégico
- 1.18 Comprender la naturaleza y el alcance de la función financiera

#### 2. Objetivos procedimentales:

- 2.1 Construir la frontera de posibilidades de producción de una economía
- 2.2 Dibujar curvas de demanda
- 2.3 Calcular la elasticidad-precio de la demanda
- 2.4 Calcular la elasticidad cruzada de la demanda
- 2.5 Calcular la elasticidad-renta de la demanda
- 2.6 Representar gráficamente las curvas de coste total, ingreso total, coste marginal e ingreso marginal
- 2.7 Calcular el nivel óptimo de producción de una empresa a corto plazo y a largo plazo
- 2.8 Calcular el nivel de producción de una empresa en un mercado perfectamente competitivo
- 2.9 Calcular la producción y el precio en condiciones de monopolio
- 2.10 Utilizar métodos y técnicas de investigación necesarias para el análisis del mercado y el entorno
- 2.11 Evaluar proyectos de inversión

Página 2

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 202 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

### 3. Objetivos actitudinales:

3.1 Interesarse por la forma de resolver los problemas de qué producir, cómo y para quién

3.2 Preguntarse si las empresas deben tener otros objetivos distintos de la maximización de beneficios (responsabilidad social corporativa)

3.3 Preguntarse si los monopolios son deseables

## Metodología

Clases expositivas de los contenidos teóricos (clases de teoría) simultaneadas con la realización de ejercicios y problemas prácticos (clases de problemas). Se utilizará la pizarra, combinada con la presentación de algunos temas en PowerPoint.

Clases de teoría:

Actividad del profesor: clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas y respondiendo a las preguntas planteadas por el profesor

Actividad no presencial: prepara apuntes y estudiar la materia

Clases de problemas:

Actividad del profesor: planteamiento de los problemas a resolver

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: resolver los problemas planteados utilizando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas

Actividad no presencial: resolver los problemas planteados

## Criterios de Evaluación

Examen final teórico-práctico en donde el estudiante optará a la calificación numérica máxima (10).

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas consistirán en la realización de problemas en el aula por un total de 30 horas (3 créditos). De esta forma el alumno aprenderá a usar la economía y comprenderá la forma de atacar y analizar los problemas

## Bibliografía

### [1 Básico] Introducción a la administración de empresas /

Alvaro Cuervo García, director.

Civitas,, Madrid : (2004) - (5ª ed.)

84-470-2198-X

### [2 Básico] Microeconomía intermedia: un enfoque actual /

Hal R. Varian.

Antoni Bosch,, Barcelona : (2003) - (5ª ed.)

849534811X

### [3 Básico] Economía /

Stanley Fischer ; Rudiger Dornbusch, Richard Schmalensee.

, McGraw-Hill, Madrid, - (2ª ed.)

8476153708

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 203 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**[4 Recomendado] DIRECCIÓN de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios /**

[director y coordinador] José A. Domínguez Machuca.  
McGraw-Hill, Madrid : (1994)  
8448118030

**[5 Recomendado] Sistema económico y empresa /**

Antonio Serra Ramoneda.  
Ariel, Barcelona : (1986) - (1ª ed.)  
8434420112

**[6 Recomendado] Dirección de la producción: decisiones estratégicas /**

Jay Heizer ; Barry Render.  
Pearson Educación, Madrid : (2001) - (6ª ed.)  
8420529249

**[7 Recomendado] Dirección de la producción : decisiones tácticas /**

Jay Heizer, Barry Render.  
Prentice Hall, Madrid : (2001) - (6ª ed.)  
8420530360

**[8 Recomendado] Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios /**

José Antonio Domínguez Machuca... et al.!.  
McGraw-Hill, Madrid : (1995)  
8448118480 p.I

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos          | Horas |    |     |     |      | Competencias y Objetivos                                                                                     |
|---------------------|-------|----|-----|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI  |                                                                                                              |
| Economía            | 17    | 14 | 0   | 9   | 8,5  | 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,1.10,1.11,1.12,1.13,1.14,2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6,2.7,2.8,2.9,3.1,3.2,3.3 |
| Gestión de Empresas | 13    | 9  | 2   | 13  | 26,5 | 1.15,1.16,1.17,1.18,2.10,2.11                                                                                |

**Equipo Docente**

**ARISTIDES OLIVARES MESA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR

**Departamento:** ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

**Teléfono:** 928458153 **Correo Electrónico:** aristides.olivares@ulpgc.es

**ALICIA MARÍA BOLÍVAR CRUZ**

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

**Teléfono:** 928458126 **Correo Electrónico:** alicia.bolivar@ulpgc.es

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 204 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Resumen en Inglés

With the design of this subject we try to introduce to the students the basic notions and tools of Economy and Management

Página 5

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 205 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14088 - MICROONDAS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):30
- Horas prácticas (HP):15
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:0
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):0
- actividad independiente (HAI):45

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Propagación de señales de muy alta frecuencia. Adaptación de impedancias. Tratamiento matricial de circuitos de microondas: parámetros S.

### Temario

- 1 Líneas de Transmisión. 7 horas
  - 1-1 Modelo circuital de una línea de transmisión.
  - 1-2 Parámetros primarios y secundarios de una línea de transmisión.
  - 1-3 Coeficiente de reflexión.
  - 1-4 Relaciones de potencia en una línea de transmisión.
- 2 Adaptación de impedancias. 8 horas
  - 2-1 Carta de Smith.
  - 2-2 Adaptación con elementos concentrados.
- 3 Líneas de transmisión más utilizadas. 7 horas
  - 3-1 El cable coaxial.
  - 3-2 La guíaonda como línea de transmisión.
  - 3-3 La línea microtira.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 206 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 4 Ondas de potencia. 8 horas
- 4-1 Definición y significado físico de las ondas de potencia.
- 4-2 Matriz de dispersión; parámetros S.
- 4-3 Definición y significado físico de los parámetros S.
- 4-4 Relaciones de potencia en cuadripolos.

Realización de problemas de convocatorias anteriores: 5 horas

## Requisitos Previos

Es deseable que el alumno esté familiarizado con la teoría electromagnética básica y con la teoría de ondas guiadas.

## Objetivos

- 1) Objetivos conceptuales
  - 1.1 Asimilar la variación espacial de las magnitudes tensión e intensidad.
  - 1.2 Conocer los circuitos y métodos de adaptación de impedancias más habituales en ingeniería de microondas.
  - 1.3 Conocer la líneas de transmisión más usadas en la práctica.
  - 1.4 Conocer los parámetros mas utilizados para la caracterización de circuitos de microondas.
- 2) Objetivos procedimentales
  - 2.1 Medir parámetros de líneas de transmisión.
  - 2.2 medir parámetros de circuitos de microondas.
- 3) Objetivos actitudinales
  - 3.1) Comunicar por escrito y con claridad la posible validez de los resultados obtenidos en las mediciones

## Metodología

Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de problemas.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Participación en clase mediante el planteamiento de dudas.

-Actividad no presencial: Estudiar la materia y resolver problemas. Para ello el alumno dispone de una colección de problemas de cada tema.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Introducción de la práctica. Explicación de los aspectos fundamentales de la práctica.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Toma de medidas y realización de la práctica. El alumno dispone de un guión descriptivo de la práctica.

-Actividad no presencial: Elaboración de una breve memoria de cada práctica.

Tutorías: Consulta de dudas teóricas y prácticas relacionadas con la asignatura.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Examen de prácticas; hasta un 10% si se ha asistido a prácticas

Examen de prácticas; hasta un 20% si no se ha asistido a prácticas

Realización de los guiones de prácticas; hasta un 10% si se ha asistido a prácticas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 207 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final

#### Otras consideraciones

La asignatura se considerará aprobada cuando se den simultáneamente las siguientes circunstancias.

-La nota de prácticas sea superior o igual a cinco puntos.

-La nota de teoría sea superior o igual a cinco puntos.

La nota de prácticas tiene un peso del 20 % del total y la teoría el 80 % restante.

La nota máxima que se podrá obtener si se suspende una de las dos partes será de 4.0 puntos.

La evaluación teórica se realizará mediante un examen final.

La evaluación por examen final consistirá en un solo examen de todo el temario de la asignatura.

Para aprobar el examen final el alumno deberá obtener una nota igual o superior a cinco puntos.

Para los alumnos que realicen las prácticas en el laboratorio, la nota de prácticas se obtendrá a partir de las memorias de cada práctica y de un examen final teórico-práctico que se realizará el mismo día que el examen final cuando concluya el mismo.

El examen de prácticas consistirá en un pequeño ejercicio que evaluará las cuestiones teóricas y prácticas que el alumno ha tenido que utilizar para la realización de las prácticas en el laboratorio.

Para los alumnos que no asistan a prácticas en el laboratorio, la nota de prácticas consistirá en un examen práctico a realizar en el laboratorio y que consistirá en la realización de una o varias de las prácticas que se realizan durante el curso.

Para los alumnos que asistan a prácticas, la nota de prácticas corresponderá en un 50 % a la nota obtenida en las memorias y en el 50 % restante al ejercicio teórico-práctico. Las memorias de prácticas tienen todas el mismo peso en la elaboración de la nota. Para aprobar la parte práctica, será necesario obtener una nota igual o superior a cinco puntos en sus dos apartados.

Para los alumnos que no asistan a prácticas, la nota de prácticas será la que obtengan en el examen del laboratorio y que deberá ser mayor o igual a cinco puntos.

### Descripción de las Prácticas

De las quince horas de prácticas diez son para la realización de prácticas presenciales en el laboratorio y cinco para la realización de problemas.

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Electrónica de Comunicaciones Sala II, Edificio B, L-316

#### Práctica 1: Manejo de instrumentación. 2 horas

El alumno debe familiarizarse con los instrumentos que va a utilizar en las siguientes prácticas: generador de barrido, detector, puente de impedancias y analizador de espectros.

#### Práctica 2: Medida de ondas estacionarias en guía. 2 horas

El alumno medirá los fenómenos que conlleva la aparición de las ondas estacionarias en una guía ranurada: máximos mínimos y coeficientes de reflexión.

Equipo utilizado: Osciloscopio, guía ranurada, frecuencímetro de cavidad, carga deslizante, detector, oscilador Gunn.

#### Práctica 3: Medida del coeficiente de reflexión. 2 horas

El alumno deberá medir el coeficiente de reflexión que aparece en un cable coaxial al conectar varios tipos de impedancias desconocidas.

Equipo utilizado: Osciloscopio, puente de impedancias, frecuencímetro, generador de barrido.

#### Práctica 4: Medida de una línea de transmisión. 2 horas

El alumno deberá medir los parámetros primarios y secundarios de un cable coaxial: impedancia

|                                                     |               |                            |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
| Página 208 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



característica, velocidad de grupo y coeficiente de atenuación.  
Equipo utilizado: Osciloscopio, puente direccional, generador de señal.

Práctica 5: Medida de parámetros S. 2 horas

En esta práctica, el alumno aprenderá cómo se utiliza un analizador vectorial de redes midiendo, junto al profesor, los parámetros S de un dispositivo de alta frecuencia.

Equipo utilizado: analizador vectorial de redes.

## Bibliografía

### [1 Básico] Introducción a las microondas /

Vicente Ortega Castro...[et al.].

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Madrid : (1990)

### [2 Recomendado] Microwave engineering /

David M. Pozar.

Wiley,, New York : (1998) - (2nd ed.)

0471170968

### [3 Recomendado] Ingeniería de microondas: técnicas experimentales /

J. M. Miranda...[et al.].

Prentice Hall,, Madrid [etc.] : (2002)

8420530999

### [4 Recomendado] Propagación de ondas guiadas.

Page de la Vega, J. E.

E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación, Servicio de Publicaciones,, Madrid : (1988) - (4ª ed.)

8474021332

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1, Prácticas 1,2,3 | 7     | 6  | 0   | 0   | 13  | 1.1,2.1,3.1              |
| Tema 2                  | 8     | 0  | 0   | 0   | 8   | 1.2                      |
| Tema 3, Práctica 4      | 7     | 2  | 0   | 0   | 9   | 1.3,2.1,3.1              |
| Tema 4, Práctica 5      | 8     | 2  | 0   | 0   | 10  | 1.4,2.2,3.1              |
| Resolución de problemas | 0     | 5  | 0   | 0   | 5   | 1.1,1.2,1.3,1.4          |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 209 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Equipo Docente

**EUGENIO JIMÉNEZ YGUACEL**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457368

**Correo Electrónico:** eugenio.jimenez@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

This course pretends to be an introduction to the analysis and technologies used in high-frequency. The course starts reviewing transmission lines theory. Different techniques used in the design process of impedance matching at high frequency are described. Some of the transmission lines that are often used in microwaves systems are presented. The classic theory of analysis and design of microwaves devices using power waves and scattering matrix is introduced.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 210 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



**ASIGNATURA:** 14089 - TRANSMISIÓN DIGITAL  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):23
- Horas prácticas (HP):22
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:3
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):27
- actividad independiente (HAI):45

Idioma en que se imparte:Castellano

### Descriptores B.O.E.

Teoría de la decisión. Detección de señales binarias. Detección con más de dos mensajes. Regiones de decisión y probabilidad de error. Decisión e igualación. Modulaciones digitales. Canales variables. Canales con desvanecimiento. Sincronización.

### Temario

Tema 0: Presentación y repaso a los fundamentos de la Transmisión Digital (1 hora)

Tema I: Técnicas de acceso múltiple y espectro ensanchado (11 horas)

1. Concepto de acceso múltiple (1 hora)
  - 1.1. Revisión de conceptos anteriores: TDMA y FDMA
  - 1.2. Concepto de espectro ensanchado
2. Espectro ensanchado mediante secuencia directa (DSSS)
  - 2.1. Concepto de DSSS (4 horas)
  - 2.2. Códigos ortogonales y quasiortogonales
  - 2.3. Diagrama de bloques de un sistema DSSS
  - 2.4. Prestaciones frente a Jamming, IES y RBGA
  - 2.4.1. Inconvenientes de los sistemas DSSS: recuperación de sincronismo
3. Espectro ensanchado mediante salto en frecuencia (FHSS)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 211 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 3.1. Concepto de FHSS (3 horas)
- 3.2. Tipos de sistemas FHSS: SFH y FFH
- 3.3. Diagrama de bloques de un sistema FHSS
- 3.4. Prestaciones frente a Jamming, IES y RBGA
- 3.5. Inconvenientes de los sistemas FHSS: recuperación de portadora y de Sincronismo
4. Aplicaciones de los sistemas SS (3 horas)
- 4.1. CDMA
- 4.2. Sistemas comerciales:
  - 4.2.1. Telefonía móvil de 3ª generación
  - 4.2.2. Sistemas de localización: GPS, Galileo

#### Tema II: Técnicas de banda ultraancha-UWB (8 horas)

1. Repaso de conceptos anteriores: técnicas de modulación para sistemas digitales
2. Espectro ensanchado mediante salto temporal (THSS)
  - 2.1. Concepto de THSS
  - 2.2. Códigos
  - 2.3. Diagrama de bloques de un sistema THSS
3. Fundamentos de OFDM
4. Aplicaciones de los sistemas OFDM
5. Sistemas de Radio Impulsiva
6. Aplicaciones

#### Tema III: Sistemas ópticos no guiados (2 horas)

1. Fundamentos
2. Propagación y recepción: parecidos y diferencias con los sistemas RF
3. Estándares básicos: IrDA e IEEE 1073
4. Escenarios de aplicación

#### Tema IV: El canal de comunicaciones (4 horas)

1. Canales lineales invariantes
2. Canales dispersivos
3. Canales con desvanecimiento
4. Canales variables
5. Modelos de aproximación: Rayleigh, Rice, otros modelos

Presentación de trabajos 4 horas

### Requisitos Previos

Se entiende que el alumno debe haber cursado las asignaturas de Teoría de la Señal, Teoría de la Comunicación, Sistemas de Telecomunicación y Estadística

### Objetivos

Objetivos:

Se busca que el alumno profundice en los conocimientos que haya alcanzado previamente en las asignaturas troncales y obligatorias referidas al área de la Teoría de Señales y Sistemas (Teoría de la Señal, Teoría de la Comunicación, Sistemas de Telecomunicación y Estadística) con especial hincapié en sus aplicaciones prácticas y aplicaciones comerciales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 212 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

Objetivos conceptuales:

Para el tema I:

- 1.1. Conocer los fundamentos de los sistemas CDMA
- 1.2. Identificar sus potencialidades y defectos
- 1.3. Conocer sus aplicaciones comerciales actuales (GPS, UMTS y otros).

Para el tema II:

- 1.4. Conocer los fundamentos de los sistemas UWB, tanto en frecuencia como mediante radio impulsiva
- 1.5. Identificarde sus potencialidades y defectos
- 1.6. Conocer sus aplicaciones comerciales actuales (ADSL, BLUETOOTH, WiFi, WiMAX...)

Para el tema III

- 1.7. Conocer los fundamentos de los sistemas ópticos no guiados, tanto en interiores como en exteriores (sistemas FSO)
- 1.8. Identificar de sus potencialidades y defectos
- 1.9. conocer sus aplicaciones comerciales actuales (IrDA, IEEE 11073 etc.)

Para el tema IV

- 1.10. Conocer los fundamentos de los modelos de canal, las formas de simulación y sus potencialidades, tanto en sistemas guiados como radio
- 1.11. Conocer las distribuciones más utilizadas

Objetivos procedimentales; El alumno debe ser capaz de:

- 2.1 Resolver problemas sencillos y cuestiones teórico-prácticas asociados a sistemas de comunicación digital
- 2.2. Evaluar la tasa de error y el ancho de banda y la potencia consumida por diversos sistemas de comunicación
- 2.3. Conocer algunos estándares comerciales concretos en su relación con el nivel físico de comunicación

Objetivos actitudinales:

- 3.1. Participar en la resolución de problemas y cuestiones teórico-prácticas
- 3.2. Promover nuevo formatos de problemas y sobre la forma más adecuada de presentar los conocimientos
- 3.3. Trabajar en grupo para la resolución de las prácticas y en la preparación de los trabajos prácticos
- 3.4 Adquirir herramientas que le permitan afrontar las asignaturas siguientes dentro de la titulación, en lo que respecta a la transmisión de señales en formato digital

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Página 213 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Metodología

### Metodología

Docencia teórica en clase, con material audiovisual y abundantes ejemplos prácticos. Para la realización de las prácticas se utilizarán programas específicos de procesamiento de señal. En detalle consistirá en

#### \* Clases de teoría:

Docencia teórica en clase, con material audiovisual y abundantes ejemplos prácticos. Como apoyo a las clases de teoría, se facilitarán a los alumnos los materiales de las asignaturas, con el fin de facilitar el seguimiento de la materia. Se aconseja al alumno el disponer de estas copias al asistir a clase para un mejor aprovechamiento de las mismas.

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

Actividad del estudiante: Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y resolución de cuestiones teórico-prácticas planteadas por el profesor

#### \* Problemas:

Actividad del profesor: Primera parte expositiva, una segunda parte de resolución de los problemas y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros problemas. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la posible mejora de las soluciones planteadas.

#### \* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante: Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

#### \* Prácticas de laboratorio:

Para las prácticas de laboratorio se dispone de puestos de trabajo equipados con ordenadores. Para una correcta realización y comprensión de las prácticas se considera fundamental el haber estudiado previamente los conceptos teóricos que se van a tratar en la práctica, y además realizar previamente una lectura cuidadosa del enunciado de la misma. No es preciso entregar memorias de las prácticas realizadas.

Actividad del profesor: Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio. Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 214 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Ejecución de los trabajos

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Prácticas: 30% de la nota final, evaluadas mediante examen oral ante el ordenador por el profesor de prácticas una semana después de la finalización de cada práctica. La realización de las prácticas es obligatoria. A aquellos que no realicen las prácticas se les hará un examen escrito el día de la convocatoria con cuestiones relativas a los resultados que deben obtener en prácticas.

Actividades que no liberan materia pero puntúan:

Problemas propuestos por el profesor: 25% de la nota final

Otras consideraciones:

Se evaluará de acuerdo a dos posibles modelos:

#### EVALUACIÓN CONTINUA:

Aquellos alumnos que presenten una serie de problemas propuestos por el profesor, (que corresponderá a un 25% de la nota final) y que entreguen y presenten un trabajo teórico sobre un tema a desarrollar, bien a propuesta del profesor, bien propuesto por el alumno, (a lo que corresponderá un 45% de la nota final), y hayan presentado las prácticas, podrán quedar exentos de presentarse al examen teórico de la asignatura siempre y cuando obtengan al menos 5 puntos en la calificación combinada de las tres partes y al menos la mitad de la calificación máxima en cada una de ellas.

#### EVALUACIÓN FINAL

Aquellos que, bien no superen esta evaluación continua, bien renuncien a ella, podrán presentarse a un examen teórico de convocatoria, con un valor del 70% de la nota final. Se considerarán aprobados siempre y cuando obtengan al menos 5 puntos en la calificación combinada de teoría y prácticas.

### Descripción de las Prácticas

#### Descripción de las Prácticas

Las Prácticas se realizarán en el laboratorio de Tratamiento Digital de la Señal, nº 134 de la primera planta del pabellón B del edificio de Electrónica y Telecomunicación. Consistirán en la realización por parte de los estudiantes de diversos modelos en el entorno Simulink de Matlab, simulando diversos sistemas de transmisión digital.

Las prácticas a realizar son:

1. Transmisión Digital en Banda Base.- Se simulará un sistema de transmisión digital en banda base. Se generará una señal digital binaria aleatoria y se transmitirá por un canal que introduzca ruido blanco y limitado a una banda baja de frecuencias. Se observará las señales en cada punto

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 215 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

del sistema, Densidad Espectral de Potencia (DEP) y diagrama de ojo de la señal recibida y se calculará la tasa de error (BER, Bit Error Rate). Se obtendrá la curva de BER frente a la relación señal a ruido (SNR, Signal to Noise Ratio).

Tiempo de realización: 10 horas.

2. Transmisión Digital Paso Banda.- En este caso el canal de transmisión será paso banda. Para ello se generará una señal digital aleatoria a la que se realizará un procesamiento en banda base y posteriormente paso banda, según sea la modulación considerada. El canal introducirá ruido blanco. Se observará las señales en cada punto del sistema, DEP a la entrada del receptor y la constelación. Las modulaciones consideradas serán: M-ASK, M-QAM, M-PSK, 2-FSK y GMSK.

Tiempo de realización: 10 horas.

3. Espectro Ensanchado.- Se simulará un sistema de comunicación CDMA con 2 transmisores y receptores que emplee espectro ensanchado por secuencia directa. Se generarán los códigos correspondientes y se estudiarán sus características de autocorrelación y correlación cruzada.

Tiempo de realización: 10 horas.

## Bibliografía

### [1 Básico] Communication systems engineering /

John G. Proakis, Masoud Salehi.

Prentice Hall,, Upper Saddle River, N.J. : (2002) - (2nd ed.)

0130617938

### [2 Básico] Digital communications : microwave applications /

Kamilo Feher.

Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J. : (1981)

0132140802

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                          |
|-------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------|
|                                                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                   |
| Presentación y repaso a los fundamentos de la Transmisión Digital | 2     | 1  | 0   | 1   | 2   | 3.1; 3.2                                          |
| Técnicas de acceso múltiple y espectro ensanchado                 | 8     | 4  | 0   | 6   | 8   | 1.1; 1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; |
| Técnicas de banda ultraancha-UWB                                  | 6     | 3  | 0   | 6   | 9   | 1.4; 1.5; 1.6; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; |
| Sistemas ópticos no guiados                                       | 1     | 2  | 0   | 1   | 4   | 1.7; 1.8; 1.9; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 216 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                       |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                |
| El canal de comunicaciones | 4     | 8  | 0   | 11  | 15  | 1.10; 1.11; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; |
| presentación de trabajos   | 2     | 4  | 0   | 4   | 7   | 3.3; 3.4;                                      |

### Equipo Docente

#### RAFAEL PÉREZ JIMÉNEZ

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928452870 **Correo Electrónico:** rafael.perez@ulpgc.es

#### JOSÉ RAMÓN VELÁZQUEZ MONZÓN

(RESPONSABLE DE PRÁCTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928451278 **Correo Electrónico:** joseramon.velazquez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The goal to achieve in this specific subject is that the students can go deeper in the knowledge from previous communications theory concepts. They should previously follow at least the lectures concerning Fundamentals of signal theory and communications theory. We will make and special effort on order to show specific commercial systems using each of the concept to be explained.

The main concepts to study will be receivers, channels and special modulations and codification techniques. Some practical work will also be presented

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 217 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14090 - DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INTERFACES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4.8 Horas de trabajo del alumno:120.0

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):30.0
- Horas prácticas (HP):30.0
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0.0
- Horas de evaluación:3.0
- otras:0.0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):17.0
- actividad independiente (HAI):40.0

Idioma en que se imparte:Español

### Descriptores B.O.E.

Principios del Hardware de Entrada/Salida. Principios del Software de Entrada/Salida. Interface Serie. Interface Paralelo. Controladores de dispositivos. Interfaces Hombre-Máquina.

### Temario

Tema 1.- Principios de dispositivos de Entrada/Salida

- 1.1.- Evolución de los ordenadores( 2 horas)
- 1.2.- Buses de I/O (2 horas)
- 1.3.- Periféricos (2 horas)

Tema 2.- Gestión de Entrada/Salida

- 2.1.- Gestión de E/S. Rendimientos (2 horas)
- 2.2.- Software de E/S (4 horas)

Tema 3.- Diseño de interfaces de usuario

- 3.1.- Introducción (1 hora)
- 3.2.- Interface de escritorios y de Web (1 hora)

Tema 4.- Conceptos básicos de programación de controladores de dispositivos

- 4.1.- Conceptos básicos (2 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 218 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

4.2.- Diseño del controlador de dispositivo (8 horas)

Tema 5.- Bases de Datos

5.1.- Introducción a la arquitectura de una Base de Datos (2 horas)

5.2.- Diseño de base de datos (4 horas)

## Requisitos Previos

Se recomienda conocimientos de Algorítmica y Programación y de estructura de ordenadores

## Objetivos

2. Objetivos Conceptuales

1.1.- Afianzar los conocimientos sobre dispositivos de Entrada/Salida y la gestión de estos

1.2.- Proporcionar los conocimientos básicos para la programación de controladores de dispositivo y aplicar estos conocimientos al desarrollo de aplicaciones

1.3.- Dar una introducción a la arquitectura y diseño de bases de datos y mostrar los métodos existentes para la realización de programas que proporcionen una interfaz con estas bases de datos

2. Objetivos Procedimentales

2.1.- Manejar métodos que ayudan a la mejora de las comunicaciones de los periféricos

2.2.- Aprender y manejar programas – herramientas que ayuden al

Desarrollo de de aplicaciones que describan y/o mejoren la comunicación máquina-máquina y máquina-persona

3. Objetivos Actitudinales

3.1.- Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica

## Metodología

Las clases están muy orientadas a la práctica, sirviendo principalmente para asentar las bases necesarias para abordar los trabajos de curso propuestos para cada grupo. Las clases teoricas se imparten usando la pizarra y cañón de proyección, mientras que las prácticas se realizan en el laboratorio de Ordenadores.

Descripción de la metodología:

2. Clase de Teoría

- Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos

- Actividad del estudiante:

- \* Actividad presencial: tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas

- \* Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar cuestionario on-line

2.- Prácticas de Laboratorio

- o Actividad del profesor: Explicar en líneas generales las prácticas y mostrar los posibles pasos a seguir para su desarrollo

- o Actividad de los estudiantes:

- Actividad presencial: Realizar las prácticas

- Actividad no presencial: preparar la práctica y preparar su exposición

## Criterios de Evaluación

La evaluación se llevará a cabo mediante los siguientes criterios:

Actividades que liberan materia:

Examen de teoría con un 50%

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 219 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Prácticas de laboratorio con un 50% (todas las prácticas puntúan igual)

Actividades que no liberan materia:  
Ninguna

Consideraciones generales:

El examen de teoría constará de 6 preguntas con varias cuestiones sobre los diversos temas tratados.

Todas las preguntas puntúan igual

De la parte práctica:

Hay que presentar los correspondientes trabajos propuestos en todas las prácticas.

La nota media será la media de las tres notas de los trabajos propuestos asociados a cada práctica.

Si el alumno no asiste a las prácticas o no entrega el trabajo en alguna de ellas, se le hará un examen final de una pregunta con varias cuestiones referidas a las prácticas no entregadas o que no ha asistido.

La nota final corresponderá a un 50% del examen teórico y un 50% del de práctica.

Caso de no aprobar una parte (teórica o práctica), la nota máxima final será de máximo 4.0 puntos

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas de la asignatura se realizarán en el laboratorio de Ordenadores y serán las siguientes:

1.- Interfaz de usuario con html y php (10 horas)

Se trata de introducir al alumno en el desarrollo de páginas web orientadas al interfaz de usuario.

2.- Diseño de un controlador de dispositivo (10 horas)

Realización práctica de un controlador de dispositivo (por ejemplo, aplicación a un puerto serie RS232) para un sistema operativo moderno (linux).

3.- Manejo de bases de datos con php y C (10 horas)

Diseño de una base de datos y acceso a la misma utilizando los lenguajes C y php.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Fundamentos de bases de datos /

Abraham Silberschatz.

, McGraw-Hill, Madrid, (1999) - (3a ed., 1ª reimp., 2001.)

8448120213

#### [2 Básico] PHP 5: proyectos profesionales /

Francisco Charte Ojeda.

Anaya Multimedia,, Madrid : (2004)

8441517703

#### [3 Básico] Programación orientada a objetos: una introducción /

Greg Voss.

McGraw-Hill,, México : (1994)

9701004930

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 220 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[4 Básico] Operating system concepts /***James L. Peterson, Abraham Silberschatz.**Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1986) - (2nd ed., [repr. with corr.].)**0201061988***[5 Básico] Desarrollo web con PHP y MYSQL /***José Antonio Gallego Vázquez.**Anaya Multimedia,, Madrid : (2003)**8441515255***[6 Básico] Guía de aprendizaje MySQL /***Larry Ullman.**Prentice Hall,, Madrid : (2003)**8420538434***Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1: Principios de dispositivos de E/S                                 | 6     | 6  | 0   | 5   | 4   | 1.1,1.2,2.1              |
| Tema 2: Gestión de E/S                                                    | 6     | 6  | 0   | 0   | 6   | 1.1,1.2.1, 3.1           |
| Tema 3:Diseño de interface de usuario                                     | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.2,2.1,2.2,3.1          |
| Tema 4: Conceptos básicos de programación de controladores de periféricos | 10    | 10 | 0   | 6   | 10  | 1.2,1.3,2.2,3.1          |
| Tema 5: Base de datos                                                     | 6     | 6  | 0   | 4   | 6   | 1.3,2.2,3.1              |

**Equipo Docente****NORBERTO MANUEL RAMOS CALERO***(COORDINADOR)***Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA**Teléfono:** 928458972**Correo Electrónico:** norberto.ramos@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://atlantida.ulpgc.es>**Resumen en Inglés**

On the one hand, intends to have a vision it more possible practice of the most common peripherals used at present, according to the evolution of the computers (PC's) .  
 Besides, intends to show some main forms brought up to date of interconnection CPU- peripheral.  
 Also it intends to know the design of web pages and the analysis of this, doing emphasis in the design of the interface man-machine

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 221 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Página 222 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |



Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14091 - TÉCNICAS DE CONTROL  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4.8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):30
- Horas prácticas (HP):30
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:0
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):18
- actividad independiente (HAI):42

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Sistemas realimentados de control. Controladores PID. Autómatas programables. Análisis y diseño en el dominio del tiempo y la frecuencia. Técnicas modernas de control.

### Temario

TEMA I. CONCEPTOS PRELIMINARES DE SISTEMAS DE CONTROL (2 horas)

- I.1. Introducción (1/4 hora)
- I.2. Clasificación de los sistemas de control (1/4 hora)
- I.3. Estructura general de un servosistema (1/4 hora)
- I.4. Procesos y plantas a controlar (1/4 hora)
- I.5. Técnicas de control (1/4 hora)
- I.6. Representación de los sistemas de control (1/2 hora)
  - I.6.1. La función de transferencia
  - I.6.2. Diagramas de bloques y flujogramas
  - I.6.3. Fórmula de Mason
  - I.6.4. Ecuaciones de estado y representación
- I.7. Modelado matemático de los sistemas físicos (1/4 hora)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 223 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## TEMA II. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL (4 horas)

- II.1. Análisis en el dominio del tiempo (2 horas)
  - II.1.1. Comportamiento en régimen permanente
  - II.1.2. Comportamiento en régimen transitorio
  - II.1.3. Índices de funcionamiento
  - II.1.4. Simplificación de sistemas lineales
- II.2. Estabilidad (1 hora)
  - II.2.1. Introducción
  - II.2.2. Criterio de Routh y Jury
- II.3. Sensibilidad (1/2 hora)
- II.4. Perturbaciones (1/2 hora)

## TEMA III. DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL (10 horas)

- III.1. Acciones básicas de control (2 horas)
  - III.1.1. Controlador On-Off, P, PD, PI, PID, Lead, Lag y Lead-Lag
  - III.1.2. Implementación analógica de los controladores
  - III.1.3. Implementación digital de controladores analógicos y su programación
- III.2. Técnica del lugar de las raíces (2 horas)
  - III.2.1. Construcción y análisis del lugar de las raíces
  - III.2.2. Diseño del controlador usando el lugar de las raíces
- III.3. Dominio de la frecuencia (1 hora)
  - III.3.1. Análisis en el dominio de la frecuencia
  - III.3.2. Diseño del controlador usando la respuesta en frecuencia
- III.4. Diseño por realimentación del estado (2 horas)
  - III.4.1. Introducción
  - III.4.2. Asignación de polos
  - III.4.3. Observadores de estado
- III.5. Sistemas de control óptimo cuadráticos (1 hora)
- III.6. Control adaptativo (2 horas)
  - III.6.1. Introducción
  - III.6.2. El PID autoajustable
  - III.6.3. Reguladores de mínima varianza
  - III.6.4. Control adaptativo por modelo de referencia

## TEMA IV. MOTORES (6 horas)

- IV.1. El motor de corriente continua (2 horas)
  - IV.1.1. Principios básicos de funcionamiento
  - IV.1.2. Tipos de motores de corriente continua y su control
- IV.2. El motor de corriente alterna (2 horas)
  - IV.2.1. Principios básicos de funcionamiento
  - IV.2.2. Tipos de motores de corriente alterna y su control
- IV.3. Motor paso a paso (2 horas)
  - IV.3.1. Principios básicos de funcionamiento
  - IV.3.2. Tipos de motores paso a paso y su control

## TEMA V. EL AUTÓMATA PROGRAMABLE (8 horas)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 224 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



- V.1. Introducción (1/2 hora)
- V.2. Arquitectura del PLC (1/2 hora)
- V.3. Lenguajes de programación (4 horas)
- V.4. Implementación de instalaciones cableadas con PLC's (1 hora)
- V.5. Comunicaciones entre PLC's (1 hora)
- V.6. Autómatas comerciales (1 hora)

## Requisitos Previos

Electrónica analógica, electrónica digital, teoría de la señal.

## Objetivos

1. Objetivos Conceptuales:
  - 1.1. Conocer los fundamentos básicos y la terminología usada en los sistemas de control
  - 1.2. Analizar los parámetros que determinan el comportamiento de un sistema de control
  - 1.3. Conocer los distintos controladores estándar existentes y su implementación analógica y digital
  - 1.4. Conocer y analizar las técnicas clásicas de diseño de un controlador
  - 1.5. Conocer y analizar técnicas modernas de diseño de un controlador
  - 1.6. Analizar los tipos de motores más habituales y conocer la forma de controlarlos
  - 1.7. Analizar el autómata programable y conocer la forma de programarlo
2. Objetivos Procedimentales:
  - 2.1 Manejar software de simulación para el diseño de sistemas de control
  - 2.2 A partir de una planta real seguir el ciclo de desarrollo para diseñar y comprobar un controlador
  - 2.3. Desarrollar programas para un autómata programable
3. Objetivos Actitudinales:
  - 3.1 Comunicar de forma escrita los trabajos de teoría
  - 3.2 Comunicar de forma verbal las presentaciones en grupo
  - 3.3 Comunicar de forma oral el desarrollo y resultados obtenidos en las prácticas demostrando capacidad de síntesis

## Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

- Clases de teoría:

Actividad del profesor: clases en las que se exponen los conceptos teóricos conjuntamente con la realización de ejercicios, apoyándose en pizarra, transparencias y cañón de proyección. Se plantearán y resolverán problemas prácticos para clarificar la teoría expuesta.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: toma de apuntes y planteamiento de dudas, participando en la respuesta a cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios y problemas propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: preparación de apuntes, estudio de la materia.

- Tutorías:

Actividad del profesor: resolución de las dudas que se le planteen al alumno relativas tanto a la parte de teoría como de prácticas.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 225 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

dudas.

- Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: explicación de la práctica correspondiente y supervisión del trabajo realizado por cada grupo en el laboratorio. Los medios utilizados son el software, ordenadores y hardware disponible en el laboratorio.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: simulaciones para comprobar que el diseño es correcto. Con el profesor presente deberá exponer el trabajo realizado, respondiendo a las cuestiones que le plantee el profesor para la calificación de la práctica.

Actividad no presencial: cálculos teóricos para los diseños planteados.

## Criterios de Evaluación

TEORÍA:

1) Actividades que liberan materia:

- Realización y presentación en clase de un trabajo (en la fecha asignada) relacionado con algún tema de la asignatura y con un 50% de la nota final (5 puntos)

2) Otras consideraciones:

- El alumno que no presente el trabajo en la fecha asignada deberá realizar el examen de convocatoria

- Deberá sacar un mínimo de 2.5 puntos sobre 5 en el trabajo o en el examen

- El examen no está dividido en partes que deban ser aprobadas independientemente

PRÁCTICAS: las prácticas tienen parte de simulación en MATLAB/Simulink, montajes y programación de PLC's

1) Actividades que liberan materia:

- Evaluación continua, debiendo presentar cada una de las prácticas en las fechas marcadas y con un 50% de la nota final (5 puntos)

2) Otras consideraciones:

- Para optar a la evaluación continua el alumno no deberá tener más de dos faltas sin justificar.

- El alumno que no desee seguir la evaluación continua o no pueda, por tener más de dos faltas sin justificar, deberá realizar un examen en las convocatorias oficiales de cada una de las partes: simulación en MATLAB/Simulink, diseño y montaje, programación de PLC's.

- Deberá tener aprobada cada práctica para aprobar las prácticas.

Para aprobar la asignatura deberá tener aprobada la parte de TEORÍA y la parte de PRÁCTICAS. En el caso de aprobar únicamente una de las partes, la calificación obtenida será la suma de la obtenida en teoría más la obtenida en prácticas y multiplicada por 0.6: (Nota Teoría+Nota Prácticas)\*0.6

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Integración de Equipos.

PRÁCTICA I: MATLAB/Simulink en el análisis y diseño de sistemas de control: (10h)

I.1. Modelado de sistemas. (2h)

I.2. Análisis de las respuestas en régimen transitorio y permanente. (4h)

I.3. Diseño en el lugar de las raíces (2h)

I.4. Modelado y análisis de sistemas en Simulink (2h)

Página 4

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 226 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

PRÁCTICA II: Identificación de un motor y diseño de un controlador de velocidad y posición. (12h)

PRÁCTICA III: Programación de PLC's. (8h)

III.1. Presentación del material y del entorno de programación. Ejemplos prácticos. (4h)

III.2. Diseño de un automatismo. (4h)

## Bibliografía

### [1 Básico] Autómatas programables /

Albert Mayol i Badía.

Marcombo,, Barcelona : (1987)

842670672X

### [2 Básico] Sistemas automáticos de control /

Benjamin C. Kuo.

Compañía Editorial Continental,, México : (1989) - (4ª reimp.)

968-26-0400-1

### [3 Básico] Sistemas de control digital /

Benjamin C. Kuo.

Compañía Editorial Continental,, México : (2003) - (5ª reimp.)

9682612926

### [4 Básico] Sistemas de control en tiempo discreto /

Katsuhiko Ogata.

Prentice Hall Hispanoamericana,, México : (1996) - (2ª ed.)

9688805394

### [5 Básico] Ingeniería de control moderna /

Katsuhiko Ogata.

Prentice-Hall Hispanoamericana,, Madrid : (2003) - (4a ed.)

9788420536781

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| TEMA I, PRÁCTICA I   | 2     | 2  | 0   | 0   | 0   | 1.1., 2.1., 3.3.         |
| TEMA II, PRÁCTICA I  | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2., 2.1., 3.3.         |
| TEMA II, PRÁCTICA I  | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2., 2.1., 3.3.         |
| TEMA III, PRÁCTICA I | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.3., 2.1., 3.3.         |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 227 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| TEMA III, PRÁCTICA I            | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.4., 2.1., 3.3.         |
| TEMA III, PRÁCTICA II           | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.4., 1.5., 2.2., 3.3.   |
| TEMA III, PRÁCTICA II           | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.5., 2.2., 3.3.         |
| TEMA III, PRÁCTICA II           | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.5., 2.2., 3.3.         |
| TEMA IV, PRÁCTICA II            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.6., 2.2., 3.3.         |
| TEMA IV, PRÁCTICA II            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.6., 2.2., 3.3.         |
| TEMA IV, PRÁCTICA II            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.6., 2.2., 3.3.         |
| TEMA V, PRÁCTICA III            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.7., 2.3., 3.3.         |
| TEMA V, PRÁCTICA III            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.7., 2.3., 3.1., 3.3.   |
| TEMA V, PRÁCTICA III            | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.7., 2.3., 3.1., 3.3.   |
| PRESENTACIONES,<br>PRÁCTICA III | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.7., 2.3., 3.2., 3.3.   |

### Equipo Docente

**CARLOS SALVADOR BETANCOR MARTÍN**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928457327

**Correo Electrónico:** carlossalvador.betancor@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The objectives of the subject are to teach to the student the Control Theory, as classic as modern, affecting the design of the controller according to the strategy chosen based on the characteristics of the plant or process and the objectives to obtain. We will study the more typical motors and the way in which they are possible to be controlled. Later we will be centered in the study of the PLC.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 228 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14092 - SISTEMAS ANALÓGICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 28
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 4
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 6
- actividad independiente (HAI): 54

Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Amplificadores sintonizados. Amplificadores de banda ancha. Aplicaciones de los amplificadores operacionales: CC, PLL

### Temario

PROGRAMA DE TEORIA:

TEMA 0. Introducción (2 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

0.1 Introducción a los sistemas analógicos integrados.

TEMA 1. Bloques Analógicos Básicos (6 horas).

PROFESOR: F. Tobajas

1.1 Estructuras de polarización: fuentes de corrientes, espejos, cargas activas, polarización independiente de la alimentación.

1.2 Etapas diferenciales: estructuras básicas, técnicas de mejorar de su respuesta en frecuencia.

1.3 Etapas de salida y adaptación: seguidores, clase B, y clase AB.

1.4 Configuraciones básicas del amplificador operacional.

TEMA 2. Configuraciones avanzadas de amplificador operacional (8 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 229 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

PROFESOR: R. Esper-Chaín

2.1 Amplificadores de banda ancha

2.2 El operacional de transconductancia (OTA)

2.3 El amplificador operacional de realimentación en corriente (CFB)

2.4 Efectos sobre la integridad de la señal en amplificadores operacionales de alta velocidad.

TEMA 3. Subsistemas Analógicos (6 horas).

PROFESOR: F. Tobajas

3.1 Conmutadores analógicos: relés, conmutadores diodo, conmutadores MOS, el transistor bipolar como conmutador, puertas de transmisión.

3.2 Multiplexores analógicos: estructuras con conmutadores, estructuras seleccionables.

3.3 Matrices de conmutación analógicas.

3.4 Multiplicadores y moduladores: técnicas básicas, técnicas de transconductancia.

3.5 La célula de Gilbert: estructura básica, polarización simple, polarización avanzada en cascodo doblado, linealización con etapa de predistorsión.

TEMA 4. Bucles enganchados en fase (PLL) (6 horas).

PROFESOR: R. Esper-Chaín

4.1 Fundamentos y principios de operación.

4.2 Clasificación por aplicaciones.

4.3 Bloques constituyentes: detectores de fase, osciladores controlados por tensión, filtros de lazo, divisores de frecuencia.

4.4 Estudio de aplicaciones: síntesis de frecuencia, unidades multiplicadoras de reloj, unidades recuperadoras de reloj.

4.5 Modulaciones y demodulaciones en fase con PLL.

### Requisitos Previos

Para cursar esta asignatura es indispensable una buena base de electrónica analógica. Además es muy conveniente que el alumno tenga conocimientos de teoría de la señal, así como de electrónica digital.

### Objetivos

Los objetivos de esta asignatura son:

Objetivos Conceptuales:

1.1 Conocer las estructuras básicas de amplificadores operacionales.

1.2 Conocer las estructuras básicas de sistemas analógicos

1.3 Conocer la estructura básica de los bucles enganchados en fase.

Objetivos Procedimentales:

2.1 Diseñar y montar prototipos de amplificador operacional

2.2 Diseñar y montar prototipos de sistema analógico complejo.

Objetivos Actitudinales:

3.1 Aprender las limitaciones prácticas de los modelos teóricos utilizados en los diseños.

3.2 Comunicar de forma oral y escrita los resultados obtenidos, mostrando capacidad crítica.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 230 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Metodología

La asignatura consta de dos partes claramente diferenciadas: teoría y prácticas de laboratorio.

### TEORÍA

La teoría se desarrollara combinando las clases de teoría con algunas actividades de trabajo cooperativo por parte del alumno.

#### \* Clases de teoría:

-Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de ejercicios de análisis y diseño de sistemas analógicos. Se combinará el uso de presentaciones en ordenador y cañón, simulaciones y el uso de pizarra, todo en el aula.

#### - Actividad del estudiante:

o Presencial: Tomar apuntes, participar en clase planteando dudas y tratando de realizar los ejercicios propuestos.

o No presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia, realizar ejercicios propuestos por el profesor.

#### \* Trabajo cooperativo:

- Actividad del profesor: Preparar y publicar los documentos para la actividad. Corregir los trabajos generados por los alumnos. Guiar el aprendizaje de los alumnos, asesorándolos en la resolución de la actividad.

#### - Actividad del estudiante:

o Presencial: Completar la actividad propuesta por el profesor.

o No presencial: Estudiar la documentación presentada por el profesor. Redactar en equipo el trabajo de grupo.

### PRACTICAS DE LABORATORIO

-Actividad del profesor: Asesorar al alumno para que el alumno realice el diseño, la simulación y la puesta a punto de los prototipos.

#### -Actividad de los alumnos:

o No presencial: Diseñar, simular los prototipos propuestos por el profesor. Montar los prototipos en protoboard.

o Presencial: Completar la simulación y poner a punto los prototipos propuestos por el profesor.

## Criterios de Evaluación

### EVALUACIÓN GLOBAL

La evaluación de la asignatura se dividirá en dos partes: Teoría y Prácticas. Para superar la asignatura es necesario superar individualmente tanto la parte de teoría como la de prácticas. Siempre que se respete esta premisa, la calificación global de la asignatura será:

$$\text{Calificación Global} = 0.5 * \text{Teoría} + 0.5 * \text{Prácticas}$$

En caso de que no se haya superado alguna o ambas partes (teoría y prácticas) la calificación global será  $0.5 * \text{calificación teoría} + 0.5 * \text{calificación prácticas}$ , con un máximo de 4.5 puntos.

### EVALUACIÓN DE TEORÍA

La teoría se evaluará mediante examen en las fechas de las convocatorias oficiales establecidas a tal efecto por la escuela. La parte teórica se supera al obtener una calificación de 5 o más en el

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 231 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

examen. Adicionalmente los alumnos podrán tener un incremento de calificación de hasta 1.5 puntos por la realización de las actividades de trabajo cooperativo y otros 0.5 puntos por la resolución de problemas planteados por los profesores.

#### EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS

Las prácticas podrán ser liberadas mediante evaluación continua o la superación de los exámenes de convocatoria oficial de prácticas. En todo caso, el superar las prácticas, tanto mediante examen de convocatoria oficial, o mediante evaluación continua liberará la parte prácticas mientras el alumno se presente a las convocatorias de teoría a las que tenga derecho.

#### Examen de convocatoria oficial de prácticas

El examen de convocatoria oficial constará de un ejercicio práctico que se desarrollará durante un máximo de 4h. Cada ejercicio práctico consistirá en un problema de diseño, en el que se pedirá que se ajuste un circuito para que cumpla unas especificaciones dadas. Estos problemas estarán basados en los proyectos desarrollados durante el curso, ajustados para que puedan ser realizados en cuatro horas. El alumno deberá resolver el diseño planteado, simularlo y finalmente montarlo. Se entiende que el alumno supera el problema si es capaz de demostrar el funcionamiento dentro de las especificaciones dadas tanto en simulación como en el montaje. La calificación será computada en base a cumplimiento de las especificaciones, la evaluación del diseño, simulación y montaje que el profesor examinador realice y las respuestas a cuestiones dadas sobre el diseño que le sean planteadas al alumno.

#### Evaluación continua de prácticas.

Alternativamente, aquellos alumnos que lo deseen pueden someterse a un proceso de evaluación continua. Este procedimiento se basa en un seguimiento personalizado del alumno por parte del profesor, para lo cual llevará una ficha, donde se anotará el trabajo que se realiza durante el curso. Aquellos alumnos que superen el curso mediante el procedimiento de evaluación continua liberarán las prácticas hasta al menos la convocatoria de septiembre. Este proceso de evaluación continua estará relacionado con las prácticas regulares que se imparten. Para que este proceso sea efectivo la asistencia a prácticas será obligatoria, no admitiéndose en ningún caso más de tres faltas de asistencia. Sólo en caso de falta justificada, supuestos especificados en el artículo 23 del Reglamento de Evaluación y Aprendizaje de la ULPGC, el profesor responsable del grupo indicará la tarea alternativa de recuperación de las sesiones perdidas. Se entiende que aquel alumno que tenga tres o más faltas injustificadas renuncia a los beneficios de la evaluación continua.

La asistencia a las sesiones de prácticas se controlará mediante firma en la ficha de control, durante los primeros 30 minutos de cada sesión de prácticas.

Aquellos alumnos en evaluación continua se les otorgará como calificación de prácticas, la siguiente ponderación:

$$\text{Prácticas} = 0.4 * \text{Proyecto1} + 0.4 * \text{Proyecto2} + 0.2 * \text{Proyecto3}$$

Se entiende que un alumno supera las prácticas si tiene al menos un 5 en la calificación de prácticas.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 232 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



## Descripción de las Prácticas

Las prácticas serán realizadas en sesiones semanales de 2 horas en el Laboratorio de Electrónica Analógica.

### PROGRAMA DE PRÁCTICAS:

Práctica 0: Simulación avanzada y Diseño de PCB (4 horas). Simulación jerárquica y de esquinas. Simulación paramétrica. Simulación mixta. Diseño de circuitos impresos.

Proyecto 1: Operacional discreto (8 horas). Desarrollo de un amplificador operacional de propósito general, siguiendo la ruta de diseño desde su concepción hasta su verificación en prototipo.

Práctica 1B: Integridad de la señal (2 horas). Simulación y experimentación de problemas asociados a la integridad de la señal en líneas de transmisión y splitters.

Proyecto 2: Sistema analógico (8 horas). Desarrollo de un sistema analógico o aplicación basada en las ofertadas por el profesor en el tema de teoría 2.

También en este proyecto se seguirá la ruta de diseño completa desde la concepción hasta la verificación de un prototipo.

Proyecto 3: Bucle enganchado en fase (6 horas). Desarrollo de una aplicación de bucles enganchados en fase, siguiendo la ruta de diseño completa y utilizando como base la serie 4046.

Cada proyecto se desarrollará con la siguiente mecánica:

#### Sesión 1: (2 horas)

Simulación genérica e investigación del concepto a desarrollar. Diseño teórico. El profesor explica en prácticas y mediante simulación los principios de los sistemas objeto de estudio, ofertando los posibles proyectos que se pueden realizar, para que el alumno escoja el tipo de sistema que desea diseñar.

#### Sesión 2: (2 horas)

Simulación y ajuste del sistema escogido. El alumno, a partir de su diseño inicial verifica su funcionamiento mediante simulación, y realiza los ajustes pertinentes en simulación.

#### Sesión 3: (2 horas)

Montaje del sistema en prototipo. Esta sesión está íntegramente dedicada al montaje del prototipo.

#### Sesión 4: (2 horas)

Medida, verificación y puesta a punto del sistema. En esta última sesión, se presentan los mide y verifica el prototipo y se presenta para su evaluación por el profesor.

## Bibliografía

### [1 Básico] Circuitos microelectrónicos /

Adel S. Sedra ; Kenneth C. Smith.  
Oxford University Press,, México D.F : (2000) - (4ª ed.)  
9706133798

### [2 Básico] Design of analog CMOS integrated circuits /

Behzad Razavi.  
McGraw-Hill,, Boston ; (2001)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 233 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**[3 Básico] Analog integrated circuit design /**

David Johns, Ken Martin.

John Wiley &amp; Sons., New York [etc.] : (1997)

0471144487

**[4 Básico] Análisis y diseño de circuitos integrados analógicos.**

Gray, Paul R.

Prentice-Hall Hispanoamericana,, México : (1995) - (3ª ed.)

9688805289

**[5 Recomendado] Bipolar and mos analog integrated circuit design /**

Alan B. Grebene.

John Wiley &amp; Sons., New York : (1984)

0471085294

**[6 Recomendado] Monolithic phase-locked loops and clock recovery circuits: theory and design /**

edited by Behzad Razavi ; IEEE Solid-State Circuits Council, sponsor.

Institute of Electrical and Electronics Engineers,, New York : (1996)

0780311493

**[7 Recomendado] Design of analog integrated circuits and systems /**

Kenneth R. Laker, Willy M.C. Sansen.

McGraw-Hill,, New York [etc.] :

0-07-036060-X

**[8 Recomendado] CMOS integrated analog-to-digital and digital-to-analog converters /**

Rudy van de Plassche.

Kluwer Academic Publishers,, Boston [etc.] : (2003) - (2nd ed.)

1-4020-7500-6

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 0: Presentación e introducción | 2     | 0  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 3.1                 |
| Tema 1: parte 1, Práctica 0.        | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 3.1                 |
| Tema 1: parte 2, Práctica 0.        | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 3.1                 |
| Tema 1: parte 3, Proyecto 1.        | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 3.1,                |
| Tema 2: parte 1, Proyecto 1.        | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 2.1, 3.1            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 234 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 2: parte 2, Proyecto 1.                            | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 2.1, 3.1            |
| Tema 2: parte 3, Proyecto 1                             | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 2.1, 3.2            |
| Tema 2: parte 4, Práctica 1B                            | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 3.1                 |
| Tema 3: parte 1, Proyecto 2                             | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2, 3.1                 |
| Tema 3: parte 2, Proyecto 2,                            | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2, 2.2, 3.1            |
| Tema 3: parte 3, Proyecto 2,                            | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2, 2.2, 3.1            |
| Tema 4: parte 1, Proyecto 2                             | 2     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.2, 2.2, 3.2            |
| Tema 4: Trabajo cooperativo. Proyecto 3.                | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.3, 3.1                 |
| Tema 4: Evaluación del trabajo cooperativo. Proyecto 3. | 2     | 2  | 0   | 3   | 3   | 1.3, 2.2, 3.1            |
| Proyecto 3.                                             | 0     | 2  | 0   | 0   | 3   | 1.3, 2.2, 3.2            |

## Equipo Docente

|                                                                                                              |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ROBERTO ESPER-CHAÍN FALCÓN</b>                                                                            | (COORDINADOR)                                          |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                     |                                                        |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                     |                                                        |
| <b>Teléfono:</b> 928451246                                                                                   | <b>Correo Electrónico:</b> roberto.esperchain@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/esper">http://www.iuma.ulpgc.es/users/esper</a> |                                                        |

|                                                                                                                                        |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>FÉLIX BERNARDO TOBAJAS GUERRERO</b>                                                                                                 | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                        |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                                               |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                               |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928457325                                                                                                             | <b>Correo Electrónico:</b> felix.tobajas@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion">http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion</a> |                                                   |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 235 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Resumen en Inglés

Basic integrated biasing and gain stages. Operational amplifier design. Transconductance amplifiers. Current feedback amplifiers. Analog switching and multiplexing. Gilbert cell and multiplying stages. Phase Locked Loops.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 236 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14093 - PROCESOS TECNOLÓGICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4.8 Horas de trabajo del alumno:120  
 Horas presenciales: 60  
 - Horas teóricas (HT):24.5  
 - Horas prácticas (HP):29.5  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):0  
 - Horas de evaluación:2  
 - otras:  
 Horas no presenciales: 60  
 - trabajos tutorizados (HTT):0  
 - actividad independiente (HAI):60  
 Idioma en que se imparte: Español (Castellano)

### Descriptores B.O.E.

Tecnología de circuitos impresos: Procesos. Tecnología de Circuitos integrados (Monolíticos): Cristalografía, Difusión, Implantación y Oxidación. Tecnología de circuitos Híbridos: Película gruesa y película delgada.

### Temario

Bloque A: TECNOLOGÍA DE SEMICONDUCTORES (24 horas)

Tema 1: Introducción a las tecnología de integración.

1.1 Tecnologías de Integración.

1.1.1 Tecnología de semiconductores.

1.1.2 Tecnologías Híbridas.

1.2 Tecnología de circuitos impresos.

Duración: 2 horas.

Tema 2: Materiales semiconductores

2.1 Conceptos fundamentales de materiales semiconductores.

2.2 Red cristalina, índices de Miller.

2.3 Enlace químico: iónico, metálico y covalente.

2.4 Materiales semiconductores: Ge, Si, GaAs.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 237 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

2.5 Semiconductores extrínsecos.  
2.6 Características físico/electrónicas de interés de los materiales semiconductores Ge, Si, GaAs.  
Duración: 2 horas.

Tema 3: Crecimiento de monocristales.  
3.1 Introducción: necesidad de material monocristalino.  
3.2 Defectos cristalinos: clasificación.  
3.3 Obtención de Si, Ge monocristalino (volumen). Métodos de Purificación.  
3.4 Obtención de GaAs monocristalino (volumen). Métodos de Purificación.  
3.5 Cortado, pulido y marcado de obleas.  
Duración: 2 horas.

Tema 4: Crecimiento epitaxial.  
4.1 Introducción a las técnicas de crecimiento epitaxial.  
4.2 Epitaxia en fase líquida (LPE).  
4.3 Epitaxia en fase vapor (VPE).  
4.4 Deposición química por vapor (MOCVD).  
4.5 Epitaxia por haces moleculares (MBE).  
4.3 Perfiles de dopaje.  
4.4 Comparación entre las tecnologías presentadas.  
Duración: 2 horas.

Tema 5: Técnicas de Difusión e Implantación iónica.  
5.1 Introducción a las técnicas de introducción de dopantes en materiales semiconductores.  
5.2 Mecanismos de difusión. Ecuaciones de difusión.  
5.3 Equipos de difusión.  
5.4 Ejemplos de perfiles.  
5.5 Mecanismos de implantación iónica.  
5.6 Modelo matemático del proceso.  
5.7 Efectos de segundo orden (channeling, annealing).  
5.8 Comparación difusión/implantación iónica.  
Duración: 4 horas.

Tema 6: Oxidación, aislantes y polisilicio.  
6.1 Necesidad de aislantes y de capas protectoras.  
6.2 Mecanismos de oxidación: modelo matemático.  
6.3 Sistemas industriales de oxidación.  
6.4 Propiedades de aislantes y polisilicio.  
Duración: 2 horas.

Tema 7: Litografía, metalización y encapsulado.  
7.1 Concepto de litografía.  
7.2 Fotolitografía: fotorresinas, deposición, máscaras y transferencia a la oblea.  
7.3 Técnicas litográficas: haz de electrones, rayos X, iones.  
7.4 Métodos de metalización: evaporación en vacío, pulverización por plasma, deposición química, plateado.  
7.5 Encapsulado: pasivación, montaje, soldadura. Tipos de encapsulados.  
Duración: 2 horas.

Tema 8: Tecnología de fabricación de dispositivos integrados: ejemplos de circuitos integrados digitales y analógicos.

8.1 Integración de dispositivos pasivos (R, C, diodo).

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 238 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

8.2 EL transistor MOS: proceso básico de fabricación.  
 8.3 El transistor BJT: proceso básico de fabricación.  
 8.4 Ejemplos de circuitos integrados sencillos. inversores, puertas NOR, NAND, amplificador diferencial.  
 Duración: 4 horas.

#### Bloque B: TECNOLOGÍA DE CIRCUITOS HÍBRIDOS (4 horas)

##### Tema 9: Circuitos Híbridos

9.1 Circuitos híbridos de película gruesa: materiales, técnicas de fabricación. Técnicas de ajuste.

9.2 Circuitos híbridos de película delgada: materiales, técnicas de fabricación. Características.

Duración: 2 horas.

#### Bloque C: DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS (2 horas)

##### Tema 10: Técnicas de diseño de circuitos impresos.

Duración: 2 horas.

#### PROGRAMA DE PRÁCTICAS: 30 HORAS

Práctica nº 1: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia) (2 horas)

Práctica nº 2: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia con aislamiento por unión PN) (2 horas)

Práctica nº 3: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (diodo de unión PN) (4 horas)

Práctica nº 4: Simular el crecimiento epitaxial (2 horas)

Práctica nº 5 Simular los perfiles de dopaje para procesos de difusión e implantación iónica (4 horas)

Práctica nº 6 Simular la oxidación de capas: proceso LOCOS (2 horas)

Práctica nº 7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento (6 horas)

Práctica nº 8 Diseño, montaje y comprobación de un circuito sencillo en PCB (6 horas)

Práctica nº 9: Manejar el sistema de microscopía para semiconductores (2 horas)

#### Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya cursado previamente todas las asignaturas anteriores del plan de estudios de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación o estudios similares.

En particular, se recomienda que el alumno tenga conocimientos básicos sobre las siguientes materias;

- \* electrónica analógica,
- \* electrónica digital,
- \* fundamentos de física

Asimismo, para la correcta realización de las prácticas, es aconsejable el manejo de Windows/UNIX/Linux a nivel de usuario.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 239 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Objetivos

Proporcionar al alumno conocimientos teóricos y prácticos de las diferentes tecnologías asociadas a los circuitos electrónicos: materiales implicados, procesos industriales de fabricación, limitaciones y problemas tecnológicos de los dispositivos electrónicos, integración de componentes activos y pasivos y técnicas de montaje superficial.

Los objetivos ECTS son los siguientes:

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Conocer las tecnologías de integración de circuitos electrónicos.
- 1.2 Conocer la terminología técnica empleada en este ámbito del conocimiento.
- 1.3 Conocer las ventajas y limitaciones de las diversas tecnologías de integración.
- 1.4 Conocer los materiales semiconductores de interés en la industria semiconductora
- 1.5 Conocer las características electrónicas y principales propiedades físico-químicas
- 1.6 Conocer las ventajas y limitaciones que poseen estos materiales
- 1.7 Conocer las técnicas industriales de crecimiento de monocristales
- 1.8 Conocer los procesos industriales de refinado de materiales semiconductores
- 1.9 Conocer la necesidad del crecimiento epitaxial
- 1.10 Conocer las técnicas industriales de crecimiento epitaxial (VPE/LPE/MOCVD/MBE)
- 1.11 Conocer las técnicas de introducción de dopantes en materiales semiconductores (difusión e implantación iónica)
- 1.12 Conocer los modelos matemáticos de la difusión y la implantación iónica
- 1.13 Conocer los sistemas industriales de introducción de dopantes
- 1.14 Conocer la necesidad de disponer de materiales dieléctricos
- 1.15 Conocer las propiedades físico/químicas de los principales materiales dieléctricos de interés en el ámbito de la microelectrónica
- 1.16 Conocer los modelos matemáticos de la oxidación de capas
- 1.17 Conocer los sistemas industriales de oxidación de capas
- 1.18 Conocer las técnicas litográficas de interés en la industria semiconductora y los sistemas industriales
- 1.19 Conocer las técnicas avanzadas de litografía y los sistemas industriales
- 1.20 Conocer las técnicas de metalización y encapsulado y los sistemas industriales
- 1.21 Conocer las tecnologías de fabricación de los principales dispositivos electrónicos (BJT,NMOS,MESFET)
- 1.22 Conocer la integración de sencillos circuitos: puertas NOR/NAND y ejemplos analógicos
- 1.23 Conocer la tecnología de circuitos híbridos de película gruesa y delgada.
- 1.24 Conocer las características de los materiales empleados y los procesos industriales de fabricación
- 1.25 Conocer la tecnología de circuitos impresos: materiales y procesos de fabricación.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia)
- 2.2 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia con aislamiento por unión PN)
- 2.3 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (diodo de unión PN)
- 2.4 Simular el crecimiento epitaxial
- 2.5 Simular los perfiles de dopaje para procesos de difusión e implantación iónica
- 2.6 Simular la oxidación de capas: proceso LOCOS
- 2.7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento
- 2.8 Diseño, montaje y comprobación de un circuito sencillo en PCB
- 2.9 Manejar el sistema de microscopía para semiconductores

### 3. Objetivos Actitudinales:

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                           |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 240 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$% |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma            |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29       |                                                                                       |



### 3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica

#### Metodología

La asignatura se imparte a través de clases teóricas y prácticas con un especial carácter formativo centrado en el trabajo personal del alumno. Esto puede realizarse merced al reducido número de alumnos dado el carácter de optatividad.

##### Clases de teoría:

Las clases teóricas se imparten de forma magistral fomentando siempre la participación activa del alumno a través de cuestiones y resolución de casos prácticos. Se incluye la realización de trabajos de grupo a realizar en modalidad presencial donde la participación del alumno en el proceso de aprendizaje es completa y se fomenta el trabajo colaborativo. Este trabajo grupal es motivo de evaluación tal como se especifica en el apartado de evaluación.

##### Clases prácticas:

Las clases prácticas son de tipo individual, y el alumno debe desarrollar un trabajo y presentar la correspondiente memoria para cada una de las prácticas programadas. La memoria de prácticas debe ser realizada con ordenador y ha de incluir datos experimentales, gráficas, análisis, exposición y discusión de datos.

##### Actividad no presencial:

Estudiar la materia, localizar y seleccionar información técnica de calidad. Preparar memorias de trabajos y resúmenes de las clases teóricas y prácticas.

#### Criterios de Evaluación

La puntuación de 10 puntos se reparte de la forma siguiente:

- TEORÍA: 4 puntos,
- PRÁCTICAS: 6 puntos,

Práctica nº 1: 0.25 puntos,  
Práctica nº 2: 0.25 puntos,  
Práctica nº 3: 0.50 punto.  
Práctica nº 4: 0.50 puntos,  
Práctica nº 5: 0.50 puntos,  
Práctica nº 6: 2.00 puntos,  
Práctica nº 7: 1.00 puntos,  
Práctica nº 8: 0.50 puntos,  
Práctica nº 9: 0.50 puntos.

El alumno que obtenga una puntuación igual o superior a 5 puntos está aprobado (obteniendo al menos 2 puntos en la teoría). Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y prácticas.

##### TEORÍA:

###### Actividades que liberan materia:

A lo largo del cuatrimestre, y en fecha fijada con anterioridad, se realizarán diversas pruebas teóricas con carácter eliminatorio, es decir, se elimina la parte evaluada que se ha aprobado. Cada prueba que no se supera se considera –a todos los efectos- no realizada. En febrero (convocatoria oficial), los alumnos que no han obtenido al menos el 50% de la puntuación (2 puntos) se examinarán de las partes que no han superado. Las notas de los parciales sólo tienen validez hasta la convocatoria de septiembre; en ningún caso se guardará la nota (y parte eliminada) en las

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 241 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

sucesivas convocatorias. Asimismo, se realizarán trabajos en grupos -en modalidad presencial- que consistirán en diversas tareas como:

- test de conocimientos,
- resúmenes de lo visto en esa clase (u otras clases),
- resolución conjunta de problemas,
- exposición de un trabajo,

La puntuación de estos trabajos y el mecanismo de evaluación es el mismo que se ha propuesto anteriormente para las pruebas de evaluación continua individual, pero la nota en este caso será conjunta.

#### PRÁCTICAS:

La práctica se evaluará de forma continua a través de discusiones con el profesor. El alumno elaborará una memoria donde reflejará datos obtenidos y sus comentarios relativos a los resultados. La práctica correspondiente a la placa impresa se evaluará al finalizar el cuatrimestre, debiendo el alumno presentar los resultados en una memoria.

La calificación final será la obtenida tras sumar la nota de las pruebas teóricas y la de las prácticas. Se ha de obtener al menos 2 puntos en las pruebas teóricas (mínima nota para aprobar la asignatura, 2 puntos en teoría y tres puntos en prácticas).

#### Otras consideraciones:

Se deben aprobar ambas partes por separado: teoría y prácticas. Para aprobar la asignatura hay que tener al menos un APTO en las prácticas.

Al finalizar cada práctica se deberá entregar una memoria que contenga los resultados y comentarios habidos durante la realización de la práctica.

El aprobado en teoría se mantendrá hasta la convocatoria extraordinaria de septiembre.

Para los estudiantes que no asistan a las prácticas se realizará un examen práctico en el laboratorio, que consistirá en la realización de una o varias prácticas desarrolladas durante el curso; siendo ésta la manera de superar las prácticas en convocatorias extraordinarias.

En caso de no superar una de las partes, la calificación máxima obtenida se obtiene mediante la media de las calificaciones correspondientes a la parte de teoría y la parte de prácticas. Por ejemplo, si se aprueba la teoría con un 4 (máxima calificación) y se obtiene en las prácticas un 0 (mínima calificación), la nota final es la media de ambas,  $(4+0)/2=2$ , Suspenso 2.

### Descripción de las Prácticas

El programa de contenidos prácticos de la asignatura Procesos Tecnológicos se ha elaborado en concordancia y como refuerzo de los contenidos teóricos con el fin de permitir a los estudiantes experimentar las relaciones entre los conceptos teóricos y la realidad, aprendiendo a través de su esfuerzo personal, a realizar el diseño tecnológico de dispositivos de estado sólido, a manejar instrumentación electrónica específica del campo tecnológico en cuestión, a realizar el montaje y comprobación de circuitos impresos; todo ello supeditado a unas especificaciones técnicas dadas.

Los contenidos de la parte práctica de la asignatura Procesos Tecnológicos, que se impartirán en el Laboratorio de Tecnología de Circuitos, están formados por las prácticas de laboratorio que se detallan a continuación. Se trata de 8 prácticas,

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 242 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Práctica nº 1,2,3,4,5,6: Proceso de fabricación, diseño y simulación eléctrica de un dispositivo integrado (vía software).

Duración: 20 horas distribuidas de la siguiente forma:

**PROGRAMA DE PRÁCTICAS: 30 HORAS**

Práctica nº 1: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia) (2 horas)

Se trata de una práctica que tiene carácter introductorio a la herramienta software a emplear así como a la asignatura.

Práctica nº 2: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia con aislamiento por unión PN) (2 horas)

Se trata de una práctica que tiene carácter introductorio a la herramienta software a emplear así como a la asignatura.

Práctica nº 3: Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (diodo de unión PN) (4 horas)

Se comienza a integrar un dispositivo de mayor complejidad y amplia utilidad como es el diodo de unión.

Práctica nº 4: Simular el crecimiento epitaxial (2 horas)

Esta práctica sirve de complemento a las clases de teoría, pues se resuelven de forma práctica problemas vistos en clases teóricas y prepara al alumno para las siguientes prácticas.

Práctica nº 5: Simular los perfiles de dopaje para procesos de difusión e implantación iónica (4 horas)

Esta práctica sirve de complemento a las clases de teoría, pues se resuelven de forma práctica problemas vistos en clases teóricas.

Práctica nº 6 Simular la oxidación de capas: proceso LOCOS (2 horas)

Esta práctica sirve de complemento a las clases de teoría, pues se resuelven de forma práctica problemas vistos en clases teóricas. Asimismo prepara el camino para la práctica siguiente, donde se necesita controlar el proceso de oxidación de capas para la correcta fabricación del transistor.

Práctica nº.7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento (8 horas)

En esta práctica el alumno diseñará un dispositivo electrónico (un transistor bipolar o un dispositivo MOS); es decir, fijará los principales parámetros de funcionamiento como objetivo: una determinada ganancia en corriente, una corriente umbral, unas movilidades.... Para esta fase de diseño empleará el paquete software SYLVACO (Athena). Seguidamente simulará físicamente el dispositivo para obtener los valores de corrientes, empleando el programa Atlas y seguidamente efectuará una extracción de parámetros a través del programa Microwind. Finalmente, verificará su diseño mediante el programa SPICE. Con esta práctica el alumno conoce el flujo de diseño industrial de los dispositivos electrónicos. Se indica que emplea la herramienta de trabajo integrada Sylvaco, que es un programa empleado en la industria actual de semiconductores. Asimismo maneja el programa SPICE, uno de los más empleados –si no el más– en el ámbito de la electrónica y las telecomunicaciones.

Práctica nº 8: Diseño, montaje y fabricación de un circuito en placa impresa a doble cara.

Duración: 6 horas.

Esta práctica tiene carácter de trabajo de curso y se pretende que el alumno diseñe una placa impresa (con circuito y funcionalidad a determinar) donde ponga en práctica los conocimientos

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 243 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

teóricos relacionados con el diseño de circuitos impresos. En el diseño se incluirán componentes de montaje superficial. La placa una vez diseñada se fabricará y se verificará su funcionamiento.

Práctica nº 9: Manejo del equipo de medidas microscópicas.

Duración: 2 horas.

Esta es una práctica muy sencilla y que gusta mucho a los alumnos. Su duración es de algo más de una hora y en ella se aprende a manejar un microscopio especial para semiconductores y el equipo de medidas que lleva incorporado (cámara CCD y software de medidas). Este equipo de medidas permite la inspección de microcircuitos así como la posibilidad de medir motivos (distancias) del orden de las decenas de micra.

Se indica que el programa de prácticas está completamente tutorizado y documentado de cara a facilitar el trabajo del alumno así como el aprovechamiento de las horas dedicadas a las mismas.

## Bibliografía

---

### [1 Básico] Diseño e ingeniería electrónica asistida por ordenador en PROTEL /

Manuel Torres Portero.

RA-MA,, Madrid : (1999)

8478973400

---

### [2 Básico] Hybrid circuit design and manufacture /

Roydn D. Jones.

Marcel Dekker,, New York : (1982)

0-8247-1689-2

---

### [3 Básico] Circuitos impresos: (fabricación).

Sutaner, Hans

Marcombo,, Barcelona : (1969)

---

### [4 Básico] Fundamentals of modern VLSI devices /

Yuan Taur, Tak H. Ning.

Cambridge University,, New York :

0-52155-959-6

---

### [5 Recomendado] Analysis of microelectronic materials and devices /

edited by M. Grasserbauer and H. W. Werner.

John Wiley & Sons,, Chichester : (1991)

0471917133

---

### [6 Recomendado] Introducción a la tecnología híbrida.

Gómez Déniz, Luis

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Electrónica y Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (1995)

8487526322

---

### [7 Recomendado] Fundamentals of microfabrication: the science of miniaturization /

Marc J. Madou.

CRC Press,, Boca Raton : (2002) - (2nd ed.)

0-8493-0826-7

---

### [8 Recomendado] Physics of semiconductor devices /

S.M. Sze.

John Wiley & Sons,, New York : (1981) - (2nd ed.)

047109837X

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 244 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tema 1; Práctica de Laboratorio 1 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.1 Conocer las tecnologías de integración de circuitos electrónicos.____1.2 Conocer la terminología técnica empleada en este ámbito del conocimiento.____1.3 Conocer las ventajas y limitaciones de las diversas tecnologías de integración.____2.1 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia)____3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica                                      |
| Tema 2; Práctica de Laboratorio 2 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.4 Conocer los materiales semiconductores de interés en la industria semiconductor.____1.5 Conocer las características electrónicas y principales propiedades físico-químicas____1.6 Conocer las ventajas y limitaciones que poseen estos materiales____2.2 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (resistencia con aislamiento por unión PN)____3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 245 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tema 3; Práctica de Laboratorio 3 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.7 Conocer las técnicas industriales de crecimiento de monocristales __1.8 Conocer los procesos industriales de refinado de materiales semiconductores __2.3 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (diodo de unión PN) __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |
| Tema 4; Práctica de Laboratorio 3 | 1.5   | 2  | 0.5 | 0   | 4   | 1.9 Conocer la necesidad del crecimiento epitaxial __1.10 Conocer las técnicas industriales de crecimiento epitaxial (VPE/LPE/MOCVD/MBE) __2.3 Simular la fabricación de un circuito integrado sencillo (diodo de unión PN) __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica                |
| Tema 4; Práctica de Laboratorio 4 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.9 Conocer la necesidad del crecimiento epitaxial __1.10 Conocer las técnicas industriales de crecimiento epitaxial (VPE/LPE/MOCVD/MBE)2.4 Simular el crecimiento epitaxial __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica                                                               |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 246 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tema 5; Práctica de Laboratorio 4 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.11 Conocer las técnicas de introducción de dopantes en materiales semiconductores (difusión e implantación iónica) __1.12 Conocer los modelos matemáticos de la difusión y la implantación iónica __1.13 Conocer los sistemas industriales de introducción de dopantes __2.5 Simular la implantación iónica y los perfiles de dopaje para procesos de difusión e implantación iónica __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica ____ |
| Tema 5; Práctica de Laboratorio 5 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.11 Conocer las técnicas de introducción de dopantes en materiales semiconductores (difusión e implantación iónica) __1.12 Conocer los modelos matemáticos de la difusión y la implantación iónica __1.13 Conocer los sistemas industriales de introducción de dopantes __2.5 Simular la implantación iónica y los perfiles de dopaje para procesos de difusión e implantación iónica __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica ____ |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 247 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Tema 6; Práctica de Laboratorio 6 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.14 Conocer la necesidad de disponer de materiales dieléctricos__1.15 Conocer las propiedades físico/químicas de los principales materiales dieléctricos de interés en el ámbito de la microelectrónica__1.16 Conocer los modelos matemáticos de la oxidación de capas__1.17 Conocer los sistemas industriales de oxidación de capas__2.6 Simular la oxidación de capas: proceso LOCOS__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__ |
| Tema 7; Práctica de Laboratorio 7 | 1.5   | 2  | 0.5 | 0   | 4   | 1.18 Conocer las técnicas litográficas de interés en la industria semiconductora y los sistemas industriales__1.19 Conocer las técnicas avanzadas de litografía y los sistemas industriales__1.20 Conocer las técnicas de metalización y encapsulado y los sistemas industriales__2.7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__                                   |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 248 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tema 7; Práctica de Laboratorio 7 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.18 Conocer las técnicas litográficas de interés en la industria semiconductora y los sistemas industriales__1.19 Conocer las técnicas avanzadas de litografía y los sistemas industriales__1.20 Conocer las técnicas de metalización y encapsulado y los sistemas industriales__2.7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica__ |
| Tema 8; Práctica de Laboratorio 7 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.21 Conocer las tecnologías de fabricación de los principales dispositivos electrónicos (BJT,NMOS,MESFET)__1.22 Conocer la integración de sencillos circuitos: puertas NOR/NAND y ejemplos analógicos__2.7 Simular la fabricación de un transistor NMOS de enriquecimiento__3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica                                                                             |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 249 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tema 8; Práctica de Laboratorio 8 | 2     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.21 Conocer las tecnologías de fabricación de los principales dispositivos electrónicos (BJT,NMOS,MESFET) __1.22 Conocer la integración de sencillos circuitos: puertas NOR/NAND y ejemplos analógicos __2.8 Diseño, montaje y comprobación de un circuito sencillo en PCB __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |
| Tema 9; Práctica de Laboratorio 8 | 1.5   | 2  | 0.5 | 0   | 4   | 1.23 Conocer la tecnología de circuitos híbridos de película gruesa y delgada. __1.24 Conocer las características de los materiales empleados y los procesos industriales de fabricación __2.8 Diseño, montaje y comprobación de un circuito sencillo en PCB __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica __             |
| Práctica de Laboratorio 8         | 0     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.25 Conocer la tecnología de circuitos impresos: materiales y procesos de fabricación. __2.8 Diseño, montaje y comprobación de un circuito sencillo en PCB __3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica __                                                                                                              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 250 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                      |
|---------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                               |
| Práctica de Laboratorio 9 | 0     | 1.5 | 0.5 | 0   | 4   | 2.9 Manejar el sistema de microscopía para semiconductores __3.1<br>Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica |

### Equipo Docente

|                                                          |                                                |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>LUIS GÓMEZ DÉNIZ</b>                                  | (COORDINADOR)                                  |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                 |                                                |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA |                                                |
| <b>Teléfono:</b> 928451254                               | <b>Correo Electrónico:</b> luis.gomez@ulpgc.es |

### Resumen en Inglés

As a main objective, Microelectronic Processing, issues to give a comprehensive, fundamentally sound and practical introduction to microelectronic processing (physic concepts and industrial processes) and related technologies (multilayer printed/SMD/SMT and Hybrid circuits). In summary, the subject attempts to offer a reasonably introduction to the science and art of fabricating microelectronic devices.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 251 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

**ASIGNATURA:** 14094 - DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 26
- Horas prácticas (HP): 28
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación (HCT): 6
- otras: tutorías 5

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 17.5
- actividad independiente (HAI): 37.5

Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Introducción a la teoría de Bandas. Materiales semiconductores. Uniones. Transistores bipolares y efecto de campo.

### Temario

Tema 1.- Fundamentos (9+4 horas + 2 pe)

- 1.1.- Sólidos cristalinos (1+0 horas)
- 1.2.- Teoría de bandas (2+1 horas)
- 1.3.- Estadística de semiconductores (2+1 horas)
- 1.4.- Transporte de cargas (2+1 horas)
- 1.5.- Procesos de no equilibrio y ecuación de continuidad (2+1 horas)

Tema 2.- Unión pn (5+3 horas + 1,5 pe)

- 2.1.- La unión pn en equilibrio (1+0 horas)
- 2.2.- Análisis de la zona de carga espacial (1+1 horas)
- 2.3.- Características corriente-tensión (2+1 horas)
- 2.4.- Respuesta transitoria (1+1 horas)

Tema 3.- Unión metal semiconductor (2+1 horas + 0,5 pe)

- 3.1.- Diagrama de bandas de energía (1+0 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 252 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

3.2.- Características corriente-tensión (1+1horas)

Tema 4.- Transistor bipolar de unión (BJT) (5+3 horas +1 pe)

4.1.- Modelo de Ebers-Moll (2+1 horas)

4.2.- Fenómenos de segundo orden en el transistor bipolar (1+1 horas)

4.3.- Fenómenos de almacenamiento de carga (2+1 horas)

Tema 5.- El transistor MOS de efecto campo (MOSFET) (5+3 horas + 1 pe)

5.1.- La estructura metal-óxido-semiconductor (MOS) (1+0 horas)

5.2.- Características I-V (2+2 horas)

5.3.- Fenómenos de segundo orden en el MOSFET (1+1 horas)

5.4.- Modelos de SPICE del transistor MOS (1+0 horas)

NB: pe significa prueba escrita parcial

## Requisitos Previos

Esta asignatura se ocupa de una materia de carácter fundamental, por ello es recomendable manejar los conceptos desarrollados en las asignaturas de física, matemática y electricidad y magnetismo. Además de los de electrónica.

## Objetivos

1. Conocimiento

El estudiante será capaz de:

- adquirir conocimientos básicos sobre las propiedades físicas de los materiales semiconductores,
- conocer los principios de funcionamiento de los dispositivos electrónicos más conocidos,
- describir el campo de aplicación de los dispositivos electrónicos de estado sólido,
- identificar criterios de selección y diseño de dispositivos electrónicos semiconductores,
- localizar nuevos conocimientos mediante búsqueda bibliográfica.

2. Destrezas

El estudiante será capaz de:

- utilizar, con propiedad, las ecuaciones de modelado de los dispositivos estudiados,
- documentar sus cálculos y diseños,
- presentar resultados.

3. Actitudes

El estudiante será capaz de:

- desarrollar el espíritu crítico,
- apreciar el orden, la disciplina, el rigor, el método,
- reaccionar ante las adversidades.

## Metodología

En teoría se profundizará sobre los fundamentos que describen el funcionamiento de los materiales semiconductores para, en temas posteriores, analizar la respuesta de los dispositivos electrónicos más relevantes. Mediante resolución de problemas y applets interactivos, que permiten visualizar lo que acontece en el interior de los dispositivos, se completará la formación del alumno.

Las clases se impartirán utilizando tiza, pizarra, transparencias y el proyector. Los applets se ejecutan vía internet con ordenador.

En el Campus Virtual estará disponible material de aprendizaje de la materia.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 253 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

#### Teoría:

a) Labor del profesor: clase expositiva simultaneada con la realización de problemas de aplicación. Se utiliza la pizarra y presentaciones a través del proyector. Ocasionalmente se visitarán páginas web y se realizarán simulaciones en el aula.

#### b) Labor del alumno:

- presencial: participación activa, y toma de notas de clase,
- no presencial: elaboración del material de estudio y estudio propiamente dicho. Realización de problemas de aplicación y simulaciones a nivel eléctrico.

#### Problemas:

a) Labor del profesor: primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza la pizarra y el proyector.

#### b) Labor del alumno:

- presencial: participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados,
- no presencial: resolución de problemas previamente propuestos. Comprobación de resultados mediante simulación eléctrica.

#### Prácticas de laboratorio:

a) Labor del profesor: suministrar y exponer los contenidos del guión de prácticas a desarrollar en el laboratorio. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio.

#### b) Labor del alumno:

- presencial: realización de las simulaciones/ejecución de los applets,
- no presencial: lectura del guión y estudio de los objetivos, fundamento teórico. Consignación de resultados en el cuaderno de laboratorio.

#### Seminarios:

#### a) Labor del profesor:

- proponer problemas o trabajos de aplicación práctica.
- Dirigir la resolución y realización de pequeños trabajos de investigación que conduzcan a la solución de la tarea encomendada.
- Asistir al alumno en la preparación de una breve exposición.

#### b) Labor del alumno:

- presencial: exposición oral de los resultados del trabajo realizado,
- no presencial: resolución de un problema de cierta complejidad o preparación de un tema de interés práctico. Comprobación, si procede, de los resultados mediante simulación eléctrica.

### Criterios de Evaluación

#### Actividades que liberan materia:

Tres pruebas escritas parciales que, de ser superadas, se mantienen hasta la convocatoria extraordinaria. El 25% de la calificación de las pruebas parciales corresponderá a trabajos obligatorios de realización personal puestos en común.

Realización de las prácticas conforme a la normativa vigente.

#### Consideraciones generales:

Para optar a los exámenes parciales se requiere la asistencia a todas las clases (salvo causa justificada documentalmente).

Las pruebas de convocatoria se realizan enteras, salvo los estudiantes que tengan algunos parciales aprobados.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 254 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

La duración de las pruebas escritas será de dos horas. Las respuestas deberán ser claras y precisas. Se penaliza dejar preguntas sin respuesta o que ésta sea completamente errónea, con el 10% del valor máximo que tuviera asignado.

La nota de teoría será la siguiente:

- a) Aprobando los tres parciales: el valor medio de las calificaciones parciales.
- b) Aprobando algún parcial: en caso de superar la convocatoria oficial, la calificación media con ésta y los parciales aprobados. Si no se supera la prueba la calificación será la de convocatoria oficial.
- c) Suspendiendo todos los parciales: la de la convocatoria oficial.

La evaluación de las prácticas es de naturaleza oral. Se lleva a cabo en el laboratorio, planteando al alumno cuestiones sobre el trabajo realizado. Es necesaria la realización de todas las tareas de prácticas. En su defecto se planteará un examen escrito de prácticas en las convocatorias oficiales.

Superadas la teoría y las prácticas, la calificación final será un 90% la nota de teoría más un 10% la de prácticas.

En otro caso la calificación final será la menor entre la calificación de teoría y la de suspenso: 4,0.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas se dividen en prácticas de simulación (14 horas), que se realizan en el laboratorio de Tecnología de Circuitos, y prácticas en el aula (14 horas).

Las prácticas de simulación son:

Práctica 1.1. Cristales semiconductores y concentración de portadores: propiedades básicas de los semiconductores (2 horas).

Práctica 1.2. Cristales semiconductores y concentración de portadores: propiedades básicas de los semiconductores (2 horas).

Práctica 2. Procesos de generación y recombinación. El experimento de Haynes-Shockley: mecanismos de desequilibrio en semiconductores (2 horas).

Práctica 3. La unión pn en equilibrio: electrostática del diodo (2 horas).

Práctica 4. La unión pn en desequilibrio: difusión y arrastre en la unión (2 horas).

Práctica 5. Simulación de un BJT en equilibrio (2 horas).

Práctica 6. Simulación de un BJT en desequilibrio (2 horas).

Las prácticas en el aula consistirán principalmente en resolución de problemas, y están distribuidas por temas de la siguiente manera:

Tema 1: Fundamentos (4 horas).

Temas 2-3: Uniones (4 horas).

Tema 4: BJT (3 horas).

Temas 5: MOSFET (3 horas).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 255 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Bibliografía

### [1 Básico] El diodo PN de unión /

Gerold W. Neudeck.

Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1993) - (2ª ed.)

0201601427

### [2 Básico] El transistor bipolar de unión.

Neudeck, Gerold W

Addison-Wesley Iberoamericana,, Wilmington (Delaware) : (1994) - (2ª ed.)

0201601435

### [3 Básico] Dispositivo de efecto de campo /

Robert F. Pierret.

Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1994) - (2ª ed.)

0201601419

### [4 Básico] Fundamentos de semiconductores /

Robert F. Pierret.

Addison-Wesley Iberoamericana,, Argentina : (1994) - (2ª ed.)

0201601443

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                 | Horas |    |     |     |      | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------|-------|----|-----|-----|------|--------------------------|
|                                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI  |                          |
| Tema 1 (incluyendo pruebas parciales)      | 9     | 10 | 2   | 5.5 | 10.5 | 1, 2, 3                  |
| Tema 2                                     | 5     | 7  | 1.5 | 3   | 4    | 1, 2, 3                  |
| Tema 3                                     | 2     | 1  | 0.5 | 1,5 | 1,5  | 1, 2, 3                  |
| Tema 4                                     | 5     | 7  | 1   | 4,5 | 9.5  | 1, 2, 3                  |
| Tema 5                                     | 5     | 3  | 1   | 3   | 7    | 1, 2, 3                  |
| Preparación de seminarios y prueba escrita |       |    |     |     | 5    | 1, 2, 3                  |
| Tutorías                                   |       |    | 5   |     |      |                          |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 256 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



## Equipo Docente

**ANTONIO HERNÁNDEZ BALLESTER**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451255 **Correo Electrónico:** antonio.hernandez@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

With Dispositivos electrónicos students will understand the fundamental aspects of semiconductor physics, and how to apply them in the most frequently used solid state devices: diodes, bipolar and MOS transistors. The students will be able to deduce the characteristic curves of these devices and predict the performance of new ones.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 257 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



**ASIGNATURA:** 14095 - AMPLIACIÓN DE TRANSMISIÓN DE DATOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8 Horas de trabajo del alumno: 120  
 Horas presenciales: 51  
 - Horas teóricas (HT): 18  
 - Horas prácticas (HP): 22  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 8  
 - Horas de evaluación: 3  
 - otras:  
 Horas no presenciales: 69  
 - trabajos tutorizados (HTT): 26  
 - actividad independiente (HAI): 43  
 Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Fuentes con memoria. Compresión de datos. Capacidad del canal. Función capacidad-coste.  
 Canales con ruido. XDSL. Modem cable.

### Temario

1. Códigos BCH (4+4 horas)
  - 1.1.Introducción
  - 1.2.Teoría de cuerpos finitos
  - 1.3.Propiedades
  - 1.4.Codificación
  - 1.5.Métodos de decodificación
2. Códigos convolucionales (4+3 horas)
  - 2.1.Principios básicos
  - 2.2.Diferencias entre códigos convolucionales y códigos lineales
  - 2.3.Codificación
  - 2.4.Diagrama de Trellis
  - 2.5.Algoritmo Viterbi
3. Aplicaciones de códigos de control de errores (3 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 258 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### 3.1. Exposición de los trabajos realizados por los alumnos

## Requisitos Previos

Conocimientos del lenguaje de programación C o C++.

Es recomendable haber cursado la asignatura troncal de segundo curso 'Transmisión de Datos'.

## Objetivos

### 1. Objetivos conceptuales

1.1 Conocer las diferencias y similitudes entre los códigos de bloque y los códigos convolucionales.

1.2 Conocer las aplicaciones de los códigos de bloque y convolucionales.

1.3. Conocer las características de los códigos de control de errores más utilizados.

### 2. Objetivos procedimentales

2.1. Aplicar el procedimiento de codificación y decodificación de un código convolucional.

2.2. Aplicar el procedimiento de codificación y decodificación de un código BCH.

### 3. Objetivos actitudinales

3.1. Comunicar de forma oral y escrita las memorias de los trabajos demostrando capacidad de análisis, síntesis y crítica.

## Metodología

Clases de Teoría:

- Actividad del profesor: Impartición de clases expositivas.
- Actividad del estudiante (presencial): Tomar apuntes, participar en clase.
- Actividad del estudiante (no-presencial): Preparar apuntes, estudiar la materia, resolver problemas planteados en clase, realizar trabajos planteados en clase.

Clases de Prácticas de laboratorio:

- Actividad del profesor: Explicación de las prácticas, resolución de dudas.
- Actividad del estudiante (presencial): Realizar las prácticas de laboratorio, elaborar la memoria de la práctica.

La documentación de la asignatura se facilitará a través de la herramienta Campus Virtual de la Universidad.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Exámenes parciales de los temas 1 y 2 con un 50%.
- Trabajo sobre el tema 3 con un 30%.
- Realización de las prácticas con un 20%.

Otras consideraciones:

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 259 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

La calificación del examen de teoría de convocatoria tiene un peso del 80% sobre la nota total.  
 La parte práctica se evaluará, en convocatoria, mediante la presentación y defensa o bien mediante un examen teórico-práctico y tendrá un peso del 20% de la nota total  
 Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y práctica. En el caso de no aprobar las dos partes (teoría y práctica) la nota final será la mínima de las dos.

### Descripción de las Prácticas

Practica1: Diseño e implementación de un programa para el cálculo de los elementos de un cuerpo de Galois ( $2^m$ ). 8 horas

Practica2: Desarrollo software de un algoritmo de codificación y decodificación de errores explicado en clase:

Codificador:

- Generación y estudio de las especificaciones del codificador. 2 horas
- Codificación del codificador. 4 horas

Decodificador:

- Generación y estudio de las especificaciones del decodificador. 4 horas
- Codificación del decodificador. 12 horas

Se realizarán en el laboratorio RDSI.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Transmisión de datos. /

L. Vidaller, J.B. Riera, J. Viñas.  
 Universidad Politécnica de Madrid, Madrid : (1982) - (3ª ed.)  
 8474020794

#### [2 Básico] Error control coding : fundamentals and applications.

SHU LIN  
 Prentice Hall, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1983)  
 013283796X

#### [3 Recomendado] ADSL: standards, implementation, and architecture /

Charles K. Summers.  
 CRC Press, Boca Raton : (1999)  
 0-8493-9595-X

#### [4 Recomendado] Transmisión de datos /

Pablo Hernández Morera, Juan Domingo Sandoval.  
 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Vicerrectorado de Planificación y Calidad, Las Palmas de Gran Canaria : (2003)  
 8496131319

### Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                    | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                               | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Presentación de la asignatura | 1     |    |     |     |     | 1.1, 1.2                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 260 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

|                                                                                  |   |    |   |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|-----|
| Tema 1; Resolución problemas<br>tema 1; Realización de la<br>práctica; Parcial 1 | 8 | 22 | 3 | 20 | 2.1 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|-----|

|                                                  |   |  |   |    |     |
|--------------------------------------------------|---|--|---|----|-----|
| Tema2; Resolución problemas<br>tema 2; Parcial 2 | 6 |  | 3 | 23 | 2.2 |
|--------------------------------------------------|---|--|---|----|-----|

|                                           |   |  |   |    |          |
|-------------------------------------------|---|--|---|----|----------|
| Elaboración y presentación de<br>trabajos | 3 |  | 2 | 26 | 1.3, 3.1 |
|-------------------------------------------|---|--|---|----|----------|

## Equipo Docente

|                                            |                                                     |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>PABLO VICENTE HERNÁNDEZ MORERA</b>      | (COORDINADOR)                                       |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD   |                                                     |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA |                                                     |
| <b>Teléfono:</b> 928452950                 | <b>Correo Electrónico:</b> pablo.hernandez@ulpgc.es |

|                                            |                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>JUAN DOMINGO SANDOVAL GONZÁLEZ</b>      | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                        |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD   |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928451235                 | <b>Correo Electrónico:</b> sandoval@iuma.ulpgc.es |

## Resumen en Inglés

In this course we will focus on various encoding and decoding strategies which have proved important in practice: convolutional codes and BCH codes.

A individual project must be done, subject to approval of the instructor. The only constraint is that it should involve error control coding.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 261 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14096 - ANTENAS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4.8

Horas de trabajo del alumno:120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):30
- Horas prácticas (HP):30
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:0
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):0
- actividad independiente (HAI):60

Idioma en que se imparte:Español

### Descriptores B.O.E.

Fundamentos de antenas. Análisis de antenas lineales. Estudio de agrupamientos de antenas. Análisis de antenas de apertura.

### Temario

- 1 Elementos radiantes. 4 h / 2 h. (T/P)
  - 1-1 Teoría electromagnética.
  - 1-2 Vector potencial eléctrico y magnético.
  - 1-3 Ecuaciones de Maxwell en campo lejano.
  - 1-4 Propiedades del campo de radiación de una antena.
  - 1-5 Parámetros característicos de una antena.
- 2 Antena como elemento circuital. 4 h. / 3 h. (T/P)
  - 2-1 Sistema antena transmisora/receptora.
  - 2-2 Fórmula de transmisión de Friis.
  - 2-3 Temperatura de ruido de una antena.
- 3 Antenas lineales. 4 h. / 3 h. (T/P)
  - 3-1 Análisis electromagnético del campo creado por una corriente filiforme.
  - 3-2 Principales tipos de antenas lineales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 262 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

3-3 Antenas lineales sobre plano de masa.  
3-4 Impedancias mutuas y autoimpedancias.

4 Antenas de banda ancha. 2 h. / 0 h. (T/P)  
4-1 Antenas independientes de la frecuencia.  
4-2 Antenas logarítmico-periódicas.

5 Agrupamientos de antenas. 8 h. / 5 h. (T/P)  
5-1 Arrays lineales: análisis  
5-2 Arrays lineales: síntesis.  
5-3 Arrays planos: análisis

6 Antenas de apertura. 8 h. / 5 h. (T/P)  
6-1 Principio de equivalencia; corrientes eléctricas y magnéticas.  
6-2 Aperturas planas.  
6-3 Bocinas.  
6-4 Reflectores

## Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno esté familiarizado con la teoría electromagnética básica.

## Objetivos

- 1) Objetivos Conceptuales
  - 1.1) Comprender la relación entre corrientes variables con el tiempo y los campos radiados.
  - 1.2) Conocer los parámetros característicos de las antenas.
  - 1.3) Aprender la relación de potencias entre los extremos de un radioenlace.
  - 1.4) Conocer las antenas lineales más usadas en la práctica.
  - 1.5) Aprender a analizar y sintetizar agrupaciones lineales de antenas.
  - 1.6) Conocer las antenas de apertura más usadas en la práctica.
- 2) Objetivos procedimentales
  - 2.1) Medir la variación de la potencia recibida por una antena en función de la distancia.
  - 2.2) Medir la variación del coeficiente de onda estacionaria en función de la frecuencia.
  - 2.3) Diseñar, construir y medir una antena sencilla.
  - 2.4) Diseñar y simular agrupaciones lineales de dipolos.
- 3) Objetivos actitudinales
  - 3.1) Comunicar por escrito y con claridad la posible validez de los resultados obtenidos en las mediciones

## Metodología

Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de problemas.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Participación en clase mediante el planteamiento de dudas.

-Actividad no presencial: Estudiar la materia y resolver problemas. Para ello el alumno dispone de una colección de problemas de cada tema.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Introducción de la práctica. Explicación de los aspectos fundamentales de la práctica.

Actividad del alumno:

-Actividad presencial: Toma de medidas y realización de la práctica. El alumno dispone de un

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 263 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

guión descriptivo de la práctica.

-Actividad no presencial: Elaboración de una breve memoria de cada práctica.

Tutorías: Consulta de dudas teóricas y prácticas relacionadas con la asignatura.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Examen de prácticas; hasta un 10% si se ha asistido a prácticas

Examen de prácticas; hasta un 20% si no se ha asistido a prácticas

Realización de los guiones de prácticas; hasta un 10% si se ha asistido a prácticas.

Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final

Otras consideraciones

La asignatura se considerará aprobada cuando se den simultáneamente las siguientes circunstancias.

-La nota de prácticas sea superior o igual a cinco puntos.

-La nota de teoría sea superior o igual a cinco puntos.

La nota de prácticas tiene un peso del 20 % del total y la teoría el 80 % restante.

La nota máxima que se podrá obtener si se suspende una de las dos partes será de 4.0 puntos.

La evaluación teórica se realizará mediante un examen final.

La evaluación por examen final consistirá en un solo examen de todo el temario de la asignatura.

Para aprobar el examen final el alumno deberá obtener una nota igual o superior a cinco puntos.

Para los alumnos que realicen las prácticas en el laboratorio, la nota de prácticas se obtendrá a partir de las memorias de cada práctica y de un examen final teórico-práctico que se realizará el mismo día que el examen final cuando concluya el mismo.

El examen de prácticas consistirá en un pequeño ejercicio que evaluará las cuestiones teóricas y prácticas que el alumno ha tenido que utilizar para la realización de las prácticas en el laboratorio.

Para los alumnos que no asistan a prácticas en el laboratorio, la nota de prácticas consistirá en un examen práctico a realizar en el laboratorio y que consistirá en la realización de una o varias de las prácticas que se realizan durante el curso.

Para los alumnos que asistan a prácticas, la nota de prácticas corresponderá en un 50 % a la nota obtenida en las memorias y en el 50 % restante al ejercicio teórico-práctico. Las memorias de prácticas tienen todas el mismo peso en la elaboración de la nota. Para aprobar la parte práctica, será necesario obtener una nota igual o superior a cinco puntos en sus dos apartados.

Para los alumnos que no asistan a prácticas, la nota de prácticas será la que obtengan en el examen del laboratorio y que deberá ser mayor o igual a cinco puntos.

### Descripción de las Prácticas

Del total de las 30 horas de prácticas se toman 18 para la realización de problemas dejando doce horas para la realización de prácticas presenciales en el laboratorio

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Electrónica de Comunicaciones Sala II, Edificio B, L-316

Práctica 1: Manejo de instrumentación. 2 horas

El alumno debe familiarizarse con los instrumentos que va a utilizar en las siguientes prácticas: generador de barrido, detector, puente de impedancias y analizador de espectros.

Práctica 2: Fórmula de Friis del enlace. 2 horas

El alumno debe medir la influencia de la distancia en la potencia recibida en un enlace de microondas. Equipo utilizado: Oscilador Gunn, guías de onda, bocinas, detector y osciloscopio.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 264 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



Práctica 3: Medida del coeficiente de reflexión. 2 horas

El alumno deberá medir el coeficiente de reflexión que aparece en un cable coaxial al conectar varios tipos de impedancias desconocidas.

Equipo utilizado: Osciloscopio, puente de impedancias, frecuencímetro, generador de barrido.

Práctica 4: Diseño y medida de un dipolo. 2 horas

El alumno deberá diseñar y medir un dipolo de media longitud de onda y observar la variación de sus características con la frecuencia.

Equipo utilizado: Osciloscopio, puente de impedancias, frecuencímetro, generador de barrido.

Práctica 5: Síntesis de arrays. 4 horas

En esta práctica, el alumno sintetizará un array a partir de unas características determinadas. La práctica se realizará según un guión y tendrá un carácter eminentemente teórico. Los resultados obtenidos serán validados mediante simulación por ordenador.

Equipo utilizado: Ordenadores

## Bibliografía

### [1 Básico] Antenas /

Angel Cardama Aznar...[et al.].

, Ediciones UPC, (1993)

8476533454

### [2 Recomendado] Antenna theory: analysis and design.

Balanis, Constantine A.

John Wiley & Sons., New York : (1997)

0471592684

### [3 Recomendado] Antenna theory /

Robert E. Collin, Francis J. Zucker.

McGraw-Hill., New York : (1969)

### [4 Recomendado] Antenna theory and design /

Robert S. Elliot.

John Wiley & Sons :, Hoboken, NJ : (2003) - (Revised ed.)

0-471-44996-2

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1, Practica 1,2 | 4     | 4  | 0   | 0   | 8   | 1.1,1.2,2.1,3.1          |
| Tema 2, Práctica 3   | 4     | 2  | 0   | 0   | 6   | 1.3,2.2,3.1              |
| Tema 3, Práctica 4   | 4     | 2  | 0   | 0   | 6   | 1.4,2.3,3.1              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 265 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 4                  | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.4                      |
| Tema 5, Práctica 5      | 8     | 4  | 0   | 0   | 12  | 1.5,2.4,3.1              |
| Tema 6                  | 8     | 0  | 0   | 0   | 8   | 1.6                      |
| Resolución de problemas | 15    | 3  | 0   | 0   | 18  | 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.6  |

### Equipo Docente

**EUGENIO JIMÉNEZ YGUACEL**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457368

**Correo Electrónico:** eugenio.jimenez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This course pretends to give to the student a basic knowledge of the analysis and design of the different antenna types used in communication systems.

Special emphasis is put on microwave antennas (arrays, horn and reflectors) used in the professional field nowadays, both for radar applications and satellite communications systems.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 266 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14097 - COMUNICACIONES ÓPTICAS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 7,2 Horas de trabajo del alumno: 180  
 Horas presenciales: 90  
 - Horas teóricas (HT): 53  
 - Horas prácticas (HP): 30  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 7  
 - Horas de evaluación: 0  
 - otras: 0  
 Horas no presenciales: 90  
 - trabajos tutorizados (HTT): 6  
 - actividad independiente (HAI): 84  
 Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Componentes, medios de transmisión y técnicas utilizadas para las comunicaciones en bandas ópticas.

### Temario

El temario de la asignatura se estructura en Temas, los cuales se imparten en 1 o varias Lecciones. Se presenta la programación indicando, de forma aproximada, el número de horas de teoría + nº de horas de problemas (T+P).

#### TEMA I. INTRODUCCIÓN (2+0)

##### 1. Introducción

#### TEMA II. RADIACIÓN ÓPTICA (4+0)

2. Principios básicos de Óptica (I): Óptica geométrica
3. Principios básicos de Óptica (II): Óptica de ondas
4. Propagación de la luz

#### TEMA III. GUIAONDAS DIELECTRICAS (3'5+0'5)

5. Guiaondas planas
6. Guiaondas cilíndricas

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 267 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

TEMA IV. DEGRADACIÓN DE LA SEÑAL LUMINOSA EN FO (3'5+0'5)

- 7. Pérdidas en fibras ópticas
- 8. Dispersión en fibras ópticas

TEMA V. FABRICACIÓN, CABLEADO Y MEDIDAS DE FO (2+0)

- 9. Materiales y fabricación de fibras ópticas
- 10. Cables de fibras ópticas
- 11. Medidas de Fibras Ópticas

TEMA VI. FUENTES ÓPTICAS (7'5+0'5)

- 12. Procesos de emisión de luz en semiconductores
- 13. Diodos electroluminiscentes
- 14. El diodo láser
- 15. Características del láser de semiconductor
- 16. Estructuras avanzadas de láseres de semiconductor
- 17. Láseres no semiconductores

TEMA VII. FOTODETECTORES (3'5+0'5)

- 18. Procesos de detección de luz en semiconductores
- 19. Fotodetectores sin ganancia interna: PN y PIN
- 20. Fotodetectores con ganancia interna: Fototransistor y APD

TEMA VIII. EMISORES PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS (2+0)

- 21. Emisores Ópticos

TEMA IX. RECEPTORES PARA COMUNICACIONES ÓPTICAS (5'5+0'5)

- 22. Ruidos en recepción
- 23. Circuitos del receptor

TEMA X. CONEXIONES ÓPTICAS (3+0)

- 24. Acoplamiento y conexiones de fibras ópticas
- 25. Componentes Ópticos Pasivos

TEMA XI. AMPLIFICACIÓN ÓPTICA (3'5+0'5)

- 26. Amplificadores Ópticos

TEMA XII. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS (15)

- 27. Sistemas ópticos de transmisión analógica (1'5+0'5)
- 28. Sistemas ópticos de transmisión digital I: Generalidades (1+0)
- 29. Sistemas ópticos de transmisión digital II (2'5+0'5)
- 30. Sistemas WDM (2+0)
- 31. Sistemas no guiados (4+0)
- 32. Diseño de sistemas de comunicaciones ópticas (2+1)

TEMA XIII. SENSORES DE FIBRA ÓPTICA (2+0)

- 33. Fundamentos de los sensores ópticos
- 34. Sensores de fibra óptica

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 268 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Requisitos Previos

Conocimientos sobre Campos Electromagnéticos, Teoría de la Comunicación, Sistemas de Telecomunicación, Ampliación de Física, Electrónica, Telemática y Matemáticas.

## Objetivos

1. Conceptuales
  - 1.1. Conocer los procesos de comunicación mediante señales del espectro óptico desde el punto de vista global
  - 1.2. Comprender los mecanismos de transmisión señales ópticas por FO
  - 1.3. Conocer las características de las fuentes ópticas
  - 1.4. Comprender los mecanismos de fotodetección
  - 1.5. Saber y analizar las características y topologías de receptores ópticos
  - 1.6. Conocer los aspectos y componentes relacionados con las conexiones ópticas
  - 1.7. Analizar y diseñar sistemas de comunicaciones ópticas
  - 1.8. Conocer los fundamentos de los sensores ópticos.
2. Procedimentales
  - 2.1. Manejar instrumentación y componentes específicos de comunicaciones ópticas
  - 2.2. Probar conceptos teóricos mediante experiencias prácticas
  - 2.3. Aplicar conocimientos e instrumentación electrónica de sistemas de comunicaciones ópticas
3. Actitudinales
  - 3.1. Participar en discusión sobre cuestiones específicas de temas demostrando capacidad crítica
  - 3.2. Comunicar conceptos de forma clara, ya sea de forma oral o escrita
  - 3.3. Valorar y respetar crítica razonada

## Metodología

Clases de Teoría:

Actividad del profesor: Impartición de asignatura mediante programación didáctica y actualizada a través de técnica expositiva, combinando la pizarra con medios audiovisuales. Se dotará al alumno de material elaborado por el profesor sobre cada tema. Realización de tutorías personalizadas.

Actividad del Alumno:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participación en clase a través de preguntas acerca cuestiones a aclarar y exposición breve de cuestiones opcionales propuestos.

Actividad no presencial: Preparación de materia a través de apuntes y material complementario proporcionado por el profesor. Estudio y profundización sobre cuestiones o temas monográficos opcionales para posterior discusión de forma breve y concisa en clase o tutorías.

Clases de Prácticas:

Actividad del profesor: Presentación del material y explicación de cada práctica en el Laboratorio. Apoyo en resolución de dudas

Actividad del Alumno:

Actividad presencial: Asistencia y elaboración de prácticas. Toma y anotación de medidas. Se requiere la asistencia, al menos, al 80% de las mismas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 269 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Actividad no presencial: Lectura previa de la práctica a realizar para repasar conceptos teóricos relacionados. Recapitulación y razonamiento de datos obtenidos y experiencias realizadas

Por último, siempre que lo permitan las circunstancias, se propondrá realizar alguna visita a empresas significativas del sector que sirvan de soporte y explicación práctica de los conceptos teóricos estudiados en clase.

### Criterios de Evaluación

\* Actividades liberan materia:

- Las calificaciones obtenidas en las Prácticas serán válidas según lo indicado en la normativa vigente.
- Las calificaciones de Teoría serán válida hasta la convocatoria extraordinaria de Septiembre.

\* Actividades que no liberan materia pero puntúan:

- La realización de trabajos monográficos y/o cuestiones será optativo y evaluada con un máximo del 20% de la nota correspondiente a la Teoría.

\* Consideraciones generales:

- Todos los alumnos deberán, en la primera semana de clase, indicar expresamente la opción elegida con respecto a las Prácticas (si asistirá o no al Laboratorio).

- La nota final de la asignatura se compondrá de dos partes:

Examen Teórico: 70%

Examen Prácticas: 30%

Se deben aprobar ambas partes por separado, Teoría y Prácticas.

- La evaluación se realizará mediante un examen escrito, único, en la Convocatoria con contenidos teóricos y problemas (70% de la nota final) y de cuestiones teórico-prácticas para las Prácticas (30% restante). Cada error grave podrá invalidar la pregunta y/o problema en cuestión.

- Se controlará la asistencia a Prácticas mediante hojas de firmas. No se deben entregar Memorias de prácticas.

- Los alumnos que opten por no asistir a las Prácticas (o que no las hayan realizado en cursos y/o planes anteriores) se deberán examinar (poniéndose previamente de acuerdo con el profesor para organizar el examen) de la parte de Prácticas. El examen de Prácticas (30% de la nota final) constará de una prueba teórico-práctica (15% nota de prácticas) y de varios montajes de entre los realizados en ese curso académico (85% nota de prácticas). Se deberán aprobar ambas pruebas por separado.

- En caso de no aprobar alguna parte, la nota máxima de la asignatura será 3 puntos.

- No se dejará llevar ningún material de ayuda suplementario para los exámenes, excepto calculadora no programable.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 270 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Tecnología Fotónica y Comunicaciones (L124) del DSC sito en la primera planta del Pab. B del Edif. de Telecomunicaciones.

### 0. Instrumentación y laboratorio (2 horas)

Familiarización con el material específico del laboratorio y cuestiones de seguridad y manejo asociadas.

### 1. Medida de la potencia óptica. (1 hora)

Tras una familiarización con los equipos se procede a usar el medidor de potencia óptica que incluye el receptor. Se observarán sus características y modos de medida.

### 2. Características de radiación de la fibra óptica: medida de la apertura numérica. (1 hora)

Se medirá la apertura numérica de la fibra y se representará la potencia detectada a la salida de la fibra en función del ángulo de giro. Se usará el goniómetro facilitado por el fabricante.

### 3. Medida de la atenuación de la fibra óptica: método de pérdidas de inserción. (1 hora)

Con la ayuda del medidor de potencia del receptor se medirá la atenuación característica de la fibra.

### 4. Dependencia espectral de la atenuación de la fibra óptica. (1 hora)

Se medirá la atenuación característica de la fibra para diferentes longitudes de onda.

### 5. Sensibilidad de las fibras ópticas a las curvaturas (macrocurvaturas). (1 hora)

Se observará como aumenta las pérdidas de la fibra al aumentar el número de vueltas de la fibra sobre soportes de diferentes diámetros.

### 6. Sensibilidad de las fibras ópticas a las microcurvaturas. (1 hora)

Se observará como aumenta las pérdidas de la fibra al aumentar las microcurvaturas, esto se conseguirá con el mecanismo facilitado por el fabricante del equipo.

### 7. Medida de la característica P/I de fotoemisores luminosos. (1 hora)

Se medirá la potencia óptica frente a la corriente en los diferentes emisores ópticos, tanto LED como laser, se representará gráficamente y se comprobará la linealidad de esta característica.

### 8. Medida de la característica V/I de los fotoemisores. (1 hora)

Con la ayuda del medidor de corriente que incluye el emisor se tomará nota de la corriente frente a la tensión en los dispositivos fotoemisores, observando la no linealidad.

### 9. Dependencia espectral de los fotodetectores. (1 hora)

Se observará la sensibilidad de los fotodetectores en función de la longitud de onda. Se pondrá de relieve la necesidad de calibrar el medidor de potencia para cada longitud de onda.

### 10. Ancho de banda de los fotodetectores. (1 hora)

Se estimará su ancho de banda y se medirá su frecuencia de corte. Se comprobará el incremento del ancho de banda cuando aumenta la tensión inversa de polarización.

### 11. Característica frecuencial de la modulación de los fotoemisores. (1 hora)

Se estimará el ancho de banda de los fotoemisores y se determinará la frecuencia de corte, con la ayuda de un generador externo y un osciloscopio.

### 12. Medida de desalineamientos en las conexiones de fibra. (1 hora)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 271 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Se medirá las pérdidas en el acoplamiento de dos fibras debidas a desalineamientos laterales. También se aumentará la distancia de separación.

13. Caracterización de un dispositivo WDM fijo. (1 hora)

Se medirá las pérdidas de potencia en el divisor-combinador de potencia, además se medirá el aislamiento entre las dos salidas. Este experimento se realizará con dos longitudes de onda.

14. Caracterización del dispositivo WDM variable. (1 hora)

En este dispositivo el acoplamiento a las salidas se puede ajustar mecánicamente. Se medirá las pérdidas de potencia en el divisor-combinador de potencia, además se medirá el aislamiento entre las dos salidas. Este experimento se realizará con dos longitudes de onda.

15. Medidas con los filtros ópticos neutros. (1 hora)

Se medirá la atenuación de diferentes filtros ópticos para las longitudes de onda del rojo visible (660 nm) y del infrarrojo (850 nm).

16. Medida de las pérdidas de inserción del atenuador óptico variable. (1 hora)

Se determinará la atenuación introducida por el atenuador variable, así como su rango de funcionamiento.

17. Dependencia espectral de las pérdidas de inserción del atenuador óptico variable. (1 hora)

Se repetirá el experimento anterior para diferentes longitudes de onda.

18. WDM: multiplexación y demultiplexación. (1 hora)

Se comprobará como el combinador-divisor de potencia puede usarse en transmisión, tanto el fijo como el variable.

19. Conexión con el kit de herramientas de conectorización de fibras ópticas. (1 hora)

Se realizan conectores de fibra del tipo ST, realizando un proceso que incluye cortado y lijado de la fibra, para finalmente realizar el ensamblado del conector.

20. Transmisión de señales analógicas. (1 hora)

Se usará el canal analógico para transmitir una señal de baja frecuencia del generador, de la que se podrá variar la amplitud, la forma de onda y la frecuencia. Se usará el amplificador de audio.

21. Transmisión de señales de audio. (1 hora)

Se ajustará el sistema para transmitir una señal de audio introducida por un micrófono, la señal de salida se oír por medio de unos auriculares.

22. Transmisión de señales digitales. (1 hora)

Se usará el canal digital para transmitir una señal TTL. Se ajustará el comparador del receptor, además la señal de salida del receptor se podrá cambiar al formato RS232.

23. Sistema WDM. (1 hora)

Se establecerá un canal en el sistema potencial de dos canales. Se evaluará su funcionamiento.

24. Transmisión WDM. (1 hora)

Se establecerá los dos canales en el sistema. Se evaluará su funcionamiento. Se transmitirá una señal de audio proveniente del micrófono.

25. Sensor de transmisión. (1 hora)

Con la ayuda de un obturador se configurará este tipo de sensor.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 272 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



26. Sensor de reflexión. (1 hora)

A este sensor también se le puede llamar sensor de distancia. Se usa dos fibras aglutinadas en uno de sus extremos.

27. Sensor del nivel de líquido. (1 hora)

Se emplea la propiedad de cómo varían las pérdidas de una fibra sin cubierta (sensor “U”) al ser sumergida en diferentes líquidos.

28. Sensor de transmisión de presencia de líquido. (1 hora)

Se analiza como varían las pérdidas al interponer entre dos fibras ópticas diferentes tipos de líquidos.

## Bibliografía

### [1 Básico] Fibre optics: principles and practices /

Abdul Al-Azzawi.

CRC Press,, Boca Raton (Florida) [etc.] : (2007)

978-0-8493-8295-6

### [2 Básico] Optical fiber communications /

Gerd Keiser.

McGraw-Hill,, Boston [etc.] : (2000) - (3rd ed.)

0-07-116468-5

### [3 Básico] Optical fiber communications: principles and practice /

John M. Senior.

Prentice-Hall,, New York : (1992) - (2nd ed.)

0136354262

### [4 Básico] Sistemas y redes ópticas de comunicaciones /

José Antonio Martín Pereda.

Pearson Educación,, Madrid [etc.] : (2004)

8420540080

### [5 Básico] Optical fiber communication systems.

Kazovsky, Leonid

Artech House,, Norwood (Massachusetts) : (1996)

0890067562

### [6 Básico] Digital optical communications /

Le Nguyen Binh.

CRC Press,, Boca Raton (Florida) : (2009)

978-1-4200-8205-0

### [7 Básico] Problemas de comunicaciones ópticas/ Víctor Manuel Melián Santana, Santiago Tomás Pérez Suárez.

Melián Santana, Víctor Manuel

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones,, Las Palmas : (1999)

8469907115

### [8 Recomendado] Wireless LAN systems /

A. Santamaría, F. J. López-Hernández, editors.

Artech House,, Norwood, Massachusetts : (1994)

0890066094

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 273 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

---

**[9 Recomendado] Essentials of photonics /**

*Alan Rogers.*

*CRC Press,, Boca Raton (Florida) : (2009) - (2nd ed.)*

*978-0-8493-3836-6*

---

**[10 Recomendado] Instalaciones de fibra óptica: Fundamentos, técnicas y aplicaciones /**

*Bob Chomycz ; traducción y revisión técnica de Joseba Zubia y Jon Arrue.*

*McGraw-Hill,, Madrid : (2000)*

*8448114671*

---

**[11 Recomendado] Tunable laser applications /**

*edited by Frank Duarte.*

*CRC Press,, Boca Raton (Florida) : (2009) - (2nd ed.)*

*1-4200-6009-0*

---

**[12 Recomendado] Optical fiber telecommunications ;**

*edited by Ivan P. Kaminow, Tingye Li, Alan E. Willner.*

*Academic Press,, Burlington : (2008)*

*978-0-12-374172-1 (v.2)*

---

**[13 Recomendado] Digital communications systems: with satellite and fiber optics applications /**

*Harold Kolimbris.*

*Prentice Hall,, Upper Saddle River, New Jersey : (2000)*

*0130815438*

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema I; Práctica 0         | 2     | 2  | 0   | 0   | 2   | 1.1                      |
| Tema II; Prácticas 1 y 2   | 4     | 2  | 0   | 0   | 6   | 1.1, 1.2; 2.1-2.3        |
| Tema III                   | 4     | 0  | 0   | 0   | 6   | 1.2                      |
| Tema IV; Prácticas 3 y 4   | 4     | 2  | 1   | 0   | 6   | 1.2; 2.1-2.3; 3.1, 3.2   |
| Tema V; Prácticas 5 y 6    | 0     | 2  | 1   | 1   | 2   | 1.2; 2.1-2.3; 3.1-3.3    |
| Tema VI; Prácticas 7 y 8   | 7     | 2  | 1   | 1   | 10  | 1.3; 2.1-2.3; 3.1-3.3    |
| Tema VII; Prácticas 9 y 10 | 4     | 2  | 0   | 0   | 6   | 1.4; 2.1-2.3             |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 274 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema VIII; Práctica 11       | 2     | 1  | 1   | 0   | 4   | 1.3;2.1-2.3              |
| Tema IX                      | 6     | 0  | 0   | 0   | 8   | 1.5                      |
| Tema X; Prácticas 12 a 19    | 0     | 8  | 1   | 2   | 3   | 1.6; 2.1-2.3; 3.1-3.3    |
| Tema XI                      | 4     | 0  | 0   | 0   | 5   | 1.7; 3.1                 |
| Tema XII; Prácticas 20 a 24  | 14    | 5  | 1   | 0   | 20  | 1.7; 2.1-2.3;3.1         |
| Tema XIII; Prácticas 25 a 28 | 2     | 4  | 1   | 2   | 6   | 1.8; 2.1-2.3; 3.1-3.3    |

### Equipo Docente

**VÍCTOR MANUEL MELIÁN SANTANA** (COORDINADOR)  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928451267 **Correo Electrónico:** victormanuel.melian@ulpgc.es

**JOSÉ ALBERTO RABADÁN BORGES** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928457344 **Correo Electrónico:** jose.rabadan@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.fotonica.ulpgc.es>

**ANTONIO GABRIEL RAVELO GARCÍA**  
**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** **Correo Electrónico:** antonio.ravelo@ulpgc.es

**JESÚS BERNARDINO ALONSO HERNÁNDEZ**  
**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928452863 **Correo Electrónico:** jesus.alonso@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This course provides the basic material for an introductory in the application of optical fiber communication technology and in the modern optical communication system designs. When it finished, students will know several aspects relating to optical fibers, optical sources, optical receiver operation and design, power launching and coupling, point-to-point analog and digital links, advanced systems and techniques, and wireless IR communication systems.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 275 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**14098 - INSTRUMENTACIÓN  
ELECTRÓNICA**

**ASIGNATURA:** 14098 - INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 4,8 Horas de trabajo del alumno: 120  
 Horas presenciales: 57  
 - Horas teóricas (HT): 22  
 - Horas prácticas (HP): 26  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 3  
 - Horas de evaluación: 6  
 - otros:  
 Horas no presenciales: 59  
 - trabajos tutorizados (HTT): 8  
 - actividad independiente (HAI): 51  
 Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Circuitos y equipos electrónicos especiales. Aplicaciones a las comunicaciones y el control. Instrumentación electrónica avanzada.

**Temario**

La asignatura esta dividida en cinco bloque temáticos. Cada bloque temático consta de unidades temáticas (temas) o lecciones que adaptan su contenido al calendario y horario previsto para la asignatura.

El primer bloque temático está compuesto de una introducción a la asignatura, y de una primera lección. Aquí el alumno entra en contacto con la terminología propia de los sistemas de medida. Se introducen de forma abstracta el concepto de error y su clasificación. Consecuentemente, el análisis estadístico específico del proceso de calibración y ajuste de los datos medidos cierra este primer bloque temático.

El segundo bloque temático, expone y desarrolla los distintos métodos y dispositivos para la transducción de señales desde dominios no eléctricos al dominio eléctrico, e introduce al alumno en la temática de interferencias y puesta a tierra. En todos los aspectos tratados la señal es vulnerable a las interferencias. Una vez la señal se encuentra en el dominio eléctrico, requiere de un acondicionamiento, que es función del tipo de transducción sufrida.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 276 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

El tercer bloque temático, lo constituye el procesado de la señal eléctrica (analógica y/o digital) a fin de extraer el valor de determinados parámetros característicos de la medida en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Aquí se profundiza en los instrumentos de medida electrónicos avanzados: el analizador lógico y el analizador de espectro.

Un cuarto bloque temático independiente es necesario para abordar la complejidad, cada vez más creciente, de los sistemas de medida, la interconexión de instrumentos y sistemas de adquisición, la instrumentación remota y los sistemas de adquisición basados en tarjetas empotradas. En dos lecciones se recogen dos estándares de instrumentación, el IEEE-488 y el VXI.

En el quinto y último bloque temático se desarrollan diversas aplicaciones. Aquí se presentan aplicaciones de los sistemas de instrumentación en la medida de parámetros relacionados con los sistemas de comunicación y control. Respecto al control se profundiza en la medida y control de temperaturas y en el uso de las galgas extensiométricas. La aplicación de la instrumentación a los sistemas de comunicación gira en torno al análisis espectral de los sistemas de radio digital.

A continuación se desglosan los distintos bloques temáticos en las lecciones que lo componen.

Bloque temático I.- Introducción a la Instrumentación Electrónica. (7 h)

Tema 1.- Introducción a la asignatura y a los Sistemas de Medida Electrónica. Terminología. (2 h)

Tema 2.- Análisis estadístico y calibración. Transductores y Acondicionadores. (5 h)

Bloque temático II.- Interfaces de Entrada en Sistemas de Instrumentación y Sistemas de Adquisición de Datos. (4 h)

Tema 3.- Interferencias, Pantallas y Blindajes. (2 h)

Tema 4.- Masa y Puesta Tierra. (2 h)

Bloque temático III.- Instrumentos Electrónicos Avanzados. (3 h)

Tema 5.- Instrumentación Avanzada. (3 h)

Bloque temático IV.- Interconexión de Instrumentos, Instrumentación Programada, Instrumentación Modular. (4 h)

Tema 6.- El Estándar IEEE-488. (2 h)

Tema 7.- El Bus VXI. (2 h)

Bloque temático V.- Sistemas Electrónicos de Medida: Aplicaciones. (4 h)

Tema 8.- Aplicaciones en Control y Comunicaciones. (4 h)

El programa de la asignatura Instrumentación Electrónica, tal como se imparte actualmente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, se estructura en cinco bloques temáticos diferenciados e interrelacionados. La estructura funcional de un sistema de medida sirve de soporte y articulación de los bloques temáticos.

El ordenamiento natural de los elementos temáticos en la estructura general del sistema de medida sirve como secuenciamiento del propio proceso enseñanza-aprendizaje. Se recorre el sistema desde la interfaz con el entorno. Se introducen los conceptos de transducción, acondicionamiento y transmisión, para finalizar con la cuantificación y medida. Los sistemas modulares de instrumentación, la interconexión de instrumentos y los estándares de instrumentación se interpretan como sistemas fundados en la estructura introducida.

En un sentido amplio, la realización de una medida implica, pues, además de la adquisición de la información, realizada por el elemento sensor o transductor, también el procesado de dicha

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 277 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

información y la presentación de resultados, de forma que puedan ser percibidos por nuestros sentidos. Cualquiera de estas funciones puede ser local o remota, implicando ello, en este segundo caso, la necesidad de transmitir la información.

Este planteamiento de partida requiere incluir un bloque temático general de introducción a la Instrumentación Electrónica y los Sistemas de Medida donde además de presentar la estructura general de la asignatura, a través del concepto de sistema de medida, el alumno establece un primer contacto con el lenguaje de especificaciones. Aspectos tales como técnicas de medida y los errores asociados al proceso de medida son incorporados en este primer bloque temático.

A pesar que el alumno estudia matemática estadística en un primer curso de complementos, se ha incorporado un apartado de análisis estadístico. La evaluación de la propagación del error de la medida sigue formulismos clásicos de la estadística, pero el conocimiento de las ecuaciones de error son específicas del tema. Por otra parte, el proceso de calibración y ajuste de un conjunto de datos requiere del conocimiento de test de bondad de ajuste específicos.

La transducción de señales es un tema de obligatorio trato en cualquier sistema general de medida. Dos son las posibilidades de presentación de esta temática: la primera consiste en clasificarlos con arreglo al fenómeno físico que les sirve de base y la segunda en hacerlo por la magnitud de medida. A pesar que el primer enfoque no suele ser exhaustivo, sirve de introducción de esta singular temática y es más práctica, si lo que se desea es hacer un catálogo o guía de aplicaciones.

Dado que la mayoría de los transductores no producen por sí mismos señales adecuadas deben, por tanto, ir acompañados de un circuito de acondicionamiento, que en muchos casos da lugar a un circuito integrado único. En el programa se pone igual énfasis en la presentación del transductor, como en el del circuito acondicionador.

La transmisión de los resultados del acondicionamiento a través de un canal de comunicación convencional, es un problema que no posee ninguna singularidad desde el punto de vista del acondicionamiento de señales si la transmisión se hace de forma digital, que es lo más frecuente. En varias asignaturas de la carrera el alumno analiza la transmisión de datos analógica y digital.

El problema de las interferencias es un tema con el que se encuentran continuamente todos los ingenieros de diseño. Es un tema que se suele tratar de forma teórica sobre los ruidos de tipo térmico en los componentes, el ruido de cuantificación, las interferencias en las telecomunicaciones, el ruido blanco, rosa, etc. En este programa se da una visión práctica sobre la generación, acoplamiento y recepción de interferencias electromagnéticas en los equipos, tanto analógicos como digitales.

La creciente complejidad e integración de los equipos de medida supone un especial cuidado y atención en la selección de contenidos de aquellos temas relacionados con los equipos de instrumentación electrónica. En las lecciones dedicadas a la instrumentación avanzada se recogen los detalles de funcionamiento y manejo de los osciloscopios de gran ancho de banda, de los analizadores de señal y lógicos.

La implantación de la norma IEEE-488 hace más de veinte años constituyó uno de los factores más importantes en el desarrollo de los sistemas de prueba y medida automáticos tanto en la industria como en los laboratorios. Actualmente, hay un creciente número de aplicaciones que por diversas razones no se adaptan de una forma perfecta a la instrumentación basada en la norma IEEE-488. En algunas de ellas no es suficiente la velocidad, en otras las dimensiones son inadecuadas y, finalmente, existen otras en donde el costo es prohibitivo. Una aproximación a esos problemas es el uso de instrumentación modular basada en tarjetas. En este programa se ha incorporado el estándar de instrumentación avanzada basada en tarjetas, el bus VXI, como

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 278 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

solución a los problemas planteados en los sistemas de prueba y medidas automáticos basados en la norma IEEE-488.

### Requisitos Previos

Se recomienda a los estudiantes haber cursado con anterioridad las asignaturas troncales y obligatorias de primer ciclo de Ingeniero de Telecomunicación.

### Objetivos

Los objetivos didácticos de la asignatura se resumen en los siguientes puntos.

Objetivos conceptuales:

- C01.- Conocer los fundamentos sobre análisis estadístico de la medida, y de control de calidad.
- C02.- Saber y entender los fundamentos sobre el problema de las interferencias, y su tratamiento.
- C03.- Comprender y saber los fundamentos sobre la instrumentación en red, instrumentación basada en tarjetas y programación en instrumentación.
- C04.- Conocer el manejo de instrumentos de medida avanzados.
- C05.- Conocer las aplicaciones de los sistemas de instrumentación en las comunicaciones y el control.

Objetivos procedimentales:

- P01.- Manejar instrumentación avanzada.
- P02.- Implementar un proceso de medida y ajustar el conjunto de datos a funciones parametrizables.
- P03.- Programar sistemas de control y medida empleando LabView.
- P04.- Confeccionar un sistema de instrumentación remota.

Objetivos actitudinales:

- A01.- Valorar y ser consciente de las interferencias, su generación, propagación, acoplamiento y el efecto que tienen sobre las medidas.

### Metodología

La organización semanal de la teoría se establece en sesiones de dos horas de clases magistrales y/o problemas. Cada una de estas sesiones se imparte en un día.

Las tareas a realizar en las clases de teoría, son:

- \* Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos.
- \* Actividad del alumno:
  - Actividades presenciales: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.
  - Actividades no presenciales: Preparar apuntes y estudiar la materia.

La organización semanal de las prácticas se establece en sesiones de dos horas. Cada una de estas sesiones se imparte en un día.

Las tareas a realizar en las sesiones de prácticas, son:

- \* Actividad del profesor: Presentar el guión de prácticas, guiar y supervisar la ejecución de las mismas.
- \* Actividad del alumno:
  - Actividades presenciales: Realizar las distintas prácticas y plantear al profesor las dudas que surjan durante el desarrollo.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 279 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- Actividades no presenciales: Estudiar y conocer lo realizado en el laboratorio en detalle y confeccionar una memoria explicativa de la práctica realizada (cuando proceda).

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia.-

1ª prueba escrita (17%)  
2ª prueba escrita (17%)  
3ª prueba escrita (17%)  
8 prácticas (49%)

Actividades que no liberan materia.- No existen.

Otras consideraciones.-

La teoría y las prácticas se han de aprobar por separado. Cada parte teórica se ha de aprobar por separado. Las partes teóricas se liberan hasta la convocatoria ordinaria.

Los exámenes de teoría en convocatoria están divididos en partes y se han de aprobar por separado. Cada práctica se ha de aprobar por separado. La puntuación relativa de cada práctica depende del número de horas que han sido estimadas para su realización.

En cualquier convocatoria y evaluación continua, para superar cada práctica el alumno ha de:

- \* Entregar la implementación,
- \* Entregar una memoria de la práctica, y
- \* Exponer y defender su trabajo.

Para cada práctica, superadas las especificaciones mínimas, se valorará por igual la implementación realizada, la memoria descriptiva asociada a dicha implementación, y la exposición y defensa realizada por el alumno.

En caso de no superar alguna de las partes, la nota se calculará como la suma de todas las partes presentadas multiplicadas por un factor corrector de 0'4.

Las prácticas han de ser entregadas en tiempo y forma.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas de laboratorio se realizan en el laboratorio de Instrumentación Electrónica del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Resumen de las prácticas.

Práctica 1.- Análisis estadístico de un proceso de medida. (1h)  
Práctica 2.- Ajuste de un conjunto de datos resultante de una medida. (1h)  
Práctica 3.- Diseño de un instrumento virtual simple. (2h)  
Práctica 4.- Acondicionamiento con puente de Wheatstone. (2h)  
Práctica 5.- Montaje del circuito de acondicionamiento. Sistema de adquisición de datos. (4h)  
Práctica 6.- Sistema de adquisición temperatura-vibraciones con interfaz HM407-2 y LabView. (4h)  
Práctica 7.- Instrumentación remota. Desarrollo de un generador de funciones en LabView. (4h)  
Práctica 8.- Manejo de la interfaz IEEE-488. (6h)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 280 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



## Bibliografía

### [1 Básico] Transductores y acondicionadores de señal /

Ramón Pallás Areny.  
Marcombo,, Barcelona : (1989)  
8426707645

### [2 Recomendado] Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición /

Albert D. Helfrick, William D. Cooper.  
Prentice-Hall Hispanoamericana,, México : (1991)  
9688802360

### [3 Recomendado] Instrumentation and control: fundamentals and applications /

edited by Chester L. Nachtigal.  
John Wiley & Sons,, New York : (1990)  
0471880450

### [4 Recomendado] Noise reduction techniques in electronic systems /

Henry W. Ott.  
John Wiley & Sons,, New York : (1988) - (2nd ed.)  
0471850683

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| Bloque Temático 1            | 7     | 8  | 1   | 2   | 16  | C01, P02, A01                     |
| Examen parcial 1 (semana 5)  | 0     | 2  | 0   | 1   | 2   | evaluar el trabajo del estudiante |
| Bloque Temático 2            | 4     | 4  | 0   | 1   | 8   | C02, P03, A01                     |
| Bloque Temático 3            | 3     | 4  | 1   | 1   | 6   | C03, P03, A01                     |
| Examen parcial 2 (semana 10) | 0     | 2  | 0   | 0   | 2   | evaluar el trabajo del estudiante |
| Bloque Temático 4            | 4     | 4  | 0   | 1   | 8   | C04, P01, P04                     |
| Bloque Temático 5            | 4     | 2  | 1   | 0   | 9   | C05, P01, P04                     |
| Examen parcial 3 (semana 15) | 0     | 0  | 0   | 2   | 0   | evaluar el trabajo del estudiante |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 281 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

## Equipo Docente

**JUAN ANTONIO MONTIEL NELSON** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451252 **Correo Electrónico:** j.montiel-nelson@ulpgc.es

**HÉCTOR NAVARRO BOTELLO** (COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451245 **Correo Electrónico:** hnavarro@iuma.ulpgc.es

## Resumen en Inglés

This course presents an introduction to the instrumentation systems used for making measurements. The lectures include engineering concepts, instrument static analysis, transducers and sensors and grounding and cabling techniques. The second main block of lessons explains IEEE-488 and VXI. Finally, last block shows control and communications applications.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 282 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**ASIGNATURA:** 14099 - CIRCUITOS Y SUBSISTEMAS DE COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 7,5 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas de trabajo del alumno: 150

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):45
- Horas prácticas (HP):28.7
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:0
- otras:0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):0
- actividad independiente (HAI):76.3

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Electrónica de comunicaciones: Elementos y subsistemas para emisión y recepción.

### Temario

TEMA 1: Características generales de receptores y transmisores. (14h: 9T+5P)

- Características generales de receptores (2h)
- Superheterodino de doble conversión (8h)
- Características generales de transmisores (2h)
- Esquemas de transmisores (2h)

TEMA 2: Osciladores y sintetizadores de frecuencia (PLL). (13h: 9T+4P)

- Osciladores (1h)
- Bucle enganchado en fase (PLL) (6h)
- Sintetizadores de frecuencia (4h)
- Otras aplicaciones con PLL (2h)

TEMA 3: Ruido (12%) (3h:2T+1P)

- Generalidades
- Temperatura equivalente
- Factor de ruido

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 283 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

#### TEMA 4: Amplificadores de pequeña señal. (3h:2T+1P)

Características generales

Estabilidad

Adaptación

Control automático de ganancia (CAG)

#### TEMA 5: Casos Prácticos. (12h:12P)

Casos Prácticos de transmisores y receptores (4h)

Casos Prácticos de PLL (4h)

Casos Prácticos de ruido y amplificación (4h)

### Requisitos Previos

Teoría de la comunicación

Teoría de la señal

Modulaciones analógicas y digitales

Electrónica básica

### Objetivos

La asignatura pretende conseguir los siguientes objetivos:

#### a.-Objetivos Conceptuales:

1. Conocer los instrumentos de medida de los circuitos y subsistemas de comunicaciones.
2. Conocer los fundamentos de funcionamiento y diseño de los circuitos y subsistemas de que componen un receptor y transmisor de comunicaciones.
3. Conocer el funcionamiento y diseño de los circuitos basados en la estabilización de frecuencia mediante realimentación de lazos de fase.
4. Recordar los parámetros fundamentales de ruido y comprender su aplicación en sistemas receptores complejos.
5. Conocer los problemas asociados a la amplificación, los parámetros que caracterizan su comportamiento y su aplicación en sistemas transmisores y receptores complejos.

#### b.- Objetivos Procedimentales:

1. Manejar instrumentación básica de comunicaciones y utilizar los procedimientos correctos de medida en cada caso.
2. Imponer restricciones de diseño a los subsistemas de un transceptor a partir de unos requerimientos mínimos del sistema.
3. Resolver problemas de análisis y síntesis de diferentes subsistemas de comunicaciones.
4. Experimentar con circuitos y subsistemas reales de comunicaciones.

#### c.- Objetivos Actitudinales:

1. Practicar el trabajo en grupo: respeto, tolerancia, valorar las opiniones del compañero, compartir la instrumentación y colaborar en los diferentes montajes y medidas.
2. Resolver problemas de manera crítica.
3. Comunicar de forma oral y escrita los problemas planteados en el laboratorio demostrando capacidad crítica.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 284 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Metodología

Para lograr la sincronización entre teoría y práctica, en primer lugar se imparte la teoría de cada tema y unos pocos problemas básicos. Al finalizar el último tema, se esboza las soluciones de un conjunto de problemas complejos y relacionados con los temas impartidos, haciendo hincapié en aquellos aspectos más relevantes, dejando que el alumno los finalice como parte de su actividad no presencial.

Clases de Teoría:

1.- Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos.

2.- Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.

Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar problemas planteados.

Clases de Práctica:

1.- Actividad del profesor: Explicaciones puntuales de montajes y procedimientos de medida.

2.- Actividad del estudiante:

Actividad Presencial: Realización de los montajes de cada módulo de prácticas y medida de los parámetros característicos de cada subsistema de comunicaciones.

Actividad no presencial: Preparar memoria y estudiar la materia.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia: Práctica (30%)

Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final: No ofertado

Otras consideraciones:

La nota total de la asignatura (10 puntos) se obtiene de la suma de los siguientes apartados:

Teoría (Examen de Teoría y Problemas): 7 puntos

Práctica (Examen de Laboratorio y Examen Teórico-práctico): 3 puntos

Para poder aprobar la asignatura el alumno tiene que superar el 50% de la nota de Teoría y Práctica. En caso de no superar alguna de las partes, la nota final no será superior a 4,5.

El Examen Teórico-práctico se realiza el mismo día que el de Teoría y Problemas.

Aquellos alumnos que asistan de forma continuada a las prácticas, realizarán el Examen de Laboratorio durante la última semana de prácticas. El mismo constará de uno o dos montajes de prácticas en función de la complejidad.

Para el resto, se habilitarán varios días durante las fechas de examen para poder realizarlo. Éste constará de cinco montajes de prácticas.

La nota de Práctica será la media entre el Examen de Laboratorio y el Teórico-práctico.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizan en el Laboratorio de Electrónica de Comunicaciones (L312-Pab. B).

El alumno desarrolla 5 prácticas:

0. Presentación del laboratorio, introducción y descripción de las prácticas (2 horas).

1. Instrumentación (6 horas):

Manejo de los equipos que se usarán en las prácticas: Generador de señales, frecuencímetro, osciloscopio y analizador de espectro.

2. Superheterodino (6 horas):

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 285 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Evaluación de los diferentes módulos que lo componen: etapas de frecuencia intermedia, osciladores, mezcladores y amplificadores de RF, tanto en transmisión como recepción.

### 3.PLL (6 horas):

Evaluación de los diferentes módulos que lo componen: desfasadores, osciladores, comparadores de fase, filtros paso bajo y VCO. Funcionamiento como modulador de frecuencia, demodulador de frecuencia y sintetizador de frecuencia.

### 4.Ruido (2 horas):

Consideraciones en la medida de ruido con analizador de espectro y medida del factor de ruido de un receptor superheterodino.

### 5.Amplificación y CAG (4 horas):

Evaluación y caracterización del comportamiento de circuito de CAG y Amplificador de la etapa de FI en un receptor superheterodino.

### 6.Evaluación de procedimientos de medida en laboratorio (2 horas):

De forma individual, cada alumno debe poner en práctica los procedimientos de medida aprendidos durante el curso.

## Bibliografía

### [1 Básico] Electronic communications /

Dennis Roddy, John Coolen.

Prentice-Hall,, Reston, VA : (1984) - (3rd ed.)

0132504405

### [2 Básico] Modern electronic communication /

Gary M. Miller.

Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J. : (1988) - (3rd ed.)

0135932866

### [3 Básico] Estado sólido en ingeniería de radiocomunicación.

Krauss, Herbert L.

Limusa,, México : (1984)

968181729X

### [4 Recomendado] Electronic communications technology /

Edward A. Wilson.

Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J. : (1989)

0132503336

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                        | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-----------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                   | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1; Práctica de laboratorio 1 | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 286 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos            |
|-------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------|
|                                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                     |
| Tema 1; Práctica de laboratorio 1         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.2,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 1; Práctica de laboratorio 1         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.2,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 1; Práctica de laboratorio 1         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.2,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 1; Tema 2; Práctica de laboratorio 2 | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.2,a.3,b.1,b.3,b.4,c.1,c.2,c.3 |
| Tema 2; Práctica de laboratorio 2         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.3,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 2; Práctica de laboratorio 2         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.3,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 2; Práctica de laboratorio 3         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.3,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 2; Práctica de laboratorio 3         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.3,b.1,b.3,b.4,c.1,c.2,c.3     |
| Tema 3; Práctica de laboratorio 3         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.4,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 4; Práctica de laboratorio 4         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,a.5,b.1,b.4,c.1,c.3             |
| Tema 5; Práctica de laboratorio 4         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,b.1,b.2,b.3,b.4,c.1,c.2,c.3     |
| Tema 5; Práctica de laboratorio 5         | 3     | 2  | 0   | 0   | 5   | a.1,b.1,b.2,b.3,b.4,c.1,c.2,c.3     |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 287 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                        | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos        |
|-----------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|
|                                   | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                                 |
| Tema 5; Práctica de laboratorio 5 | 3     | 2   | 0   | 0   | 5   | a.1,b.1,b.2,b.3,b.4,c.1,c.2,c.3 |
| Tema 5; Práctica de laboratorio 5 | 3     | 0.7 | 0   | 0   | 6.3 | a.1,b.1,b.2,b.3,b.4,c.2         |

### Equipo Docente

#### VÍCTOR ALEXIS ARAÑA PULIDO

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928452974 **Correo Electrónico:** victor.arana@ulpgc.es

#### EUGENIO JIMÉNEZ YGUACEL

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457368 **Correo Electrónico:** eugenio.jimenez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

Electronic communication: circuits and subsystems for transmitting and receiving. The subject has a 70% of theory and a 30% of practice. The programme includes: receivers and transmitters, superheterodyne, oscillators, phase locked loops and its applications, noise, and RF/FI amplifiers.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 288 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



**ASIGNATURA:** 14100 - TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:7,2

Horas de trabajo del alumno:180

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 50
- Horas prácticas (HP): 24
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3
- Horas de evaluación: 3
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 40
- actividad independiente (HAI): 60

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Técnicas algorítmicas para el tratamiento digital de señales. Aplicaciones en comunicaciones: tratamiento de voz e imagen. Elementos y subsistemas basados en tratamiento de señal.

### Temario

#### TEMARIO DE TEORÍA

#### PARTE I. Procesado digital de señales.

##### 1.Introducción al procesado digital de la Señal

(3 semanas HT:5T+5P HP:4, HTT:6, HAI:16)

(cada apartado tiene una carga similar)

- 1.1 Diagrama de bloques del procesado digital de señales continuas.
- 1.2 Descripción de señales continuas: transformada de Fourier y Laplace.
- 1.3 Descripción de señales discretas: señales básicas, transformada de Fourier y Z.
- 1.4 La transformada discreta de Fourier: definición, práctica y propiedades.
- 1.5 Algoritmos rápidos de cálculo de la DFT: la FFT.

##### 2. Análisis de sistemas discretos.

(2 semanas HT:4T+4P HP:4, HTT:6, HAI:6)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 289 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

(cada apartado tiene una carga similar)

- 2.1 Sistemas discretos lineales e invariantes en el tiempo (LTI).
- 2.2 Análisis de sistemas LTI descritos mediante su respuesta al impulso.
- 2.3 Análisis de sistemas LTI descritos mediante su ecuación en diferencias.
- 2.4 Sistemas racionales particulares: Paso Todo, Fase Mínima y de Fase Lineal.
- 2.5 Descripción de sistemas LTI caracterizados mediante su ecuación de estados.

### 3. Implementación de sistemas discretos LTI

(3 semanas HT:5T+5P HP:6, HTT:7, HAI:10)

(cada apartado tiene una carga similar)

- 3.1 Sistemas LTI definidos por su respuesta al impulso.
  - 3.1.A Implementación de sistemas LTI mediante convolución directa.
  - 3.1.B Implementación de sistemas LTI mediante transformada discreta de Fourier.
  - 3.1.C Métodos de filtrado Overlap-add y Overlap-save.
- 3.2 Sistemas LTI definidos por ecuación en diferencias.
  - 3.2.A Método de programación de las ecuaciones en diferencias.
  - 3.2.B Estructuras básicas para sistemas IIR: forma directa I, II, y traspuestas.
  - 3.2.C Estructuras básicas para sistemas FIR.
  - 3.2.D Estructuras en Celosía.
- 3.3 Implementación de filtros en microprocesadores para procesado digital de señal.
  - 3.3.A Introducción a los microprocesadores de señales.
  - 3.3.B Efectos a tener en cuenta al programar filtros en microprocesadores.
  - 3.3.C Arquitectura de los DSPs.
  - 3.3.D Diseño de filtros definidos por su respuesta al impulso para un DSP.
  - 3.3.E Diseño de filtros definidos por su ecuación en diferencias para un DSP.

### 4. Diseño de Filtros Discretos.

(2 semanas HT:3T+3P HP:4, HTT:6, HAI:6)

(cada apartado tiene una carga similar)

- 4.1 Diseño de Filtros IIR mediante transformación de sistemas continuos en discretos.
- 4.2 Diseño de Filtros FIR: método del enventanado.
- 4.3 Diseño de Filtros FIR basado en mínimos cuadrados: Wiener y RLS.
- 4.4 Algoritmos adaptativos de máxima pendiente (LMS).

### 5. Muestreo de señales continuas.

(2 semanas HT:3T+3P HP:2, HTT:6, HAI:10)

(cada apartado tiene una carga similar)

- 5.1 Teorema de muestreo y cuantificación.
- 5.2 Simulación discreta de sistemas continuos.
- 5.3 Métodos de interpolación y diezmado.
- 5.4 Procedimiento de muestreo de señales paso banda.
- 5.5 Muestreo espacial de señales continuas.

## PARTE II. Análisis espectral de señales discretas

### 6. Señales Discretas Deterministas y Aleatorias.

(1 semanas HT:2T+0P HP:0, HTT:3, HAI:6)

- 6.1 Variables aleatorias.
- 6.2 Señales aleatorias, estacionarias y ergódicas.
- 6.3 Propiedades de los estimadores de un proceso estacionario y ergódico.
- 6.4 Estimador de la media.
- 6.5 Estimador de la autocorrelación.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 290 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

7. Estimación Espectral no Paramétrica.  
(1 semanas HT:2T+2P HP:2, HTT:3, HAI:3)
  - 7.1 Introducción.
  - 7.2 Métodos directos: Periodograma y Welch.
  - 7.3 Métodos indirectos: Blackman-Tukey.
  - 7.4 Aplicación de la estimación espectral al reconocimiento de voz.
  - 7.5 Estimación espectral de señales estacionarias a tramos: Espectrograma.
8. Estimación Espectral Paramétrica.  
(1 semanas HT:2T+2P HP:2, HTT:3, HAI:3)
  - 8.1 Introducción.
  - 8.2 Modelado ARMA.
  - 8.3 Estimación de los parámetros AR.
  - 8.4 Estimación de los parámetros del modelo MA.
  - 8.5 Criterios de selección del modelo y su orden.
  - 8.6 Métodos basados en la descomposición de la matriz de autocorrelación.
  - 8.7 Aplicación al procesamiento de voz.

## TEMARIO DE PRÁCTICAS

detallado en el apartado de descripción de las prácticas

## Requisitos Previos

1. Conocer los fundamentos matemáticos básicos de variable compleja y álgebra lineal.
2. Manejar los principios elementales de teoría de la señal continua y discreta, incluyendo el diseño de filtros.
3. Comprender los conceptos iniciales de procesos estocásticos.

## Objetivos

1. Objetivos Conceptuales
  - 1.1 Conocer y analizar los fundamentos matemáticos del Tratamiento Digital de la Señal.
2. Objetivos Procedimentales
  - 2.1 Implementar sistemas de procesamiento digital de la señal a partir de su formulación matemática.
  - 2.2 Diseñar sistemas completos de procesamiento digital de la señal Continuo-Discreto-Continuo.
  - 2.3 Interpretar la información espectral contenida en una señal.
  - 2.4 Integrar las diferentes tecnologías del tratamiento Digital de la señal en aplicaciones de audio, imagen y comunicaciones.
3. Objetivos Actitudinales
  - 3.1 Participar en las clases y trabajos en grupo aportando propuestas a la resolución de los problemas planteados, demostrando capacidad crítica.

## Metodología

Clase de teoría

- Actividad del profesor: Clases expositivas combinada con la realización de casos prácticos.
- Actividad del alumno
  - o Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase pidiendo las aclaraciones necesarias y respondiendo a las preguntas del profesor.
  - o Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia, buscar en la biblioteca e internet ampliaciones de la materia.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 291 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

#### Clase de problemas

- Actividad del profesor: Proponer problemas básicos y avanzados. Aportar las pautas de resolución a los problemas planteados.
- Actividad del alumno
  - o Actividad presencial: Resolver en grupo los problemas. Participar en clase proponiendo métodos de resolución de los problemas planteados. Exponer la solución en la pizarra.
  - o Actividad no presencial: Finalizar la resolución de los problemas planteados en clase. Resolver nuevos apartados de los problemas planteados.

#### Trabajos en grupo

- Actividad del profesor: Solicitar la búsqueda de información y proponer problemas a resolver. Corregir los trabajos y publicar su nota en el campus virtual.
- Actividad del alumno
  - o Actividad presencial: Participar en el grupo para resolver el problema o contestar las preguntas realizadas sobre la información solicitada. Entregar por escrito las contestaciones pedidas en el tiempo establecido.
  - o Actividad no presencial: Participar en el grupo para recopilar y analizar la información solicitada. Llevar la asignatura al día para ser capaz de resolver los problemas propuestos.

#### Clase de laboratorio

- Actividad del profesor: Proponer casos prácticos a realizar. Aportar las pautas de resolución algorítmica de los problemas. Publicar en el campus virtual la asistencia a las clases.
- Actividad del alumno
  - o Actividad presencial: Realizar la aplicación propuesta. Participar en clase proponiendo métodos de resolución de los problemas planteados. Búsqueda de información para mejorar la realización de la aplicación.
  - o Actividad no presencial: Finalizar la realización de las aplicaciones propuestas. Completar las aplicaciones realizadas con nuevos módulos.

#### Tutorías

- Actividad del profesor: Escuchar al alumno, solicitar las aclaraciones que estime oportunas y facilitar los medios para resolver las dudas. Publicar en el campus virtual la asistencia.
- Actividad del alumno
  - o Actividad presencial: Asistir al despacho del profesor en el horario de tutoría al menos una vez cada tramo o bloque de 5 semanas del curso. Preguntar las dudas, y responder con capacidad crítica.
  - o Actividad no presencial: Preparar bien las preguntas a realizar al profesor, remitir correos al profesor para solicitar aclaraciones y consultar la información de la asignatura en el campus virtual.

### Criterios de Evaluación

Al tratarse de una asignatura cuya finalidad es desarrollar la capacidad del alumno para resolver en la práctica problemas de tratamiento digital de la señal, la evaluación debe reflejar la consecución de dicha destreza.

Así, La evaluación de la asignatura consistirá en una sola prueba por escrito, cuyo valor será de 10 puntos, en la cual el alumno deberá resolver problemas de tratamiento digital de la señal de forma teórico-práctica (esto es, conjugando la formulación matemática con su implementación algorítmica en Matlab).

Actividades que liberan materia:

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 292 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Como las prácticas no se evalúan por separado, ninguna actividad libera materia.

Actividades que no liberan materia:

Se valora hasta 3 puntos sumados a la nota del examen final de la convocatoria ordinaria: La entrega de los trabajos en grupo propuestos en clase (60%), la asistencia a las clases de laboratorio (20%) y la asistencia con aprovechamiento a las tutorías en los tramos previstos (20%).

Concretando: si se han solicitado N trabajos en grupo a lo largo del curso cuya nota promedio es X sobre 3 puntos, si el alumno ha asistido al Y% de las clases de laboratorio, y si ha venido a tutoría en Z tramos de los 3, el alumno obtendría:

$$X*0.6+Z*0.2+Y/100*3*0.2$$

puntos adicionales a la nota del examen.

Ejemplo práctico, si se han pedido 8 trabajos durante el curso y el alumno ha obtenido una nota media de X=2.5 sobre tres en los trabajos, ha venido al Y=80% de las prácticas, y a asistido a tutoría en Z=2 tramos, el alumno obtendría 2.38 puntos adicionales a los que saque en el examen.

Otras consideraciones

En la corrección se evaluará tanto los desarrollos cualitativos (demostración del conocimiento de las nociones teóricas para la resolución del problema) como cuantitativos (realización del algoritmo que resuelva el problema, calidad del código realizado, etc.).

En los apartados de los problemas del examen que requieran nociones básicas para su resolución, se podrá exigir una nota mínima para aprobar el examen. Dicha circunstancia aparecerá debidamente reflejada en el enunciado del examen.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Tratamiento Digital de la Señal, perteneciente al departamento de Señales y Comunicaciones, en el recinto L134 del pabellón B de los edificios de Telecomunicación del Campus de Tafira.

Con el fin de maximizar el rendimiento de las horas de prácticas y facilitar al alumno su realización, las prácticas serán de simulación y se realizarán con un PC multimedia en entorno MATLAB.

La DURACIÓN de la práctica de cada capítulo se especifica en el TEMARIO de TEORÍA.

TEMARIO DE PRÁCTICAS:

Práctica voluntaria de introducción al Matlab: Con esta práctica de introducción al Matlab no se pretende sustituir al manual; simplemente se trata de guiar los primeros pasos en el uso del Matlab intentando dar los conceptos necesarios para que el alumno, con ayuda del help y del manual, sea capaz de utilizar dicha herramienta para realizar las prácticas de la asignatura.

Práctica del capítulo 1. Manejo de señales discretas. Con esta práctica se pretende que el alumno sea capaz de aplicar el Matlab al procesamiento digital de señales discretas definiendo secuencias, implementando diagramas de bloques sencillos, calculando transformadas de Fourier, aplicando sus propiedades, etc.

Práctica del capítulo 2. Análisis de sistemas racionales. En esta práctica se pretende que el alumno sea capaz de calcular, manejar y relacionar las diferentes representaciones de un sistema racional lineal, causal e invariante en el tiempo. Como aplicación, se utilizará un sencillo sistema de cifrado de voz.

Práctica del capítulo 3. Implementación de sistemas discretos. En esta práctica vamos a realizar un detector de actividad de voz sencillo adaptado a los propósitos de esta práctica que trata sobre la

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 293 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

programación de las diferentes estructuras de filtros FIR e IIR. Los filtros se programarán en Matlab en punto flotante.

Práctica del capítulo 4. Diseño de filtros discretos. En esta práctica se pretende que el alumno sea capaz de diseñar filtros discretos IIR, FIR utilizando los métodos clásicos y adaptativos para realizar una función deseada. Estos objetivos se tratarán de cumplir eliminando un tono de señalización sobrepuesto a voz.

Práctica del capítulo 5. Muestreo de señales continuas. En esta práctica se procura que el alumno compruebe las relaciones existentes entre las señales continuas y discretas, así como los efectos en el dominio de la frecuencia al diezmar o interpolar una señal.

Práctica del capítulo 6 y 7. Estimación espectral no paramétrica. Se pretende en esta práctica que el alumno calcule los diferentes estimadores espectrales no paramétricos y compare sus propiedades.

Práctica del capítulo 8. Estimación espectral paramétrica. En esta práctica se trata de utilizar los conceptos de modelado filtro-excitación y de estimación espectral paramétrica para sintetizar voz.

## Bibliografía

### [1 Básico] Digital signal processing /

Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer.  
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. : (1975)  
0132141078

### [2 Básico] Ejercicios de tratamiento de la señal utilizando Matlab V.4 /

C. Sidney Burrus...[et al.].  
Prentice Hall, Madrid : (1997)  
8489660689

### [3 Básico] Tratamiento digital de señales /

John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis.  
Prentice Hall, Madrid : (1998) - (3ª ed.)  
8483220008

### [4 Recomendado] Digital signal processing :a computer science perspective /

Jonathan Y. Stein.  
Wiley, New York : (2000)  
0471295469

### [5 Recomendado] Digital spectral analysis: with applications /

S. Lawrence Marple.  
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. : (1987)  
0132141493

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                               | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                          | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1 Introducción al procesamiento Digital de la Señal | 10    | 4  | 0   | 6   | 16  | 1.1, 3.1                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 294 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Temas 2, 3 y 4 Análisis, Implementación y Diseño de Sistemas Discretos | 24    | 14 | 1   | 19  | 22  | 2.1, 2.4, 3.1            |
| Tema 5 Muestreo de Señales Continuas                                   | 6     | 2  | 1   | 6   | 10  | 2.2, 2.4, 3.1            |
| Temas 6, 7 y 8 Análisis Espectral clásico y paramétricos               | 10    | 4  | 1   | 9   | 12  | 2.3, 2.4 y 3.1           |

### Equipo Docente

|                                                                                      |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>MIGUEL ÁNGEL FERRER BALLESTER</b>                                                 | (COORDINADOR)                                          |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                             |                                                        |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES                                        |                                                        |
| <b>Teléfono:</b> 928451269                                                           | <b>Correo Electrónico:</b> miguelangel.ferrer@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.gpds.ulpgc.es">http://www.gpds.ulpgc.es</a> |                                                        |

### Resumen en Inglés

This subject is aimed to develop the students' skills in digital signal processing and spectral analysis. The subject starts with math fundamentals in digital signal processing, followed by analyzing, programming and designing basic algorithms of digital signal processing for applications such as speech, image and communication. The subject ends with spectral analysis with speech synthesis applications.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 295 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14101 - ARQUITECTURA DE  
COMPUTADORES**

**ASIGNATURA:** 14101 - ARQUITECTURA DE COMPUTADORES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 7,2

Horas de trabajo del alumno: 180

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 36
- Horas prácticas (HP): 30
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3
- Horas de evaluación: 5
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 40
- actividad independiente (HAI): 66

Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Estructuras en niveles. Máquinas virtuales. Sistemas operativos. Núcleos en tiempo real.

**Temario**

Tema 1. Introducción a la arquitectura de computadores (2h)

- 1.1 Sistema computador y sistemas operativos
  - 1.1.1 Sistemas operativos: procesos y ficheros
  - 1.1.2 Comunicación y sincronización de procesos
  - 1.1.3 Planificación de la CPU
  - 1.1.4 Gestión de la memoria
- 1.2 Arquitecturas paralelas
  - 1.2.1 Multiprocesadores
  - 1.2.2 Multicomputadores
- 1.3 Núcleos en tiempo real
  - 1.3.1 Planificación para tiempo real
  - 1.3.2 Comunicación y sincronización
  - 1.3.3 Manejo de memoria para tiempo real

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 296 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- 1.4 Máquinas virtuales
  - 1.4.1 Introducción a los lenguajes
  - 1.4.2 Análisis léxico
  - 1.4.3 Análisis sintáctico
  - 1.4.4 Generación de código

## Tema 2. Sistemas operativos: procesos y ficheros (6h)

- 2.1 Conceptos básicos (2)
  - 2.1.1 Procesos y threads
  - 2.1.2 Ficheros
- 2.2 Manejo de procesos y threads (2)
  - 2.2.1 fork()
  - 2.2.2 exec()
  - 2.2.3 wait()
  - 2.2.4 exit()
- 2.3 Manejo de ficheros (2)
  - 2.3.1 open()
  - 2.3.2 read()
  - 2.3.3 write()
  - 2.3.4 close()

## Tema 3. Comunicación y sincronización entre procesos (8h)

- 3.1 Comunicación mediante pipes (2h)
  - 3.1.1 Pipes bloqueantes
  - 3.1.2 Implementación en Linux: pipe()
- 3.2 Memoria compartida (2h)
  - 3.2.1 shmget()
  - 3.2.2 shmat()
- 3.3 Sincronización (2h)
  - 3.3.1 Memoria compartida
  - 3.3.2 Pipes
- 3.4 Exclusión mútua: semáforos (2h)
  - 3.4.1 Regiones críticas
  - 3.4.2 semget()
  - 3.4.3 wait(), signal()

## Tema 4. Arquitecturas paralelas (4h)

- 4.1 Multiprocesadores (1h)
  - 4.1.1 Arquitectura básica
  - 4.1.2 Modelo de computación
- 4.2 Multicomputadores (3h)
  - 4.2.1 Arquitectura básica
  - 4.2.2 Modelo de computación

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 297 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

#### 4.2.3 Message Passing Interface (MPI)

### Tema 5. Máquinas virtuales (14)

#### 5.1 Introducción (1)

- 5.1.1 Análisis léxico
- 5.1.2 Análisis sintáctico
- 5.1.3 Generación de código

#### 5.2 Análisis léxico (3)

- 5.2.1 Expresiones regulares
- 5.2.2 Herramienta Flex

#### 5.3 Análisis sintáctico (6)

- 5.3.1 Análisis descendente
- 5.3.2 Análisis ascendente
- 5.3.3 Herramienta Bison

#### 5.4 Generación de código (4)

- 5.4.1 Sentencias de asignación
- 5.4.2 Sentencias condicionales
- 5.4.3 Sentencias repetitivas

### Tema 6. Planificación de la CPU (10h)

#### 6.1 Introducción (1)

- 6.1.1 Planificación para monoprocesadores
- 6.1.2 Planificación para multiprocesadores

#### 6.2 Planificación para monoprocesadores (6h)

- 6.2.1 Estados de los procesos
- 6.2.2 First-Come First-Served (FCFS)
- 6.2.3 Round-Robin (RR)
- 6.2.4 Shorter Process Next (SPN)
- 6.2.5 Shorter Remaining Time (SRT)
- 6.2.6 Highest Response Ratio Next (HRRN)

#### 6.3 Planificación para multiprocesadores (3h)

- 6.3.1 Load Sharing
- 6.3.2 Gang scheduling
- 6.3.3 Asignación dedicada

### Tema 7. Gestión de la memoria (10h)

#### 7.1 Esquemas básicos (4h)

- 7.1.1 Reubicación: estática y dinámica
- 7.1.2 Particiones fijas
- 7.1.3 Particiones dinámicas
- 7.1.4 Paginación simple
- 7.1.5 Segmentación simple

#### 7.2 Memoria virtual (6h)

Página 3

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 298 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

- 7.2.1 Principios básicos
- 7.2.2 Memoria virtual paginada
- 7.2.3 Memoria virtual segmentada

## Tema 8. Núcleos en tiempo real (6h)

- 8.1 Introducción (1h)
  - 8.1.1 Planificación para tiempo real
  - 8.1.2 Comunicación y sincronización
  - 8.1.3 Manejo de memoria para tiempo real
- 8.2 Planificación para tiempo real (2h)
  - 8.2.1 Earliest Deadline Scheduling (EDS)
  - 8.2.2 Rate Monotonic Scheduling (RMS)
- 8.3 Comunicación y sincronización (2h)
  - 8.3.1 Memoria compartida
  - 8.3.2 Regiones críticas
  - 8.3.3 Semáforos
  - 8.3.4 Señales
- 8.4 Manejo de memoria para tiempo real (1h)
  - 8.4.1 Particiones fijas
  - 8.4.2 Particiones dinámicas
  - 8.4.3 Paginación simple
  - 8.4.4 Segmentación simple
  - 8.4.5 Memoria virtual

## Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya cursado previamente todas las asignaturas anteriores del plan de estudios de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación, en particular aquellas relacionadas con la programación.

## Objetivos

Objetivos conceptuales (saber):

- 1.1) Comprender los principios básicos de los sistemas operativos.
- 1.2) Conocer los principios básicos de las arquitecturas paralelas.
- 1.3) Comprender los principios básicos de los núcleos en tiempo real.
- 1.4) Conocer los principios básicos de las máquinas virtuales.

Objetivos procedimentales (saber hacer):

- 2.1) Utilizar el lenguaje de programación C.
- 2.2) Utilizar el sistema operativo Linux.
- 2.3) Programar en Linux utilizando el sistema de archivos.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 299 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 2.4) Programar en Linux la comunicación y sincronización de procesos.
- 2.5) Programar con memoria compartida y semáforos en Linux.
- 2.6) Programar multicomputadores utilizando MPI (Message Passing Interface).
- 2.7) Utilizar las herramientas Flex y Bison para la construcción de máquinas virtuales.

Objetivos actitudinales (saber ser o estar):

- 3.1) Elaborar y comunicar de forma oral y escrita un trabajo propio realizado en un grupo de 2 alumnos.

## Metodología

La metodología de enseñanza de esta asignatura se fundamenta en los siguientes 4 tipos de clases:

### a) Clases de teoría

Actividad del profesor: clases expositivas combinadas con ejercicios.

Actividad del alumno:

Actividad presencial: tomar notas sobre la documentación de la asignatura (disponible en el campus virtual) y plantear dudas.

Actividad no presencial: estudiar la materia.

### b) Trabajo de curso en grupo (2 estudiantes por grupo)

Actividad del profesor: tutelar el desarrollo de los trabajos.

Actividad del alumno:

Actividad presencial: asistencia a horas de tutorías y exposición pública del trabajo realizado.

Actividad no presencial: búsqueda y elaboración de la información para desarrollar el trabajo, coordinación con el otro miembro del grupo, y elaboración de la memoria escrita del trabajo.

### c) Prácticas de laboratorio

Actividad del profesor: tutelar en el laboratorio el desarrollo de las prácticas.

Actividad del alumno:

Actividad presencial: Realización de las prácticas del proyecto docente, así como plantear dudas sobre la práctica que se está realizando.

Actividad no presencial: Preparación y estudio previo de las prácticas.

### d) Tutorías

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 300 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

Actividad del profesor: tutelar cualquier tipo de duda que plantea el alumno.

Actividad del alumno:

Actividad presencial: acudir al despacho del profesor en horario de tutorías.

Actividad no presencial: preparación previa de las dudas antes de acudir al despacho del profesor.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

La nota correspondiente al examen de la parte práctica.

Actividades que no liberan materia pero puntúan:

a) Aquellos alumnos que asistan regularmente a las clases de laboratorio (se permite un máximo de 2 faltas sin justificar) tendrán una bonificación valorada en 0.5 puntos. Esta bonificación se mantiene hasta la convocatoria extraordinaria.

b) Trabajo de curso en grupo (2 alumnos/grupo): la puntuación del trabajo puede suponer hasta un máximo de 2 puntos (equivale a un 20% de evaluación continua). Esta nota se mantiene hasta la convocatoria extraordinaria.

c) Otras consideraciones:

La evaluación restante de la asignatura se realiza mediante el examen final (por escrito) correspondiente a cada convocatoria. Este examen consta de 2 partes: a) examen correspondiente a la parte teórica (0..6 puntos), b) examen correspondiente a la parte práctica (0..2 puntos). La nota final de la asignatura se obtiene sumando las notas parciales:

$NOTA\_FINAL = \text{nota de teoría} + \text{nota de prácticas} + \text{nota del trabajo} + \text{bonificación de laboratorio}$

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollan en el Laboratorio de Arquitecturas del Departamento de Ingeniería Telemática.

Práctica N° 1 (6 horas)

El alumno toma contacto con el entorno Linux y con unos mínimos de programación C. Para ello desarrolla una serie de ejercicios propuestos por el profesor.

Práctica N° 2 (2 horas)

El alumno utiliza llamadas al sistema para el manejo de archivos para resolver una serie de ejercicios propuestos por el profesor.

Práctica N° 3 (4 horas)

El alumno maneja llamadas al sistema para la creación, comunicación y sincronización de procesos para resolver una serie de ejercicios propuestos por el profesor.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 301 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

#### Práctica N° 4 (2 horas)

El alumno maneja llamadas al sistema para el uso de memoria compartida para resolver una serie de ejercicios propuestos por el profesor.

#### Práctica N° 5 (4 horas)

El alumno maneja llamadas al sistema para el uso semáforos.

#### Práctica N° 6 (4 horas)

El alumno desarrolla varios programas para multicomputadores (se utilizan las diferentes máquinas del laboratorio) utilizando la librería MPI (Message Passing Interface).

#### Práctica N° 7 (8 horas)

El alumno diseña e implementa una pequeña máquina virtual utilizando las herramientas Flex y Bison.

### Bibliografía

---

**[1 Básico] Operating system concepts /**

Abraham Silverschatz, Peter B. Galvin.  
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1998) - (5th ed.)  
0201542625

---

**[2 Básico] Compilers: principles, techniques and tools /**

Alfred V. Aho ...[et al.].  
Addison Wesley,, Boston : (2007) - (2nd ed.)  
0321491696 (ed. int.)

---

**[3 Básico] Compiladores: principios, técnicas y herramientas /**

Alfred V. Aho, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman.  
Addison-Wesley Iberoamericana,, México : (1998)

---

**[4 Básico] Real-time systems design and analysis: an engineer's handbook /**

Phillip Laplante.  
Institute of Electrical and Electronics Engineers,, New York : (1993)  
0780304020

---

**[5 Básico] Sistemas operativos: aspectos internos y principios de diseño /**

William Stallings.  
Prentice Hall,, Madrid [etc.] : (2005) - (5ª ed.)  
84-205-4462-0

---

**[6 Básico] Sistemas operativos: principios de diseño e interioridades /**

William Stallings ; traducción Amalia Oñate Gómez, Ángel González del Alba Baraja.  
Prentice Hall,, Madrid : (2001) - (4ª ed.)  
84-205-3177-4

---

**[7 Básico] A practitioner's handbook for real-time analysis: guide to rate monotonic analysis for real-time systems.**

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 302 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 2     | 2  | 0   | 2   | 4   | 1.1,1.2,1.3,1.4,2.1,2.2  |
| Tema 2     | 2     | 2  | 0   | 3   | 4   | 1.1,2.1,2.2,2.3          |
| Tema 3     | 4     | 4  | 0   | 6   | 8   | 1.1,2.1,2.2,2.3,2.4      |
| Tema 4     | 4     | 4  | 1   | 5   | 8   | 1.2,2.4,2.6              |
| Tema 5     | 12    | 6  | 0   | 7   | 18  | 1.4,2.5,2.7              |
| Tema 6     | 4     | 4  | 1   | 5   | 8   | 1.1,2.6                  |
| Tema 7     | 4     | 4  | 0   | 6   | 8   | 1.1,2.7                  |
| Tema 8     | 4     | 4  | 1   | 6   | 8   | 1.3,2.7,3.1              |

## Equipo Docente

### JUAN FRANCISCO PÉREZ CASTELLANO (COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451237 **Correo Electrónico:** jperez@dit.ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/francis/index.html>

### FRANCISCO ALBERTO DELGADO RAJO

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451226 **Correo Electrónico:** paco.rajo@ulpgc.es

### JOSÉ FRANCISCO DELGADO GARCÍA

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** **Correo Electrónico:** jdelgado@dit.ulpgc.es

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 303 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Resumen en Inglés

The goal of this subject is to get knowledge on some computer arcuitecture topics: operating systems, parallel architectures, real-time systems, and virtual machines.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 304 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>



**14102 - DISEÑO DE CIRCUITOS Y  
SISTEMAS ELECTRÓNICOS**

**ASIGNATURA:** 14102 - DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 4,8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 28
- Horas prácticas (HP): 16
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 11
- Horas de evaluación: 5
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 24
- actividad independiente (HAI): 36

Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Herramientas software para el diseño de circuitos integrados y sistemas electrónicos, circuitos híbridos, etc. Sistemas especiales para el tratamiento de la información.

**Temario**

Presentación de la asignatura (2 horas)  
 PROFESOR: P.P. Carballo / F. Tobajas

Capítulo I. Introducción. (2 horas)  
 PROFESOR: F. Tobajas  
 1. Introducción al diseño electrónico.

Capítulo II. Tecnologías de diseño de un sistema electrónico integrado. (8 horas)  
 PROFESOR: F. Tobajas  
 2. Tecnologías semicustom. (2 horas)  
 2.1. Redes de puertas.  
 2.2. Células estándar.  
 3. Redes de puertas programables (FPGAs). (6 horas)  
 3.1. Bloques lógicos.  
 3.2. Memorias.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 305 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 3.3. Bloques de Entrada/Salida.
- 3.4. Interconexiones y buses.
- 3.5. Mapeado de bloques funcionales.
- 3.6. Actel, Xilinx I y Altera.
- 3.7. Xilinx II y Spartan III.

#### Capítulo III. Métodos de diseño de un sistema electrónico. (10 horas)

PROFESOR: P.P. Carballo

- 4. Flujos y herramientas de ayuda al diseño electrónico. (2 horas)
  - 4.1. Flujos de diseño.
  - 4.2. Formatos y lenguajes estándares en diseño electrónico.
  - 4.3. Entornos de diseño electrónico.
- 5. Modelado y simulación del diseño. (2 horas)
  - 5.1. Descripción HDL de hardware sintetizable.
  - 5.2. Técnicas de reutilización (RMM).
  - 5.3. Técnicas de simulación.
- 6. Diseño arquitectural y síntesis del diseño. (4 horas)
  - 6.1. Modelos arquitecturales de referencia.
  - 6.2. Principios de la síntesis de alto nivel.
  - 6.3. Metodología de síntesis a nivel de transferencia de registros (RT).
  - 6.4. Interfaz con el diseño físico.
- 7. Sistemas en chip. (2 horas)
  - 7.1. Concepto de sistema en Chip (SoC)
  - 7.2. Componentes virtuales (IPs)
  - 7.3. Flujo de diseño de SoC

#### Capítulo IV. Técnicas de validación de sistemas electrónicos. (4 horas)

PROFESOR: F. Tobajas

- 8. Test de circuitos y sistemas integrados. (4 horas)
  - 8.1. Técnicas básicas de diseño para test.
  - 8.2. Técnicas de Boundary-Scan.
  - 8.3. Simulación de fallos
  - 8.4. Generación automática de patrones de test

#### Capítulo V. Otros aspectos del diseño electrónico. (2 horas)

PROFESOR: P.P. Carballo

- 9. Otros aspectos del diseño electrónico. (2 horas)
  - 9.1. Aspectos económicos.
  - 9.2. Aspectos organizativos.

### Requisitos Previos

Se recomienda tener conocimientos de electrónica básica, circuitos analógicos, circuitos digitales, sistemas digitales (microprocesadores) y diseño de sistemas electrónicos basados en microprocesador.

### Objetivos

- 1. Objetivos Conceptuales:
  - 1.1 Conocer las bases teóricas del diseño de circuitos integrados y sistemas electrónicos, haciendo especial hincapié en los sistemas digitales.
  - 1.2 Conocer las tecnologías de diseño que permiten la implementación física de un sistema electrónico integrado, así como los lenguajes de descripción hardware.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 306 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

1.3 Conocer los métodos de diseño de sistemas integrados, así como las herramientas software de ayuda al diseño.

1.4 Conocer las técnicas de diseño orientado a test e integración de sistemas electrónicos.

2 Objetivos Procedimentales:

2.1 Aplicar las bases teóricas adquiridas al análisis, diseño y síntesis de circuitos y sistemas electrónicos avanzados.

2.2 Realizar el diseño, simulación e implementación de un módulo, componente o núcleo en un dispositivo lógico programable (FPGA) a partir de su descripción en lenguaje VHDL.

3 Objetivos Actitudinales:

3.1 Interesarse por el diseño de circuitos y sistemas electrónicos en tecnologías programables y de aplicación específica.

3.2 Comunicar y documentar correctamente la especificación y la realización de un sistema electrónico.

## Metodología

TEORÍA:

1 Clases de teoría:

1.1 Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos de aplicación industrial. Además, se plantea la posibilidad de contar con las herramientas de apoyo a la enseñanza presencial del campus virtual de la ULPGC, con la incorporación de Tareas y Cuestionarios para facilitar el aprendizaje de los contenidos teóricos de la asignatura.

1.2 Actividad del estudiante:

1.2.1 Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.

1.2.2 Actividad no presencial: Estudiar la materia y realizar Tareas y Cuestionarios on-line.

PRÁCTICAS:

2 Clases de prácticas:

2.1 Actividad del profesor:

2.1.1 Planteamiento de la práctica,

2.1.2 Explicaciones relacionadas con los procedimientos

2.1.3 Resolución de dudas sobre las técnicas y procedimientos.

2.2 Actividad del estudiante:

- Presencial:

2.2.1 Realización de las prácticas propuestas sobre la estación de trabajo.

- No presencial:

2.2.2 Realización de tutoriales preparados para el aprendizaje de las herramientas de diseño.

2.2.3 Estudio de los conceptos implicados en la realización de las prácticas.

2.2.4 Preparar el desarrollo de la práctica, incluyendo las dudas a plantear en las clases presenciales.

2.2.5 Completar las memorias de las prácticas planteadas.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 307 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Criterios de Evaluación

### Actividades que liberan materia

- Examen parcial, con un 25%.
- Realización de prácticas en el laboratorio, examen sobre VHDL y examen de prácticas (en su caso), con un 50%.

### Actividades que no liberan materia

- Realización de Tareas y Cuestionarios a través del Campus Virtual de la ULPGC

### Otras consideraciones

- Es imprescindible aprobar ambas partes (teoría (T) y prácticas (P)), por separado. Si el estudiante no supera alguna de las dos partes, la nota final será: Mínimo (4.0,  $T * 0,5 + P * 0,5$ )
- El examen parcial es eliminatorio hasta la convocatoria ordinaria.
- El examen de convocatoria de la parte teórica se realizará en la fecha prevista por el Centro y constará de problemas, preguntas cortas, de desarrollo y/o de tipo test. El examen de convocatoria estará dividido en dos partes, correspondientes a los contenidos evaluados en el examen parcial, y al resto de contenidos, respectivamente, que deben ser aprobadas independientemente.
- Para el cálculo de la nota de la evaluación continua de prácticas (P) se valorará la realización de los diseños propuestos en los Módulos de Prácticas (MP). Para la evaluación positiva de los diseños, estos deben funcionar de acuerdo a las especificaciones dadas, ya sea sobre el simulador (módulo 1) o sobre las placas de prototipado (módulos 2 y 3). Además se deberá entregar la memoria de prácticas siguiendo las instrucciones de cada módulo. Todo ello representa el 50% de la nota final.
- Para evaluar el conocimiento sobre VHDL, se realizará un examen eliminatorio, de tal forma que será necesario superarlo para poder tener una valoración positiva de la nota de prácticas.
- En el caso de que el estudiante no asista a un 20% de las prácticas deberá realizar un examen práctico consistente en la puesta en marcha, defensa y demostración del correcto funcionamiento de las prácticas propuestas para la asignatura. Durante la realización del examen, en cualquier momento se puede requerir al estudiante que implemente variaciones sobre los diseños propuestos en los módulos de prácticas.
- La nota final del estudiante se obtendrá de aplicar la siguiente ecuación, una vez se hayan superado ambas partes:  
$$\text{Calificación Final} = 0,5 * T + 0,5 * P.$$

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de ASIC y Sistemas Digitales en grupos de dos estudiantes utilizando las herramientas de diseño que se mencionan sobre un equipo PC/Windows.

Las prácticas están estructuradas en tres módulos, cada uno de ellos compuesto de cinco sesiones de dos horas:

Módulo 1. Introducción al diseño basado en VHDL (10 horas).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 308 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Este módulo incluye las siguientes prácticas: Introducción a VHDL, Introducción al entorno de captura y simulación HDLDesigner/ModelSim de Mentor Graphics, Conceptos avanzados de VHDL y Técnicas avanzadas de modelado y simulación con VHDL. El objetivo docente de este módulo de prácticas es que el estudiante se familiarice con las técnicas de descripción hardware y de simulación basada en VHDL. El estudiante entregará los modelos funcionales VHDL y una memoria con el trabajo realizado en esta práctica.

Módulo 2: Diseño básico de FPGAS con Xilinx ISE (10 horas).

Este segundo módulo incluye las siguientes prácticas: Entorno de diseño ISE de Xilinx, captura del diseño, selección de dispositivos, entrada de restricciones de síntesis, técnicas de optimización, cálculo de disipación de potencia, diseño físico, verificación temporal y volcado sobre placa de prototipado. El objetivo docente de este módulo de prácticas es que el estudiante se familiarice con las técnicas de diseño de FPGAs de Xilinx a partir de descripciones VHDL. El estudiante entregará el diseño propuesto funcionando sobre la placa de prototipado y una memoria describiendo el trabajo realizado en esta práctica.

Módulo 3: Diseño avanzado de FPGAS con XILINX (10 horas).

En este módulo de prácticas se pretende que el estudiante realice el diseño de un módulo, componente o núcleo a partir de la descripción VHDL, verificando su capacidad de implementación sobre una FPGA de Xilinx. Para ello aplicará los conocimientos adquiridos en los dos módulos anteriores. El estudiante entregará inicialmente la especificación detallada del diseño que deberá ser aceptada previamente a la realización de la práctica. A la finalización de la práctica, el estudiante entregará el diseño propuesto funcionando sobre la placa de prototipado (base de datos completa del diseño, incluyendo la descripción VHDL, los módulos de test y los scripts de síntesis, etc.), además de una memoria que incluya el documento de especificación, el estudio teórico previo al modelado del componente, el flujo de diseño utilizado, la descripción completa de cada uno de los módulos, los resultados de implementación obtenidos para un caso de aplicación y la hoja de características del módulo desarrollado.

## Bibliografía

### [1 Básico] Manuales y herramientas de diseño y librerías tecnológicas disponibles en línea

(<http://eda.iuma.ulpgc.es>)

### [2 Básico] Application-specific integrated circuits /

Michael John Sebastian Smith.

Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1997)

0201500221

### [3 Básico] IEEE standard VHDL language reference manual: IEEE std 1076-1993

sponsors, Design automation standards committee of the IEEE computer society and Automatic test program generation subcommittee of IEEE standards coordinating committee 20.

Institute of Electrical and Electronics Engineers,, New York : (1994)

1559373768

### [4 Básico] Xilinx :All Programmable Technologies and Devices [

Xilinx Inc.

(2011)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 309 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

---

**[5 Recomendado] The boundary-scan handbook /**

by Kenneth P. Parker.

Kluwer Academic,, Boston : (1992)

0792392701

---

**[6 Recomendado] VHDL coding styles an methodologies.**

Cohen, Ben

Kluwer Academic,, Boston : (1995)

0792395980

---

**[7 Recomendado] Digital systems design with VHDL and synthesis :an integrated approach /**

K.C. Chang.

IEEE Computer Society,, Los Alamitos, Calif : (1999)

0769500234

---

**[8 Recomendado] HDL chip design: A practical guide for designing, synthesizing and simulating ASICs and FPGAs using VHDL or Verilog.**

Smith, Douglas J.

Doone,, Madison : (1996)

0965193438

---

**[9 Recomendado] VHDL: Lenguaje estándar de diseño electrónico.**

, McGraw-Hill, Madrid, (1997)

8448111966

---

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Teoría: Presentación.<br>Prácticas: Introducción a VHDL.                        | 2     | 2  | 0   | 0   | 1,5 | 1.1, 3.1                 |
| Teoría 1: Introducción.<br>Prácticas: Entorno de simulación Modelsim.           | 2     | 1  | 1   | 2   | 2   | 1.1, 3.1                 |
| Teoría 2: Tecnologías semicustom. Prácticas: Técnicas modelado VHDL. Test._____ | 2     | 2  | 0   | 2   | 2   | 1.1, 1.2, 2.1, 3.1__     |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 310 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                                                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------|
|                                                                                                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                              |
| Teoría 3: Redes de puertas programables. Prácticas: Modelado y simulación en VHDL. Modelado VHDL para síntesis._____   | 6     | 4  | 1   | 2   | 10  | 1.1, 1.2, 2.1, 3.1, 3.2__    |
| Teoría 4: Flujos y herramientas de diseño. Prácticas: Flujo de diseño FPGAs Xilinx. Prototipado Spartan starter board. | 2     | 1  | 3   | 4   | 8,5 | 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1 |
| Teoría 5. Modelado y simulación del diseño. Prácticas: Aplicaciones (I).                                               | 2     | 1  | 1   | 2   | 2   | 1.1, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1      |
| Teoría 6: Diseño arquitectural y síntesis del diseño. Prácticas: Aplicaciones (II). Diseño avanzado.                   | 4     | 2  | 1   | 4   | 2   | 1.1, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 |
| Teoría 7: Técnicas de integración para SoC. Prácticas: Diseño avanzado.                                                | 2     | 1  | 1   | 2   | 2   | 1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1      |
| Teoría 8: Test de circuitos integrados. Prácticas: Diseño avanzado._                                                   | 4     | 2  | 2   | 4   | 4   | 1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1      |
| Teoría 9: Otros aspectos del diseño. Prácticas: Diseño avanzado.                                                       | 2     | 0  | 1   | 2   | 2   | 1.1, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 |

## Equipo Docente

|                                                                                                                                        |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>FÉLIX BERNARDO TOBAJAS GUERRERO</b>                                                                                                 | (COORDINADOR)                                     |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                                               |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                               |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928457325                                                                                                             | <b>Correo Electrónico:</b> felix.tobajas@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion">http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion</a> |                                                   |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 311 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**JORGE MONAGAS MARTÍN****Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928457321 **Correo Electrónico:** jorge.monagas@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/jmonagas/index.html>**PEDRO FRANCISCO PÉREZ CARBALLO***(RESPONSABLE DE PRACTICAS)***Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928451233 **Correo Electrónico:** pedro.perezcarballo@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/carballo/index.html>**Resumen en Inglés**

This course focuses on the learning of the principles of integrated circuits and systems design, hybrid circuits, etc. The content covers the key aspects of integrated circuits design (including specification, analysis, logic design, modeling, simulation, verification, synthesis, layout and testing), and computer-aided techniques used, with an emphasis on system specification and design, and related business issues.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 312 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |



**ASIGNATURA:** 14103 - TRATAMIENTO AVANZADO DE SEÑALES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 23
- Horas prácticas (HP): 15
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 2
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 3
- actividad independiente (HAI): 45

Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Transformación lineal de procesos estocásticos. Estimación espectral clásica. Estimación paramétrica lineal. Estimación paramétrica adaptativa.

### Temario

En el temario se contemplan las 30 horas que corresponden a este curso.

1.- Introducción al reconocimiento de patrones estadístico. (6 horas)

Antecedentes históricos

Clasificación y regresión

Procesado y extracción de características

La carga de la dimensión

Curvas polinómicas apropiadas

Teorema de BAYES

Inferencia y bondad de decisión

2.- Estimación de densidad de probabilidad. (8 horas)

Métodos paramétricos

Máxima verosimilitud

Inferencia bayesiana

Estimación de parámetros secuenciales

Métodos no paramétricos

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 313 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Modelos mixtos

3. Conceptos y fundamentos de Redes Neuronales. (4 horas)

Introducción y ejemplos

Modelos de redes neuronales artificiales

Perceptron de capa simple

Diseño del clasificador NN

Teorema de convergencia del perceptron

Limitación del perceptron

4. Perceptron multicapa. (4 horas)

Redes feedforward multicapas

Reconocimiento de patrones no separables linealmente

Algoritmo back-propagation

Estudio de casos

5. Funciones de Base Radial. (4 horas)

Introducción: conceptos básicos

Redes Hopfield recurrentes

Memoria asociada bidireccional

6. Transformación en componentes principales. (4 horas)

Transformación de componentes principales en espacios multidimensionales

Algoritmo de cálculo. Ejemplos.

Reducción de dimensionalidad en base a la transformación de componentes principales

## Requisitos Previos

Esta asignatura constituye una continuación de la asignatura de Teoría de la Señal de segundo curso y de Tratamiento Digital de Señal de cuarto curso, suponiendo dichos conocimientos asimilados. Tiene asignados 3 créditos teóricos y 1.5 prácticos, esto es 2 horas/semana de teoría y 1 hora/semana de práctica.

A diferencia de las asignaturas mencionadas, de carácter tecnológico básicas, esta asignatura se orienta de forma finalista a la práctica, siendo su objetivo capacitar al alumno para diseñar e implementar en la práctica sistemas básicos de reconocimiento y clasificación en procesamiento digital de la señal.

Por tanto, se valorarán en la Transformada de Fourier, Fourier tiempo-discreto, discreta de Fourier, y Z; y conceptos de filtrado y Procesado de imagen.

## Objetivos

1. Objetivos Conceptuales
  - 1.1. Conocer y comprender los fundamentos sobre el reconocimiento de patrones
  - 1.2. Analizar y reconocer los contenidos básicos de reconocimiento de patrones
2. Objetivos Procedimentales
  - 2.1. Aplicar y desarrollar los contenidos básicos antes diversas aplicaciones básicas.
  - 2.2. Implementar sistemas sencillos para un sistema automático de clasificación
3. Objetivos Actitudinales
  - 3.1. Valorar y aceptar el uso de sistema de reconocimiento de patrones en aplicaciones básicas
  - 3.2. Practicar e interesarse por la lectura de sistemas de reconocimiento

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 314 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Metodología

La metodología a seguir se basa en la descripción de los contenidos teóricos en el aula, usando diversos recursos didácticos (pizarra, proyecciones, transparencias); y la parte práctica se va a desarrollar en el laboratorio.

También el alumno se puede ayudar de la página Web de la asignatura, donde se encuentra la guía docente de la asignatura, contenidos teóricos, manual de prácticas, problemas propuestos resueltos, exámenes de años anteriores resueltos, grupos de prácticas asignados y tablón digital donde se publicarán las notas de la asignatura; así como la dirección de correo electrónico del profesor para tutorías digitales y el horario de dicho profesor incluyendo las horas de tutorías.

En particular la metodología quedará de la siguiente forma,

### Clases de Teoría

Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas de los contenidos de la asignatura

Actividad del alumno:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participación en clase con preguntas y dudas

Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia.

### Clases de Problemas

Actividad del profesor: Realización de casos prácticos en clases sobre los contenidos de la asignatura

Actividad del alumno:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participación en clase con la realización de algunas partes, preguntas y dudas

Actividad no presencial: Repasar los casos de clases y estudiar la materia.

### Clases de Prácticas

Actividad del profesor: Clases con la implementación de aplicaciones reales

Actividad del alumno:

Actividad presencial: Realización del software pertinente, participación en clase con preguntas y dudas

Actividad no presencial: Terminar la tarea en el caso que no haya dado tiempo en la clase de prácticas y estudiar la materia.

## Criterios de Evaluación

La evaluación final de la asignatura se realizará mediante un promedio ponderado de los resultados obtenidos en las prácticas, el trabajo y el examen final de la parte teórica.

- La evaluación de las prácticas se realizará sobre la entrega correcta de las prácticas. La presentación de las prácticas se realizará sobre la anterior secuenciación y tendrá una puntuación máxima de 5 puntos. En caso de que algún alumno no haya terminado la práctica en el tiempo previsto, puede presentarla durante las horas de tutoría.

La nota final de prácticas será un promedio de la nota obtenida en cada una de las prácticas. Para poder aprobar las prácticas hay que obtener un mínimo de 2 puntos sobre los 5 puntos totales y su valor es de 5 puntos de la nota final. Así mismo, para mantener el grupo de prácticas no se puede faltar más de tres veces consecutivas a prácticas.

- Se realizará un trabajo designado por el profesor que contará con una nota máxima de 2.5 puntos. Se debe de obtener un mínimo de 1 punto sobre los 2.5 puntos.
- El examen correspondiente a la parte teórica tiene un valor de 2.5 puntos. Se exige que el alumno obtenga el mínimo de puntuación especificado en cada pregunta. Se da más importancia, en la valoración a las realizaciones cualitativas de un problema que a su realización cuantitativa.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 315 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

La nota mínima para superar la parte teórica es de 1 punto.

Para promediar la parte teórica, con la nota del trabajo y con la práctica se necesita una puntuación mínima de 4 sobre 10 en todas las partes. En caso de suspender una de las partes, excepto las prácticas, la parte aprobada se guarda hasta la Convocatoria Especial de Diciembre.

A modo de conclusión, se incluye una tabla resumen de la evaluación,

- Actividades que liberan materia

Prácticas del curso con un 50%.

- Actividades que no liberan materia

Trabajo sobre un tema complementario con un 25%

Examen de convocatoria sobre el temario teórico de la asignatura con valor del 25%.

- Consideraciones generales

Se debe de tener una nota mínima de 4 sobre 10 en cada una de las partes para aprobar.

Para superar la asignatura con algunas de las partes suspensas, el alumno deberá alcanzar al menos el 80% en las partes superadas. En caso contrario, la nota será como máximo de suspenso (3,5), en caso de superar tal cifra.

Al finalizar cada práctica se debe entregar una memoria.

Los alumnos que no hayan asisto a prácticas tendrá que realizar un examen práctico en el laboratorio el día de la convocatoria, cuyo examen versará sobre el desarrollo de las mismas, siendo ésta la manera de superar las prácticas en convocatorias oficiales. Dicho examen valdrá un 50%

Para evaluar el trabajo, el estudiante deberá entregar una memoria del mismo.

Aprobar algunas de las partes se mantendrá hasta la convocatoria especial de diciembre.

## Descripción de las Prácticas

Debido a las limitaciones de material en el laboratorio, las prácticas serán de simulación y se realizarán en un PC ejecutándose en entorno MATLAB. Este laboratorio es el de Tratamiento Digital de la Señal. Se supone que los alumnos conocen bien estas herramientas por las prácticas de Teoría de la Señal y Tratamiento Digital de la Señal. Las prácticas consisten en programar los algoritmos más importantes vistos en teoría. Así, el temario es el siguiente:

Práctica 0. Práctica voluntaria, introductoria al manejo del Matlab (3 horas).

Práctica 1. Descompresión del algoritmo FAN en la señal ECG por medio de mínimos cuadrados (2 horas).

Práctica 2. Realización de un clasificador estadístico basado en el teorema de BAYES generalizado aplicado al reconocimiento de firmas manuscritas (2 horas).

Práctica 3. Construcción del clasificador k-vecinos más cercanos para la aplicación de dígitos manuscritos. (3 horas).

Práctica 4. Construcción de un OCR para la fuente Times New Roman mediante redes neuronales artificiales. (3 horas).

Práctica 5. Diseño e implementación de un reconocedor facial (2 horas)

Los enunciados de las prácticas se encuentran al final de este cuaderno.

Los alumnos realizarán las prácticas en grupos de dos a razón de 1 hora/semana. La formación de los grupos de alumnos y la asignación del horario de prácticas a cada grupo de alumnos se realizará el segundo día de clase.

## Bibliografía

[1 Básico] Neural networks for pattern recognition.

Bishop, Christopher M.

Clarendon Press,, Oxford : (1997)

0198538642

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 316 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[2 Básico] A probabilistic theory of pattern recognition.**

Devroye, Luc  
 Springer,, New York : (1996)  
 0387946187

**[3 Básico] Classification, parameter estimation, and state estimation :an engineering approach using MATLAB /**

F. van der Heijden ... [et al.].  
 John Wiley,, Chichester, : (2004)  
 0470090138

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 6     | 4  |     |     | 20  | 1.1, 3.1, 3.2            |
| Tema 2     | 5     | 4  | 1   |     | 17  | 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Tema 3     | 5     | 2  |     |     | 15  | 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Tema 4     | 5     | 2  |     |     | 15  | 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Tema 5     | 5     | 2  | 1   |     | 15  | 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Tema 6     | 2     |    |     |     | 3   | 1.1, 1.2, 3.1, 3.2       |

**Equipo Docente****CARLOS MANUEL TRAVIESO GONZÁLEZ****(COORDINADOR)****Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES**Teléfono:** 928452864 **Correo Electrónico:** carlos.travieso@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.gpds.ulpgc.es>**Resumen en Inglés**

This subject shows diverse contents on classification theories (learning systems), like parametric and non-parametric classifiers. Also, regretion can be found.

The laboratory contents include different real applications using the previous methods, applied on pattern recognition.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 317 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**14104 - INTERCOMUNICACIÓN DE  
REDES DE COMUNICACIÓN**

**ASIGNATURA:** 14104 - INTERCOMUNICACIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS:3.6 Horas de trabajo del alumno:90.0  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):30.0  
 - Horas prácticas (HP):15.0  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):0.0  
 - Horas de evaluación:3.0  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):17.0  
 - actividad independiente (HAI):28.0  
 Idioma en que se imparte:Español

**Descriptores B.O.E.**

Conmutación de paquetes. Conmutación de circuitos. Protocolos de comunicación. Redes de computadores. Conmutación de paquetes de alta velocidad.

**Temario**

- 1.- Introducción a la asignatura (2 h.)
  - 1.1.- Conceptos generales sobre técnicas de conmutación
- 2.- Tipos de redes:
  - 2.1.- Internet: Conceptos y oportunidades (2h.)
  - 2.2.- La red ATM: Conceptos y oportunidades (4h.)
  - 2.3.- La SDH y otras redes ópticas (2 h.)
  - 2.4.- La red GSM (2 h.)
- 3.- Nociones de diseño de sistemas (2 h.)
  - 3.1.- Cálculo del tiempo de respuesta del sistema
- 4.- Nociones sobre señalización (4 h.)
  - 4.1.- La S.S.7

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 318 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 5.- Conmutación (6 h.)
  - 5.1.- Conmutación ATM
- 6.- Redes multimedia (6 h.)
  - 6.1.- El protocolo IPv6
  - 6.2.- SIP

## Requisitos Previos

Se habrá dado los conocimientos básicos sobre protocolo, modelo OSI, y programación a alto nivel.

## Objetivos

- 1. Objetivos Conceptuales
  - 1.1.- Afianzar los conocimientos de las diferentes redes de telecomunicaciones que se mencionan
  - 1.2.- Conocer los procesos de intercomunicación de las diferentes redes mencionadas para formar lo que es actualmente la red global
- 2. Objetivos Procedimentales
  - 2.1.- Manejar aplicaciones software que ayudan a la mejora de las comunicaciones multimedias interactivas
  - 2.2.- Manejar programas de simulación que ayudan a comprender el procedimiento real de las comunicaciones (transmisión y conmutación)
- 3. Objetivos Actitudinales
  - 3.1.- Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica

## Metodología

Se pretende dar una visión general de todo el proceso de interconexión, conmutación y routing en las redes de comunicación más actuales.

Algunas redes ya se han visto en otras asignaturas, por lo que se hace énfasis en las técnicas y problemáticas en la interconexión entre ellas.

Esto va acompañado de ver las tendencias y nuevas técnicas a aplicar, principalmente en conmutación.

Descripción de la metodología:

- 1. Clase de Teoría
  - Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos
  - Actividad del estudiante:
    - \* Actividad presencial: tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas
    - \* Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar cuestionario on-line
- 2.- Prácticas de Laboratorio
  - o Actividad del profesor: Explicar en líneas generales las prácticas y mostrar los posibles pasos a seguir para su desarrollo
  - o Actividad de los estudiantes:
    - Actividad presencial: Realizar las prácticas
    - Actividad no presencial: preparar la práctica y preparar su exposición

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 319 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Criterios de Evaluación

La evaluación se llevará a cabo mediante los siguientes métodos:

Actividades que liberan materia:

Exámen de teoría con un 70%

Prácticas de laboratorio con un 30% (todas las prácticas puntúan igual).

Actividades que no liberan materia:

Ninguna

Consideraciones generales:

Examen con 6 preguntas con varias cuestiones sobre los diversos temas tratados.

Todas las preguntas puntúan igual.

De la parte práctica:

Hay que presentar los correspondientes trabajos propuestos en todas las prácticas. La nota media será la media de estas 6 notas de los trabajos propuestos asociados a cada práctica.

Si el alumno no asiste a las prácticas se le hará un examen final de prácticas de 6 preguntas sobre todas las prácticas realizadas.

La nota final corresponderá a un 70% del examen teórico y un 30% del de práctica.

Caso de no aprobar una parte (teórica o práctica), la nota máxima final será de máximo 4.0 puntos

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas de la asignatura se realizarán en el laboratorio de Ordenadores (debajo de la capilla)

### Práctica 1.- Repaso de Linux y configuración IP de red (4 h.)

Se hará una introducción al S.O. linux donde se propondrá pequeños ejercicios para fijar los conocimientos adquiridos, posteriormente se configurará las IP de parte de los ordenadores de la red local del laboratorio de Ordenadores

### Práctica 2.- Simulación de las funciones de las capas ATM (1 h.)

En un simulador didáctico se verá y se justificará los distintos pasos de las PDUs a través de las diferentes capas

### Práctica 3.- Simulación de enrutamiento ATM con conmutadores CISCO (1 h.)

En un simulador didáctico se verá y se justificará los distintos pasos para el enrutamiento hecho en conmutadores Ciscos

### Práctica 4.- Simulación del comportamiento de IP sobre ATM (1 h.)

Página 3

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 320 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>



En un simulador didáctico, se verá y se justificará los distintos pasos por las diferentes capas para el cambio de protocolo IP a ATM y viceversa

Práctica 6.- Montaje de un sistema de videoconferencia (sobre Linux).Análisis de parámetros de red con dicho sistema (8 h.)

En la red local del laboratorio se montará y usando un programa de medidas de parámetros, se comprobará los parametros de funcionamiento en una aplicación de

videoconferencia llamada

////////////////////////////////////"ISABEL\\  
////////////////////////////////////"

## Bibliografía

**[1 Básico] Multimedia communication technologyrepresentation, transmission and identification of multimedia signals /**

Jens-Rainer Ohm.

Springer,, New York : (2004)

3540012494

**[2 Básico] An engineering approach to computer networking :ATM networks, the internet, and the telephone network /**

S. Keshav.

Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1997)

0201634422

**[3 Básico] Redes e internet de alta velocidad: rendimiento y calidad de servicio /**

William Stallings; coord. y rev. técnica Luis Joyanes Aguilar.

Pearson Educación,, Madrid : (2004) - (2ª ed.)

842053921X

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                            | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                       | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1: Introducción a la asignatura  | 2     | 1  | 0   | 1   | 0   | 1.1,1.2                  |
| Tema 2: Tipos de redes                | 10    | 5  | 0   | 4   | 10  | 1.2,2.2,3.1              |
| Tema 3:Nociones de diseño de sistemas | 2     | 1  | 0   | 2   | 2   | 1.1                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 321 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 4: Nociones sobre señalización | 4     | 2  | 0   | 6   | 4   | 1.2,2.2                  |
| Tema 5: Conmutación                 | 6     | 3  | 0   | 0   | 6   | 1.2,2.1,3.1              |
| Tema 6: Redes multimedia            | 6     | 3  | 0   | 4   | 6   | 1.1,.12,2.1,2.2, 3.1     |

### Equipo Docente

**JOSÉ FRANCISCO DELGADO GARCÍA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:**

**Correo Electrónico:** jdelgado@dit.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

It intends with this subject to know the operation of the main telematic networks (of communication) that apply with greater frequency at present, and the different forms of interconnection. In the end of the subject will have a real version and practice of the existing networks, its benefits and its possible future evolution.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 322 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14105 - PROGRAMACIÓN  
CONCURRENTE**

**ASIGNATURA:** 14105 - PROGRAMACIÓN CONCURRENTE  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 3,6 Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 10
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 5
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 25
- actividad independiente (HAI): 20

Idioma en que se imparte: español

**Descriptores B.O.E.**

Teoría básica de ejecución concurrente de procesos: Planificación, Comunicación y Sincronización: Memoria compartida y paso de mensajes. Programación concurrente en diferentes modelos de programación. Introducción a la programación distribuida, paralela y en tiempo real. Lenguajes, sistemas operativos. Aplicaciones.

**Temario**

Tema 1. Introducción a la programación concurrente (2h)

MODULO I. Teoría básica de programación concurrente

Tema 2. Introducción (2h)

Tema 3. Esquemas de ejecución concurrente. Soluciones básicas (4h)

MODULO II. Sincronización mediante variables compartidas

Tema 4. Introducción (2h)

Tema 5. Notación, problemas y soluciones (6h)

- 5.1. Exclusión mutua
- 5.2. Semáforos
- 5.3. Monitores
- 5.4. Cerrojos

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 323 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

### MODULO III. Sincronización mediante paso de mensajes

Tema 6. Introducción (2h)

Tema 7. Notación, problemas y soluciones (6h)

7.1. Métodos Send y Receive

7.2. Paso de mensajes síncronos

7.3. Paso de mensajes asíncronos

### MODULO IV. Programación concurrente en sistemas de comunicación

Tema 8. Introducción a la programación de sistemas de comunicación (2h)

Tema 9. Lenguajes y sistemas operativos (2h)

### MODULO V. Aplicaciones

Tema 10. Aplicaciones de la programación concurrente (2h)

## Requisitos Previos

Conocimientos en Programación

## Objetivos

En esta asignatura tiene por objetivo aprender los conceptos, técnicas y herramientas básicas de la programación concurrente. Se expondrán los problemas más clásicos de los sistemas concurrentes analizándose las soluciones mediante el empleo de distintos mecanismos.

Distinguimos tres tipos de objetivos en el aprendizaje de la Programación Concurrente: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Objetivos conceptuales:

- 1) Conocer los conceptos fundamentales de la programación concurrente de forma que el alumno pueda reconocer y analizar el significado de un dato o información.
- 2) Discernir y comprender los distintos ámbitos de abstracción de la materia y su aplicación directa.
- 3) Conocer los problemas típicos de la concurrencia y dominar la división de problemas complejos en básicos más controlables.
- 4) Conocer las estrategias de implantación de sistemas mediante variables compartidas o paso de mensajes.
- 5) Comprender muchos hechos específicos gracias a los conceptos.

Objetivos procedimentales:

- 6) Simular los problemas clásicos de concurrencia y analizar los resultados obtenidos para la resolución de problemas complejos.
- 7) Aplicar las diferentes técnicas de comunicación y sincronización de procesos
- 8) Demostrar las ventajas y desventajas de las distintas técnicas de sincronización.
- 9) Manejar distintos lenguajes de concurrencia y experimentar en la práctica con los mismos.

Objetivos actitudinales:

- 10) Evaluar basándose en los conceptos aprendidos las diferentes alternativas de comunicación y sincronización de procesos en la concurrencia.
- 11) Presentar y comunicar los resultados de las prácticas realizadas. Valorar e interesarse por los

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 324 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

resultados del resto de grupos de prácticas.

## Metodología

La impartición de la asignatura será presencial potenciando el trabajo en grupo, mediante la utilización de herramientas de trabajo colaborativo en el Campus Virtual de la asignatura.

Se incluyen los siguientes tipos de actividades:

### \* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Exposición de la materia en conjunción con la realización de ejercicios.

Se utilizarán medios audiovisuales (powerpoint) en conjunción con la pizarra. Se utilizará el ordenador para la ejecución de simulaciones.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia, lectura de artículos relacionados y realización de los ejercicios planteados.

### \* Problemas:

Actividad del profesor: Se describirá el enunciado del problema dejando pocos minutos para el análisis y comprensión por parte del alumno. Se supervisará y asesorará a la resolución de los mismos. Se utilizará la pizarra para la resolución de los mismos así como el ordenador para aquellos que requieran una resolución en un entorno simulado.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización del resto de problemas planteados a través de las clases presenciales o del Campus Virtual. Estudio y exposición de los resultados de los ejercicios en clase.

### \* Tutorías ECTS:

Actividad del profesor: Tutorización de grupos de alumnos reducidos (2-4) con el objetivo de resolver dudas comunes, principalmente surgidas a partir de cuestiones/ejercicios/problemas marcados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

### \* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

### Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Confeccionar los enunciados de las prácticas comunes a todos los grupos de trabajo. Realizar una parte expositiva de cada una de las prácticas indicando el los objetivos de las mismas. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 325 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Discusión inicial sobre dudas relacionadas con los enunciados de las prácticas.

Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega una memoria con la resolución de las cuestiones planteadas y deberá ser defendida ante el profesor.

Actividad no presencial: Redacción de la memoria final de cada una de las prácticas.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Realización de las prácticas en el laboratorio (20%)

Actividades que no liberan materia:

Trabajo sobre un tema complementario (10%)

Otras consideraciones:

Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y práctica

Al finalizar cada práctica se debe entregar una memoria

Los alumnos que no asistan a prácticas deberán presentar las memorias de cada práctica así como realizar su defensa en el laboratorio antes de la convocatoria de junio o de septiembre.

Cada error grave en una pregunta del examen de convocatoria supondrá un decremento de la mitad de la puntuación máxima de la pregunta.

El aprobado en teoría se mantendrá hasta la convocatoria de septiembre.

El examen de prácticas en todas las convocatorias oficiales así como en las especiales se realizará en el laboratorio y consistirá en la resolución de un supuesto práctico relacionado con las prácticas realizadas en el curso (utilizando PFC, HPSIM o ARATOOLS). La puntuación se realizará de 0 a 10 puntos.

En el caso de no aprobar alguna de las partes, la nota final se obtendrá de la siguiente fórmula: (nota de teoría + nota de prácticas + nota del trabajo) \* 0.5

### Descripción de las Prácticas

Se seleccionará un determinado lenguaje básico que proporcione un método fácil de estudiar la concurrencia. Cada alumno deberá ir analizando los casos expuestos en clase y extrayendo conclusiones. Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Arquitecturas de Ordenadores.

PRACTICAS:

Práctica 1. Estudio multimedia interactivo de los conceptos básicos (6 h)

Práctica 2. Análisis e implantación de programas concurrentes (9 h)

2.1. Utilizando el PFC (Pascal Paralelo) (3h)

2.2. Utilizando HPSIM (Redes de Petri) (3h)

2.3. Utilizando ARATOOLS (Lotos) (3h)

Alternativamente se puede proponer al profesor la realización de otro tipo de prácticas.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 326 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Bibliografía

### [1 Básico] Concurrent Programming: Principles and Practice.

Andrews, Gregory R.

Benjamin/Cummings, Redwood City (California) : (1991)

0805300864

### [2 Básico] Principles of concurrent and distributed programming /

M. Ben-Ari.

Prentice-Hall, New York : (1990)

013711821X

### [3 Básico] Concurrent programming.

Snow, C. R.

Cambridge University Press, Cambridge : (1992)

0521339936

### [4 Básico] Introducción a la programación concurrente y las arquitecturas paralelas.

Suárez Sarmiento, Alvaro

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Electrónica y Telecomunicación, Las Palmas de Gran Canaria : (1996)

8487526349

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                    | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                               | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción a la programación concurrente                                    | 2,0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1,2                      |
| Teoría básica de programación concurrente. Introduccion.                      | 2     | 0   | 1   | 0   | 0   | 3                        |
| Teoría básica de programación concurrente. Esquemas de ejecución concurrente. | 4     | 2   | 0   | 2   | 2   | 3,8                      |
| Sincronización mediante variables compartidas. Introduccion.                  | 2     | 1   | 0   | 2   | 2   | 4,6,7,8                  |
| Notación, problemas y soluciones. Exclusión mutua                             | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 327 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                  | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                             | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| Notación, problemas y soluciones. Semáforos                 | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Notación, problemas y soluciones. Monitores y cerrojos.     | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Sincronización mediante paso de mensajes. Introducción.     | 2     | 1   | 0   | 2   | 2   | 4,6,7,8                  |
| Notación, problemas y soluciones. Métodos send/receive.     | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Paso de mensajes asíncronos.                                | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Paso de mensajes síncronos.                                 | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Paso de mensajes síncronos.                                 | 2     | 0,5 | 0,5 | 2   | 2   | 4,6,7,9                  |
| Introducción a la programación de sistemas de comunicación. | 2     | 1   | 0   | 0   | 0   | 5                        |
| Lenguajes y sistemas operativos.                            | 2     | 1   | 0   | 0   | 0   | 5,9                      |
| Presentación de los trabajos del curso en clase             | 2     | 1   | 0   | 7   | 2   | 10,11                    |

## Equipo Docente

**MARIO MARRERO RUIZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:**

**Correo Electrónico:** mario.marrero@ulpgc.es

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 328 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



## Resumen en Inglés

Basic theory of concurrent execution of processes and programs: Planning, Communication and Synchronization: Shared memory and passage of messages. Concurrent programming in different models. Introduction to the distributed programming and in real time. Languages, operating systems. Applications.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 329 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14106 - SISTEMAS DISTRIBUIDOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas Teóricas (HT): 19,0
- Horas Prácticas (HP): 14,0
- Horas de Clases Tutorizadas (HCT): 11,0
- Horas de evaluación: 0,0
- Otras: 0,0

Horas no presenciales:

- Trabajos Tutorizados (HTT): 14,0
- Actividades Independientes (HAI): 32,0

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Sistema en Red vs. Sistema Distribuido. Comunicación y Sincronización. Tolerancia a fallos. Trabajo Cooperativo. Gestión de Recursos. Protección y Seguridad.

### Temario

T1) Programación con Java [4 horas]

- Conceptos básicos de Programación con Java
- Conceptos avanzados de Programación con Java
- Programación orientada a objeto

T2) Sockets [2 horas]

- Paradigma cliente/servidor
- Sockets UDP y TCP
- Comunicación mediante sockets

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 330 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- Sockets en Java
- Servidores concurrentes

#### T3) Comunicación entre procesos [2 horas]

- Tipos de comunicación.
- Comunicación con sockets.
- Modelo cliente-servidor.
- Características deseables.

#### T4) Conceptos generales [2 horas]

- Ventajas y desventajas de los sistema distribuidos.
- Características de los sistema distribuidos.
- Campos de aplicación.
- Arquitecturas software.
- Servicio de comunicación.

#### T5) Llamada remota a procedimiento (RPC) [2 horas]

- Aplicaciones distribuidas.
- Paso de mensajes para comunicación entre procesos.
- RPC en aplicaciones distribuidas
- Suplentes.

#### T6) Invocación remota de métodos (RMI) [2 horas]

- Ejecución de métodos remotos.
- Aplicaciones orientadas a objetos distribuidos (objetos remotos).
- Arquitectura RMI (comunicación mediante suplentes).
- Diseño de aplicaciones distribuidas con RMI.
- Serialización.
- Callbacks y carga dinámica de objetos.

#### T7) Comunicación con grupos [2 horas]

- Grupo de procesos.
- Comunicación con grupos de procesos.
- Clasificación.
- Campos de aplicación.
- Radiado de mensajes.

#### T8) Replicación [2 horas]

- Replicación hardware y replicación software.
- Replicación activa y replicación pasiva.
- Replicación de objetos distribuidos.
- Balanceo de carga.
- Alta disponibilidad (transferencia de estado).
- Tolerancia a fallos.

#### T9) Programación distribuida básica con JEE. [2 horas]

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 331 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- Servidor de Aplicaciones JBoss
- Framework JBoss Seam
- Bases de Datos MySQL y PostgreSQL
- Formularios WEB con JSF, RichFaces y ICEFaces

T10) Programación distribuida avanzada con JEE. [2 horas]

- Workflow JBoss jBPM
- Informes en PDF con iText y JasperReports
- Repositorio de documentos JackRabbit
- Notificaciones por correo con JavaMail
- Servicios WEB con JBossWS

T11) JGroups. [2 horas]

- Arquitectura de JGroups.
- Canal como interfaz de bajo nivel.
- Pila de protocolos.
- Bloques como interfaz de alto nivel.
- EJGroups: Extensión de JGroups.

T12) Programación distribuida en Ada. [2 horas]

- Anexo para sistemas distribuidos de Ada (modelo de distribución y categorización de unidades de biblioteca).
- Diseño de aplicaciones distribuidas con Ada (GLADE).
- GLADE-FTA (GLADE + Group\_IO).

T13) Presentación de trabajos [4 horas]

- Exposición y defensa de trabajos

## Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya cursado asignaturas sobre programación, redes de ordenadores, sistemas operativos, transmisión de datos y fundamentos de computadores.

## Objetivos

1) Objetivos conceptuales:

- 1.1) Recordar los conceptos básicos de la programación orientada a objeto.
- 1.2) Conocer el lenguaje de programación Java y distinguir sus ventajas frente a otros lenguajes de programación orientados a objeto.
- 1.3) Recordar los sockets e indicar las diferentes formas de utilizarlos en el desarrollo de aplicaciones en red.
- 1.4) Conocer los sistemas distribuidos y analizar sus ventajas y desventajas frente a los sistemas en red.
- 1.5) Comprender el concepto de comunicación entre procesos y reflexionar sobre su necesidad en el desarrollo de aplicaciones distribuidas.
- 1.6) Conocer la llamada remota a procedimiento y comprender sus ventajas frente a los sockets en el diseño de aplicaciones cliente-servidor.
- 1.7) Comprender el concepto de comunicación con grupos de procesos y saber como utilizarlo en

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 332 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

el desarrollo de aplicaciones distribuidas.

1.8) Comprender el concepto de replicación y saber de los beneficios de aplicarlo en la programación distribuida con grupos de procesos.

1.9) Saber y conocer de la existencia de diversas herramientas para programación distribuida y analizar como utilizarlas en el diseño de aplicaciones software.

## 2) Objetivos procedimentales:

2.1) Utilizar el lenguaje de programación Java y experimentar con su uso en la programación orientada a objeto.

2.2) Confeccionar aplicaciones con sockets y probar su utilidad en el desarrollo de software en red.

2.3) Aplicar la comunicación entre procesos para la interacción cliente-servidor.

2.4) Construir y ejecutar aplicaciones distribuidas utilizando la llamada remota a procedimiento.

2.5) Manejar el concepto de comunicación con grupos y replicación para confeccionar y probar aplicaciones distribuidas tolerantes a fallo.

2.6) Planificar y elaborar aplicaciones de alta disponibilidad experimentando con alguna de las herramientas existentes para programación distribuida.

## 3) Objetivos actitudinales:

3.1) Valorar la importancia de los sistemas distribuidos en el desarrollo de las aplicaciones software actuales.

3.2) Interesarse por las diversas herramientas existentes que facilitan el desarrollo de aplicaciones distribuidas.

3.3) Apreciar la complejidad asociada con la programación distribuida.

3.4) Comunicar de forma escrita los resultados de las prácticas planteadas en la asignatura.

3.5) Comunicar de forma oral los trabajos planteados en la asignatura y valorar la importancia del análisis y exposición de los mismos.

## Metodología

### Clases de Teoría:

Actividad del profesor: Clases magistrales en las que se introducirán los conceptos teóricos fundamentales.

### Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: Tomar apuntes, debate participativo sobre los conceptos explicados y tutorías.

- Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y efectuar cuestiones on-line al profesor.

### Prácticas de Laboratorio:

Actividad del profesor: Explicación de los conceptos y el material necesario para la realización de la práctica y evaluación de las prácticas enviadas on-line por el alumno.

### Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: Desarrollo y ejecución de las aplicaciones requeridas utilizando los conceptos explicados y el material entregado por el profesor.

- Actividad no presencial: Análisis y desarrollo del código necesario para implementar la aplicación solicitada y envío on-line de las prácticas desarrolladas.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 333 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Trabajos en grupo:

Actividad del profesor: Asignación de trabajos para ser expuestos y defendidos por los alumnos.

Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: Exposición y defensa en clase de un trabajo asignado por el profesor.
- Actividad no presencial: Lectura, análisis y desarrollo de la presentación sobre el trabajo asignado por el profesor.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- La realización de las prácticas con el 70% de la nota final como máximo.
- La exposición en clase de un trabajo relacionado con el temario de la asignatura con el 20% de la nota final como máximo.
- La asistencia a clase con el 10% de la nota final como máximo.

Actividades que no liberan materia:

- Ninguna

Otras consideraciones:

- La evaluación de cada práctica se realiza de forma continua. Para ello, el alumno debe entregar el código de cada una de las prácticas dentro de un plazo prefijado de antemano. La nota máxima de cada una de las prácticas será la siguiente: las prácticas 1 y 6 no puntúan, las prácticas 2, 4 y 5 con 2 puntos y la práctica 3 con 1 punto. Las prácticas no entregadas en plazo se valorarán con 0 puntos.
- Para aprobar las prácticas es necesario sacar al menos el 50% de la nota de prácticas.
- Para aprobar la asignatura es necesario aprobar la parte práctica.
- Si se aprueba la asignatura, la nota final de la asignatura será la suma de la nota obtenida en cada una de las tres partes. Si no, la nota final será la nota de la parte práctica.
- En cualquier convocatoria, los alumnos pueden obtener el 100% de la nota final de la asignatura haciendo un examen escrito. En este examen, el alumno debe superar el 50% de la nota final para aprobar la asignatura.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas de la asignaturas se realizan en el laboratorio de Laboratorio de Redes de Área Local, Extensa y RDSI.

P1) Programación con Java

Duración: 1 hora

Introducir al alumno en el entorno de trabajo del laboratorio.

P2) Uso de los servicios básicos de comunicación entre procesos

Duración: 4 horas

Introducir al alumno en la comunicación entre procesos localizados en distintas máquinas usando sockets.

P3) Implementación de una RPC usando los servicios básicos de comunicación entre procesos

Duración: 2 horas

Introducir al alumno el concepto de llamada remota a procedimiento.

P4) Desarrollo de un servidor replicado utilizando RPC para la comunicación entre procesos

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 334 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Duración: 4 horas

Familiarizar al alumno con el desarrollo de aplicaciones distribuidas tolerantes a fallo aplicando replicación.

P5) Uso de JGroups como herramienta para diseño de aplicaciones distribuidas

Duración: 4 horas

Introducir al alumno el concepto de middleware y comunicación con grupos de procesos.

P6) Uso de JBoss Seam como plataforma para diseño de aplicaciones distribuidas

Duración: Libre

Introducir al alumno el concepto de aplicación Web y familiarizar al alumno con el desarrollo de aplicaciones Web.

## Bibliografía

### [1 Básico] Distributed systems :principles and paradigms /

Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen.

Prentice Hall,, Upper Saddle River, N.J. : (2002)

0130888931

### [2 Básico] Distributed systems: concepts and design.

Coulouris, George F.

Addison-Wesley,, Wokingham, England :

0201624338

### [3 Básico] Web services :concepts, architectures, and applications /

Gustavo Alonso ... [et al.].

Springer,, Berlin ; (2004)

3540440089

### [4 Básico] Java message service /

Richard Monson-Haefel & David A. Chappell.

O'Reilly,, Cambridge, Mass. : (2001)

0-596-00068-5

### [5 Básico] Profesional Java 2 v5.0 /

W. Clay Richardson...[et al.].

Anaya Multimedia,, Madrid : (2005)

8441518556

### [6 Básico] Java RMI /

William Grosso.

O'Reilly,, ; Sebastopol, CA : (2002)

1565924525

### [7 Recomendado] Introducción a la programación orientada a objetos con Java /

C. Thomas Wu.

McGraw- Hill,, Madrid : (2001)

84-481-3194-0

### [8 Recomendado] Java network programming and distributed computing /

David Reilly and Michael Reilly.

Addison-Wesley,, Boston, MA : (2002)

0201710374

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 335 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

---

**[9 Recomendado] Distributed programming with Java /**

*Qusay H. Mahmoud.*

*Manning,, Greenwich, CT : (2000)*

*1884777651*

---

**[10 Recomendado] Programación Java Server J2EE edición 1.3 /**

*Subrahmanyam Allamaraju...[et al.].*

*Anaya Multimedia,, Madrid : (2002)*

*8441513589*

---

**[11 Recomendado] Distributed systems and networks /**

*William Buchanan.*

*McGraw-Hill,, London : (2000)*

*0077095839*

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| T1         | 2,0   | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.1,1.2,2.1              |
| T2         | 2,0   | 2,0 | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 1.3,2.2,3.4              |
| T3         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.5,2.2,2.3              |
| T4         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.4,3.1                  |
| T5         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.6,2.4,3.2,3.4          |
| T6         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.5,1.6,2.4,3.2          |
| T7         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.7,2.3,3.3,3.4          |
| T8         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 1.7,1.8,2.5,3.3          |
| T9         | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.9,2.6,3.2              |
| T10        | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1.9,2.6,3.2              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 336 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| T11        | 1,0   | 1,0 | 1,0 | 4,0 | 3,0 | 1.9,2.6,3.3,3.4          |
| T12        | 2,0   | 1,0 | 0,0 | 4,0 | 3,0 | 1.9,2.5,2.6,3.2          |
| T13        | 4,0   | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 4,0 | 3.1,3.2,3.3,3.5          |

### Equipo Docente

**FRANCISCO JAVIER MIRANDA GONZÁLEZ** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451240 **Correo Electrónico:** javier.miranda@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda>

**LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ACOSTA** (COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451383 **Correo Electrónico:** lhernandez@dit.ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/lhdez/index.html>

### Resumen en Inglés

Programming with Java, Java Sockets, RPC (Remote Procedure Call), RMI (Remote Method Invocation), Programming distributed applications in Ada (Annex E), General concepts about Distributed Systems, Communication between distributed processes, Replication and cooperation using groups, Design of distributed applications using message queuing, Design of distributed applications using communication with groups, Design of distributed applications using Web Services.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 337 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14107 - FUNDAMENTOS DE LENGUAJES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 27,0
- Horas prácticas (HP): 15,0
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3,0
- Horas de evaluación: 2,0
- otras: 0,0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 31,5
- actividad independiente (HAI): 11,5

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Diseño de Lenguajes: Conceptos y Paradigmas; valores, almacenamiento, declaraciones, ámbitos, tipos de datos, abstracción y encapsulado; Paradigma imperativo, concurrente, orientado a objetos, funcional y lógico. Procesadores de Lenguajes: traductores e intérpretes: análisis léxico, análisis semántico y generación de códigos.

### Temario

Tema 1: Introducción a los lenguajes de programación. Modelos de computación. Características comunes de los lenguajes modernos. Sintaxis y semántica. Gramáticas: clasificación de Chomsky. Compiladores e intérpretes (6 horas)

#### PRIMERA PARTE: PROCESADORES DE LENGUAJES

Tema 2: Procesadores de lenguajes. Análisis léxico. Separadores, operadores, palabras reservadas e identificadores. Expresiones regulares. Autómatas. Alternativas de implementación. (3 horas)

Tema 3: Análisis sintáctico. Métodos descendente. Descenso recursivo. Métodos guiados por tablas. (3 horas)

Tema 4: Análisis semántico. Atributos y gramáticas con atributos. Atributos heredados y

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 338 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

sintetizados. Resolución de nombres. (2 horas)

Tema 5: Generación de código. Estructuras de control. Evaluación eficiente de expresiones. Técnicas básicas de optimización de código. (3 horas)

Tema 6: Soporte de ejecución. Registro de activación de subprogramas. Gestión de ámbitos. Gestión de parámetros. Funciones con número de parámetros variable. Objetos de tamaño dinámico. Gestión de memoria dinámica. (2 horas)

## SEGUNDA PARTE: CONCEPTOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Tema 7: Lenguajes imperativos. Estructuras de control. Tipos de datos y su representación. Declaraciones de tipos y subtipos de datos. Subprogramas y módulos. Paso de parámetros. Anidación. Soporte para módulos en Ada, Java y C++. (4 horas)

Tema 8: Programación orientada a objetos. Constructores y destructores. Herencia simple. Polimorfismo. Dynamic Dispatching. Clases abstractas. Herencia múltiple. Comparación entre Ada, Java y C++. (2 horas)

Tema 9: Programación Concurrente. Declaración de tareas. Activación de tareas. Comunicación y sincronización. Programación funcional: gestión de listas. Programación Lógica: gestión de predicados. (2 horas)

Tema 10: Presentación y defensa de trabajos. (3 horas)

### Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno tenga aprobadas las asignaturas Fundamentos de Programación y Programación de la ETSIT, así como la mayoría de las asignaturas de tercer curso del plan de estudios de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación o estudios similares, y que tenga conocimientos básicos de uso de sistemas UNIX (por ejemplo, Linux).

### Objetivos

#### 1.0 Objetivos conceptuales:

- 1.1 Situar la asignatura en el contexto de las Telecomunicaciones
- 1.2 Diferenciar entre traductores e intérpretes
- 1.3 Conocer la estructura de un traductor
- 1.4 Comprender la relación entre los componentes de un traductor
- 1.5 Reconocer conceptos comunes de lenguajes de programación modernos y su traducción
- 1.6 Conocer los principales paradigmas de programación actuales

#### 2.0 Objetivos procedimentales:

- 2.1 Construir un traductor
- 2.2 Utilizar la programación orientada a objetos para desarrollar herramientas telemáticas
- 2.3 Aplicar el desarrollo en espiral para la construcción de prototipos

#### 3.0 Objetivos Actitudinales

- 3.1 Interesarse por los recursos que ofrecen los traductores a las Telecomunicaciones
- 3.2 Comunicar de forma oral los problemas encontrados durante el desarrollo del prototipo

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 339 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



## Metodología

Presencial:

- Clases de Teoría

Profesor: Clases expositivas con debate.

Alumno: Tomar apuntes y plantear dudas participando en el debate.

- Clases de Prácticas

Profesor: Guía a los alumnos en el desarrollo del ejercicio práctico de la asignatura consistente en el diseño e implementación de un pequeño lenguaje de programación basado en el paradigma de programación imperativa.

Alumno: Diseña su lenguaje y programa su traductor planteando sus dudas al profesor.

- Tutorías

Profesor: Seguimiento de la realización de los ejercicios propuestos en clase y seguimiento de la práctica de la asignatura.

Alumno: Exposición de dudas y resultados de trabajos propuestos.

No presencial:

Alumno: Preparar apuntes, preparar exposición en clase de un tema relacionado con la asignatura, completar la programación de su traductor.

En internet se dispone de material complementario de la asignatura accesible a través de la siguiente dirección <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda> y en el servidor del Campus Virtual de la ULPGC.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Las prácticas liberan hasta un máximo del 40% de la nota final. La evaluación de las prácticas se realiza de forma continua en el laboratorio de la asignatura (no es una prueba escrita).
- La presentación y defensa de un trabajo teórico consistente en la exposición y defensa de un artículo técnico libera hasta un máximo del 20% de la nota final.

Actividades que no liberan materia:

- La realización de los ejercicios propuestos en clase

Consideraciones generales:

- En las convocatorias oficiales de la asignatura el alumno deberá realizar un examen para obtener el 40% de la nota final asociada a la parte teórica. También puede realizar un segundo examen escrito para obtener el 40% asociado a la parte práctica, así como defender su trabajo teórico para obtener el 20% restante.

La nota final de la asignatura se obtiene mediante la suma de la puntuación obtenida en el examen escrito, la puntuación obtenida en la defensa del trabajo teórico y la puntuación obtenida en prácticas. Por tanto, no es necesario aprobar las tres partes para aprobar la asignatura.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 340 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollan en el Laboratorio de Arquitecturas del Departamento de Ingeniería Telemática.

A lo largo del curso se realiza una única práctica consistente en el diseño de un pequeño lenguaje basado en el paradigma de programación imperativa y su compilador. El lenguaje debe tener un soporte mínimo para declaraciones de variables, gestión de expresiones aritméticas y lógicas, registros, arrays y procedimientos anidados. Además los alumnos pueden incorporar en su lenguaje características de programación orientada a objetos, excepciones, etc. El objetivo de la práctica es aplicar los aspectos fundamentales de diseño y desarrollo de procesadores de lenguajes presentados en las clases teóricas de esta asignatura.

El desarrollo completo de esta práctica consta de los siguiente sub-apartados (o sub-prácticas):

- 1) Desarrollo del módulo de análisis léxico. Este módulo se encarga de reconocer las palabras aceptadas por el lenguaje diseñado por el alumno.
- 2) Desarrollo del módulo de análisis sintáctico. Este módulo se encarga de reconocer las frases válidas en el lenguaje de programación diseñado por el alumno, así como de notificar los errores de sintaxis existentes en los programas de prueba utilizados para comprobar el traductor.
- 3) Desarrollo del módulo de análisis semántico. Este módulo se encarga de realizar las verificaciones de tipos de datos asociadas al lenguaje, así como de identificar sin ambigüedades todos los objetos y tipos de datos del programa que se traduce.
- 4) Desarrollo del módulo de generación de código. Este módulo se encarga de realizar la traducción del programa al lenguaje destino. Se recomienda que los alumnos generen código para la plataforma .NET ya que proporciona un nivel de abstracción alto que facilita el desarrollo de este módulo de forma independiente de la arquitectura. Además, la elección de .NET simplifica la complejidad de implementación este módulo del traductor. Los alumnos interesados en experimentar con arquitecturas específicas pueden proponer la generación de código para CPUs específicas (por ejemplo pueden generar código ensamblador de la arquitectura x86).

Esta práctica se realiza de forma individual.

## Bibliografía

### [1 Básico] Compilers: principles, techniques and tools /

Alfred V. Aho ...[et al.].  
Addison Wesley., Boston : (2007) - (2nd ed.)  
0321491696 (ed. int.)

### [2 Básico] Concepts of programming languages /

Robert W. Sebesta.  
Addison-Wesley., Boston (Massachusetts) : (2002) - (5th ed.)  
0201752956

### [3 Básico] Programming languages: design and implementation /

Terrence W. Pratt, Marvin V. Zelkowitz.  
Prentice Hall., Upper Saddle River, New Jersey : (2000) - (4th. ed.)  
0-13-027678-2

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 341 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

---

**[4 Recomendado] Concurrent and real-time programming in Ada 2005 /**

Alan Burns and Andy Wellings.  
Cambridge University Press,, Cambridge [etc.] : (2007)  
9780521866972

---

**[5 Recomendado] Concurrent and real-time programming in Java /**

Andy Wellings.  
John Wiley,, Chichester, West Sussex, England ; (2004)  
047084437X

---

**[6 Recomendado] The design and evolution of C++ /**

Bjarne Stroustrup.  
Addison-Wesley,, Boston : (1994)

---

**[7 Recomendado] Programming in ADA 2005 /**

John Barnes.  
Addison Wesley,, Harlow : (2006)  
0321340787

---

**[8 Recomendado] Compiling for the .NET common language runtime (CLR) /**

John Gough.  
Prentice Hall PTR,, Upper Saddle River, New Jersey : (2002)  
0-13-062296-6

---

**[9 Recomendado] Programming language pragmatics /**

Michael L. Scott.  
Morgan Kaufmann,, San Francisco : (2000)  
1-55860-578-9

---

**[10 Recomendado] Garbage collection : algorithms for automatic dynamic memory management /**

Richard Jones, Rafael Lins.  
John Wiley,, Chichester : (2006) - (reimp. 2006.)  
9780471941484

---

**[11 Recomendado] Comparative programming languages.**

Wilson, Leslie B.  
Addison-Wesley,, Wokingham, England : (1993) - (2nd ed.)  
0201568853

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 6,0   | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 3.1  |
| Tema 2     | 3,0   | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3       |
| Tema 3     | 3,0   | 6,0 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 342 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 4     | 2,0   | 4,0 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3       |
| Tema 5     | 3,0   | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3       |
| Tema 6     | 2,0   | 1,0 | 0,0 | 3,0 | 1,0 | 1.4, 2.1                 |
| Tema 7     | 4,0   | 2,0 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 1.5, 1.6                 |
| Tema 8     | 2,0   | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 1.6                      |
| Tema 9     | 2,0   | 1,0 | 0,0 | 2,0 | 1,0 | 1.6                      |
| Tema 10    | 0,0   | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 1.6, 3.2                 |

### Equipo Docente

**FRANCISCO JAVIER MIRANDA GONZÁLEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451240 **Correo Electrónico:** javier.miranda@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda>

### Resumen en Inglés

#### Descriptor

Languages design: concepts and paradigms: values, storage, declarations, scopes, types, abstraction. Imperative programming, concurrent programming, object-oriented programming. Language processors: translators and interpreters: scanner, parser, semantic analyzer and code generator.

#### Requirements

The student should have passed the subjects Fundamentos de Programación and Programación of the first course of the ETSIT (or subjects with similar contents); otherwise it will be difficult for the student to follow this course. It is also recommended to have passed most of the subjects of the third course of the ETSIT, and be familiar with the use of some variant of the UNIX Operating System (ie. Linux) at the user level.

#### Methodology:

- The instructor will present the theoretical concepts in class.
- The instructor will propose exercises to facilitate understanding such concepts.
- The students will write a language processor in the laboratory to understand the implementation of these concepts.
- The students will have further information in the web at

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 343 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

<http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda>, and also in the Virtual Campus Server of this University (available at <http://www.ulpgc.es>).

#### Evaluation:

- The defense of a technical report values 20% of the final punctuation.
- The compiler developed by each student work in the laboratory values 40% of the final punctuation.
- The final exam values 40% of the final punctuation.

The final punctuation consists of the addition of these three values. Hence, it is not required to pass the three parts to pass the whole subject.

#### Laboratory Assignments

We will work in the Architectures Laboratory of the Departamento de Ingenieria Telematica. The goal of this practical work is to know implementation details of language processors. Each student will work in the development of a small compiler.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 344 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |





**ASIGNATURA:** 14108 - CIRCUITOS VLSI  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 15
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 2
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 26
- actividad independiente (HAI): 19

Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Aritmética VLSI. Herramientas de diseño VLSI. Síntesis y compilación de células y módulos reutilizables. Análisis de prestaciones. Diseño síncrono y asíncrono. Planificación de circuitos VLSI. Proyectos de circuitos VLSI para DSP y Comunicaciones.

### Temario

Tema 1: El proceso de fabricación de circuitos integrados (4 horas)

- 1.1. Introducción
- 1.2. Fabricación de circuitos integrados CMOS
- 1.3. Layout de los circuitos integrados
- 1.4. Encapsulado de los circuitos integrados

Tema 2: Metodologías de diseño VLSI (10 horas)

- 2.1. Métodos de diseño personalizado, semipersonalizado y de matrices estructuradas
- 2.2. Diseño de circuitos a medida
- 2.3. Metodología de diseño basada en celdas
- 2.4. Técnicas de implementación basadas en matrices

Tema 3: Lógica combinatorial (6 horas)

- 3.1. Revisión de los transistores MOS

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 345 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 3.2. El inversor CMOS: comportamiento estático
- 3.3. Características dinámicas del inversor CMOS
- 3.4. Otras puertas combinacionales

#### Tema 4: Diseño de módulos aritméticos avanzados (6 horas)

- 5.1. Rutas de procesamiento de datos en arquitecturas de procesadores digitales
- 5.2. Estructuras sumadoras
- 5.3. Estructuras multiplicadoras
- 5.4. El desplazador
- 5.5. Otros operadores aritméticos

#### Tema 5: Diseño de memorias y estructuras regulares (4 horas)

- 6.1. El núcleo de memoria
- 6.2. Circuitos periféricos de memoria
- 6.3. La matriz lógica programable

### Requisitos Previos

El estudiante que curse la asignatura "Circuitos VLSI" deberá tener conocimientos previos sobre electrónica digital y sobre proceso de fabricación de circuitos integrados.

### Objetivos

1. Objetivos conceptuales
  - 1.1. Conocer el proceso de fabricación de circuitos integrados, y relacionarlo con el proceso de diseño de los mismos.
  - 1.2. Conocer las técnicas básicas en el diseño de circuitos integrados a medida
  - 1.3. Conocer nuevas técnicas para el diseño de estructuras de aritmética digital
  - 1.4. Conocer ciertas técnicas necesarias para el diseño de unidades de memorización
2. Objetivos procedimentales
  - 2.1. Adquirir destreza en el manejo de herramientas de diseño y simulación de circuitos integrados
3. Objetivos actitudinales
  - 3.1. Saber tomar decisiones a la hora de recibir un conjunto de especificaciones para la realización de un circuito integrado
  - 3.2. Seguir una metodología de diseño electrónico para técnicas de diseño a medida

### Metodología

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

\* Clases de teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejemplos útiles para la comprensión de la teoría. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico. De forma periódica, se entregará a los estudiantes una serie de artículos y apuntes que el profesor estime de especial interés para su formación, obtenidos de revistas científicas de relevancia.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas.

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y lectura de artículos

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 346 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

propuestos por el profesor

\* Tutorías:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente dudas relativas a trabajos en el laboratorio.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

Prácticas de laboratorio:

Actividad del profesor: Mostrar una metodología de diseño y el uso de herramientas de ayuda al diseño. Desarrollar el enunciado de un trabajo a ser realizado en el laboratorio.

Los medios utilizados son el software del laboratorio.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica y proponer posibles soluciones alternativas.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia: La parte práctica liberará un porcentaje del 60% del total de la asignatura.

Actividades que no liberan materia: La lectura y discusión de artículos propuestos por el profesor puntuarán en la nota final de la asignatura (hasta un 20% de la nota final, como parte de la participación del estudiante en clase)

Otras consideraciones: La evaluación de la asignatura se basará en la participación activa de los estudiantes en las clases teóricas (20% de la nota final) mediante la lectura de diversos artículos de interés introducidos por el profesor de la asignatura y comentarios realizados referentes a los conocimientos expuestos; el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio (60% de la nota final) cuya finalidad será demostrar la habilidad en el uso de las técnicas aprendidas en las clases prácticas y teóricas; y un examen de conocimientos básicos (20% de la nota final) mediante el cual se evalúe la atención prestada en las clases teóricas y al cual se podrá acudir con todo el material que el estudiante estime oportuno. Para aprobar la asignatura, el estudiante deberá aprobar, como mínimo, el trabajo práctico de laboratorio, con lo cual, la nota final estará computada según los porcentajes referidos anteriormente. Si no lo hiciera, la nota final sería como máximo de un 4.

Aquellos estudiantes que falten a clases prácticas, deberán realizar un trabajo de laboratorio equivalente al número de horas a recuperar, y deberán presentarlo en una fecha determinada.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de VLSI y Test, una vez que el estudiante haya participado en un seminario sobre el manejo de la herramienta de Diseño CADENCE.

La práctica, de 15 horas de duración, constará de captura, simulación (funcional y eléctrica) y trazado físico de puertas lógicas básicas; verificación de reglas de diseño y extracción de elementos parásitos. Caso práctico: elementos de computación aritmética.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 347 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Bibliografía

### [1 Básico] Computer arithmetic: algorithms and hardware designs /

Behrooz Parhami.  
Oxford University Press,, New York ; (2000)  
0195125835

### [2 Básico] Computer arithmetic algorithms.

Koren, Israel  
Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1993)  
0131519522

### [3 Básico] Digital arithmetic /

Milos D. Ercegovac, Tomas Lang.  
Morgan Kaufmann Publishers,, San Francisco [etc.] : (2004)  
1-55860-798-6

### [4 Básico] Digital integrated circuits: A design perspective.

Rabaey, Jan M.  
Prentice Hall,, Upper Saddle River (New Jersey) : (1996)  
0133942716

### [5 Básico] Principles of cmos vlsi design: a systems perspective.

Weste, Neil H.  
Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1993) - (2nd ed.)  
0201533766

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 4     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.1                      |
| Tema 2     | 10    | 0  | 0   | 8   | 1   | 1.2, 2.1, 3.1, 3.2       |
| Tema 3     | 6     | 5  | 0   | 6   | 6   | 3.1                      |
| Tema 4     | 6     | 6  | 0   | 6   | 6   | 1.3                      |
| Tema 5     | 4     | 4  | 0   | 4   | 4   | 1.4                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 348 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Equipo Docente

**JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ FELICIANO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451247 **Correo Electrónico:** jose.lopez@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.cma.ulpgc.es/users/lopez>

## Resumen en Inglés

VLSI arithmetic. VLSI CAD tools. Synthesis and compilation of cells. Performance analysis. Synchronous and asynchronous design. VLSI circuits floor-planning. VLSI circuits projects for DSP and Communications.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 349 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14109 - DISEÑO DE CIRCUITOS  
INTEGRADOS PARA COMUNICACIONES**

**ASIGNATURA:** 14109 - DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS PARA COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas Teóricas (HT): 26.0
- Horas Prácticas (HP): 14.0
- Horas Clases Tutorizadas (HCT): 3.0
- Horas de evaluación: 2.0
- Otras: 0.0

Horas no presenciales:

- Trabajos Tutorizados (HTT): 20.5
- Actividad Independientes (HAI): 24.5

Idioma en que se imparte: español

**Descriptores B.O.E.**

Diseño de circuitos integrados específicos y semiespecíficos en PLD, red de puertas y red de células. Herramientas software para especificación, viabilidad, diseño, simulación, remisión a fábrica y test de circuitos específicos. Técnicas de partición, prototipado e implementación de circuitos.

**Temario**

TEMA 0: PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA (2 horas)

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS EN UN CHIP (6 horas)

- 1.1 Evolución de las metodologías de diseño
- 1.2 Metodologías de diseño en SoC
  - 1.2.1 Diseño basado en bloques
  - 1.2.2 Diseño basado en plataformas
- 1.3 Codiseño hardware/software
  - 1.3.1 Flujo en Codiseño
  - 1.3.2 Herramientas para codiseño
- 1.4 Librerías de núcleos y módulos IPs
  - 1.4.1 Tipos de núcleos y módulos IPs

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 350 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 1.4.2 Interfaz entre módulos IPs
- 1.5 Reutilización de módulos IPs
  - 1.5.1 Bases para reutilizar diseños
  - 1.5.2 Modelos para reutilización de diseños

## TEMA 2: METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA NÚCLEOS (6 horas)

- 2.1 Flujos de diseño en SoC
  - 2.1.1 Requisitos del diseño
  - 2.1.2 Especificaciones. Plan de desarrollo y plan de pruebas
  - 2.1.3 Diseño arquitectural
  - 2.1.4 Verificación
  - 2.1.5 Síntesis lógica
  - 2.1.6 Diseño físico
  - 2.1.7 Documentación (checklist y deliverables)
- 2.2 Guías para reutilizar diseños
- 2.3 Proceso de diseño para núcleos soft y firm
  - 2.3.1 Flujo de diseño
  - 2.3.2 Proceso de desarrollo
  - 2.3.3 Guías para realización de la descripción RTL
- 2.4 Proceso de diseño para núcleos tipo hard
  - 2.4.1 Especificidades de diseño de núcleos en silicio
  - 2.4.2 Proceso de desarrollo de núcleos tipo hard
- 2.5 Metodologías de diseño para memorias y núcleos analógicos
  - 2.5.1 Soluciones circuitalas
  - 2.5.2 Compilador de memorias
  - 2.5.3 Modelos de simulación
  - 2.5.4 Especificación de circuitos analógicos
- 2.6 Integración del sistema
  - 2.6.1 Diseñando con soft IPs
  - 2.6.2 Diseñando con hard IPs
  - 2.6.3 Introducción a la verificación del sistema

## TEMA 3: ASPECTOS SOBRE EL SINCRONISMO EN CIRCUITOS DIGITALES (6 horas)

- 3.1 Introducción
- 3.2 Skew del reloj y prestaciones de circuitos secuenciales
  - 3.2.1 Esquema de fase sencilla disparado por flanco
  - 3.2.2 Dos fases maestro-esclavo
  - 3.2.3 Otros estilos de sincronización
  - 3.2.4 Como tener en cuenta el skew de reloj
- 3.3 Circuitos autotemporizados
  - 3.3.1 Concepto
  - 3.3.2 Protocolos
- 3.4 Sincronizadores y árbitros
  - 3.4.1 Concepto e implementación de sincronizadores
  - 3.4.2 Árbitros
- 3.5 Generación de reloj y sincronización
  - 3.5.1 Generadores de reloj
  - 3.5.2 Sincronización a nivel de sistema

## TEMA 4: VALIDACIÓN DEL DISEÑO (6 horas)

- 4.1 Introducción a la verificación del diseño
  - 4.1.1 Importancia de la verificación
  - 4.1.2 Tipos de verificación

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 351 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 4.1.3 Verificación funcional
- 4.1.4 Diferencias entre verificación y test
- 4.1.5 Verificación y reutilización de diseños
- 4.2 Verificación a nivel de módulo IP
  - 4.2.1 Plan de verificación
  - 4.2.2 Bancos de prueba
- 4.3 Validación a nivel de interfaz entre núcleos
- 4.4 Validación a nivel de chip
  - 4.4.1 Cosimulación
  - 4.4.2 Emulación
  - 4.4.3 Prototipos hardware

## TEMA 5: TEST DE SISTEMAS EN UN CHIP (4 horas)

- 5.1 Test de módulos IPs digitales
- 5.2 Test de memorias integradas en el chip
  - 5.2.1 Test a través del test funcional del ASIC
  - 5.2.2 Test mediante acceso directo
  - 5.2.3 Test mediante scan
  - 5.2.4 BIST para memorias
  - 5.2.5 Test mediante un microprocesador integrado
- 5.3 Test de núcleos analógicos y mixtos
  - 5.3.1 BIST para circuitos analógicos
  - 5.3.2 Test mediante procesador integrado
  - 5.3.3 IEEE P1149.4
- 5.4 Otros aspectos del test

## Requisitos Previos

Se recomienda haber cursado diseño de circuitos y sistemas electrónicos, troncal de cuarto curso.

## Objetivos

El principal objetivo didáctico de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones es el de transmitir a los estudiantes los conocimientos y procedimientos que les capaciten para especificar y diseñar sistemas electrónicos integrados complejos (con varios millones de transistores) en todas sus fases, así como para seleccionar la tecnología de realización y las herramientas de diseño que permitan un prototipado rápido.

Más concretamente, la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones debe satisfacer de forma equilibrada los siguientes objetivos específicos de formación de los estudiantes:

- 1.Objetivos Conceptuales
  - 1.1 Conocer las nuevas metodologías de diseño basadas en el uso de componentes virtuales (VC o IPs).
  - 1.2 Conocer los diferentes tipos de componentes virtuales (soft, firm y hard), además de cómo diseñarlos. En este sentido, adquiere especial importancia conocer la integración de memorias y núcleos analógicos.
  - 1.3 Conocer la planificación y los diferentes niveles de documentación necesarios en el diseño, con el fin de facilitar la integración de varios grupos de diseñadores en el desarrollo de un proyecto de elevada complejidad.
  - 1.4 Conocer los métodos de validación de IPs y de un sistema completo, así como el desarrollo de entornos específicos de verificación y bancos de prueba.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 352 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



- 2.Objetivos Procedimentales

2.1 Desarrollar la capacidad de realizar diseños en grupo, siguiendo una metodología y planificación concreta.

2.2 Diseñar un subsistema de comunicaciones usando la metodología de IPs vista en las clases de teoría.

2.3 Elaborar la planificación y los diferentes niveles de documentación básicos necesarios en un diseño de ejemplo (subsistema de comunicaciones), con el fin de facilitar la integración de varios grupos de diseñadores en el desarrollo de un proyecto de elevada complejidad.

- 3.Objetivos Actitudinales

3.1 Comunicar en clase los avances de los diseños de ejemplo que se realizan en grupo.

3.2 Valorar de forma crítica las diferentes opciones existentes a la hora de realizar un diseño de elevada complejidad usando la metodología de IPs.

## Metodología

- Clases de Teoría:

\* Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos. Evaluar las exposiciones de los diseños asignados a cada grupo y promover un análisis crítico entre todos los estudiantes de todos los grupos.

\* Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas y la exposición de ideas propias. Realizar las exposiciones de los avances realizados en la planificación de los diseños de clase.

- Actividad no presencial: Ampliación de conocimientos en un campo determinado mediante la lectura artículos y libros propuestos por el profesor. Repasar en casa los contenidos teóricos expuestos en clase para el afianzamiento de los mismos. Preparar las exposiciones de los avances realizados en la planificación de los diseños de clase.

- Prácticas de laboratorio:

\* Actividad del profesor: exposición resumida de las prácticas según la programación docente establecida. Evaluar los diseños asignados a cada grupo de estudiantes y promover un análisis crítico de las prestaciones alcanzadas en cada diseño.

\* Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Realizar las prácticas según la programación docente establecida.

-Actividad no presencial: Análisis de viabilidad de los conceptos teóricos adquiridos en clase a la hora de estudiar las diferentes opciones existentes en el diseño de un IP de comunicaciones.

En las clases teóricas de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones se utilizarán como técnicas didácticas para la transmisión de conocimientos las clases expositivas en las cuales se fomentará la participación de los estudiantes. Al mismo tiempo se asignará la realización de un pequeño diseño de un subsistema de comunicaciones a cada grupo de clase con el objetivo de ir aplicando a este diseño los diferentes contenidos impartidos en teoría.

Como medios para la transmisión de conocimientos en las clases teóricas de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones, se utilizarán la pizarra y el video-proyector de entre los recursos didácticos audiovisuales.

Como recursos didácticos impresos, se proporcionará a los estudiantes las fuentes bibliográficas utilizadas para la preparación y copia de las transparencias a través del Campus Virtual de la

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 353 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

ULPGC. Se fomentará en el estudiante el uso de Internet como medio de búsqueda de información actualizada.

## CLASES PRÁCTICAS

Las prácticas de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones se realizarán en grupos de dos personas con el fin de favorecer el espíritu crítico del estudiante, el intercambio de ideas, y la discusión de los resultados. Además, de cara a un máximo aprovechamiento de las clases prácticas en el laboratorio, el estudiante dispondrá de un guión sobre las prácticas a realizar con la suficiente antelación.

Con respecto al tipo de prácticas, las prácticas de laboratorio de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones serán en su mayor parte de diseño, con el fin de fomentar, entre otras actitudes y destrezas, la creatividad y la motivación del estudiante, además de su iniciativa, el trabajo en equipo y el manejo de las técnicas de búsqueda de información. En cada práctica, se propondrán las especificaciones del trabajo a realizar, se orientará a los estudiantes en su diseño y desarrollo, y se supervisará su trabajo realizando un seguimiento del mismo. Cada práctica llevará una temporización que permita finalizarla en el plazo establecido.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Asistencia y participación en clases con un 10%
- Realización de un trabajo con un 20%.
- Realización de las prácticas con un 70%

En teoría, el 100% de la evaluación (30% de la nota final) se realiza de forma continua, a menos que el alumno tenga que realizar el examen de teoría.

Consideraciones generales:

- Se deben aprobar ambas partes por separado.
- Aquellos estudiantes que no liberen la parte teórica deberán realizar un examen con preguntas de desarrollo y problemas prácticos.
- Aquellos estudiantes que no liberen la parte práctica deberán realizar un examen en laboratorio consistente en la realización de una práctica de complejidad similar a las realizadas durante el curso.

En caso de que no se haya superado alguna o ambas partes (teoría y prácticas) la calificación global en ningún caso superará la nota de "suspense 4.5".

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Diseño ASIC y Sistemas Digitales.

El programa de contenidos prácticos de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para Comunicaciones se ha elaborado en concordancia y como refuerzo de los contenidos teóricos, permitiendo a los alumnos experimentar las relaciones entre los conceptos teóricos y su implementación práctica, aprendiendo, a través de su esfuerzo personal y de su capacidad de trabajo con otros estudiantes, el manejo de módulos IPs (Intellectual Property) en un diseño, la descripción HDL a nivel de comportamiento de un sistema de mediana complejidad, la simulación del sistema y su verificación, y, sobre todo, permitirá al estudiante aprender una metodología de trabajo en grupo válida para el diseño de sistemas de elevada complejidad.

Los contenidos de la parte práctica de la asignatura Diseño de Circuitos Integrados para

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 354 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Comunicaciones están formados por las prácticas de laboratorio que se describen a continuación, especificándose para cada una de ellas su distribución temporal en horas de docencia:

**PRÁCTICA 1: PRESENTACIÓN DEL LABORATORIO (1 hora).** En esta práctica se presentan los objetivos específicos y la metodología de trabajo que se seguirá para la realización y evaluación de las prácticas a lo largo del curso, además de permitir la familiarización del estudiante con el puesto de prácticas y las normas de uso y seguridad del laboratorio. Además, en esta primera práctica, los estudiantes identificarán la estructura de directorios a utilizar en las estaciones de trabajo y la nomenclatura para la realización de las prácticas, tomando un primer contacto con el compilador de Verilog disponible en las estaciones de trabajo, así como con las diferentes fuentes de información, manuales y hojas de características disponibles en el laboratorio.

**PRÁCTICA 2: INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE VERILOG (3 horas).** En esta práctica se estudia la sintaxis básica para la descripción de un diseño en lenguaje Verilog, incluyendo los números, identificadores, variables, estructura general, procesos, operadores, estructuras de control, asignaciones, temporizaciones, directivas,... Por otro lado, los estudiantes adquirirán los conceptos básicos de la descripción en Verilog a nivel estructural, de registros y de comportamiento, para lo cual describirán, usando el lenguaje HDL Verilog, diferentes circuitos lógicos combinacionales y secuenciales, además de simular un diseño descrito en Verilog y analizar el comportamiento mediante la representación gráfica de sus formas de ondas, con conocimiento de la jerarquía utilizada para desarrollar un banco de pruebas.

**PRÁCTICA 3: MANEJO DE NÚCLEOS IPs (2 horas).** En esta práctica se profundiza en la descripción de un diseño en lenguaje Verilog, en su simulación, y en el análisis de las formas de onda, para lo cual los estudiantes codificarán una máquina de estados finitos de mediana complejidad, lo que les permitirá, además, manejar un núcleo IP e integrarlo en el diseño a partir de su descripción estructural o de comportamiento a nivel HDL. Por último, los estudiantes trabajarán en un diseño con diferentes dominios de reloj y adaptarán las señales entre dominios para su posterior procesamiento.

**PRÁCTICA 4: REALIZACIÓN DE UNAS ESPECIFICACIONES DE VERIFICACIÓN (2 horas).** En esta práctica, los estudiantes comprenderán la finalidad que se persigue con la definición de las especificaciones de verificación, adquiriendo la metodología adecuada para la creación de las especificaciones de verificación de un sistema, así como su nomenclatura. Se identificarán los casos extremos que definen el funcionamiento básico de un sistema y se agruparán en base a las funciones que se deseen verificar, además de especificar los estados iniciales del sistema para la verificación de una determinada función y las diferentes acciones que deben ser verificadas para cada función.

**PRÁCTICA 5: CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS (6 horas).** En esta práctica se identificará y describirá, a partir de unas especificaciones de verificación, las diferentes tareas para la generación, tanto de los estímulos de entrada del sistema, como para llevar el sistema a un estado deseado. Con esta finalidad, se mostrará la estructura de directorios de un banco de pruebas y los estudiantes construirán, a partir de unas especificaciones de verificación, un banco de pruebas, incluyendo el módulo de test, con las llamadas a las tareas, el sistema a verificar y el módulo de jerarquía superior, también denominado módulo top. Posteriormente, realizarán la verificación y el análisis de las formas de onda, discriminando los posibles errores en el sistema de los errores propios del banco de pruebas, y finalizando con la cumplimentación, a partir de los resultados obtenidos de la verificación, de los cuadros de verificación proporcionados en las especificaciones, detallando, además, los posibles errores detectados.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 355 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Bibliografía

### [1 Básico] Surviving the SOC Revolution: A Guide to Platform-Based Design /

Henry Chang... [et al.].

Kluwer Academic,, Boston : (1999)

0792386795

### [2 Básico] Digital integrated circuits: A design perspective /

Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic.

Prentice Hall,, Upper Saddle River (New Jersey) : (2003) - (2nd ed.)

0131207644

### [3 Básico] Writing testbenches :functional verification of HDL models /

Janick Bergeron.

Kluwer Academic,, Boston : (2000)

0792377664 (acid-free paper)

### [4 Básico] System-on-a-Chip: Design and Test /

Rochit Rajsuman.

Artech House,, Boston : (2000)

1580531075

### [5 Recomendado] Reuse methodology manual for system-on-a-chip designs /

by Michael Keating, Pierre Bricaud.

Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2002) - (3rd ed.)

1402071418

### [6 Recomendado] Winning the SoC revolution :experiences in real design /

edited by Grant Martin & Henry Chang.

Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2003)

1402074956

### [7 Recomendado] System-on-a-chip verification :methodology and techniques /

Prakash Rashinkar, Peter Paterson, Leena Singh.

Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2001)

0-7923-7279-4

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Presentación                                                                    | 2     | 0  | 0   | 0   | 0.5 | 1.1                      |
| Introducción a los Sistemas en un Chip (apartados 1.1 y 1.2);<br>Práctica 1 y 2 | 2     | 2  | 0   | 0   | 1   | 1.1 y 2.1                |
| Introducción a los Sistemas en un Chip (apartados 1.3 y 1.4)                    | 2     | 0  | 0   | 0   | 1.5 | 1.1, 1.2                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 356 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                             | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
|                                                                                        | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                               |
| Introducción a los Sistemas en un Chip (apartado 1.5);<br>Práctica 2                   | 1.5   | 2.0 | 0.5 | 0   | 1.0 | 1.1 y 1.2                     |
| Metodología de diseño para núcleos (apartados 2.1 y 2.2)                               | 1.5   | 0   | 0   | 1.5 | 1.5 | 1.1, 1.3, 2.1 y 3.1           |
| Metodología de diseño para núcleos (apartados 2.3 y 2.4),<br>Práctica 3                | 2     | 2   | 0.5 | 1   | 1   | 1.1, 1.3, 2.1, 2.2 y 3.1      |
| Metodología de diseño para núcleos (apartados 2.5 y 2.6)                               | 2     | 0   | 0   | 1.5 | 1.5 | 1.1, 2.1, 3.1 y 3.2           |
| Aspectos sobre el sincronismo en circuitos digitales (apartados 3.1 y 3.2); Práctica 4 | 2     | 2   | 0.5 | 1.5 | 1.5 | 1.3, 2.1, 2.2, 3.1 y 3.2      |
| Aspectos sobre el sincronismo en circuitos digitales (apartados 3.3 y 3.4)             | 1.5   | 0   | 0   | 2   | 2   | 1.3, 2.1, 3.1 y 3.2           |
| Aspectos sobre el sincronismo en circuitos digitales (apartado 3.5); Práctica 5        | 1.5   | 2   | 0.5 | 2   | 1.5 | 1.3, 2.1, 2.2, 3.1 y 3.2      |
| Validación del diseño (apartados 4.1 y 4.2)                                            | 1.5   | 0   | 0   | 2   | 2.5 | 1.4, 2.1, 2.3, 3.1 y 3.2      |
| Validación del diseño (apartado 4.3); Práctica 5                                       | 1.5   | 2   | 0.5 | 2   | 2   | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1 y 3.2 |
| Validación del diseño (apartado 4.4)                                                   | 1.5   | 0   | 0   | 2.5 | 2.5 | 1.4, 2.1, 2.3, 3.1 y 3.2      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 357 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                    | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos      |
|---------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------|
|                                                               | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                               |
| Test de sistemas en un chip (apartados 5.1 y 5.2); Práctica 5 | 1.5   | 2  | 0.5 | 2   | 2   | 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1 y 3.2 |
| Test de sistemas en un chip (apartados 5.3 y 5.4)             | 2     | 0  | 0   | 2.5 | 2.5 | 1.4, 2.1, 2.3, 3.1 y 3.2      |

### Equipo Docente

**VALENTÍN DE ARMAS SOSA** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928452837 **Correo Electrónico:** varmas@diea.ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/armas>

**GUSTAVO IVÁN MARRERO CALLICÓ** (COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451271 **Correo Electrónico:** gustavo.callico@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/gustavo>

### Resumen en Inglés

Design of specific and semi-custom integrated circuits using PLDs, gate-arrays and nets of cells. Software tools for specification, feasibility, design, simulation, foundry submission and test of specific circuits. Techniques for partition, prototyping and implementation of integrated circuits.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 358 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14110 - INTEGRACIÓN DE EQUIPOS  
PARA COMUNICACIONES**

**ASIGNATURA:** 14110 - INTEGRACIÓN DE EQUIPOS PARA COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS:3,6 Horas de trabajo del alumno: 90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):29,0  
 - Horas prácticas (HP): 15,0  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):1,0  
 - Horas de evaluación: 0  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT): 16,0  
 - actividad independiente (HAI): 21,0  
 Idioma en que se imparte: ESPAÑOL

**Descriptores B.O.E.**

Buses normalizados para equipos industriales. Buses PC. Técnicas de integración de sistemas. Tarjetas de instrumentación, gráficos y de comunicaciones. Buses de campo y comunicaciones industriales. Herramientas SCADA. Montaje de sistemas en racks.

**Temario**

- 1 Introducción a los Buses (2 horas).
  - 1.1 Propiedades y características de los buses.
  - 1.2 Jerarquía de los buses.
  - 1.3 Buses Industriales Normalizados.
  - 1.4 Buses PC.
  - 1.5 Buses de Campo.
  - 1.6 Sistemas SCADA.
- 2 Buses Industriales Normalizados (4 horas).
  - 2.1 Introducción Histórica.
  - 2.2 Clasificación de los buses normalizados.
  - 2.3 Especificación de los buses normalizados.
  - 2.4 Detección y tratamiento de errores.
  - 2.5 Evolución histórica de los buses de 8, 16 y 32 bit (STD, Multibus I y II, VME, Future bus,

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 359 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

etc).

### 3 Buses PC (6 horas).

#### 3.1 Introducción.

#### 3.2 Buses XT, AT, EISA y Micro Channel.

#### 3.3 Buses PCI y AGP.

#### 3.4 Buses PCMCIA y Cardbus.

#### 3.5 Buses PC Industriales: PC-104, CompactPCI.

#### 3.6 Buses para periféricos: USB y Firewire.

### 4 Buses de Campo (8 horas).

#### 4.1 Sistemas de comunicación en entornos industriales.

#### 4.2 Buses de campo para dispositivos.

#### 4.3 Buses de campo sobre CAN.

#### 4.4 Protocolos de aplicación sobre CAN: CANopen y DeviceNet.

### 5 Sistemas SCADA (6 horas)

#### 5.1 Concepto generales de sistemas SCADA.

#### 5.2 Drivers de E/S.

#### 5.3 Comunicaciones DDE y OPC.

### 6 Desarrollo de drivers y aplicaciones SCADA sobre Windows (4 horas).

#### 6.1 Introducción al desarrollo de drivers de E/S.

#### 6.2 Desarrollo de drivers sobre VC++, VB y otros lenguajes.

## Requisitos Previos

Los conocimientos previos necesarios para seguir la asignatura no son muy restrictivos, y corresponden con los exigidos a cualquier alumno que haya cursado un primer ciclo de cualquier ingeniería. En concreto podemos comentar:

- \* Conocimiento de los fundamentos de Electrónica Digital.
- \* Comprensión de los mecanismos de funcionamiento de los Sistemas Digitales.
- \* Conocimientos básicos de programación y algorítmica.
- \* Nociones elementales de electrónica analógica y de potencia.
- \* Capacidad de expresión oral para realizar presentaciones públicas.
- \* Capacidad de síntesis a la hora de elaborar trabajos técnicos.

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1. Conocer los fundamentos de funcionamiento de los buses
- 1.2. Comprender los mecanismos de intercomunicación de sistemas electrónicos
- 1.3. Conocer la evolución tecnológica de los buses industriales normalizados
- 1.4. Analizar el funcionamiento de los buses PC
- 1.5. Comprender los mecanismos de comunicación mediante buses de campo
- 1.6. Analizar sistemas complejos de comunicaciones industriales y sistemas SCADA.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Manejar instrumental básico de laboratorio
- 2.2 Manejar equipos y sistemas de comunicaciones
- 2.3. Desarrollar aplicaciones SCADA

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 360 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



## 2.4 Desarrollar drivers de comunicaciones industriales

### 3. Objetivos Actitudinales:

3.1 Comunicar de forma escrita los trabajos individuales de teoría

3.2 Comunicar de forma verbal las presentaciones en grupo

3.3 Comunicar de forma oral las memorias de prácticas demostrando capacidad crítica.

## Metodología

### Clases de Teoría:

Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos.

### Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.

Actividad no presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar trabajos teóricos. Preparar presentaciones

### Clases de Prácticas:

Actividad del profesor: Clases con breve exposición global del contenido de las prácticas y asesoramiento personalizado por grupo sobre consultas realizadas.

### Actividad del estudiante:

Actividad presencial: atender y comprender los objetivos de la práctica y participar en clase con el planteamiento de dudas.

Actividad no presencial: Repasar conocimiento adquiridos y profundizar en ellos.

## Criterios de Evaluación

### \* Actividades que liberan materia:

La evaluación de la asignatura se realizará mediante la presentación y superación de tres trabajos:

a) Elaboración de una memoria individual sobre uno de los temas relativos a la asignatura: 25% de la nota.

b) Presentación en clase de un tema de actualidad relativo a los contenidos de la asignatura: 25% de la nota.

c) Calificación de la práctica libre realizada en el laboratorio: 50% de la nota. La nota de esta práctica se evaluará en función del grado de ejecución de los objetivos planteados en las especificaciones iniciales.

### \* Actividades que no liberan materia: No hay

### \* Consideraciones generales:

Se deben aprobar las tres partes para superar la asignatura.

En caso de no superar alguna de las partes, la calificación máxima será de 4.0.

En las convocatorias de exámenes oficiales, deben presentarse las tres partes, en caso que no se hayan presentado durante el curso.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 361 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Integración de Equipos del DIEA. Las prácticas a realizar son las siguientes:

- 1.- Presentación de los sistemas de control basados en la utilización de buses normalizados (VME, G64-96, PC, etc) (1 horas).
- 2.- Desarrollo de aplicaciones SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) basado en la utilización de paquetes comerciales disponibles en el laboratorio (2 horas).
- 3.- Ejemplo de programación de aplicaciones de comunicación (2 horas).
- 4.- Práctica libre sobre uno de los temas de la asignatura en la que habrá que definir las especificaciones del trabajo a realizar y realizar la implementación que corresponda con las especificaciones (10 horas).

## Bibliografía

---

### [1 Recomendado] The S-100 and other micro buses /

by Elmer C. Poe and James C. Goodwin II.

Howard W. Sams & Co., Indianapolis : (1982) - (2nd ed.)

0672218100

---

### [2 Recomendado] PCI and PCI-X hardware and software: architecture and design /

Edward Solari and George Willse.

Annabooks,, San Diego : (2001)

0-929392-63-9

---

### [3 Recomendado] PCI : hardware and software: architecture and design /

Edward Solari and George Willse.

Annabooks,, San Diego : (1996)

0929392329

---

### [4 Recomendado] OPC :fundamentals, implementation, and application /

Frank Iwanitz, Jürgen Lange.

Hüthig,, Heidelberg : (2002) - (2nd rev. ed.)

3-7785-2883-1

---

### [5 Recomendado] Digital signal processing and data acquisition: vme, vxi, pci, pmc : 1999 product catalog /

Pentek.

, United States of America, (1998)

---

### [6 Recomendado] PCI system architecture.

Shanley, Tom

Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1995) - (3rd. ed.)

0201409933

---

### [7 Recomendado] ISA system architecture.

Shanley, Tom

Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1995) - (3rd ed.)

0201409968

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 362 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                    | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                               | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| TEMA 1, PRACTICA 1__          | 1,0   | 1,0 |     |     | 1,0 | 1.1, 2.1                 |
| TEMA 2, PRACTICA 2            | 2,0   | 1,0 |     |     | 1,0 | 1.1, 1.2, 2.1            |
| TEMA 2, PRACTICA 3            | 2,0   | 1,0 |     |     | 2,0 | 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2  |
| TEMA 3, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     |     | 2,0 | 1.4,2.1, 2.2             |
| TEMA 3, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     |     | 2,0 | 1.4, 2.3, 2.4            |
| TEMA 3, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     |     | 2,0 | 1.4, 2.3, 2.4            |
| TEMA 4, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     | 2,0 | 2,0 | 1.5, 2.3, 2.4            |
| TEMA 4, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     | 2,0 | 2,0 | 1.5, 2.3, 2.4            |
| TEMA 4, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     | 2,0 | 1,0 | 1.5, 2.3, 2.4            |
| TEMA 4,PRACTICA 4             | 2,0   | 1,0 |     | 1,0 | 1,0 | 1.5, 2.3, 2.4            |
| TEMA 5, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     | 2,0 | 1,0 | 1.6, 2.3, 2.4            |
| TEMA 5, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 |     | 2,0 | 1,0 | 1.6, 2.3, 2.4            |
| TEMA 6, PRACTICA 4            | 2,0   | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 1.6, 2.3, 2.4            |
| PRESENTACIONES,<br>PRACTICA 4 | 2,0   | 1,0 |     | 1,0 | 1,0 | 3.1, 3.2, 3.3            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 363 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                   | Horas |     |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                              | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI |                          |
| PRESENTACIONES, __PRACTICA 4 | 2,0   | 1,0 |     | 1,0 | 1,0 | 3.1, 3.2, 3.3            |

### Equipo Docente

|                                                                                                                  |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>AURELIO VEGA MARTÍNEZ</b>                                                                                     | (COORDINADOR)                                  |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                                                         |                                                |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                         |                                                |
| <b>Teléfono:</b> 928451231                                                                                       | <b>Correo Electrónico:</b> avega@diea.ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.diea.ulpgc.es/users/aurelio">http://www.diea.ulpgc.es/users/aurelio</a> |                                                |

### Resumen en Inglés

This course presents a global vision of the systems and techniques of systems integration. The topics: Buses interfaces for industrial equipment (PCI, CompactPCI, PC104, VME, VXI,...), techniques of systems integration, instrumentation cards, SCADA tools and assembly of systems in racks.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 364 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14112 - SISTEMAS DE TELEVISIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3,6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):23  
 - Horas prácticas (HP):15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):4  
 - Horas de evaluación:3  
 - otras:  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):4  
 - actividad independiente (HAI):41  
 Idioma en que se imparte:Español

### Descriptores B.O.E.

Formatos de imágenes: NTSC, PAL, SECAM. Formatos de Transmisión: Modulaciones Analógicas, Sistema MAC, HDTV, Modulación Digital, Formatos Futuros.

### Temario

#### TEMA I. FUNDAMENTOS DE LA VISIÓN. (2 HORAS)

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Características básicas de las radiaciones luminosas.
- 1.3 Características básicas de la visión humana.
- 1.4 Colorimetría.

#### TEMA II. FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA TELEVISIÓN (2 HORAS)

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Evolución histórica de la Televisión.
- 2.3 Generación y Transmisión de imágenes.
- 2.4 Relación de aspecto.
- 2.5 Frecuencia de cuadro.
- 2.6 Exploración de campos.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 365 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 2.7 Resolución y nº de líneas.
- 2.8 Análisis y Espectro de la señal de vídeo.
- 2.9 Ancho de banda de la señal de vídeo.

### TEMA III. SEÑAL DE VÍDEO ANALÓGICA (4 HORAS)

- 3.1 Introducción
- 3.2 Generación de señales de vídeo.
- 3.3 Cámaras y Sensores de imagen.
- 3.4 Señal de vídeo compuesto.
- 3.5 Señal de vídeo por componentes.
- 3.6 Distorsiones señal de vídeo compuesto.
- 3.7 Distorsiones señal de vídeo por componentes.
- 3.8 Cartas de Ajuste y Procedimientos de Medida
- 3.9 Limitaciones de las señales de vídeo analógicas.
- 3.10 Equipamiento de Producción y Transmisión Vídeo Analógico.

### TEMA IV. EQUIPAMIENTOS E INSTALACIONES PRODUCCIÓN ENTORNO ANALÓGICO (2 HORAS)

- 4.1 Configuración típica de un Centro de Producción de TV.
- 4.2 Formatos de Producción.
- 4.3 Edición de Vídeo.
- 4.4 Plató de TV.
- 4.5 Control de Emisión o Continuidad.
- 4.6 Unidades Móviles.

### TEMA V. TELEVISIÓN ANALÓGICA (3 HORAS)

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Sistema de TV Monocromo.
- 5.3 Sistema de TV Color.
- 5.4 Sistema PAL.
- 5.5 Sistema NTSC.
- 5.6 Sistema SECAM.

### TEMA VI. VIDEO DIGITAL (4 HORAS)

- 6.1 Vídeo Digital.
- 6.2 Digitalización.
- 6.3 Recomendación CCIR-601
- 6.4 Compresión de Vídeo

### TEMA VII. EQUIPAMIENTOS Y FORMATOS DE PRODUCCIÓN EN ENTORNO DIGITAL (2 HORAS)

- 7.1 Producción en Entorno Digital.
- 7.2 Formato de Producción Digital.
- 7.3 Formato de Producción: DV.
- 7.4 Formato de Producción: DVCAM.
- 7.5 Formato de Producción: DVCPRO
- 7.6 Formato de Producción: Digital S
- 7.7 Formato de Producción basado en DV: Comparativa.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 366 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 7.8 Equipos ENG Digitales.
- 7.9 Edición Lineal Digital de Vídeo.
- 7.10 Edición de Vídeo No Lineal.

#### TEMA VIII. NORMA MPEG-2 (7 HORAS)

- 8.1 Norma MPEG 2
- 8.2 Grupo MPEG
- 8.3 La norma MPEG2
- 8.4 Fundamentos de la compresión
- 8.5 Compensación de movimiento
- 8.6 Codificación intratrama e intertrama en MPEG-2
- 8.7 Tramas I,P,B
- 8.8 Organización de los flujos de datos de video
- 8.9 Transformada discreta de coseno en MPEG-2
- 8.10 Cuantificación de los coeficientes
- 8.11 Codificación de longitud variable y de series
- 8.12 Codificador MPEG2
- 8.13 Audio en MPEG2
- 8.14 Múltiplex
- 8.15 Estructura jerarquizada en capas del flujo de video
- 8.16 Perfiles y niveles
- 8.17 Aplicaciones

#### TEMA IX. DIFUSIÓN DE TELEVISIÓN (2 HORAS)

- 9.1 Bandas y canales de Radiodifusión de Televisión
- 9.2 Receptores analógicos y digitales.
- 9.3 El sonido en Televisión.
- 9.4 Modulaciones digitales.
- 9.5 Televisión digital por satélite.
- 9.6 Televisión digital por cable
- 9.7 Televisión digital terrestre.
- 9.8 Sistemas de Distribución y Transmisión.

#### TEMA X. NUEVOS MODELOS DE TELEVISIÓN (2 HORAS)

- 10.1 Introducción.
- 10.2 Convergencia TV e Internet.
- 10.3 Televisión Interactiva.
- 10.4 Televisión IP.
- 10.5 Streaming.
- 10.6 Webcasting.
- 10.7 TV Corporativa y Digital Signage.

### Requisitos Previos

Se recomiendan conocimientos previos en sistemas y tecnologías de transmisión y procesamiento de señales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 367 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Conocer y relacionar los fenómenos fisiológicos de la visión, el color y la luz.
- 1.2 Conocer los fundamentos de la Producción, Transmisión y Recepción de señales de Vídeo y Televisión.
- 1.3 Conocer los procedimientos y herramientas existentes para la captación, procesamiento y emisión de la señal de vídeo.
- 1.4 Conocer las tendencias a medio y largo plazo en el ámbito de los Sistemas de Televisión.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Manejar instrumentos de medida y herramientas software de análisis de señales de vídeo y televisión.
- 2.2 Interpretar datos e información técnica de equipamiento audiovisual.
- 2.3 Utilizar herramientas de procesado y codificación de vídeo.
- 2.4 Analizar y Diseñar Sistemas de Televisión.

### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1 Participar de forma activa en el desarrollo de las clases.
- 3.2 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de prácticas demostrando capacidad de análisis y síntesis.
- 3.3 Interesarse por las tecnologías y métodos de Producción, Transmisión y Recepción de Televisión.

## Metodología

### 1. CLASES DE TEORÍA:

a) Actividad del profesor: exposiciones orales combinadas con material audiovisual.

b) Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: tomar apuntes, participar en clase planteando cuestiones al respecto de la materia impartida.
- Actividad no presencial: preparar apuntes, estudiar la materia.

### 2.PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

a) Actividad del profesor: exposiciones orales combinadas con la realización de los casos prácticos extrapolando los mismos al ámbito de la realidad profesional.

b) Actividad del estudiante:

- Actividad presencial: tomar apuntes y resultados de medidas, participar en clase planteando cuestiones al respecto de las prácticas realizadas.
- Actividad no presencial: preparar prácticas, elaborar memorias de prácticas.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 368 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |



## Criterios de Evaluación

### ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

- Examen final de teoría: 80% de la calificación final.
- Prácticas: 20% de la nota final.

### CONSIDERACIONES GENERALES:

- 1.-Para la calificación de APTO es necesario obtener el 50% de la evaluación en cada apartado: Examen final, y prácticas
- 2.- Este método de evaluación es común en las convocatorias ordinarias y extraordinarias.
- 3.-Para la evaluación de las prácticas se considerarán las memorias correspondientes a cada una que serán presentadas en la semana siguiente a la realización de las mismas.
- 4.-La asistencia a las prácticas es obligatoria,debiendo recuperarse las faltas injustificadas en horarios libres de laboratorio. Aquellos alumnos que no asistieran a las clases prácticas o con más de 3 faltas no recuperadas serán evaluados en este apartado mediante un examen teorico-práctico sobre los contenidos y realización de las prácticas. La fecha para este examen será la misma que la asignada para el examen final de convocatoria.
- 5.-Como norma general establecida la evaluación de convocatorias.
- 6.- La nota máxima en caso de no aprobar alguna parte será de 4 puntos.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el Laboratorio de Sistemas y Recepción de Televisión, Pab.B-L220.

**PRÁCTICA 1.- VIDEO ANALÓGICO (3 HORAS):** Generación, Análisis y Medida de señales de video compuesto y componentes utilizando los diferentes Generadores de Señal,Osciloscopios, y Monitores de Forma de Ondas.

**PRÁCTICA 2.- RECEPCIÓN DE TV (2 HORAS).** Utilización de los diferentes Medidores de Campo disponibles en el laboratorio realizando medidas de intensidad de señal en las emisiones de TV terrestre analógica y digital así como de las emisiones por satélite.

**PRÁCTICA 3.- VIDEO DIGITAL (5 HORAS):** Captura, Codificación, Medida y Visualización de señales de vídeo empleando métodos objetivos y subjetivos.

**PRÁCTICA 4.- ESTÁNDAR MPEG-2 (5 HORAS):** Captura, Codificación, Análisis de Tramas, Multiplexación.

## Bibliografía

### [1 Básico] La televisión digital: fundamentos y teorías /

Manuel Cubero Enrici.  
Marcombo,, Barcelona : (2009)  
978-84-267-1527-2

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 369 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



---

**[2 Básico] La luz en la producción de televisión: conceptos y teorías /**

Manuel Cubero, Fátima Casado.

Marcombo,, Barcelona : (2006)

8426714064

---

**[3 Básico] Sistemas de televisión.**

Martín Marcos, Alfonso Luis

Ciencia 3,, Madrid : (1996)

8486204704

---

**[4 Básico] Sistemas audiovisuales / Francesc Tarrés Ruiz.**

Tarrés Ruiz, Francesc

UPC,, [Barcelona] : (2000) - (1ª ed.)

8483013932

---

**[5 Básico] Manual de Prácticas de Laboratorio de Sistemas de Televisión.**

Viera Santana, José Guillermo

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (1999)

---

**[6 Recomendado] Sistemas de televisión /**

José Manuel Mossi García, Jorge Igual García, Valery Naranjo Ornedo.

Universidad. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Valencia : (1998)

8477217114

---

**[7 Recomendado] Colorimetría aplicada a la televisión.**

Martín Marcos, Alfonso Luis

Universidad Politécnica de Madrid, E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Madrid : (1996)

8486892813

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|---------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| S1- TEMA 1__ - PRÁCTICA 1 | 2     | 1  | 0   | 0   | 1   | 1,1; 2,1; 2,2; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S2- TEMA 2__ - PRÁCTICA 1 | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,1; 2,1; 2,2; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S3- TEMA 3__ - PRÁCTICA 1 | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 2,1; 2,2; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S4- TEMA 3__ - PRÁCTICA 2 | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 3,1; 3,2; 3,3 |
| S5- TEMA 4__ - PRÁCTICA 2 | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 3,1; 3,2; 3,3 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 370 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                  | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                    |
|-----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------|
|                             | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                             |
| S6- TEMA 5__ - PRÁCTICA 3   | 0     | 1  | 2   | 2   | 1   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S7- TEMA__ - PRÁCTICA 3     | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S8- TEMA 6__ - PRÁCTICA 3   | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S9- TEMA 7__ - PRÁCTICA 3   | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S10- TEMA 8__ - PRÁCTICA 3  | 0     | 1  | 2   | 2   | 2   | 1,2; 1,3; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S11- TEMA 8__ - PRÁCTICA 4  | 1     | 1  | 0   | 0   | 4   | 1,3; 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S12- TEMA 8__ - PRÁCTICA 4  | 1     | 1  | 0   | 0   | 4   | 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 3,1; 3,2; 3,3           |
| S13- TEMA 8__ - PRÁCTICA 4  | 1     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 3,1; 3,2; 3,3      |
| S14- TEMA 9__ - PRÁCTICA 4  | 2     | 1  | 0   | 0   | 3   | 1,3; 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 3,1; 3,2; 3,3 |
| S15- TEMA 10__ - PRÁCTICA 4 | 2     | 1  | 0   | 0   | 2   | 1,3; 1,4; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 3,1; 3,2; 3,3 |

## Equipo Docente

**LUIS DOMÍNGUEZ QUINTANA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457347

**Correo Electrónico:** luis.dominguezquintana@ulpgc.es

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 371 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Resumen en Inglés

This subject offers several techniques and training in Analysis, Production, Coding and Design of Digital Video Broadcasting systems, Webcasting, and IPTV Services.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 372 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14113 - COMUNICACIONES MÓVILES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 5
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3
- Horas de evaluación: 2
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 22
- actividad independiente (HAI): 28

Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Descripción general y evolución. Sistemas PMR y PAMR Sistemas de telefonía celular. Sistemas GSM.

### Temario

#### 1. Introducción a los sistemas de Comunicaciones Móviles. (4T)

- Definición.
- Composición y Clasificación.
- Modos de Funcionamiento.
- Modulación y Canalización.
- Técnicas de acceso múltiple.
- Evolución de los sistemas.
- Trabajo resumen de evolución de sistemas móviles.

#### 2. Propagación por Canales Móviles. (4T+2P)

- Características básicas.
- Definiciones.
- Modelos de banda estrecha.
- Modelos de banda ancha.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 373 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### 3. Sistemas Móviles Celulares (4T+2P)

- Fundamentos.
- Geometría Celular.
- Dimensionamiento.
- Interferencias.
- División Celular.
- Asignación de Frecuencias.

### 4. Sistemas de Radiotelefonía Móvil Privada. PMR. (4T)

- Introducción.
- Sistema básico de despacho.
- Sistemas de canal abierto.
- Llamada selectiva.
- Casos prácticos.
- Dimensionamiento.

### 5 Sistemas GSM y GPRS. (8T)

- Introducción.
- Jerarquía.
- Arquitectura de red.
- El Móvil y sus Estados.
- Enlace Radio.
- Canales lógicos.
- Funcionamiento
- Estructura de tramas.
- Características generales de GPRS.
- Arquitectura de red (GPRS).
- Integración con GSM (GPRS)
- Canales lógicos (GPRS)
- Recursos Radio (GPRS)

### 6. Sistema UMTS. (4T)

- Descripción.
- Arquitectura de red.
- Servicios.
- Compatibilidad.

### 7.- Exposición de Trabajos Específicos. (2T)

- Arquitectura o Aplicación de Sistemas Celulares.

## Requisitos Previos

Los conocimientos recomendados para abordar esta asignatura son:

Teoría de Colas.

Propagación Radioeléctrica.

Transmisión analógica y digital.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 374 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



## Objetivos

Esta asignatura pretende que el alumno consiga los siguientes objetivos:

### 1. Objetivos Conceptuales

- 1.1. Conocer y relacionar las distintas generaciones de sistemas móviles.
- 1.2. Conocer y distinguir los distintos modelos de propagación para comunicaciones móviles.
- 1.3. Diseñar, dimensionar y asignar frecuencias en sistemas móviles celulares.
- 1.4. Conocer y analizar distintas configuraciones en sistemas PMR.
- 1.5. Analizar y distinguir distintos tipos de arquitecturas de red de los sistemas móviles celulares tales como GSM, GPRS, UMTS.

### 2. Objetivos Procedimentales

- 2.1. Sintetizar de manera adecuada artículos de investigación o de divulgación de sistemas móviles.
- 2.2. Buscar información, asimilar sintetizar y elaboración de la documentación de trabajos propuestos sobre sistemas de comunicaciones móviles.

### 3. Objetivos Actitudinales

- 3.1. Comunicación oral de los trabajos propuestos.
- 3.2. Aprender a trabajar en grupo valorando las opiniones del resto del grupo para la realización de los trabajos.

## Metodología

La asignatura tiene carácter optativo y se imparte en el segundo cuatrimestre del cuarto curso de ingeniería de telecomunicación.

### - CLASES DE TEORÍA:

- Actividad del Profesor: Explicación en pizarra o por retroproyector con una duración de dos horas por semana.
- Actividad del Estudiante:
  - Actividad Presencial: Tomar apuntes y participar de forma activa en clase mediante preguntas dirigidas desde y hacia el profesor. Presentar y exponer los trabajos realizados.
  - Actividad No Presencial: Completar los apuntes con la bibliografía reseñada y estudiar la materia enseñada en clase.

### - CLASES DE PRÁCTICAS:

- Actividad del Profesor: Resolución de problemas (4 horas). Tutorías para el seguimiento de los trabajos y tareas marcadas.
- Actividad del Estudiante:
  - Actividad Presencial: Resolver problemas en clase planteados por el profesor.
  - Actividad No Presencial: Realización de tareas recogidas en la descripción de las prácticas.

La página web de la asignatura está en el campus virtual.

## Criterios de Evaluación

### ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

- Trabajo a desarrollar sobre alguno de las arquitecturas o aplicación de los sistemas celulares o subsistemas de los mismos con un 30%.
- Resúmenes de artículos de investigación referentes a la asignatura con un 10%.
- Problemas propuestos con un 10%.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Página 375 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

#### ACTIVIDADES QUE NO LIBERAN MATERIA:

- Exposición oral hasta 1 punto.

#### CONSIDERACIONES GENERALES:

- Para aprobar la asignatura es necesario aprobar el examen de convocatoria.
- La nota final será el 50% del examen de convocatoria y el 50% de las actividades que liberan materia. En caso de no aprobar dicho examen, la nota máxima será de un 4.5
- Los estudiantes que no hayan liberado parte de la materia deberán realizar tantas preguntas adicionales como materia no liberada.

### Descripción de las Prácticas

Las horas presenciales a créditos de prácticas se dedicarán 5 horas a resolución de problemas en el aula. En las horas no presenciales se dedicarán 22 horas para la realización de trabajos para tutorizar. Estos trabajos son:

Trabajo 1: Resumen de artículo de investigación o de divulgación sobre el estado de las comunicaciones móviles. (5 horas).

- El profesor propone al alumnado una serie de artículos de divulgación en revistas especializadas.
- El alumno deberá realizar una lectura comprensiva del mismo y realizar un resumen de un máximo de 4 páginas donde deben aparecer de forma explícita las conclusiones.

Trabajo 2: Realización de ejercicios propuestos. (5 horas).

Trabajo 3: Arquitectura o aplicación de un sistema celular o subsistema del mismo. (12 horas)

- Búsqueda de la información.
- Asimilación y Síntesis.
- Redacción de la memoria del Trabajo.
- Presentación y Exposición.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Comunicaciones móviles /

José María Hernando Rábanos.  
Centro de Estudios Ramón Areces,, Madrid : (2004) - (2ª ed.)  
848004635X

#### [2 Recomendado] Comunicaciones móviles de tercera generación UMTS /

Cayetano Lluch Mesquida y José M. Hernando Rábanos, coord.  
Telefónica Móviles España,, Madrid : (2001) - (2º ed.)  
8493183601

#### [3 Recomendado] Comunicaciones móviles GSM /

José María Hernando Rábanos, coordinador.  
Fundación Airtel,, Madrid : (1999)  
8493029823

#### [4 Recomendado] Comunicaciones móviles /

Mónica Gorricho Moreno, Juan Luis Gorricho Moreno.  
UPC,, Barcelona : (2002)  
84-8301-596-X

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 376 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1 (Trabajo 1) | 4     | 1  | 0   | 5   | 2   | 1.1,2.1                  |
| Tema 2 (Trabajo 2) | 4     | 2  | 0   | 3   | 4   | 1.2,2.1                  |
| Tema 3 (Trabajo 2) | 4     | 2  | 1   | 2   | 4   | 1.3,2.2,3.1              |
| Tema 4             | 4     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.4                      |
| Tema 5             | 8     | 0  | 0   | 0   | 8   | 1.5                      |
| Tema 6             | 4     | 0  | 0   | 0   | 4   | 1.5                      |
| Tema 7             | 2     | 0  | 0   | 12  | 2   | 1.5,2.2,3.1,3.2          |

## Equipo Docente

|                                                                             |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>VÍCTOR ALEXIS ARAÑA PULIDO</b>                                           | (RESPONSABLE DE PRACTICAS) |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1                        |                            |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES                               |                            |
| <b>Teléfono:</b> 928452974 <b>Correo Electrónico:</b> victor.arana@ulpgc.es |                            |

|                                                                                  |               |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>FRANCISCO JOSÉ CABRERA ALMEIDA</b>                                            | (COORDINADOR) |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR COLABORADOR                                           |               |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES                                    |               |
| <b>Teléfono:</b> 928457367 <b>Correo Electrónico:</b> francisco.cabrera@ulpgc.es |               |

## Resumen en Inglés

This subject introduces to the student to the field of mobile communications. The fundamental aspects of mobile cellular communications are studied (systems evolution, multiple access techniques, mobile cellular networking, frequency reuse, mobile radio propagation, co-channel interference, capacity enlargement, mobility management).

After this, we study several systems: First, Global System Mobile (GSM). It's the most popular second-generation system. We study the network architecture, logic channel, physical channel. Second, General Packet Radio Service (GPRS) is a mobile data service. It's treated the network architecture and the specification for data transfer on GSM networks. Other system is Private Mobile Radio (PMR). This word is the term used to describe radio communication systems used by small to medium sized groups of users. Finally, we study Universal Mobile Telecommunications System (UMTS). This is one of the third-generation (3G) mobile phone technologies.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 377 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Página 378 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |



Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14114 - RADIOCOMUNICACIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 14
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 1
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 0
- actividad independiente (HAI): 45

Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Sistemas de radiocomunicaciones: Clases y características. Antenas y propagación.

### Temario

Tema 1: Radioenlaces del servicio fijo. (10 horas)

Introducción a los Sistemas de Servicio Fijo (2h).

Estructura de un Radioenlace (1h).

Diseño del Radioenlace (3h).

Técnicas de Diversidad (2h).

Canalización (1h).

Interferencias (1h).

Tema 2: Comunicaciones por Satélite (10 horas)

Introducción a las comunicaciones vía satélite (1h)

Fundamentos orbitales (4h)

Segmento Espacial (1h)

Segmento Terreno (1h)

Enlace espacial (3h)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 379 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

### Tema 3: Comunicaciones Móviles. (10 horas)

Introducción a los sistemas de comunicaciones móviles (2h)

Sistemas móviles celulares.(4h)

Sistemas GSM y GPRS. (4h)

### Requisitos Previos

Los conocimientos recomendados para abordar la asignatura de Radiocomunicación son:

Modulaciones Analógicas, Digitales

Sistemas de Telecomunicación

### Objetivos

Esta asignatura pretende que el alumno consiga los siguientes objetivos:

#### 1. Objetivos Conceptuales

1.1. Conocer y comprender los conceptos de radiopropagación, desvanecimientos por lluvia y multitrayecto, técnicas de diversidad e interferencias.

1.2. Saber diseñar un radioenlace del servicio fijo siguiendo los criterios de la UIT-R.

1.3. Conocer los fundamentos matemáticos para el modelado de las órbitas y reconocer diferentes tipos de órbitas.

1.4. Conocer todos los elementos de un sistema vía satélite y saber diseñarlo y dimensionarlo en función de los niveles de señal y ruido.

1.5. Diseñar y dimensionar sistemas móviles celulares.

1.6. Analizar y distinguir distintas tipos de arquitecturas de red de los sistemas móviles celulares.

#### 2. Objetivos Procedimentales

2.1. Manejar instrumentación para las medidas de señales de radiofrecuencia.

2.2. Manejar herramientas de simulación para la caracterización de sistemas de radiocomunicación.

2.3. Utilizar distintas herramientas de búsqueda para el análisis y depuración de distintas cuestiones presentadas al alumno.

#### 3. Objetivos Actitudinales

3.1. Comunicar de forma oral y/o escrita las memorias demostrando el dominio de las mismas y haciendo una capacidad crítica.

3.2. Aprender a trabajar en grupo valorando las opiniones del resto de compañeros para la realización de la práctica.

### Metodología

La asignatura tiene carácter troncal y se imparte durante el primer cuatrimestre del quinto curso de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación.

Las horas presenciales se distribuyen en la impartición de clases teóricas y/o problemas mediante explicaciones en pizarra o por retroproyector con una duración de dos horas semanales y en clases de prácticas en laboratorio mediante experimentos prácticos y de simulación con un total de dos horas semanales en semanas alternas. El estudiante en estas horas tomará apuntes y participará de forma activa en clase mediante preguntas dirigidas hacia o desde el profesor.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 380 / 518                                    | ID. Documento MYziBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Las horas no presenciales están destinadas a que el estudiante realice actividades de complementación de apuntes con la bibliografía reseñada, estudie la materia enseñada en clase y realice ejercicios propuestos.

La página web de la asignatura está en el campus virtual.

### Criterios de Evaluación

#### ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

- Realización de las prácticas en el laboratorio con un 10%.
- Examen de prácticas con un 10%.

#### CONSIDERACIONES GENERALES:

- Se debe aprobar la parte de teoría y de prácticas por separado. La nota final de la asignatura se realizará mediante una ponderación entre la parte teórica (80%) y la parte práctica (20%). En el caso de suspender una de la partes, la nota máxima será de un 4.5.
- El examen correspondiente a la parte teórica consiste en un examen escrito consistente en la resolución de cuestiones teóricas y problemas prácticos.
- Cada error grave en un apartado de una pregunta del examen de convocatoria supondrá un detrimento del 50% al 100% de la puntuación máxima del apartado de la pregunta.
- Al finalizar cada práctica se debe entregar una memoria.
- Para los estudiantes que hayan asistido a prácticas, el examen de prácticas se realizará la última semana de clase y consistirá en un examen escrito con cuestiones sobre la realización de las prácticas.
- Para los estudiantes que no asistan a prácticas se realizará, en la fecha del examen de convocatoria, un examen escrito y un examen práctico en el laboratorio que consistirá en la realización de una o varias de las prácticas desarrolladas durante el curso, siendo ésta la manera de superar las prácticas en convocatorias extraordinarias.

### Descripción de las Prácticas

#### 1. Medidas de Potencia de Señales de Radiofrecuencia (2 horas).

Esta práctica pretende que el alumno conozca nuevas aplicaciones con uno de los equipos de análisis de señales en frecuencia más usado como es el analizador de espectros. Para ello, el alumno deberá visualizar, medir, caracterizar e identificar mediante las señales provistas por el profesor.

#### 2. Planificación para un sistema de Radiodifusión terrena. Cobertura e Interferencia (2 horas).

El objetivo de esta práctica es el conocimiento por parte del alumno de la realización de los cálculos necesarios para la cobertura de un servicio terrestre de radiodifusión. Para ello, se hará uso de las recomendaciones ITU-R.

#### 3. Diseño de un radioenlace digital (2 horas).

Esta práctica se contempla como un complemento a la parte de teoría correspondiente al diseño de un radioenlace digital. Para cumplir este objetivo, el alumno usará un programa de simulación donde calculará las alturas mínimas de antenas para minimizar las pérdidas por difracción, balance de enlace, cálculos de disponibilidad y calidad para dicho radioenlace.

#### 4. Análisis de Parámetros Orbitales para diferentes Satélites (4 horas).

Esta práctica consiste en el conocimiento de los diferentes parámetros asociados para cada tipo de órbitas y en la visualización de diferentes órbitas mediante el programa NOVA.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 381 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

5. Balance del enlace en un sistema de comunicaciones por satélite (2 horas).

Esta práctica consiste en el análisis de todos los elementos que forman parte en un sistema vía satélite y su inclusión en una hoja de cálculo que será aplicada para garantizar la calidad requerida en 2 supuestos prácticos.

6. Dimensionamiento y planificación celular. (2 horas).

Esta práctica pretende abordar el diseño de una red GSM desde la elección de los diferentes parámetros de la BTS hasta la ubicación óptima de las diferentes estaciones base para garantizar una cobertura máxima del territorio.

7. Examen de Prácticas (1 hora)

El alumno debe realizar un examen de prácticas escrito en la que tendrá que demostrar los conocimientos adquiridos durante las sesiones de prácticas.

Las tres primeras prácticas se imparten en el laboratorio del PB-L314 y las tres últimas en B-L320.

## Bibliografía

### [1 Básico] Principles of communications satellites /

Gary D. Gordon and Walter L. Morgan.

John Wiley & Sons., New York : (1993)

047155796X

### [2 Básico] Transmisión por radio.

Hernando Rábanos, José María

Centro de Estudios Ramón Areces., Madrid : (1998) - (3ª ed.)

8480042958

### [3 Recomendado] Satellite communications systems: systems, techniques and technology /

G. Maral, M. Bousquet.

John Wiley & Sons., Chichester : (1993) - (2nd ed.)

0471930326

### [4 Recomendado] Comunicaciones móviles /

José María Hernando Rábanos.

Centro de Estudios Ramón Areces., Madrid : (2004) - (2ª ed.)

848004635X

### [5 Recomendado] Digital satellite communications /

Tri T. Ha.

McGraw-Hill., New York [etc.] : (1990) - (2nd ed.)

0070253897

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos               | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos    |
|--------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                          | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                             |
| Tema 1 (Prácticas 1,2,3) | 10    | 6  | 0   | 0   | 12  | 1.1,1.2,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 382 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 2 (Prácticas 4,5) | 10    | 6  | 0   | 0   | 16  | 1.3,1.4,2.2,2.3,3.1,3.2  |
| Tema 3 (Práctica 6)    | 10    | 2  | 0   | 0   | 15  | 1.5,1.6,2.2,2.3,3.1,3.2  |
| Exámen de Prácticas    | 0     | 0  | 1   | 0   | 0   | 3.1                      |

### Equipo Docente

|                                               |                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>FRANCISCO JAVIER MARCELLO RUIZ</b>         | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                          |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD      |                                                     |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES |                                                     |
| <b>Teléfono:</b> 928457365                    | <b>Correo Electrónico:</b> javier.marcello@ulpgc.es |

|                                               |                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>FRANCISCO JOSÉ CABRERA ALMEIDA</b>         | (COORDINADOR)                                         |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR COLABORADOR        |                                                       |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES |                                                       |
| <b>Teléfono:</b> 928457367                    | <b>Correo Electrónico:</b> francisco.cabrera@ulpgc.es |

### Resumen en Inglés

This subject studies three different radiocommunication systems. These parts are fixed radio links, satellite communications and mobile communications.

The first part provides to the student the principles of the design of a microwave radio following the ITU-R recommendations. Fixed radio system technology relates to specifications for point-to-point radio systems such as path calculation, link budget, performance specifications, equipment availability, rain attenuation, multipath fading, diversity, interference, frequency planning.

The satellite communications part of the course covers in detail three fundamental topics (orbits, earth station technology and satellite link design) and provides a general overview of different applications (remote sensing, navigation, communications and broadcasting).

The mobile communication outlines topics about mobile cellular networking, capacity enlargement. Also, the radio channel structure of the second generation systems (GSM, GPRS) are studied.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 383 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14115 - REDES DE COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 7,2

Horas de trabajo del alumno: 180

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 55  
 - Horas prácticas (HP): 24  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 2  
 - Horas de evaluación: 3  
 - otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 28  
 - actividad independiente (HAI): 68

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Modelado y dimensionado de redes. Tecnología de conmutación. Conmutación temporal y espacial. Redes de ordenadores. Redes de banda ancha.

### Temario

Tema 1. Dimensionado de Redes (19 horas)

1.1 Introducción (7 horas)

Procesos estocásticos  
 Procesos de Markov  
 Procesos Puntuales

1.2 Procesos de Colas (12 horas)

Procesos de Nacimiento y Muerte (4 horas)  
 M/M/1 (2 horas)  
 Buffer con capacidad finita: M/M/1/C (1 horas)  
 Sistemas Erlang-B: M/M/m/m (1 hora)  
 Sistemas Erlang-C: M/M/m (1 hora)  
 Ejemplos prácticos (3 horas)

Tema 2. Tecnología de Conmutación (8 horas)

2.1 Conmutación de circuitos (2 horas)

Conmutación temporal, espacial, TST

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 384 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



- Conmutación y bloqueo interno
- Ejemplo de conmutador TST
- Conmutación de circuitos multirate
- Conmutación rápida de circuitos
- 2.2 Introducción a la conmutación de paquetes (2 horas)
  - Estructura general de los conmutadores
  - Conmutadores de matriz y conmutadores por división en el espacio
  - Conmutadores por división en el tiempo
- 2.3 Conmutación de paquetes de alta velocidad (4 horas)
  - Introducción
  - Definiciones
  - Requisitos de conmutación
  - Ejemplos de arquitectura (Knockout...)
- Tema 3. Calidad de servicio en redes actuales(16 horas)
  - 3.1 Evolución desde X-25 hasta ATM pasando por Frame Relay (6 horas)
    - Revisión de los principales modelos de referencia
    - RDSI de Banda Ancha y ATM
  - 3.2 Parametrización de la calidad de servicio (2 horas)
  - 3.3 capa AAL de ATM(2 horas)
    - Funciones de la capa AAL
    - Estructura de la capa AAL
    - Introducción a la capa AAL1, AAL2, AAL3/4 y AAL5
    - Acceso a redes ATM
  - 3.4 Qos en las redes actuales (6 horas)
    - QoS en redes IP
    - QoS en redes LAN
- Tema 4. Encaminamiento y control de congestión (8 horas)
  - 4.1 Algoritmos de encaminamiento en redes LAN y WAN (4 horas)
  - 4.2 Mecanismos de control de congestión en las redes actuales de alta velocidad (4 horas)
- Tema 5.Introducción a las tecnologías actuales de acceso (4 horas)
  - 5.1 ADSL y ADSL 2+ (2 horas)
    - Descripción general de la tecnología ADSL
    - Tendencias en cuanto a ampliación del ancho de banda de ADSL
  - 5.2 DOCSIS, Wifi, PLC y otras tecnologías emergentes (2 horas)

## Requisitos Previos

Métodos estadísticos, Investigación operativa, Arquitectura de redes, Sistemas operativos, Conmutación en redes de comunicación

## Objetivos

- 1. Objetivos conceptuales
  - 1.1 Conocer los modelos de sistemas de colas más utilizados en redes de comunicaciones
  - 1.2 Conocer los principios básicos de funcionamiento de los conmutadores de alta velocidad
  - 1.3 Conocer los protocolos de comunicación usados en las redes de alta velocidad y sus ambitos de aplicación
  - 1.4 Conocer las tecnologías más utilizadas de encaminamiento, control de congestión y reserva de

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 385 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

recursos para QoS

Objetivos procedimentales

2.1 Aplicar los modelos de colas al dimensionado de redes

2.2 Seleccionar el modelo adecuado de buffering y switching y dimensionar de forma eficiente un conmutador de paquetes

2.3 Aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento de los distintos protocolos de red para realizar decisiones relacionadas con la gestión y planificación de redes con calidad de servicio

## Metodología

Clases de teoría:

- Actividad del profesor: impartir clases expositivas
- Actividad del estudiante (presencial): Tomar apuntes, participar en clase
- Actividad del estudiante (no-presencial): Preparar apuntes, estudiar la materia, resolver problemas planteados en clase, realizar un trabajo de documentación sobre una tecnología dada existente en el mercado

Clases prácticas de laboratorio:

- Actividad del profesor: Explicar las prácticas, resolución de dudas
- Actividad del estudiante (presencial): realizar las prácticas de laboratorio, elaborar y presentar la práctica

La documentación de la asignatura se facilitará a través de la herramienta Campus Virtual de la Universidad.

## Criterios de Evaluación

- Actividades que liberan materia:

Las prácticas

- Actividades que no liberan materia:

Resolución de los problemas marcados por el profesor

Elaboración de un trabajo sobre un tema especificado por el profesor

- Otras consideraciones:

Se deberán aprobar ambas partes por separado, teoría y prácticas.

Al finalizar cada práctica se debe entregar una memoria y defenderla ante el profesor de prácticas.

La nota final será un 80% del examen final, un 10% de las prácticas y un 10% por participación del alumno en clase.

Será necesario aprobar tanto la teoría como las prácticas para aprobar la asignatura. En caso de no aprobar todas las partes se considerará que la nota máxima que se puede alcanzar es de un 3 sobre 10.

El examen teórico consistirá en preguntas teóricas de desarrollo así como algún problema a desarrollar en los que el alumno demuestre su dominio de la materia.

Cada práctica deberá presentarse entregando una memoria y respondiendo a una serie de preguntas relacionadas con el desarrollo de la práctica y los contenidos de la misma.

El procedimiento de evaluación indicado será válido para cualquier convocatoria.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 386 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Redes de Area local, Extensa y RDSI y serán las siguientes:

- 1) Captura de tráfico de red y ajuste a una distribución exponencial según criterios a seleccionar. Evaluación de la bondad del ajuste mediante el método de Kolmogorov-Smirnov.(6 horas)
- 2) Programación de sockets TCP/UDP (6 horas)
- 3) Programación de sockets con calidad de servicio (6 horas)
- 4) Simulación de diversos protocolos mediante herramientas de simulación y análisis(6 horas)

Todas las prácticas serán obligatorias y puntuarán hasta 1.5 puntos en la nota final. La presentación de las prácticas se puede realizar en cualquier momento del curso.

## Bibliografía

### [1 Básico] Redes e internet de alta velocidad: rendimiento y calidad de servicio /

William Stallings; coord. y rev. técnica Luis Joyanes Aguilar.

Pearson Educación,, Madrid : (2004) - (2ª ed.)

842053921X

### [2 Recomendado] Protocolos de comunicaciones para sistemas abiertos.

Alonso, José Miguel

Addison-Wesley Iberoamericana,, Wilmington (Delaware) : (1996)

0201653966

### [3 Recomendado] Redes de computadoras /

Andrew S. Tanenbaum.

Pearson,, México : (2003) - (4ª. ed.)

### [4 Recomendado] Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos.

Halsall, Fred

Addison-Wesley Iberoamericana,, México : (1998) - (4ª ed.)

968-444-331-5

### [5 Recomendado] Comunicaciones y redes de computadores /

William Stallings.

Prentice Hall,, Madrid : (2000) - (6ª ed.)

84-205-2986-9

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Introducción a los procesos estocásticos y cadenas de Markov | 7     | 0  | 0   | 0   | 3   | 1.1, 2.1                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 387 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos                                                                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Sistemas de colas                                                            | 12    | 6  | 1   | 4   | 6   | 1.1, 2.1                 |
| Conmutación                                                                  | 8     | 4  | 0   | 4   | 8   | 1.2, 2.2                 |
| ATM                                                                          | 8     | 4  | 0   | 0   | 7   | 1.3, 2.3                 |
| Parámetros de calidad de servicio y la capa AAL de ATM                       | 4     | 2  | 1   | 4   | 3   | 1.3, 2.3                 |
| Encaminamiento                                                               | 4     | 2  | 0   | 4   | 3   | 1.4, 2.3                 |
| Control de Congestión                                                        | 4     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.4, 2.3                 |
| Redes IP. IP v6 y protocolos de reserva de recursos                          | 4     | 2  | 0   | 0   | 4   | 1.3, 1.4, 2.3            |
| Tecnologías de acceso para el bucle de abonado: xDSL, DOCSIS, Wifi, PLC, etc | 4     | 2  | 0   | 12  | 5   | 1.3, 2.3                 |

### Equipo Docente

|                                                                                                                                                          |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>FERNANDO DE LA PUENTE ARRATE</b>                                                                                                                      | (COORDINADOR) |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1                                                                                                     |               |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA                                                                                                               |               |
| <b>Teléfono:</b> 928458048 <b>Correo Electrónico:</b> fernando.puente@ulpgc.es                                                                           |               |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/fpuente/index.html">http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/fpuente/index.html</a> |               |

### Resumen en Inglés

This subject covers the following contents:

- Network modelling and dimensioning
- network switching (both circuits packets)
- Quality of Service
- ATM protocol
- Local loop technologies such as xDSL, hybrid networks, RDSI, etc.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 388 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14116 - PROTOCOLOS Y SERVICIOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4,8 Horas de trabajo del alumno: 121,5  
 Horas presenciales: 60,0  
 - Horas teóricas (HT): 27,0  
 - Horas prácticas (HP): 22,5  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 12,0  
 - Horas de evaluación: 1,5  
 - otras: 0,0  
 Horas no presenciales: 60,0  
 - trabajos tutorizados (HTT): 30,0  
 - actividad independiente (HAI): 30,0  
 Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Planificación y gestión de redes y servicios. Normalización y política de telecomunicaciones.  
 Codificación y cifrado de información.

### Temario

#### PROGRAMA TEÓRICO:

##### Tema 1. Presentación de la asignatura (2 horas)

- 1.1. Proyecto docente.
- 1.3. Introducción los bloques temáticos
- 1.2. Herramientas utilizadas
- 1.3. Creación de grupos de trabajo

##### Tema 2. Gestión de red (8 horas)

- 2.1. Conceptos de gestión de red (1 hora)
- 2.2. ASN.1 (1 hora)
- 2.3. SMI y MIB II (2 horas)
- 2.2. SNMP (2 horas)
- 2.4. CMIP y TMN (2 horas)

##### Tema 3: Seguridad de Red (12 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 389 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 2.1. Conceptos de seguridad (2 horas)
- 2.2. Algoritmos y protocolos (6 horas)
- 2.3. Seguridad en Internet (4 horas)

#### Tema 4: Política de Telecomunicaciones (8 horas)

- 3.1. Política de Telecomunicaciones en Europa (2 horas)
- 3.2. Proceso de la Liberalización de las Telecomunicaciones (2 horas)
- 3.3. Política de Telecomunicaciones en España (4 horas)

### Objetivos

#### 1. Objetivos conceptuales:

- 1.1. Introducir conceptos, herramientas y procedimientos utilizados en la asignatura.
- 1.2. Conocer los conceptos básicos de la gestión de red.
- 1.3. Conocer y comprender diversas herramientas para gestionar la MIB.
- 1.4. Saber y conocer el protocolo de gestión de red SNMP.
- 1.5. Saber y comprender los aspectos matemáticos básicos asociados a la criptografía.
- 1.6. Conocer los principales algoritmos de cifrado por sustitución.
- 1.7. Saber y comprender los principales cifradores clásicos existentes.
- 1.8. Conocer y analizar el cifrado simétrico y asimétrico.
- 1.9. Conocer y comprender los aspectos principales de la firma digital y la gestión de claves.
- 1.10. Conocer la política de las telecomunicaciones en Europa.
- 1.11. Analizar el proceso de liberalización de las Telecomunicaciones en España.
- 1.12. Conocer la política de las telecomunicaciones en España.

#### 2. Objetivos procedimentales:

- 2.1. Experimentar con las herramientas de laboratorio.
- 2.2. Manejar y elaborar diferentes configuraciones del servidor SNMP.
- 2.3. Utilizar aplicaciones gráficas para gestionar la MIB.
- 2.4. Ejecutar aplicaciones de consola para comunicación entre cliente y servidor SNMP.
- 2.5. Aplicar los conceptos matemáticos básicos asociados con la criptografía y manejar aplicaciones que permiten realizar estos cálculos.
- 2.6. Manejar los principales algoritmos de sustitución y ejecutar aplicaciones que permiten aplicar estos algoritmos.
- 2.7. Utilizar los principales cifradores clásicos y probar aplicaciones que los usan.
- 2.8. Manejar algoritmos de cifrado simétrico y asimétrico y ejecutar aplicaciones que permiten aplicar estos algoritmos.
- 2.9. Ejecutar aplicaciones que permiten la firma digital y la gestión de claves.
- 2.10. Aplicar las leyes de Telecomunicación a diferentes supuestos.

#### 3. Objetivos actitudinales

- 3.1. Interesarse por los objetivos que se quieren cubrir.
- 3.2. Valorar la importancia de una buena gestión de red.
- 3.3. Aprender que la seguridad es fundamental en la Sociedad de la Información.
- 3.4. Respetar el marco legal por el que se rigen las Telecomunicaciones.

### Metodología

La asignatura consta de dos partes claramente diferenciadas: teoría y prácticas de laboratorio.

#### TEORÍA

La teoría se desarrollará combinando las clases de teoría con ejercicios escritos, prácticos y de exposición por parte del alumno.

\* Clases de teoría:

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 390 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

-Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la presentación de casos de uso. Se combinará el uso de presentaciones y documentos en vídeo en el cañón, y el uso de la pizarra, todo en el aula.

- Actividad del estudiante:

o Presencial: Tomar apuntes, participar en clase planteando dudas, hacer presentaciones e intervenir en debates sobre las presentaciones de los compañeros.

o No presencial: Preparar apuntes, estudiar la materia, recopilar información sobre los trabajos asignados y preparar las presentaciones de estos trabajos.

#### PRACTICAS DE LABORATORIO

-Actividad del profesor: Asesorar al alumno para que el alumno realice todos los pasos de la práctica.

-Actividad de los alumnos:

o No presencial: Recopilar información sobre la práctica y desarrollar la estrategia de trabajo que va a seguir en el laboratorio.

o Presencial: Realizar todos los pasos de la práctica, responder a las preguntas del profesor sobre el trabajo realizado y hacer una memoria con las respuestas.

#### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Sólo en la convocatoria ordinaria de este curso académico, prueba objetiva al final del tema 2 que puntúa el 15% de la nota final de la asignatura.

- Sólo en la convocatoria ordinaria de este curso académico, prueba objetiva al final del tema 3 que puntúa el 20% de la nota final de la asignatura.

- Sólo en la convocatoria ordinaria de este curso académico, prueba objetiva al final del tema 4 que puntúa el 15% de la nota final de la asignatura.

- Realización de las 2 prácticas, que libera un 20% de la nota final de la asignatura.

- Análisis, exposición y defensa en clase de un trabajo de teoría relacionado con el temario de la asignatura, que libera un 10%.

- Sólo en la convocatoria ordinaria de este curso académico, los alumnos que hagan y aprueben el trabajo de teoría y asistan al menos al 80% de las exposiciones de los trabajos de los compañeros liberan el 20%.

Actividades que no liberan materia:

- Trabajo práctico de gestión de red (1 punto)

- Trabajo práctico de seguridad de red (1 punto)

- Trabajo práctico de política de Telecomunicación (1 punto)

Otras consideraciones:

- La asignatura se puede aprobar mediante evaluación continua: teoría (pruebas objetivas y asistencia a exposiciones de trabajos), trabajo de teoría y prácticas.

- La parte de teoría está formada por la materia explicada por el profesor (50% de la nota final de la asignatura) y la materia de los trabajos de teoría que los alumnos presentan los alumnos (20% de la nota final de la asignatura).

- Los alumnos que hagan y aprueben el trabajo de teoría y asistan al menos al 80% de las exposiciones de los trabajos de los compañeros obtienen los dos puntos asociados a las preguntas que sobre trabajos hay en el examen de teoría de la convocatoria ordinaria de este curso académico (es decir, no tienen que responder a las preguntas del apartado asociado a trabajos de teoría).

- La práctica 1 puntúa con el 40% de la nota final de prácticas.

- La práctica 2 puntúa con el 60% de la nota final de prácticas.

- Para aprobar las pruebas objetivas de teoría es necesario sacar al menos 50% de la nota la prueba objetiva.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 391 / 518                                    | ID. Documento | MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- Para aprobar las prácticas es necesario sacar al menos el 50% de la nota de prácticas.
- Para aprobar el trabajo de teoría es necesario sacar al menos el 50% de la nota del trabajo.
- Para aprobar la asignatura es necesario aprobar las tres partes en que se divide la asignatura: parte de teoría, parte de trabajo de teoría y parte de prácticas.
- Los exámenes de convocatoria son para recuperar cualquiera de las partes de la asignatura: la parte de teoría, la parte de trabajo de teoría o la parte de práctica.
- Cuando un alumno se presenta al examen de convocatoria ordinaria, renuncia a la nota obtenida en la evaluación continua de las partes a las que se presente (teoría, trabajo o práctica).
- Cuando un alumno se presenta a un examen de convocatoria no ordinaria, debe hacer siempre la parte de teoría y si se presenta a otra parte renuncia a la nota obtenida en la evaluación continua de esa parte (trabajo o práctica).
- El alumno debe superar el 50% de la nota final para aprobar la asignatura.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas serán realizadas en el Laboratorio de Redes de Área Local, Extensa y RDSI del Departamento de Ingeniería Telemática.

### Práctica 1: Gestión de Red con SNMP

#### 1.1 Introducción a SNMP.

Duración: 2 horas

En esta práctica se pretende dar una visión general sobre la gestión de red con SNMP. Para ello, vamos a tomar el primer contacto con el entorno de trabajo y con el agente SNMP. En este último caso, veremos algunos aspectos básicos de su configuración así como la manera que tenemos para interactuar con él.

#### 1.2 Cómo configurar y usar SNMP.

Duración: 4 horas

En esta práctica se pretende profundizar en la configuración del agente SNMP. También, profundizaremos en la manera que tenemos para interactuar con él incluyendo la posibilidad de modificar valores de la MIB.

#### 1.3 Cliente y servidor SNMP.

Duración: 4 horas

En esta práctica se aplican las opciones no vistas aún en la configuración del agente SNMP. También, profundizaremos en la manera que tenemos para interactuar con él desde otros ordenadores de la red.

#### 1.4 Traps y MIB Browser.

Duración: 2 horas

En esta práctica vamos a configurar el agente SNMP para permitir el envío y recepción de traps (notificaciones).

### Práctica 2: Seguridad en Redes

#### 2.1 Fundamentos Teóricos de la criptografía

Duración: 2 horas

Esta práctica tiene como objetivo comprobar la entropía de los mensajes y de las claves, así como estudiar y comprobar el comportamiento característico del lenguaje y su redundancia, aspectos que permitirán el criptoanálisis de sistemas de cifra clásicos.

#### 2.2 Cifradores por sustitución monográfica monoalfabeto

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 392 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



Duración: 2 horas

En esta práctica veremos los cifradores por sustitución monográfica monoalfabeto donde el cifrado se realiza mediante un algoritmo que hace corresponder una letra del texto en claro a una única letra del criptograma, es decir, cifra monogramas.

### 2.3 Cifra por sustitución polialfabética monográfica

Duración: 2 horas

En esta práctica utilizaremos los algoritmos de sustitución polialfabética que tienen por objeto producir una distribución plana de la frecuencia relativa de los caracteres en el criptograma. Para ello utilizan sustituciones múltiples de forma que en un texto largo se combinan las altas frecuencias de algunos caracteres con otros de menor frecuencia. La técnica anterior consiste en aplicar dos o más alfabetos de cifrado de forma que cada uno de ellos sirva para cifrar los caracteres del texto en claro, dependiendo de la posición relativa de éstos en dicho texto.

### 2.4 Cifradores clásicos

Duración: 4 horas

En esta práctica veremos otro método clásico utilizado para cifrar mensajes: la transposición o permutación de caracteres. Esto consiste en reordenar los caracteres del texto. El resultado de tal acción es la de difuminar la información del texto en claro y provocar, por tanto, la difusión propuesta por Shannon para la protección de la misma.

### 2.5 Cifrado asimétrico por bloques y asimétrico

Duración: 4 horas

Este tipo de cifradores utiliza una única clave que debe guardarse en secreto ya que en ella reside la seguridad de los mismos. Por esta razón se les denomina también simétricos puesto que usan la misma clave para cifrar en emisión y descifrar en recepción. Los cifradores de exponenciación que usan el problema matemático de la factorización de números grandes basan su seguridad en que, para el propietario del par de claves asimétricas es fácil deducir la clave privada de la clave pública.

### 2.6 Funciones resumen y gestión de claves

Duración: 4 horas

Las funciones hash, tienen su principal aplicación en los sistemas de cifra actuales generalmente bajo dos términos: como parte principal de algoritmos de autenticación o como funciones resumen para reducir el tamaño de un bloque de texto en claro a un valor constante de sólo unas centenas de bits y con ello permitir la firma digital.

## Bibliografía

### [1 Básico] Computer networks /

Andrew S. Tanenbaum.

Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (2003) - (4th. ed.)

0130384887

### [2 Básico] Applied cryptography: protocols, algorithms and source code in C.

Schneier, Bruce

John Wiley & Sons,, Chichester : (1996) - (2nd. ed.)

0471117099

### [3 Básico] Política de Telecomunicaciones en la Unión Europea.

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente,, Madrid : (1995)

844980146X

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 393 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

---

**[4 Recomendado] Handbook of applied cryptography /**

Alfred J. Menezes, Paul C. van Oorschot, Scott A. Vanstone.

CRC,, Boca Ratón [etc.] : (1996)

0-8493-8523-7

---

**[5 Recomendado] Protocolos criptográficos y seguridad en redes /**

Jaime Gutiérrez, Juan Tena, (eds).

Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria,, Santander : (2003)

84-8102-345-0

---

**[6 Recomendado] Normalización y política de las telecomunicaciones /**

José Andrés Vázquez Travieso ; Gustavo Rodríguez Rodríguez, dir.

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2000)

---

**[7 Recomendado] Gestión de red, SNMP /**

José María Quinteiro González ; Gustavo Rodríguez Rodríguez.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (1997)

---

**[8 Recomendado] SNMP, SNMPv2, and CMIP: the practical guide to network management standards /**

William Stallings.

Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1993)

0201633310

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                             | Horas |     |     |      |      | Competencias y Objetivos                              |
|------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|------|------|-------------------------------------------------------|
|                                                                        | HT    | HP  | HCT | HTT  | HAI  |                                                       |
| Tema 1. Práctica 1.1.                                                  | 2,0   | 1,5 | 0,5 | 2,0  | 1,5  | 1.1, 2.1 y 3.1                                        |
| Tema 2. Prácticas 1.2 y 1.3.<br>Prueba objetiva de teoría.             | 7,0   | 6,0 | 3,0 | 8,0  | 8,5  | 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 2.3, 2.4 y 3.2                    |
| Tema 3. Prácticas 1.4, 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4. Prueba objetiva de teoría. | 11,0  | 9,0 | 4,0 | 10,0 | 12,0 | 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.3 |
| Tema 4. Prácticas 2.5 y 2.6.<br>Prueba objetiva de teoría.             | 7,0   | 6,0 | 3,0 | 8,0  | 8,0  | 1.10, 1.11, 1.12, 2.10 y 3.4                          |

## Equipo Docente

**FRANCISCO JOSÉ GUERRA SANTANA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451238 **Correo Electrónico:** francisco.guerra@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/fguerra/index.html>

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 394 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**LUIS MIGUEL HERNÁNDEZ ACOSTA**

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451383 **Correo Electrónico:** lhernandez@dit.ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.dit.ulpgc.es/usuarios/profes/lhdez/index.html>

## Resumen en Inglés

### DESCRIPTOR:

Network Management. Applied Cryptography. Telecommunications Policies.

### GOALS

- Study Network Management.
- Apply Cryptography Algorithm.
- Analyze Telecommunications Policies in Europe Specially Spanish Policies.

### METHODOLOGY

- The instructor presents in class the main concepts
- The instructor proposes exercises that help the students to understand the concepts presented in class
- In the laboratory the students will program complementary exercises
- The electronic documents containing complementary material will be available in the Campus Virtual server of the ULPGC.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 395 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14117 - TRANSMISIÓN POR SOPORTE FÍSICO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 9 **TEÓRICOS:** 6 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:7,2 Horas de trabajo del alumno:180,0

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):60,0
- Horas prácticas (HP):30,0
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0,0
- Horas de evaluación:0,0
- otras:0,0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):0,0
- actividad independiente (HAI):90,0

Idioma en que se imparte: castellano

### Descriptores B.O.E.

Elementos de ondas guiadas. Dispositivos y circuitos de alta frecuencia (activos y pasivos) para comunicaciones.

### Temario

- I. Resumen de conceptos básicos de microondas: 20 horas (5 semanas)
  - I.1 Propagación y parámetros de los medios guiados (8+3).
  - I.2 Medios de transmisión guiados más usados (2h).
  - I.3 Adaptación de impedancias y Carta de Smith (2+1)
  - I.4 Ondas de potencia y parámetros S (1+1).
  - I.5 Relaciones de potencia en cuadripolos (2h).
- II. Híbridos, moduladores y demoduladores: 12 horas (3 semanas).
  - II.1 Híbridos: Acopladores, divisores, combinadores, circuladores, etc (3+2).
  - II.2 Circuitos de modulación y demodulación (6+1).
- III. Introducción a la síntesis de filtros de microondas: 12 horas (3 semanas)
  - III.1 Introducción. Prototipos Paso Bajo y transformaciones de frecuencia (2h).
  - III.2 Filtros con líneas de transmisión. Transformación de Richards (2h).
  - III.3 Filtros p.bajo: all-stubs, stubs-elementos uni. y a saltos de impedancia (3+1).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 396 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

III.4 Filtros p.banda: líneas acopladas, interdigitado, combline, etc (3+1).

IV. Circuitos activos de microondas: 12 horas (3 semanas).

IV.1 Amplificadores: definiciones, tipos, parámetros, técnicas de diseño (4+2).

IV.2 Osciladores: fundamentos, técnicas de diseño, tipos, parámetros (3+1).

IV.3 Detectores y mezcladores: fundamentos, tipos, parámetros, diseño (2h).

V. Circuitos monolíticos de microondas (MMICs) : 4 horas (1 semana).

V.1 Introducción. MHIC vs. MMIC

V.2 La oblea. Componentes pasivos y activos

V.3 Diseño y realización de MMICs.

V.4 Caracterización de MMICs

V.5 Ejemplo.

## Requisitos Previos

Conceptos básicos de teoría de circuitos, electrónica básica, de matemáticas y de teoría de la señal y comunicaciones. Conceptos de microondas (líneas de transmisión, ondas de potencia, etc.) y de circuitos y subsistemas de comunicaciones que se enseñan en cursos anteriores.

## Objetivos

1.- Objetivos Conceptuales:

1.1 Conocer los conceptos necesarios en la transmisión por medios guiados y las herramientas de análisis de circuitos de alta frecuencia.

1.2 Conocer el funcionamiento y diseño de circuitos de modulación y demodulación.

1.3 Conocer los métodos de diseño de filtros, amplificadores, osciladores, etc en alta frecuencia.

1.4 Relacionar los conceptos de teoría de la señal y de la comunicación con el diseño de circuitos y sistemas.

1.5 Conocer los instrumentos de medida de circuitos en alta frecuencia

2.- Objetivos Procedimentales:

2.1 Diseñar, manejar y caracterizar medios de transmisión guiados y circuitos, subsistemas y sistemas de RF y microondas

2.2 Experimentar con medios de transmisión y circuitos reales de RF y microondas

2.3 Planificar, diseñar, simular y probar en ordenador la respuesta de circuitos de RF y microondas.

3.- Objetivos Actitudinales:

3.1 Preocuparse por la calidad del trabajo de diseño en grupo y valorar la labor del compañero

3.2 Defender de forma escrita u oral el trabajo de diseño en grupo

3.3 Valorar con rigor y espíritu crítico los efectos de la radiación electromagnética

## Metodología

\*Clases de Teoría.

- Actividad del profesor: Se trata de una asignatura de cierta especialización teórico-práctica, donde se refleja de forma inmediata la aplicación práctica de los conceptos teóricos. Así pues, está pensada para impartirse mediante -clases magistrales-. Sin embargo, dado el carácter interdisciplinar de las materias permite que en las clases haya cierta participación del alumnado. En la organización de la clase se tiene en cuenta, que se trata de una asignatura especializada, con un temario extenso, en la que se pretende que el alumno comprenda suficientemente los conceptos básicos necesarios y su aplicación con ejemplos prácticos. Así pues, se hace más hincapié en los

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 397 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

propios contenidos que en la forma de obtenerlos.

La clase en la pizarra se complementa con el uso de transparencias, no sólo para agilizarla (dado la amplitud de la asignatura), sino porque las materias están impregnadas de dibujos, tablas, gráficas, etc.

- Actividad del estudiante: El estudiante por tanto deberá tomar apuntes de aquellos temas cuyas notas no se hayan publicado previamente así como plantear en clase las dudas que le surjan sobre el tema que se imparte.

En ausencia del profesor el alumno ha de preparar los apuntes cuando proceda, estudiar la materia y realizar los ejercicios que proponga el profesor o encuentre en la bibliografía.

#### \*Prácticas de Laboratorio.

Se realizan seis prácticas de hardware en laboratorio (ver apartado de Prácticas) y un trabajo presencial que forma parte de la práctica nº 7 (con software).

- Actividad del profesor: Cada práctica de hardware incluirá una clase previa en pizarra en la que se hace un resumen de los conceptos teóricos necesarios y se aclaran algunos puntos del trabajo a desarrollar en el laboratorio. En éste, el profesor resolverá las dudas que surjan y mostrará efectos no recogidos en teoría así como instrumentos y elementos de la materia de carácter divulgativo. En la práctica de software (nº7) el profesor explicará, con ejemplos, los programas de ordenador necesarios y propondrá temas generales para los trabajos que encauzará si es el caso.

- Actividad del estudiante: En las clases de pizarra introductorias el estudiante deberá tomar notas y estudiarlas por su cuenta. En el laboratorio deberá realizar las prácticas según el guión disponible para ello. En la práctica de software (nº7) los alumnos, en grupos de dos, realizarán el trabajo de diseño que escojan; éste deberá ir acompañado de una memoria que será calificada por el profesor.

La web de la asignatura: [www.gic.dsc.ulpgc.es](http://www.gic.dsc.ulpgc.es) o el campus virtual

No se admiten consultas 2 días antes de los exámenes.

### Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Las Prácticas completas (hasta el 30%): Ello implica aprobar el examen teórico-práctico y el trabajo de diseño de la práctica nº 7.

Consideraciones generales:

- Evaluación global de la asignatura.

Examen en convocatoria Ordinaria con una parte de Teoría (con problemas) que vale el 70% de la nota final y otro de las Prácticas de Laboratorio (teórico-práctico y en la misma fecha) que vale el 19,5 %. A la nota de estos exámenes, una vez aprobados, se le añadirá la del trabajo de la práctica nº7 (10,5%).

Hay que aprobar los dos exámenes con 5 puntos; Si no es así la nota máxima será de 4,0 puntos.

Los exámenes están limitados en tiempo y tamaño.

Cada error grave en una pregunta del examen de convocatoria supondrá un detrimento del 70% de la puntuación de la pregunta completa. Lo mismo ocurre con cualquier texto que no responda a lo que se pregunta.

- Evaluación de las prácticas. Dos métodos:

a) Evaluación continua. Implica la asistencia regular a las prácticas y entregar el trabajo de diseño por ordenador de la práctica nº 7.

Cada práctica no realizada supondrá la resta de 1 punto sobre la nota final de prácticas. Sólo si está debidamente justificada habrá una sesión para recuperarla. Con más de dos faltas sin justificar las prácticas se evaluarán por el método b).

Se realizará un examen (teórico-práctico) en la fecha de la convocatoria junto con el de teoría. Dicho examen supone el 65% del total de la nota del Laboratorio que se suma a la obtenida en el trabajo de diseño de la práctica nº7 (35%).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 398 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Si el examen se aprueba, la nota del mismo se conserva sólo si en ese curso se ha aprobado el trabajo de diseño de la práctica nº7. En caso contrario sólo se guarda hasta la convocatoria Extraordinaria de ese curso.

La nota del trabajo, por su lado, se conserva hasta la siguiente convocatoria Ordinaria (si no cambia el proyecto docente) y hace media si en el examen teórico-práctico se ha obtenido al menos 5 ptos.

b) Evaluación final junto con el examen de Teoría. Los que no realicen todas las prácticas tendrán un examen teórico-práctico distinto a los que se acojan al método de evaluación continua y han de aprobar el trabajo de la práctica nº7.

## Descripción de las Prácticas

Se hacen un total de ocho prácticas, la primera es de presentación e introducción, las seis siguientes son de hardware con instrumentación de laboratorio propia de alta frecuencia y la 7ª de análisis y diseño mediante ordenador y de la que hay que realizar un trabajo. Las prácticas de hardware se realizarán en el Laboratorio de Electrónica de Comunicaciones y las de diseño con ordenador en éste o en el Laboratorio de Teoría de la Señal. Al comienzo de las clases se elaborará una lista para confeccionar los grupos con los alumnos matriculados: sólo se podrán apuntar en clase o en las horas de tutoría, no por e-mail o teléfono. Cada grupo tendrá el mismo número de alumnos. Los alumnos que se incorporen después de confeccionarse los grupos tendrán que adaptarse estrictamente a los huecos que queden disponibles. Asimismo aquellos que hayan realizado las prácticas en años anteriores y se apunten de nuevo tendrán que realizarlas todas como si fuera la primera vez. Todas las prácticas incluyen un explicación teórica que normalmente se realizará en el aulario.

### Prácticas

P.0 Presentación del laboratorio, introducción y descripción de las prácticas (2 horas).

P.1 Medidas en cable coaxial: reflectometría (3h).

P.1.1 Transmisión de pulsos: efecto de la carga

P.1.2 Medida de longitud del cable.

P.1.3 Medida del COE

P.1.4 Medidas con señal sinusoidal

P.2 Híbridos y acopladores. Aplicación a moduladores de RF y microondas (3h).

P.2.1 Híbridos y acopladores

P.2.2 Modulador-demodulador I-Q

P.3 Moduladores analógicos de RF y microondas (3h).

P.3.1 Modulador I-Q para AM, DBL y BLU

P.3.2 Moduladores de frecuencia

P.3.3 Moduladores de fase

P.4 El modulador I-Q en aplicaciones digitales (3h).

P.4.1 Generación y filtrado de datos

P.4.2 Moduladores ASK, BPSK, QPSK y FSK

P.5 El analizador de redes (2h).

P.5.1 Descripción del banco. Diagrama de bloques

P.5.2 Proceso de calibración

P.5.3 Medida de algunos subsistemas

P.6 Medidas sobre microstrip (2h).

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 399 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- P.6.1 Diseño de la red de adaptación para una impedancia dada.  
P.6.2 Calibración y medida de la impedancia a adaptar  
P.6.3 Medida de la impedancia adaptada.  
3  
P.7 Análisis de circuitos con ordenador (12 horas).  
P.7.1 Descripción del programa diseño: ficheros kct y de datos, comandos, etc (2h.)  
P.7.2 Ejemplos: adaptación de una impedancia y análisis de cuadripolos (2h.)  
P.7.3 Utilización del programa y diseño de líneas de transmisión (2h.)  
P.7.4 Diseño de un circuito propuesto (6h.)

## Bibliografía

### [1 Básico] Microwave engineering /

David M. Pozar.  
Wiley,, New York : (1998) - (2nd ed.)  
0471170968

### [2 Básico] Introducción a la teoría de microondas /

por Vicente Ortega Castro.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Madrid : (1979) - (4ª ed.)  
8474020212

### [3 Básico] An Introduction to guided waves and microwave circuits /

Robert S. Elliott.  
Prentice Hall,, Englewood Cliffs (NJ) : (1993)  
0-13-481052-X (Prentice Hall)

### [4 Recomendado] MIC & MMIC amplifier and oscillator: circuit design /

Allen A. Sweet.  
Artech House,, Boston : (1990)  
0890063052

### [5 Recomendado] Microwave filters, impedance-matching networks, and coupling structures /

George L. Matthaei, Leo Young, E. M. T. Jones.  
Artech house,, Dedham, MA : (1980)  
0890060991

### [6 Recomendado] Microwave solid state circuit design /

Inder Bahl, Prakash Bhartia.  
John Wiley & Sons,, New York : (1988)  
0471831891

### [7 Recomendado] Design of RF and Microwave amplifiers and oscillators /

Pieter L. D. Abrie.  
Artech House,, Boston : (1999)  
089006797X

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| S1. Tema 1.1. Práctica<br>Laboratorio 0 | 4     | 2  |     |     | 4   | 1.1                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 400 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



|                                                     |   |   |   |                             |
|-----------------------------------------------------|---|---|---|-----------------------------|
| S2. Tema 1.1. Práctica de Laboratorio 1             | 4 | 2 | 5 | 1.1,2.1,2.2,3.3             |
| S3. Temas 1.1 y 1.2. Prácticas de Laboratorio 1 y 2 | 4 | 2 | 6 | 1.1,1.2,1.4,1.5,2.1,2.2     |
| S4. Temas 1.2 y 1.3. Práctica de Laboratorio 2      | 4 | 2 | 6 | 1.1,1.2,1.4,1.5,2.1,2.2     |
| S5. Tema 1.4 y 1.5. Práctica de Laboratorio 3       | 4 | 2 | 6 | 1.1,1.2,1.4,1.5,2.1,2.2     |
| S6. Tema 2.1. Prácticas de Laboratorio 3 y 4        | 4 | 2 | 6 | 1.1,1.2,1.4,1.5,2.1,2.2     |
| S7. Temas 2.1 y 2.2. Práctica de Laboratorio 4      | 4 | 2 | 6 | 1.2,1.4,1.5,2.1,2.2         |
| S8. Tema 2.2. Práctica de Laboratorio 5             | 4 | 2 | 6 | 1.2,1.4,1.5,2.1,2.2         |
| S9. Temas 3.1 y 3.2 Práctica de Laboratorio 6       | 4 | 2 | 6 | 1.3,1.4,1.5,2.1,2.2         |
| S10. Tema 3.3. Práctica de Laboratorio 7.1          | 4 | 2 | 6 | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3         |
| S11. Tema 3.4. Práctica de Laboratorio 7.2          | 4 | 2 | 6 | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |
| S12. Tema 4.1. Práctica de Laboratorio 7.3          | 4 | 2 | 6 | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |
| S13. Temas 4.1. y 4.2. Práctica de Laboratorio 7.4  | 4 | 2 | 6 | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 401 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos    |
|----------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                                                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                             |
| S14. Temas 4.2. y 4.3. Práctica de Laboratorio 7.4 | 4     | 2  |     |     | 6   | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |
| S15. Tema 5. Práctica de Laboratorio 7.4           | 4     | 2  |     |     | 9   | 1.3,1.4,2.1,2.2,2.3,3.1,3.2 |

### Equipo Docente

**BLAS PABLO DORTA NARANJO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928458079

**Correo Electrónico:** pablo.dortanaranjo@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This course is attempted to give a practical application of the basic concepts on microwaves, transmission lines, circuits parameters, etc. An other goal is to extend the acquired knowledge in the previous matter like -Communications: Circuits and Subsystems- to the components and devices that are used in signals of high frequency including the design and analysis of circuits by means of computer

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 402 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

**ASIGNATURA:** 14118 - PROYECTOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Troncal  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS: 4.8

Horas de trabajo del alumno: 120

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 20
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 10
- Horas de evaluación:
- Otras:

Horas no presenciales:

- Trabajos tutorizados (HTT): 28
- actividad independiente (HAI): 32

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Metodología, formulación y elaboración de proyectos.

### Temario

Tema I. Proyectos de ingeniería y su organización.

Profesor: Miguel Angel Rodriguez Martin.

Duración: 10 horas

1.1.- Aportacion y gestiones del ingeniero tanto en la fase de formulacion como en el de dirección facultativa en proyectos de telecomunicación. (1 horas)

1.2.- Principios y consideraciones generales en la formulación de proyectos de telecomunicación. (1 horas)

- 1.2.1 En infraestructuras.
- 1.2.2 En redes y servicios.

1.3.- Documentos integrantes de un proyecto de ingenieria de telecomunicación. (6 horas)

- 1.3.1.- Documento I: Memoria
- 1.3.1.1- Introducción, justificación y propuesta.
- 1.3.1.2- Pliego de condiciones generales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 403 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 1.3.1.3- Pliego de condiciones Particulares.
- 1.3.1.4- Formulación técnica de proyecto.
- 1.3.1.5- Presupuesto económico. Mano de obra y material

#### 1.3.2.- Documento II: Planos, graficos y esquemas

1.3.2.1- Graficos y esquemas de cables pricipales y redes de distribucion en proyectos de telecomunicacion.

1.3.2.2- Planos indice, generales y de detalle.

1.3.2.3- Diseño asistido por ordenador.

#### 1.3.3.- Documento III: La dirección facultativa.

1.3.2.1- Concurso y adjudicación.

1.3.2.2- Replanteo inicial y análisis de proyecto.

1.3.2.2- Fases y jalonamientos en la organizacion.

1.3.2.2- Precios contradictorios y su tratamiento.

1.3.2.2- Finalización y cierre de proyecto.

1.3.2.2- Finalización y cierre económico. Retenciones.

1.3.2.2- Certificado final de obra.

1.4.- La faceta de organizacion en recursos humanos, ecomicos y técnicos del ingeniero para el abordaje de un proyecto.(2 horas)

### Tema II. Planificación y gestión de proyectos.

Profesor: Pedro Pérez Carballo

Duración: 10 horas.

2.1. El proyecto en el entorno de la empresa. (1 hora)

2.2. Planificación de proyectos. (6 horas)

2.2.1. Planificación integral

2.2.2. Planificación del alcance del proyecto.

Especificaciones del producto.

2.2.3. Análisis de alternativas

2.2.4. Organización del proyecto

2.2.5. Planificación temporal

2.2.6. Gestión de recursos del proyecto

2.2.7. Planificación y control de costes

2.2.8. Plan de comunicaciones

2.2.8. Plan de riesgos

2.2.9. Plan de adquisiciones y contratos

2.2.9. Cierre del proyecto

2.3. Financiación de un proyecto. (2 horas)

2.3.1. Modelos de financiación del proyecto

2.3.2. Comercialización de la tecnología. Aspectos diferenciales.

2.4. El proceso de innovación. (1 hora)

### Tema III. Regulación básica de las telecomunicaciones.

Profesor: Rafael Pérez Jiménez.

Duración: 10 horas.

3.1. Organismos de regulación, normalización y estandarización (1 hora)

3.1.1. Organismos internacionales: ITU, ISO, IEEE, OTAN

3.1.2. Organismos europeos: ETSI, CENELEC

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 404 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 3.1.3. Organismos nacionales
- 3.2. Legislación general en telecomunicaciones (4 horas)
  - 3.2.1. Legislación supranacional
  - 3.2.2. Legislación europea
  - 3.2.3. Legislación nacional
  - 3.2.4. Legislación autonómica
  - 3.2.5. Regulaciones de ámbito local
- 3.3. Legislación específica (3 horas)
  - 3.3.1. Instalaciones radioeléctricas
  - 3.3.2. Instalaciones de planta fija
  - 3.3.3. Sistemas de televisión y radiodifusión
- 3.4. Propiedad intelectual: los derechos del ingeniero en la empresa y en el ejercicio libre (2 horas)

## Requisitos Previos

Conceptos elementales de economía y organización de empresas.

## Objetivos

Gran parte de la actividad profesional de un Ingeniero de Telecomunicación consiste en la realización de proyectos de ingeniería, abarcando tanto los campos de la planificación, dirección, gestión, diseño e implementación y relación con el cliente (antes, durante y después de la realización del proyecto).

La formación recibida en el plan de estudios se encamina principalmente a proporcionar las bases de diseño e implementación de sistemas hardware y software (conceptos, metodologías y herramientas) y capacitación de diseño avanzado (I+D).

Por tanto, los objetivos de la asignatura se pueden resumir en:

1. Relacionados con los conceptos.
  - 1.1. Conocer los diferentes tipos de proyectos y el papel que un ingeniero puede jugar en ellos.
  - 1.2. Conocer un conjunto de técnicas útiles para analizar la complejidad de un proyecto, planificar las actividades del desarrollo de un proyecto y gestionar los recursos (humanos, materiales y económicos), así como los parámetros que intervienen en la concepción y planificación de un proyecto.
  - 1.3. Señalar las metodologías que se pueden seguir según el tipo de proyecto, la gestión del mismo y la interrelación de las distintas fases que intervienen dentro de un mismo proyecto.
  - 1.4. Conocer la legislación relacionada con el sector.
2. Relacionados con los procedimientos.
  - 2.1. Elaboración de proyectos.
  - 2.2. Elaborar el CV como preparación para el mercado laboral.
  - 2.3. Elaborar el anteproyecto para la realización del PFC.
  - 2.4. Confeccionar la planificación para la realización de un producto o servicio.
  - 2.5. Aplicar las herramientas de gestión de proyectos.
  - 2.6. Buscar y acceder a la legislación existente.
3. Relacionados con las actitudes.
  - 3.1. Interesarse por las bases para comprender la ejecución de un proyecto complejo.
  - 3.2. Comunicar una visión de la gestión de los recursos tecnológicos y la innovación en el desarrollo de un proyecto.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 405 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 3.3. Presentar y defender los proyectos realizados.
- 3.4. Interesarse por la legislación existente relacionada con el sector.

## Metodología

Al tratarse de una asignatura que contiene una parte teórica y otra práctica, los medios a utilizar son de diversa naturaleza:

- Clases de teoría:
  - \* Actividad del profesor: Clases expositivas y de análisis de casos prácticos.
  - \* Actividad del estudiante:
    - + Presencial: Participación activa en clase,
    - + No Presencial: Estudio personal
- Clases Prácticas:
  - \* Actividad del profesor: Planteamiento de la práctica y explicaciones relacionadas con los procedimientos.
  - \* Actividad del estudiante:
    - + Presencial: Realización de las prácticas propuestas sobre la estación de trabajo.
    - + No presencial: Realización de tutoriales preparados para el aprendizaje de las herramientas de diseño.
- Tutorías.
  - \* Actividad presencial:
    - + Resolución de problemas y dudas de teoría y prácticas en el laboratorio.
  - \* Actividad no presencial:
    - + Resolución de dudas mediante correo electrónico u otros medios disponibles (foros, blogs, preguntas más frecuentes, etc). Esta actividad se realizará en los horarios de tutoría.

## Criterios de Evaluación

Consideraciones generales.

Dado que la asignatura se imparte por tres áreas de conocimiento diferentes, los criterios de evaluación se agrupan en:

1. Criterios comunes.
2. Criterios específicos.

1. Criterios comunes:

- a. Habrá 3 notas en total, con un valor ponderado al correspondiente número de créditos impartidos.
- b. Para aprobar la asignatura se debe obtener al menos 5 puntos en cada nota. La nota final se obtendrá por el siguiente procedimiento:
  - \* Si todas las notas están aprobadas, será la media ponderada de las calificaciones obtenidas.
  - \* Si alguna de las partes está suspendida, la nota final será el valor mínimo entre la media ponderada y 4.5 puntos ( $NF = [\text{mínimo}(\text{media}, 4.5)]$ ).
- c. Es obligatoria la asistencia regular a clase, tanto de teoría como de prácticas, para poder acogerse a la evaluación continua.
- d. Habrá un examen por temas y trabajos de prácticas, cuando proceda.
- e. Al examen de convocatoria el estudiante se podrá examinar de los temas (teóricos y prácticos) no superados indicados en los criterios específicos.

2. Criterios específicos:

Tema I. Proyectos de ingeniería y su organización:

1. Parte teórica (50%)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 406 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## 2. Parte práctica (50%)

Tema II. Planificación y gestión de proyectos:

1. Examen de teoría (30%), y
2. Entrega y presentación de prácticas con valoración positiva (70%).

Tema III. Regulación básica de las telecomunicaciones:

1. Examen sobre los contenidos del tema (100%).

Actividades que liberan materia

\* Según se indican en las consideraciones generales, temas y prácticas aprobadas.

Actividades que no liberan materia

\* ---

## Descripción de las Prácticas

Tema I. Proyectos de ingeniería y su organización.

Profesor: Miguel Angel Rodriguez Martin.

Duración: 05 horas

Profesor: Jose Francisco Delgado Garcia.

Duración: 05 horas

I.1. Participacion y aportaciones del ingeniero en un proyecto en las fases de diseño de infraestructuras de telecomunicacion, y la direccion o constructiva de los mismos. (5 horas).

I.2. Organizacion y jalonamientos de fases en los procesos de diseño y constructivos para proyectos de infraestructuras, y en redes y servicios de telecomunicacion.(2 horas).

I.3. Adjudicacion y procesos contractuales en la ejecucion de proyectos. Tratado de precios contradictorios. (3 horas).

Tema II. Planificación y gestión de proyectos.

Profesor: Pedro Pérez Carballo

Duración: 10 horas.

2.1. Propuesta de anteproyecto (2 horas).

2.2. Planificación del diseño de un producto o servicio (6 horas).

2.3. Estudio de financiación del proyecto (subvenciones de las administraciones públicas y financiación privada) (2 horas).

Tema III. Regulación básica de las telecomunicaciones.

Profesor: Rafael Pérez Jiménez.

Duración: 10 horas.

3.1. Peritaciones judiciales en el ámbito de las telecomunicaciones (2 horas)

3.2. Las organizaciones profesionales (2 horas)

3.3. El ejercicio libre (2 horas)

3.4. El ingeniero ante los grandes empleadores (2 horas)

3.5. El ingeniero en las administraciones públicas (2 horas)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 407 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Bibliografía

---

**[1 Básico] Microsoft project: version 2002 step by step /**

Carl Chatfield, Timothy Johnson.  
Microsoft Press,, Redmon : (2002)  
073561301X

---

**[2 Básico] Ingeniería de proyectos= Project engineering.**

Cos Castillo, Manuel de  
Universidad Politécnica de Madrid,, Madrid : (1992)

---

**[3 Básico] Project management: a systems approach to planning, scheduling and controlling /**

Harold Kerzner.  
John Wiley,, New York [etc.] : (2000) - (7th ed.)  
0471393428

---

**[4 Básico] Dirección y gestión de proyectos /**

Jaime Pereña Brand ; prólogo Octave Gelinier.  
Díaz de Santos,, Madrid : (1996) - (2ª ed. rev. y amp.)  
8479782498

---

**[5 Básico] Teoría general del proyecto: dirección de proyectos/project management /**

Manuel de Cos Castillo.  
Síntesis,, Madrid : (1995)  
8477383324

---

**[6 Básico] Apuntes de la asignatura**

Pedro Pérez Carballo  
- (2005/2006)

---

**[7 Básico] Finanzas: diagnóstico y planificación a corto plazo /**

por Joan Massons i Rabassa.  
Hispano Europea,, Barcelona : (1989) - (3ª ed.)  
8425508304

---

**[8 Básico] El departamento de I+D : organización y control /**

Rafael Ferre Masip.  
Marcombo,, Barcelona : (1990)  
8426707785

---

**[9 Recomendado] Tenga a su equipo motivado /**

Anne Bruce, James S. Pepitone ; edición española revisada por Hay Group.  
McGraw-Hill/Interamericana de España,, Madrid [etc.] : (2002)  
84-481-3370-6

---

**[10 Recomendado] Los clones de Silicon Valey: cómo y dónde está la nueva generación de alta tecnología /**

David Rosenberg ; trad. de Eva Paz de Urueña.  
Pearson Educación,, Londres [etc.] : (2002)  
84-205-3588-5

---

**[11 Recomendado] A guide to the project management body of knowledge: PMBOK Guide.**

Project Management Institute,, Pennsylvania : (2004) - (3rd ed.)  
193069945X

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 408 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



**[12 Recomendado] Los parques científicos y tecnológicos: una contribución fundamental al sistema de ciencia y tecnología en España.**

*Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España,, [Málaga] : (2003)*

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                                   | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                              | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| S1. El entorno profesional del Ingeniero de Telecomunicación.                                | 2     | 1  | 1   | 2   | 1   | 1.1                      |
| S2. Teoría de proyecto.                                                                      | 2     | 1  | 1   | 2   | 0   | 1.2, 1.3                 |
| S3. El proyecto tradicional.                                                                 | 2     | 1  | 1   | 2   | 1   | 1.2, 1.3                 |
| S4. Documentos integrantes de un proyecto.                                                   | 2     | 1  | 1   | 2   | 1   | 1.2, 1.3, 2.1            |
| S5. Otras actividades del Ingeniero de Telecomunicación. Introducción al control de calidad. | 2     | 1  | 1   | 2   | 1   | 1.1, 1.2, 3.3            |
| S6. Introducción. Planificación de proyectos.                                                | 2     | 1  | 1   | 0   | 1   | 1.1, 2.2, 3.1            |
| S7. Planificación de proyectos.                                                              | 2     | 1  | 1   | 2   | 1   | 1.1, 2.3                 |
| S8. Planificación de proyectos.                                                              | 2     | 1  | 1   | 2   | 3   | 1.1, 2.4                 |
| S9. Planificación de proyectos. Financiación de un proyecto.                                 | 2     | 1  | 1   | 2   | 4   | 1.1, 2.4, 3.2            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 409 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                                                     | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                                | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| S10. Financiación de un proyecto. El proceso de innovación.                                                    | 2     | 1  | 1   | 2   | 4   | 1.1, 2.5, 3.2, 3.3       |
| S11. Organismos de regulación, normalización y estandarización. Legislación general de las telecomunicaciones. | 2     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.4, 2.6, 3.4            |
| S12. Legislación general en telecomunicaciones.                                                                | 2     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.4, 2.6, 3.4            |
| S13. Legislación general en telecomunicaciones.                                                                | 2     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.4, 2.6, 3.4            |
| S14. Legislación específica.                                                                                   | 2     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.4, 2.6, 3.4            |
| S15. Propiedad intelectual: los derechos del ingeniero en la empresa y en el ejercicio libre de la profesión.  | 2     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.4, 2.6, 3.4            |

### Equipo Docente

|                                               |                                                  |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>RAFAEL PÉREZ JIMÉNEZ</b>                   | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                       |
| <b>Categoría:</b> CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD  |                                                  |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES |                                                  |
| <b>Teléfono:</b> 928452870                    | <b>Correo Electrónico:</b> rafael.perez@ulpgc.es |

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>JOSÉ FRANCISCO DELGADO GARCÍA</b>        |                                                  |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR ASOCIADO LABORAL |                                                  |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA  |                                                  |
| <b>Teléfono:</b>                            | <b>Correo Electrónico:</b> jdelgado@dit.ulpgc.es |

|                                                                                                    |                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ MARTÍN</b>                                                               | (COORDINADOR)                                      |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR ASOCIADO LABORAL                                                        |                                                    |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA TELEMÁTICA                                                         |                                                    |
| <b>Teléfono:</b> 928452976                                                                         | <b>Correo Electrónico:</b> mrodriguez@dit.ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://cic.teleco.ulpgc.es/rst/">http://cic.teleco.ulpgc.es/rst/</a> |                                                    |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 410 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**PEDRO FRANCISCO PÉREZ CARBALLO****Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928451233**Correo Electrónico:** [pedro.perezcarballo@ulpgc.es](mailto:pedro.perezcarballo@ulpgc.es)**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/carballo/index.html>**Resumen en Inglés**

Methodology for project elaboration in telecommunications.

In their professional life, future engineers will work mainly in projects. In those projects, the engineers will have to manage the tradeoffs between quality, cost and time in order to get the best solution. Also, the different phases of the lifecycle of products, processes and services in engineering are very interrelated. For that reason, it is needed a modern approach to project management to take in account the regulations and environmental aspects of them.

The subject is divided in three parts. The first takes in account then classical aspects of the projects, mainly for common telecommunication infrastructures. The second one introduces the ground knowledge (basic concepts, methods and tools) for the engineering project planning. The third part presents the basic regulations for the telecommunications projects.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Página 411 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**14119 - ORGANIZACIÓN Y  
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**ASIGNATURA:** 14119 - ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
**ÁREA:** Organización De Empresas  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Obligatoria  
**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 3

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 4,8 Horas de trabajo del alumno: 120  
 Horas presenciales: 44  
 - Horas teóricas (HT): 21  
 - Horas prácticas (HP): 13  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 7  
 - Horas de evaluación: 3 (Controles parciales)  
 - otras:  
 Horas no presenciales: 76  
 - trabajos tutorizados (HTT): 44  
 - actividad independiente (HAI): 32  
 Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

La naturaleza del trabajo directivo. Las características del proceso de dirección. La planificación y la toma de decisiones. El Diseño organizativo. El proceso de dirección. El proceso de control.

**Temario**

Tema 1. La administración de empresas y su evolución (Teóricas 3 horas; Prácticas 3 horas)

- 1.1 La administración en el nuevo milenio
- 1.2 Evolución del pensamiento administrativo

Tema 2. La gestión de empresas en un entorno global (Teóricas 3 horas; Prácticas 3 horas)

- 2.1 El entorno de los negocios internacionales
- 2.2 Los modos de entrada
- 2.3 La gestión de la empresa global

Tema 3. La dirección estratégica (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 3.1 El proceso de dirección estratégica
- 3.2 Análisis del entorno externo

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 412 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 3.3 Análisis del entorno interno
- 3.4 Propósito estratégico y misión
- 3.5 Formulación de la estrategia
- 3.6 Implantación de la estrategia
- 3.7 Resultados estratégicos

Tema 4. Toma de decisiones (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 4.1 Características de la toma de decisión directiva
- 4.2 Etapas de la toma de decisiones
- 4.3 Los límites a la toma de decisiones racional
- 4.4 La toma de decisiones en grupo
- 4.5 Habilidades para la toma de decisiones

Tema 5. La gestión de la estructura y diseño de las organizaciones (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 5.1 La dimensión vertical de la estructura organizativa
- 5.2 Departamentalización
- 5.3 Mecanismos de coordinación
- 5.4 Diseño de la organización

Tema 6. La gestión de los recursos humanos (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 6.1 El entorno de los recursos humanos
- 6.2 El proceso de gestión de los recursos humanos

Tema 7. El liderazgo y la motivación (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 7.1 ¿Cómo ser un líder eficaz?
- 7.2 Cómo se convierte una persona en líder: enfoques tradicionales
- 7.3 Cómo se convierte una persona en líder: enfoques contemporáneos
- 7.4 Motivación

Tema 8. La gestión de la comunicación (Teóricas 4 horas; Prácticas 4 horas)

- 8.1 El proceso de comunicación
- 8.2 Modelos de comunicación en las organizaciones
- 8.3 Gestión de la comunicación en las organizaciones
- 8.4 Habilidades comunicativas

## Requisitos Previos

Son de utilidad los conocimientos adquiridos en la asignatura de Economía y Gestión de Empresas del tercer curso de esta titulación, o bien, los adquiridos en la asignatura Organización de Empresas de la titulación de Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

## Objetivos

Se pretende que el alumno obtenga una serie de conocimientos y desarrolle una serie de habilidades y actitudes. De forma concreta, al superar esta asignatura el alumno debería:

1. Objetivos conceptuales:

1.1. Conocer y entender diversos conceptos relacionados con el comportamiento y el diseño

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 413 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

organizativos y la administración de empresas.

1.2. Entender la naturaleza sistémica de las empresas.

1.3. Conocer las características y dimensiones de la función directiva

1.4. Analizar situaciones y problemas complejos relacionados con la dinámica de la gestión de empresas.

1.5. Conocer las dinámicas del comportamiento individual y de grupo en las organizaciones.

2. Objetivos procedimentales:

2.1. Desarrollar la capacidad de analizar y tomar decisiones en situaciones complejas relacionadas con la actividad empresarial.

2.2. Desarrollar la capacidad de exponer y defender argumentos razonados de forma oral y escrita.

2.3. Saber trabajar y tomar decisiones en grupo.

3. Objetivos Actitudinales:

3.1. Tomar conciencia de la importancia de los recursos humanos en una organización y, por tanto, de la importancia del conocimiento del comportamiento de los individuos y de los grupos.

3.2. Ser consciente de las múltiples dimensiones, incluidas las éticas, implícitas en la toma de decisiones empresariales y laborales.

## Metodología

Las actividades que se realizarán en el desarrollo de la actividad docente de la asignatura son las siguientes:

Clases de teoría

\*Actividad del profesor: Clase expositiva simultaneada con la discusión interactiva de ejemplos relacionados con el material teórico objeto de estudio.

\*Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Tomar apuntes, participar en la discusión interactiva de la materia y los ejemplos.

-Actividad no presencial: El alumno dispone previamente, y deberá haberse leído, el material de base que se está explicando.

Trabajo en grupo:

\*Actividad del profesor: Presentación de casos prácticos para su discusión en grupo y ejercicios de desarrollo de habilidades a realizar en grupo. Organización y moderación del debate en grupo de propuestas para la resolución de casos prácticos.

\*Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Discusión, exposición y defensa en grupo de propuestas de solución a los casos prácticos. Realización en grupo de ejercicios de desarrollo de habilidades.

-Actividad no presencial: Preparación individual y/o en grupo de los casos prácticos propuestos.

Prácticas de aula

\*Actividad del profesor: Discusión y resolución de dudas suscitadas por el estudio de la materia, diversas cuestiones, casos prácticos, artículos de prensa económica u otras fuentes de información, aportados por el profesor y el alumno. Organización y conducción del debate individual y colectivo de las ideas propuestas y sus implicaciones.

\*Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Planteamiento de dudas, resolución y exposición de cuestiones, casos prácticos, artículos, etc.

-Actividad no presencial: Preparación de las actividades, búsqueda de artículos relacionados con la materia.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 414 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

#### Tutorías

\*Actividad del profesor: Resolución de dudas, asesoramiento y orientación de las actividades realizadas por los alumnos.

\*Actividad del estudiante:

-Actividad presencial: Planteamiento de dudas y demanda de orientación para la realización de las diversas actividades a realizar.

### Criterios de Evaluación

Se pretende seguir un sistema de evaluación continua. Por tanto, el método de evaluación será el siguiente:

Actividades que liberan materia:

-Controles parciales (30%)

-Planteamiento y discusión de cuestiones sobre la materia (10%)

-Discusión de cuestiones y casos prácticos y ejercicios de desarrollo de habilidades (40%)

-Lectura y comentario de prensa económica (20%)

La nota final se obtendrá por la suma de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los apartados anteriores, sin que sea necesario superar cada una de las partes por separado.

Otras consideraciones:

Se realizarán tres controles parciales de forma aleatoria. Cada uno supondrá un 10% de la calificación final.

El profesor organizará la realización del resto de las actividades a lo largo del curso.

Los alumnos que no hayan podido alcanzar una puntuación de al menos 5 en las actividades mencionadas deberán presentarse a un examen teórico-práctico que podrá constar de la realización de test, cuestiones de desarrollo, preguntas de discusión, resolución de problemas, casos, etc. Dicho examen se celebrará en la fecha de las convocatorias oficiales y tendrá una puntuación de 10 puntos sobre 10. Para superarlo el alumno tendrá que obtener un mínimo de 5 puntos.

### Descripción de las Prácticas

El material para las actividades prácticas procederá fundamentalmente de las lecturas y casos recogidos en el manual básico de la asignatura, así como los aportados por el profesor y por los propios alumnos a lo largo del curso.

### Bibliografía

#### [1 Básico] Administración /

Luis R. Gómez-Mejía ; David B. Balkin.

McGraw-Hill,, Madrid : (2003)

9701047575

#### [2 Básico] Fundamentos de dirección de empresas: conceptos y habilidades directivas /

María Iborra Juan ... [et al.] ; colaboradores: Joaquín Aldás Manzano, Tomás Félix González Cruz, Vicente Puig

Payá.

Thomson,, Madrid : (2007)

978-84-9732-371-0

#### [3 Recomendado] Administración /

Stephen P. Robbins, Mary Coulter ; traducción, José Francisco Dávila Martínez, Miguel Ángel Sánchez Carrión ; revisión técnica, Iván Aguirre Hernández ... [et al.].

Pearson Educación,, Naucalpan de Juárez : (2005) - (8ª ed.)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 415 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |     |      |     |     | Competencias y Objetivos                         |
|------------|-------|-----|------|-----|-----|--------------------------------------------------|
|            | HT    | HP  | HCT  | HTT | HAI |                                                  |
| Tema 1     | 2     | 1   | 0,25 | 3,5 | 2   | 1.1, 1.2, 1.3, 2.2, 3.1                          |
| Tema 2     | 2,5   | 1,5 | 0,75 | 4,5 | 3   | 1.1, 1.2, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2           |
| Tema 3     | 2,5   | 1,5 | 1    | 6   | 5   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2      |
| Tema 4     | 3     | 2   | 1    | 6   | 4   | 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2      |
| Tema 5     | 2,5   | 1,5 | 1    | 6   | 5   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1           |
| Tema 6     | 3     | 2   | 1    | 6   | 4   | 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2 |
| Tema 7     | 3     | 2   | 1    | 6   | 4   | 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2      |
| Tema 8     | 2,5   | 1,5 | 1    | 6   | 5   | 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2      |

### Equipo Docente

**MARÍA KATIUSKA CABRERA SUÁREZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

**Teléfono:** 928451788 **Correo Electrónico:** [kcabrera@dede.ulpgc.es](mailto:kcabrera@dede.ulpgc.es)

### Resumen en Inglés

The subject's goal is that the student gets certain knowledge and develop different abilities. Concretely, the student should:

- Get familiar with the concepts related to organizational behavior and design, and business administration.
- Know the nature of managerial job.
- Be concious about the importance of human resources in an organization and about the

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 416 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



importance of getting knowledge about individual and group behavior.

This way, the student should be able to develop the capacity to discuss, analyze and propose solutions to certain business problems and situations.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 417 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

**ASIGNATURA:** 14120 - COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3.6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):30  
 - Horas prácticas (HP):15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):0  
 - Horas de evaluación:0  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):24  
 - actividad independiente (HAI):24  
 Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Mecánica orbital. Plataforma espacial. Segmento terreno. Técnicas de acceso múltiple. Cálculo del balance de enlace. Sistemas de comunicaciones vía satélite.

### Temario

- 1.- Introducción a las comunicaciones vía satélite (2 T)
- 2.- Mecánica orbital avanzada (3 T + 1 P)
  - 2.1 Elementos orbitales
  - 2.2 Perturbaciones de la órbita
  - 2.3 Propagadores orbitales
  - 2.4 Posicionamiento en órbita
- 3.- Segmento Espacial (3 T)
  - 3.1 Plataforma espacial
  - 3.2 Carga de pago
- 4.- Segmento Terreno (3 T)
  - 4.1 Arquitectura
  - 4.2 Estación terrena

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 418 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 4.3 Centro de control
- 5.- Técnicas de Transmisión (3 T + 1 P)
- 5.1 Bandas de frecuencias
  - 5.2 Codificación de canal
  - 5.3 Multiplexación
  - 5.4 Modulaciones digitales
  - 5.5 Análisis de señales reales
- 6.- Técnicas de acceso múltiple (2 T + 1 P)
- 6.1 FDMA
  - 6.2 TDMA
  - 6.3 CDMA
  - 6.4 Acceso aleatorio
- 7.- Diseño de sistemas vía satélite (2 T + 1 P)
- 7.1 Elementos y parámetros de enlaces vía satélite
  - 7.2 Cálculo de balances de enlaces con interferencias
- 8.- Posicionamiento de satélites en órbita (2 T)
- 8.1 Lanzadores
  - 8.2 Bases de lanzamiento
- 9.- Sistemas vía satélite (6 T)
- 9.1 Sistemas de teledetección
  - 9.2 Sistemas de radionavegación
  - 9.3 Sistemas de radiodifusión
  - 9.4 Sistemas de comunicaciones móviles
  - 9.5 Sistemas de salvamento

### Requisitos Previos

Se recomienda tener los conocimientos de las siguientes asignaturas: Sistemas de Telecomunicación, Radiocomunicación y Antenas

### Objetivos

1. Objetivos conceptuales
  - 1.1 Conocer los diferentes sistemas de comunicaciones vía satélite y sus principales aplicaciones.
  - 1.2 Saber los fundamentos de mecánica orbital, perturbaciones y maniobras.
  - 1.3 Conocer en detalle los elementos que lo componen un sistema satelital (satélites, segmento terreno y lanzadores) y ser capaz de evaluarlo y dimensionarlo adecuadamente.
  - 1.4 Saber las técnicas específicas para la transmisión de la información y para la compartición de los recursos del satélite.
2. Objetivos procedimentales
  - 2.1 Manejar equipamiento para la medida de señales.
  - 2.2 Manejar herramientas de simulación y cálculo de sistemas vía satélite.
3. Objetivos actitudinales
  - 3.1 Comunicar de forma oral y/o escrita demostrando capacidad crítica.
  - 3.2 Aprender a trabajar en grupo.
  - 3.3 Apreciar y experimentar el trabajo realizado por el personal de mantenimiento y operaciones

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 419 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

de sistemas via satélite.

## Metodología

La asignatura tiene carácter optativo con 3 créditos teóricos y 1.5 prácticos. Los créditos teóricos se destinarán a la impartición de clases teóricas y resolución de problemas, con un total de 2 horas semanales y los créditos prácticos se destinarán a la realización de prácticas en laboratorio con un total de 2 horas semanales en semanas alternas.

### -Actividad del Profesor:

La parte correspondiente a los créditos de teoría (3 créditos) se realizarán mediante clases magistrales en pizarra, o usando el retroproyector o cañón. El último tema (tema 9, 6 horas) consiste en 2 horas de explicación por parte del profesor y 4 horas de exposición de trabajos por parte de los alumnos.

Los créditos de prácticas (1.5 créditos) se completan mediante la realización de prácticas de laboratorio sobre sistemas reales y mediante simulaciones. La última práctica consiste en una visita.

### - Actividad del estudiante:

Actividad presencial: El estudiante deberá atender en clase y participar de forma activa en las diferentes cuestiones planteadas y en la realización de las prácticas. Además deberá exponer de forma oral un trabajo sobre una aplicación específica.

Actividad no presencial: El alumno deberá estudiar la materia, realizar los problemas semanales propuestos, preparar las prácticas y recopilar la información correspondiente para la realización del trabajo que deberá exponer.

Todo el contenido de teoría, prácticas y problemas se encuentra en el Campus Virtual

## Criterios de Evaluación

### - Actividades que liberan materia:

Realización de las prácticas con un porcentaje del 20%.

### - Consideraciones generales:

La evaluación final de la asignatura se realizará mediante una ponderación entre la parte teórica (40%), la parte práctica (30%) y una evaluación continuada (30%) consistente en realización de problemas (10%) y un trabajo específico (20%). No es necesario aprobar cada parte por separado, pero es condición necesaria para aprobar la entrega de todos los problemas y trabajos asignados durante el curso.

La evaluación de la parte teórica se basa en un examen escrito consistente en la resolución de cuestiones teóricas y problemas prácticos.

La evaluación de la parte práctica se divide en dos partes:

- Un examen escrito a realizar en el mismo día que el examen teórico. (10%).
- Para los alumnos que asistan de forma continuada a las prácticas, el 20% restante consistirá en la asistencia a clase de prácticas con la entrega de memorias y trabajos previos en el plazo

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 420 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

estipulado. Para los que no cumplan con este requisito, este porcentaje se alcanzará con la realización de un examen en el laboratorio de forma individualizada.

## Descripción de las Prácticas

Se imparten en el laboratorio de Sistemas Radioeléctricos (Edificio B - L319) y son las siguientes:

### 1.- Introducción a los sistemas por satélite (2 h)

#### 1.1 Historia

#### 1.2 Misiones tripuladas

#### 1.3 Transbordadores

Práctica introductoria sobre diversos aspectos de los sistemas por satélite.

### 2.- Análisis de TLEs (2 h)

#### 2.1 Objetivos

#### 2.2 Elementos de 2 líneas

#### 2.3 Interfase de análisis de TLEs

Diseño de una herramienta que permita visualizar los elementos orbitales para cualquier satélite y obtener diversos parámetros asociados a dicha órbita (periodo, velocidades, etc..)

### 3.- Maniobras orbitales y perturbaciones (2 h)

#### 3.1 Objetivos

#### 3.2 Maniobras orbitales

#### 3.3 Perturbaciones

Cálculo de las diversas posibilidades para posicionar un satélite en la órbita GEO usando transferencias de Homman y cambios de plano. Estudio de los efectos de las perturbaciones sobre los parámetros orbitales.

### 4.- Apuntamiento de antenas (2 h)

#### 4.1 Objetivos

#### 4.2 Procedimiento de apuntamiento de antenas terrenas

#### 4.3 Resultados

Practicar el apuntamiento de antenas a satélites GEO usando una antena real y un medidor de campo.

### 5.- Sistema de recepción de imágenes MSG (2 h)

#### 5.1 Introducción

#### 5.2 Sistema de recepción

#### 5.3 Herramientas de procesado

Análisis de los elementos típicos de una estación receptora aplicado a la recepción de imágenes del satélite METEOSAT SECOND GENERATION.

### 6.- Procesado de imágenes de satélite (2 h)

#### 6.1 Introducción

#### 6.2 Transformaciones espectrales

#### 6.3 Transformaciones espaciales

#### 6.4 Clasificación

Familiarización con el campo de la teledetección y de las técnicas de procesado de imágenes.

### 7.- Visita INTA-CEC (3 h)

Se realizará una visita a las dependencias de la Estación Terrena de Seguimiento de Satélites del INTA en Gran Canaria para conocer los diferentes proyectos operativos, el equipamiento e instalaciones utilizadas y el trabajo de los ingenieros en el día a día.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 421 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Bibliografía

### [1 Básico] Satellite communications systems: systems, techniques and technology /

G. Maral, M. Bousquet.

John Wiley & Sons., Chichester : (1993) - (2nd ed.)

0471930326

### [2 Básico] Telecomunicación Espacial /

Javier Marcello Ruíz, Francisco Eugenio González.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa., Las Palmas de Gran Canaria : (2009)

9788492777075

### [3 Básico] Satellite communications.

Pratt, Timothy

John Wiley & Sons., New York : (1986)

0471878375

### [4 Básico] Digital satellite communications /

Tri T. Ha.

McGraw-Hill., New York [etc.] : (1990) - (2nd ed.)

0070253897

### [5 Recomendado] Space mission analysis and design /

edited by James R. Wertz and Wiley J. Larson ; coordination by Douglas Kirkpatrick, Donna Klungle.

Microcosm Press ;, El Segundo (Calif.) : (1999) - (3rd ed, [5th print. 2003].)

0-7923-5901-1 (cart.)

### [6 Recomendado] Understanding space :an introduction to astronautics /

Jerry Jon Sellers ; with contributions by William J. Astore, Robert B. Giffen, Wiley J. Larson; editor Douglas Kiskpatrick.

Mac Graw-Hill., New York : (2000)

0-07-057027-2

### [7 Recomendado] Vsat networks.

Maral, G.

John Wiley & Sons., Chichester : (1995)

0471953024

### [8 Recomendado] Elements of digital satellite communication /

William W. Wu.

Computer Science Press., Rockville : (1984)

0914894390

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 2     | 0  | 0   | 1   | 0   | 1.1                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 422 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                 | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|----------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 2, Práctica 1         | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.2, 1.1, 3.2            |
| Tema 2                     | 2     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.2                      |
| Tema 3, Práctica 2         | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 2.2, 3.2            |
| Tema 3, Tema 4             | 2     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.3                      |
| Tema 4, Práctica 3         | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.3, 2.2, 3.2            |
| Tema 5                     | 2     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.4                      |
| Tema 5, Práctica 4         | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.4, 2.1, 3.2            |
| Tema 6                     | 2     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.4                      |
| Tema 6, Tema 7, Práctica 5 | 2     | 2  | 0   | 1   | 2   | 1.4, 1.3, 2.1, 2.2, 3.2  |
| Tema 7                     | 2     | 0  | 0   | 2   | 2   | 1.3                      |
| Tema 8, Práctica 6         | 2     | 2  | 0   | 3   | 0   | 1.3, 2.2, 3.2            |
| Tema 9                     | 2     | 0  | 0   | 4   | 0   | 1.1                      |
| Tema 9, Práctica 7         | 2     | 3  | 0   | 1   | 0   | 1.1, 3.1, 3.3            |
| Tema 9                     | 2     | 0  | 0   | 0   | 0   | 1.1, 3.1                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 423 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

## Equipo Docente

**FRANCISCO JAVIER MARCELLO RUIZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928457365

**Correo Electrónico:** javier.marcello@ulpgc.es

## Resumen en Inglés

This course covers in detail all the topics of satellite communication systems.

Specifically the subjects addressed are:

- Orbits, maneuvers and perturbations
- Space platform subsystems
- Earth station technology
- Channel coding and modulation
- Satellite link design
- Applications (remote sensing, navigation, communications, broadcasting, etc.).

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 424 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |





**14121 - INGENIERÍA DE SISTEMAS  
TELEMÁTICOS**

**ASIGNATURA:** 14121 - INGENIERÍA DE SISTEMAS TELEMÁTICOS  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 3.6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:38  
 - Horas teóricas (HT):18  
 - Horas prácticas (HP):14  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):1  
 - Horas de evaluación:4  
 - otras:1  
 Horas no presenciales:52  
 - trabajos tutorizados (HTT):20.5  
 - actividad independiente (HAI):31.5  
 Idioma en que se imparte:Español

**Descriptores B.O.E.**

Gestión de Proyectos. Análisis de Requisitos. Análisis Estructurado. Modelado de Datos. Técnicas Alternativas de Análisis y Métodos Formales. Diseño e Implementación de Software. Verificación y Mantenimiento. Herramientas CASE.

**Temario**

Capítulo 1.- Introducción a la Ingeniería del software(2h)  
 Capítulo 2.- Ciclo de vida del software (2h)  
 Capítulo 3.- Fundamentos del análisis de requisitos (3h)  
 Capítulo 4.- Diseño de software (8h)  
 4.1 Fundamentos del diseño  
 4.2 Diagramas de clase UML  
 4.3 Casos de uso UML  
 4.4 Vistas dinámicas UML  
 Capítulo 5.- Patrones de diseño (2h)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 425 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Requisitos Previos

Se recomienda haber cursado programación orientada a objetos

## Objetivos

1. Objetivos conceptuales
  - 1.1 Comprender el ciclo de vida del desarrollo de proyectos software
  - 1.2 Saber confeccionar la toma de requisitos de software.
  - 1.3 Aprender a diseñar software orientado a objetos.
  - 1.4 Saber modelar, mediante UML, los diagramas de clases, casos de uso y demás vistas dinámicas.
  - 1.5 Reconocer los patrones de diseño principales.
  - 1.6 Adquirir una visión completa de los procesos implicados en la producción del Software
2. Objetivos procedimentales
  - 2.1 Aprender a manejar herramientas CASE para la toma de requisitos. Requisite Pro
  - 2.2 Aprender a modelar mediante herramientas CASE. StarUML
3. Objetivos actitudinales
  - 3.1 Comunicar de forma oral y escrita las memorias de los trabajos demostrando capacidad de análisis, síntesis y crítica.

## Metodología

### Clases de Teoría

- Actividad del profesor: Impartición de clases expositivas.
- Actividad del estudiante (presencial): Tomar apuntes, participar en clase mediante la exposición de trabajos.
- Actividad del estudiante (no-presencial): Preparar apuntes, estudiar la materia, resolver problemas planteados en clase, realizar planteados en clase.

### Clases de Prácticas de laboratorio

- Actividad del profesor: Explicación de las prácticas, resolución de dudas.
- Actividad del estudiante (presencial): Realizar prácticas de laboratorio, elaborar la materia de la práctica.

## Criterios de Evaluación

### Actividades que liberan materia:

- Realización de las prácticas en el laboratorio (40%)

### Actividades que no liberan materia:

- 4 Trabajo sobre temas complementarios (30%)

### Otras consideraciones:

Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y práctica. En caso de suspender alguna de las partes, la nota final será la menor de las notas (teoría o práctica).

Al finalizar cada práctica se debe entregar una memoria explicativa.

Los alumnos que no asistan a prácticas deberán presentar las memorias de cada práctica así

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 426 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

como realizar su defensa en el laboratorio antes de la convocatoria.

Cada error grave en una pregunta del examen de convocatoria supondrá un decremento de la mitad de la puntuación máxima de la pregunta

El aprobado en teoría se mantendrá hasta la convocatoria de septiembre

## Descripción de las Prácticas

Familiarizarse con la resolución de problemas utilizando las técnicas de orientación a objetos. Análisis de los requisitos, UML y diseño de soluciones y desarrollo de éstas utilizando lenguajes orientados a objetos. Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Arquitecturas de Ordenadores.

Práctica 1. Toma de Requisitos de Software, IEEE 830(4h)

Práctica 2. Análisis ,diseño e implementación orientada a objetos. (11h)

2.1 Análisis de problema (2h)

2.2 UML: casos de usos(4h)

2.3 Diseño de una solución (5h)

## Bibliografía

### [1 Básico] Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet /

Alfredo Weitzenfeld.

Thomson,, México : (2005)

9789706861900

### [2 Básico] Ingeniería del software /

Ian Sommerville.

Pearson Addison Wesley,, Madrid : (2005) - (7ª ed.)

8478290745

### [3 Básico] Ingeniería del software: un enfoque práctico /

Roger S. Pressman.

McGraw-Hill,, México : (2006) - (6ª ed.)

970-10-5473-3

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Presentación de la asignatura             | 1     |    |     |     |     | 1.6                      |
| Introducción a la ingeniería del software | 1     |    |     |     | 1.5 | 1.6                      |
| Ciclo de Vida del Sw                      | 2     |    |     | 5.5 | 1.5 | 1.1                      |
| Requisitos de Sw                          | 3     |    |     |     | 4.5 | 1.2, 2.1                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 427 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos               | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                          | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Diseño de Sw             | 2     |    |     | 5.5 | 1.5 | 1.3                      |
| Diagrama de Clases UML   | 3     | 4  | 1   | 4.5 | 3   | 1.4, 2.2                 |
| Casos de Uso UML         | 2     |    |     |     | 1.5 | 1.4, 2.2                 |
| Vistas dinámicas UML     | 2     | 2  |     |     | 1.5 | 1.4, 2.2                 |
| Patrones de diseño       | 2     | 2  |     |     | 1.5 | 1.5, 2.2                 |
| Trabajos Complementarios |       | 6  |     | 5   | 15  | 1.6, 3.1                 |

### Equipo Docente

**FRANCISCO ALBERTO DELGADO RAJO** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)  
**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928451226 **Correo Electrónico:** paco.rajo@ulpgc.es

**NORBERTO MANUEL RAMOS CALERO** (COORDINADOR)  
**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR  
**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**Teléfono:** 928458972 **Correo Electrónico:** norberto.ramos@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://atlantida.ulpgc.es>

### Resumen en Inglés

Software and System Engineering is an engineering discipline that is concerned with all aspects of software production and the systems involved. It consists of developed programs and associated documentation, following certain well established methodologies, that include the notations to be used, system models to be developed and rules governing these models and design guidelines.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 428 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14122 - TRATAMIENTO DE LA SEÑAL DE AUDIO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 16,5
- Horas prácticas (HP): 10
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 4,5
- Horas de evaluación: 4,5
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 29
- actividad independiente (HAI): 25,5

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Características básicas de audición y percepción. Análisis de señales de audio. Codificación de audio. Sonido tridimensional. Reconocimiento de voz. Sistemas multimedia.

### Temario

Tema 1: Introducción. (2hT+0hP)

- 1.1-Antecedentes.
- 1.2-Orientación de la asignatura.

Tema 2: Producción y percepción de audio. (2,5hT+0,5P)

- 2.1-Generación y recepción de señales.
- 2.2-Características y modelado de audio.
- 2.3-Audición y percepción.
- 2.4-Herramientas de procesado.

Tema 3: Codificación perceptiva de audio: Estándar MPEG. (3hT+1hP)

- 3.1-Tecnologías básicas.
- 3.2-Estándares MPEG1 y 2.
- 3.3-Aplicaciones.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 429 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Tema 4: Síntesis de voz. (3hT+1hP)

- 4.1-Prosodia.
- 4.2-Generación de voz.
- 4.3-Conversión Texto a Voz.

Tema 5: Diseño de sistemas de reconocimiento automático del habla. (3hT+1hP)

- 5.1-Fundamentos del reconocimiento.
- 5.2-Generación de bases de datos.
- 5.3-Extracción de características.
- 5.4-Modelos ocultos de Harkov.

Tema 6: Sistemas de sonido 3D: Auralización y modelado de salas. (3hT+1hP)

- 6.1-Propagación en una sala: ecos y reverberación.
- 6.2-Generación de respuestas impulsionales de salas.
- 6.3-Respuestas impulsionales de la cabeza.
- 6.4-Sistemas 3D.

## Requisitos Previos

Conocimientos básicos de procesamiento digital de señales.

## Objetivos

### 1 Objetivos conceptuales.

- 1.1 Conocer los problemas y las aplicaciones del procesamiento digital de audio.
- 1.2 Conocer los fundamentos de la señal de audio.
- 1.3 Conocer los fundamentos de los procesos de producción y percepción de audio.
- 1.4 Conocer los fundamentos de los sistemas de codificación de audio.
- 1.5 Conocer los fundamentos de los sistemas de síntesis de audio.
- 1.6 Conocer los fundamentos de los sistemas de reconocimiento de audio.
- 1.7 Conocer los fundamentos de los sistemas de sonido tridimensional.

### 2 Objetivos procedimentales.

- 2.1 Utilizar herramientas básicas y avanzadas de procesamiento de audio.
- 2.2 Experimentar con sistemas de codificación
- 2.3 Experimentar con sistemas de síntesis.
- 2.4 Experimentar con sistemas de reconocimiento.
- 2.5 Experimentar con sistemas de sonido tridimensional.
- 2.6 Manejar herramientas de búsqueda de información.
- 2.7 Manejar aplicaciones informáticas.
- 2.8 Diseñar, implementar y poner en funcionamiento sistemas de procesamiento de audio.
- 2.9 Planificar y cumplir objetivos y prioridades en la realización práctica de un sistema de procesamiento de audio.

### 3 Objetivos actitudinales.

- 3.1 Decidir de forma crítica sobre la realización de un sistema de procesamiento de audio.
- 3.2 Trabajar conjunta y activamente con sus compañeros de grupo, respetándolos y valorando sus opiniones.
- 3.3 Comunicar de forma oral y escrita sus conocimientos, procedimientos, resultados e ideas.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 430 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Metodología

Las actividades presenciales del profesor se dividen en: clases de teoría, clases de prácticas, tutorías y exámenes parciales.

En clases de teoría desarrolla el temario teórico de la asignatura apoyado con diversos ejercicios y se imparte en el aula, utilizando pizarra, presentaciones multimedia y aplicaciones informáticas.

Las clases de prácticas sirven para apoyar y ver el aspecto procedimental de la teoría, se desarrollan en un laboratorio de ordenadores, se implementan sistemas, se hacen simulaciones y se usan programas de orientación comercial.

Las tutorías son para ayudar a afianzar los conocimientos que los estudiantes tiene que aprender, corrigiendo los ejercicios y revisando las actividades propuestas y para seguirlos y orientarlos en su evolución, se desarrollan en el aula y se organizan de forma oral.

Los exámenes parciales son para evaluar de forma continua los conocimientos de cada tema adquiridos, se desarrollan en el aula y son pruebas escritas.

Como actividades presenciales de los estudiantes:

En clases de teoría deberán atender, tomando apuntes si lo considerasen oportuno y participar de forma activa, planteando las cuestiones que más les interesen y resolviendo los ejercicios propuestos.

En clases de prácticas deberán realizar los experimentos y simulaciones propuestas y rellenar las correspondientes memorias de los trabajos realizados

En tutorías deberán participar activamente, promoviendo sus dudas, aportando los ejercicios y resultados de actividades realizadas y mostrando la evolución sobre los conocimientos adquiridos.

En los exámenes parciales deberán cumplir con las pruebas propuestas para ser evaluados.

Como actividades no presenciales de los estudiantes:

Deberán estudiar la materia de la asignatura, con las notas tomadas en clase, la bibliografía propuesta y cualesquiera otras fuentes que considere relevante, resolver los ejercicios y realizar las actividades propuestos.

## Criterios de Evaluación

- Actividades que liberan materia:

Realización de exámenes parciales de los temas de teoría 2, 3, 4, 5 y 6 con un 50%.

Realización de las prácticas en el laboratorio con un 50%.

- Actividades que no liberan materia y puntúan sobre la nota final:

Ninguna

- Otras consideraciones:

-TEORIA.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 431 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

A lo largo del curso se propondrá la realización de exámenes parciales de los temas 2, 3, 4, 5 y 6.

La materia correspondiente a dichos exámenes se considerará liberada cuando la nota sea igual o superior a 5 y solo en la convocatoria ordinaria del curso en el que se aprueban.

Si se liberan 3 o más exámenes parciales, la nota de teoría será la media de los exámenes propuestos.

En caso contrario se deberá hacer un examen de las materias no liberadas y se hará media con las notas de las materias liberadas para obtener la nota de teoría.

#### -PRÁCTICAS.

Para los alumnos que realicen las prácticas propuestas durante el curso, éstas se puntuarán en función de la calidad del trabajo realizado individual y colectivamente, de los objetivos alcanzados, de la exposición, de la memoria presentada, del grado de cumplimiento de la planificación y de la coordinación.

Para los alumnos que no realicen las prácticas propuestas, no asistan a prácticas o quieran superar la nota de prácticas en la convocatoria extraordinaria o especial, se realizará un examen teórico-práctico que englobará los aspectos teóricos, prácticos y de organización de las prácticas propuestas durante el curso.

La teoría y las prácticas se tendrán que aprobar independientemente, en cuyo caso la nota final será igual al 50% de la nota de teoría más el 50% de la nota de prácticas. En caso contrario la nota final será el mínimo entre la nota calculada anteriormente y 4.

### Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizan en el Laboratorio de Procesado Audiovisual y Proyectos del Edificio Departamental de Señales y Comunicaciones (D128). Se desarrollan una vez que se acabe de impartir la teoría, constan de 10 horas presenciales y deberán tratar sobre alguno de los temas de la asignatura.

Será un Trabajo conjunto de todos los estudiantes, en la que tendrán que diseñar, implementar y presentar un sistema de procesado de audio propuesto por ellos mismos y que tenga la entidad suficiente para ser realizado por todos (si fueran muchos se podrían dividir en varios grupos).

Los estudiantes se agruparan en divisiones para afrontar las diferentes tareas a realizar, eligiendo un coordinador por tarea. Se planificarán en un calendario, con los objetivos y las prioridades que deberán cumplir.

Al final de las prácticas es obligatorio presentar el sistema de procesado de audio funcionando, entregar una memoria de lo hecho - indicando el trabajo, la planificación y la coordinación realizada y los objetivos alcanzados - y llevar a cabo una exposición del trabajo realizado.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 432 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



## Bibliografía

### [1 Básico] Digital speech processing: speech coding, synthesis and recognition /

*edited by A. Nejat Ince.*

*Kluwer Academic,, Boston : (1992)*

*0792392205*

### [2 Básico] 3-D audio using loudspeakers.

*Gardner, William G.*

*Kluwer Academic,, Boston : (1998)*

*0792381564*

### [3 Básico] Perceptual coding of digital audio

*Ted Painter and Andreas Spanias*

*Proceedings of the IEEE, 2000 - (4 [451-513])*

### [4 Básico] Spoken language processing: a guide to theory, algorithm, and system development /

*Xuedong Huang, Alex Acero, Hsiao-Wuen Hon.*

*Prentice Hall PTR,, Upper Saddle River (Nueva Jersey) : (2001)*

*978-0-13-022616-7*

### [5 Recomendado] Speech communication: human and machine /

*Douglas O'Shaughnessy.*

*Addison-Wesley,, Reading, Mass. : (1990)*

*0201165201*

### [6 Recomendado] Speech synthesis and recognition /

*John Holmes and Wendy Holmes.*

*Taylor & Francis,, London ; (2001) - (2nd ed.)*

*978-0-7484-0857-3*

### [7 Recomendado] Digital coding of waveforms: principles and applications to speech and video /

*N.S. Jayant, Peter Noll.*

*Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J. : (1984)*

*0132119137*

### [8 Recomendado] Fundamentals of speech synthesis and speech recognition: basic concepts, state of the art and future challenges.

*John Wiley & Sons,, Chichester : (1994)*

*0471944491*

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1     | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1.1                      |
| Tema 2     | 2.5   | 0  | 0.5 | 1   | 3.5 | 1.2, 1.3, 2.1            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 433 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos          |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                   |
| Tema 3     | 3     | 0  | 1   | 2   | 5   | 1.4, 2.2                          |
| Tema 4     | 3     | 0  | 1   | 2   | 5   | 1.5, 2.3                          |
| Tema 5     | 3     | 0  | 1   | 2   | 5   | 1.6, 2.4                          |
| Tema 6     | 3     | 0  | 1   | 2   | 5   | 1.7, 2.5                          |
| Trabajo    | 0     | 10 | 0   | 20  | 0   | 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.1, 3.2, 3.3 |

### Equipo Docente

#### JUAN LUIS NAVARRO MESA

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928458988 **Correo Electrónico:** [juanluis.navarro@ulpgc.es](mailto:juanluis.navarro@ulpgc.es)

#### PEDRO JOSÉ QUINTANA MORALES

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928451270 **Correo Electrónico:** [pedro.quintana@ulpgc.es](mailto:pedro.quintana@ulpgc.es)

### Resumen en Inglés

This subject reviews audio digital processing and their applications most interesting nowadays. We study audio characteristics, coding techniques, especially MPEG standard, synthesis techniques, 3-D audio systems, speech recognition technologies, particularly Hidden Markov Model. We teach theory in classroom and apply it in laboratory with experimental and virtual practices.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 434 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14123 - SERVICIOS MULTIMEDIA Y TIEMPO REAL  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 24
- Horas prácticas (HP): 15
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 2
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 30
- actividad independiente (HAI): 15

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Videoconferencia. Telefonía por internet. Voz sobre IP. Protocolos de tiempo real. Integración de ordenador y telefonía. Protocolos de aplicación para acceso inalámbrico. UMTS. Estándares de videoconferencia. Equipos terminales para multimedia.

### Temario

Tema 1. Introducción a los sistemas multimedia de tiempo real [4h]

- Introducción a los sistemas y servicios de comunicación multimedia en tiempo real
- Requisitos de Calidad de Servicio (QoS) de las aplicaciones multimedia

Tema 2. Estudio de servicios multimedia actuales [8h]

- El servicio de video streaming y VoIP
- El servicio de videoconferencia: estándares, terminales y aplicaciones
- Estándares de herramientas cooperativas multimedia
- Servicios de comercio electrónico en tiempo real y servicios inalámbricos actuales

Tema 3. Análisis del rendimiento de la generación de la información multimedia [6h]

- Características de los tipos de datos multimedia: voz, imagen y vídeo
- Repaso breve de teoría de la información
- Digitalización de datos multimedia: cuantificación, codificación y compresión

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 435 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- Métodos de compresión de audio y voz en directo
- Métodos de compresión de imagen
- Métodos de compresión de vídeo: optimización del movimiento
- Ejemplos de CODECs actuales para distintos servicios. Familias: JPEG, MPEG y H.26\*

#### Tema 4. Redes de acceso a Internet multimedia [6h]

- Introducción a las redes de acceso multimedia
- Estudio de la QoS de los servicios multimedia sobre las redes de acceso inalámbricas y móviles
- Estudio de la QoS de los servicios multimedia sobre redes de acceso cableadas

#### Tema 5. Servicios multimedia en redes de área extensa: Internet [6h]

- Estudio de la QoS del transporte de la información multimedia en tiempo real
- Ejemplo: protocolos de tiempo real sobre Internet y tendencias actuales

### Requisitos Previos

Se recomienda que el alumno haya cursado las asignaturas de redes de ordenadores de tercer curso y arquitectura de computadores de cuarto curso completo de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación o estudios similares.

En concreto, se recomienda que el alumno posea los conocimientos básicos sobre redes de ordenadores, fundamentos de los computadores y su programación. También sería interesante que simultaneara la docencia de protocolos y servicios.

### Objetivos

Los contenidos que se imparten deben completar los conocimientos adquiridos por el alumno a lo largo de los cursos anteriores de primer y segundo ciclo: se debe proporcionar una visión actual y los protocolos y servicios multimedia que no se han visto hasta el momento.

#### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Recordar conceptos básicos de: planificación de acciones en tiempo real, calidad de servicio, parámetros de rendimiento de la comunicación multimedia.
- 1.2 Comprender la complejidad de la codificación, compresión y tratamiento de los tipos de datos multimedia.
- 1.3 Conocer y comprender el diseño de las redes de acceso multimedia
- 1.4 Conocer y comprender el diseño de redes troncales de transporte de la información multimedia.
- 1.5 Reconocer, recordar y distinguir claramente el funcionamiento de protocolos multimedia y tiempo real de Internet.

#### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Plantear, elaborar y resolver problemas sencillos de tratamiento de la información multimedia.
- 2.2 Diseñar y desplegar servicios multimedia de baja complejidad en una Red de Área Local cableada.
- 2.3 Medir eficazmente el tráfico generado por fuentes de audio y vídeo en una Red de Área Local cableada.

#### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1 Comunicar eficientemente de forma oral y escrita las memorias de las prácticas.
- 3.2 Comunicar de manera oral y escrita, con eficacia, soluciones a los problemas sencillos de redes de ordenadores expresándolos con efectividad de manera escrita y comunicándolos correctamente de manera oral.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 436 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Metodología

La impartición de la asignatura está estructurada en los siguientes tipos de clases:

a) Teoría:

- Actividad del profesor: impartición de clases expositivas.
- Actividad del estudiante (presencial): tomar apuntes, participar en clase.
- Actividad del estudiante (no-presencial): preparar apuntes, estudiar la materia.

b) Problemas:

- Actividad del profesor: impartición de clases de solución de problemas ejemplos.
- Actividad del estudiante (presencial): participar en clase, resolver problemas sencillos propuestos previamente.
- Actividad del estudiante (no-presencial): resolver problemas planteados en clase y consultar bibliografía de problemas.

c) Prácticas de Laboratorio:

- Actividad del profesor: explicación de las prácticas, resolución de dudas.
- Actividad del estudiante (presencial): realizar las prácticas de laboratorio.
- Actividad del estudiante (no-presencial): elaborar la memoria de la práctica.

La documentación de la asignatura se facilita a través de la herramienta Campus Virtual de la ULPGC, así como otra información adicional como son foros de discusión.

## Criterios de Evaluación

La evaluación de la asignatura se hará en base a los siguientes métodos:

Actividades que liberan materia:

- Exámen final de teoría con un 70%
- Realización de prácticas con un 30%
  - Caso que se opte por realizar un trabajo de curso (ver consideraciones generales de este apartado), el 80% de teoría (5 puntos) y el 20% restante (2 puntos) el examen de teoría
- Examen parcial

Actividades que no liberan materia:

No se contemplan.

Consideraciones generales:

- De manera optativa se podrá realizar un examen parcial liberatorio a mitad de curso que se superará caso de obtener al menos el 50% de su valor máximo.
- Para liberar la parte de teoría se podrá realizar un trabajo teórico con la realización de dos entrevistas personalizadas en las que el alumno deberá demostrar el dominio de los conocimientos adquiridos y entrega de documentación en la que se demuestre la bibliografía analizada y eventualmente los resultados prácticos obtenidos (caso de ser procedente). Este trabajo puntuará sobre 5 puntos. Para ser evaluados según esta vía deben estar de acuerdo todos los alumnos con supervisión del profesor. En el caso de que todos los alumnos opten por realizar el trabajo se debe superar además al menos el 50% de un examen de teoría adicional de 2 puntos.
- Cada práctica se evaluará de forma independiente debiendo, el alumno, superar al menos la mitad de la puntuación de cada práctica: práctica 1 (hasta 1,5 puntos), práctica 2 (hasta 1,5 puntos).
- Las prácticas se evaluarán en base a: una entrevista personalizada y la entrega de una documentación que recoga: la explicación del problema tratado, detalles de implementación (sólo en la práctica 1) y su solución: se deberá aportar las soluciones adoptadas o trazas de ejecución

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 437 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

convincientes (sólo en la práctica 1).

- En caso de no superar positivamente la evaluación de las prácticas mediante entrevista y entrega de documentación deberá superar un examen final sobre las prácticas (cuestiones a resolver por escrito sobre aspectos fundamentales de las prácticas) que se realizará en las convocatorias oficiales de teoría.

- Se superará positivamente la evaluación de la asignatura en el caso de superar la parte teórica y práctica.

- En cualquier convocatoria, la nota global es la suma de las notas de teoría y práctica, y en caso de no superar la parte de teoría o la de práctica, la nota global sería el mínimo de 4,9 y la suma de la nota de teoría y prácticas (evaluación no superada).

## Descripción de las Prácticas

El alumno deberá realizar tres prácticas en el laboratorio de Arquitectura de Computadores del Departamento de Ingeniería Telemática, en la segunda planta del Pabellón C.

En las dos primeras, el alumno tomará contacto con la complejidad de la instalación de servicios multimedia y en la última se encargará de observar en detalle el tráfico que circula por la red.

La descripción breve de cada una de las prácticas es la siguiente:

### Práctica 1. Instalación de un servicio de streaming de vídeo [5 h]

Se trata de instalar un servicio de streaming de vídeo que pueda ser accedido desde terminales basados en computadores personales con interfaz de comunicación Ethernet. Se trata de observar los típicos problemas de funcionamiento de este servicio a la vez que se adquiere experiencia instalando un tipo particular de servidor de streaming.

### Práctica 2. Instalación de un servicio de VoIP [5 h]

Se trata de instalar un servidor de VoIP que sea accesible desde terminales telefónicos especializados y desde computadores personales de una red de área local Ethernet. El alumno debe demostrar destreza en el manejo de este tipo de servidores y se ganará en experiencia vital de un servicio muy actual en la empresa.

### Práctica 3. Gestión de tráfico de los servicios de vídeo y VoIP [5 h]

Se trata de observar el comportamiento de los servicios instalados en la práctica anterior mediante herramientas que analicen el tráfico que se genera en la red. Para ello, los alumnos utilizarán herramientas que ya conocen de cursos anteriores. Se trata de adquirir conocimiento profundo sobre los servicios anteriores que permitan mejorar las instalaciones realizadas potencialmente.

## Bibliografía

### [1 Básico] Multimedia communications: protocols and applications /

*edited by Franklin F. Kuo, Wolfgang Effelsberg, J. J. Garcia-Luna-Acebes.*

*Prentice-Hall, New Jersey : (1998)*

*0-13-856923-1*

### [2 Básico] Multimedia communications: applications, networks, protocols and standards /

*Fred Halsall.*

*Addison-Wesley, Harlow, England : (2001)*

*0-201-39818-4*

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 438 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

---

**[3 Básico] Multimedia communication systemstechniques, standards and networks /**

K.R. Rao, Zoran S. Bojkovic, Dragorad A. Milovanovic.  
Prentice-Hall PTR,, Upper Saddle River : (2002)  
013031398X

---

**[4 Básico] Multimedia communications networks :technologies and services /**

Mallikarjun Tatipamula, Bhumip Khasnabish, editors.  
Artech House,, Boston, Mass. : (1998)  
0890069360 (alk. paper)

---

**[5 Básico] Digital multimedia /**

Nigel Chapman and Jenny Chapman.  
John Wiley & sons,, Chichester : (2004) - (2nd ed.)  
0-470-85890-7

---

**[6 Básico] IP Telephony: packet-based multimedia communications systems /**

Olivier Hersent, David Gurle et Jean-Pierre Petit.  
Pearson,, Ediburgh : (2000)  
0-201-61910-5

---

**[7 Básico] Multimedia fundamentals /**

Ralf Steinmetz, Klara Nahrstedt.  
Prentice Hall PTR,, Upper Saddle River, NJ : (2002)  
0130313998 (v. 1)

---

**[8 Recomendado] The Internet and its protocols :a comparative approach /**

Adrian Farrel.  
Morgan Kaufmann Publishers,, Amsterdam ; (2004)  
155860913X

---

**[9 Recomendado] Aplicación de tecnologías inalámbricas al teleturismo a través de Web e Internet /**

Daniel Báez Puche ; Gonzalo Gutiérrez González, Álvaro Suárez Sarmiento, dir.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)

---

**[10 Recomendado] Aplicación para la visualización, compresión y marcado digital al agua de imágenes en entonos PDA /**

David Martín-Arroyo Romero ; Álvaro Suárez Sarmiento, Elsa María Macías López, dir.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2004)

---

**[11 Recomendado] Multimedia telecommunications /**

[edited by] Bill Whyte.  
Chapman & Hall,, London ; (1997)  
0412786001

---

**[12 Recomendado] Desarrollo de una herramienta multimedia en Java sobre IP para intercomunicación de un grupo de usuarios /**

Gabriel Limiñana Pérez; Alvaro Suárez Sarmiento, dir.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 439 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

---

**[13 Recomendado] Multimedia communications: directions and innovations /**

*Jerry D. Gibson, editor.*

*Academic Press,, San Diego, [etc.] : (2001)*

*0-12-282160-2*

---

**[14 Recomendado] Herramienta multimedia para redes inalámbricas /**

*Manuel Pérez Marín; Álvaro Suárez Sarmiento, dir.*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)*

---

**[15 Recomendado] Interfaz para el diagnóstico clínico a través de la WWW /**

*María Isabel Acevedo Hernández; Álvaro Suárez Sarmiento, dir.*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)*

---

**[16 Recomendado] Mobile and wireless design essentials /**

*Martyn Mallick.*

*Wiley,, Indianapolis, IN : (2003)*

*0471214191*

---

**[17 Recomendado] IP switching and routing essentials: understanding RIP, OSPF, BGP, MPLS, CR-LDP, and RSVP-TE.**

*Thomas, Stephen A.*

*Wiley,, New York : (2002)*

*0-471-03466-5*

---

**[18 Recomendado] Satellite networking principles and protocols /**

*Zhili Sun.*

*John Wiley & Sons,, Hoboken, N.J. : (2005)*

*9780470870273*

---

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 1; Práctica Laboratorio<br>1 _____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1, 2.2__               |
| Tema 2; Práctica Laboratorio<br>1 _____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5, 2.2__               |
| Tema 1; Práctica Laboratorio<br>1 _____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1, 2.1, 2.2, 3.2__     |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 440 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos                          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos  |
|-------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------|
|                                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                           |
| Tema 2; Práctica Laboratorio 1_____ | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5, 2.2__                |
| Tema 2; Práctica Laboratorio 1_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 2.2, 3.1                  |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.2, 2.2__                |
| Tema 2; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5, 2.1, 2.2, 3.2__      |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 2_____ | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.2, 2.2__                |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.3, 2.2__                |
| Tema 3; Práctica Laboratorio 2_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2__ |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 3_____ | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.3, 2.3__                |
| Tema 5; Práctica Laboratorio 3_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4, 2.3__                |
| Tema 4; Práctica Laboratorio 3_____ | 0     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.3, 2.3__                |
| Tema 5; Práctica Laboratorio 3_____ | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4, 2.3__                |
| Tema 5; Práctica Laboratorio 3_____ | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4, 2.1, 2.3, 3.1, 3.2__ |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 441 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Equipo Docente

### ÁLVARO SUÁREZ SARMIENTO

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451239 **Correo Electrónico:** alvaro.suarez@ulpgc.es

**WEB Personal:** [http://guigui.teleco.ulpgc.es/personal/alvaro/pagina\\_alvaro](http://guigui.teleco.ulpgc.es/personal/alvaro/pagina_alvaro).

### ELSA MARÍA MACÍAS LÓPEZ

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928458054 **Correo Electrónico:** elsa.macias@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://guigui.teleco.ulpgc.es/>

## Resumen en Inglés

Arrived at fifth course from Engineer from Telecommunication, one assumes that the student already has certain basic knowledge on the networks of computers. This knowledge have been laid the foundations throughout the previous courses of first and second cycle. For that reason, this subject serves as natural complement on the operation of the networks of present computers and in particular to be due to analyze in detail the operation of the new protocols and services of communication of multimedia traffic in the networks that allows that this traffic is transmitted in real time.

It is obvious that when having finalist character, this subject must put to the student in direct bonding with estandars of communication used at the present time.

Therefore the student must understand perfectly:

- The problematics and solutions of the present multimedia services.
- The complexity of services with requirements of real time and problems to be considered in multimedia information transmtion in real time.
- To know some important estandars and present services of multimedia communication with requirements of real time on the networks that at the moment are used in the enterprises.

Between the skills that the student must acquire is the solution of theoretical problems on multimedia traffic managing with requirements of real time.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 442 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**14124 - TRATAMIENTO DE SEÑALES  
PARA COMUNICACIONES**

**ASIGNATURA:** 14124 - TRATAMIENTO DE SEÑALES PARA COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 3.6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 26
- Horas prácticas (HP): 10
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 9
- Horas de evaluación:
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 7
- actividad independiente (HAI): 38

Idioma en que se imparte: Castellano

**Descriptores B.O.E.**

Técnicas Matemáticas para comunicaciones digitales. Teoría de la Información. Tratamiento Digital sobre canales reales. Receptores Adaptadores. Ecualizadores. Codificación de la forma de onda. Canales no lineales.

**Temario**

Tema 1: Procesado digital de señal en comunicaciones (2T+0P)

- 1.1. Bloques fundamentales en un modelo de sistema de comunicaciones
- 1.2. Análisis elemental y características más relevantes
  - 1.2.1. Codificación-decodificación de fuente
  - 1.2.2. Clasificación de la codificación de canal
  - 1.2.3. Modulación-canal-demodulación
  - 1.2.4. Efectos del modulador
  - 1.2.5. Clasificación elemental de los canales
  - 1.2.6. Componentes de los demoduladores
  - 1.2.7. Espacio de diseño de un sistema
- 1.3. Bloques fundamentales en un sistema basado en el PDS.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 443 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

## Tema 2: Teoría de la información (4T+0P)

- 2.1. Principios y fundamentos
- 2.2. Entropía de la fuente
- 2.3. Capacidad de los canales
  - 2.3.1. Entradas y salidas discretas
  - 2.3.2. Entradas discretas y salidas continuas
- 2.4. Conclusiones
- 2.5. Ejemplos

## Tema 3: Sistemas transceptores pasobanda y bandabase (6T+0P)

- 3.1. Representación analítica de señales y sistemas (revisión)
- 3.2. Estructura de los sistemas Software Defined Radio (SDR)
  - 3.2.1. Problemáticas de las unidades de radiofrecuencia y estructuras utilizadas
  - 3.2.2. Problemáticas de las unidades A/D y D/A
  - 3.2.3. Funcionamiento de los digital down converters (DDC) y digital up converters (DUC)
  - 3.2.4. Evaluación de los diferentes subsistemas disponibles para el procesamiento de la información banda base
- 3.3.1. Sistemas pasobanda con fuente de información digital
- 3.3.2. Estructura del transmisor
- 3.3.3. Estructura del receptor
  - 3.3.3.1. Recuperación de portadora
  - 3.3.3.2. Igualación
- 3.4. Sistemas pasobanda con fuente de información analógica
  - 3.4.1. Estructura del transmisor
  - 3.4.2. Estructura del receptor
- 3.5. Ejemplos de transceptores bandabase

## Tema 4: Filtrado adaptativo: igualación y cancelación (6T+0P)

- 4.1. Ámbitos y características del filtrado adaptativo
- 4.2. Minimización del MSE mediante el algoritmo de gradiente
- 4.3. El algoritmo LMS
- 4.4. Igualadores adaptativos
  - 4.4.1. Con entrenamiento
  - 4.4.2. Dirigidos por decisión
  - 4.4.3. Fraccional versus no-fraccional
  - 4.4.4. Paso banda
  - 4.4.5. Forzado-cero
  - 4.4.6. Ciegos
- 4.5. Canceladores de eco adaptativos

## Tema 5: Sincronismo temporal y frecuencial (6T+0P)

- 5.1. Introducción
- 5.2. Recuperación de portadora
  - 5.2.1. Sin ayuda de datos
  - 5.2.2. Con ayuda de datos
- 5.3. Recuperación temporal

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 444 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

- 5.3.1. Basado en cuadrado
- 5.3.2. Basado en coeficiente central
- 5.3.3. A régimen de símbolo
- 5.4. Recuperación conjunta de portadora y datos

#### Tema 6: Técnicas avanzadas en comunicaciones (6T+0P)

- 6.1. Tipos y características
- 6.2. Espectro ensanchado: secuencia directa y salto en frecuencia
- 6.3. Aplicaciones de las técnicas de espectro ensanchado
- 6.4. Multiportadoras
- 6.5. Aplicaciones de las técnicas multiportadoras

### Requisitos Previos

La asignatura recoge y hace uso de prácticamente todos aquellos conceptos básicos en el ámbito de los sistemas de comunicaciones. Se trata, por tanto, de una asignatura de amplio espectro.

Los conocimientos previos deseados, al menos el núcleo fundamental sobre el que se desarrolla la asignatura, los puede encontrar el alumno en las siguientes asignaturas del plan de estudios:

- 1) TEORIA DE LA SEÑAL (2º curso, 1er cuatrimestre)
- 2) TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN (2º curso, 2º cuatrimestre)
- 3) SISTEMAS DE TELECOMUNICACION (3er curso, 1er cuatrimestre)
- 4) TRANSMISION DIGITAL (3er curso, 2º cuatrimestre, optativa)
- 5) TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES (4º curso, 1er cuatrimestre)
- 6) CIRCUITOS Y SUBSISTEMAS DE COMUNICACIONES (4º curso, 2º cuatrimestre)

### Objetivos

#### 1.- Objetivos Conceptuales

1.1.- Conocer las técnicas de procesamiento de señal más básicas en comunicaciones, como son los sistemas adaptativos, los sistemas de recuperación de portadora y símbolo, y las técnicas de comunicaciones más avanzadas.

#### 2.- Objetivos Procedimentales

- 2.1.- Saber interpretar los conceptos de teoría de la información.
- 2.2.- Saber aplicar los conocimientos de señales analíticas para la implementación real de sistema de comunicaciones.
- 2.3.- Saber implementar un sistema de filtrado adaptativo a diferentes problemas que aparecen en los sistemas de comunicaciones.
- 2.4.- Saber plantear el conjunto de técnicas de sincronismo más adecuadas para un problema dado de sistema de comunicaciones.

#### 3.- Objetivos Actitudinales

- 3.1.- Valorar las dificultades de diseño y de implementación de una cadena de comunicaciones.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 445 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

## Metodología

### 1.- Clases magistrales:

1.1.- Actividad profesor: basada fundamentalmente con proyector, complementado puntualmente en pizarra y

simulaciones on-line.

### 1.2.- Actividad estudiante:

1.2.1.- Presencial: recopilación de información (complementaria a la de la bibliografía) y participación activa

con el planteamiento de dudas.

1.2.2.- No presencial: revisión y estudio de lo explicado, complementando con la bibliografía adjunta a cada tema.

### 2.- Clases de problemas:

2.1.- Actividad profesor: planteamiento de un conjunto de problemas reales, con limitaciones temporales y de espacio para su resolución.

2.2.- Actividad estudiante: basado en la bibliografía disponible, la que adicionalmente logre por sus medios, y apoyado en tutorías, resolver los problemas que se le proponen.

### 3.- Clases de prácticas:

3.1.- Actividad profesor: Proposición de un problema especial final, en el que se recopila todo lo estudiado previamente.

3.2.- Actividad del estudiante: la misma que en 2.2

## Criterios de Evaluación

### ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

\* La resolución de ejercicios durante el curso (hasta el 100% de la nota)

\* Exámen+Trabajo (hasta el 85% de la nota)

### ACTIVIDADES QUE NO LIBERAN MATERIA:

\* Ninguna

### OTRAS CONSIDERACIONES:

Existen dos formas de evaluarse, mediante la realización de ejercicios (evaluación continua), o mediante la evaluación de convocatoria que se explica más abajo.

#### \* Evaluación continua:

El alumno deberá resolver durante el curso un máximo de 3 ejercicios (compuestos de un conjunto de subejercicios) relacionados con la teoría impartida, los cuales deberán ser entregados en las fechas especificadas. El total de los ejercicios marcados durante el curso académico suponen el 100% de la nota de la asignatura, siendo el porcentaje que cubre cada uno de ellos dependiente de la dificultad.

#### \* Evaluación de convocatoria:

Se compone de 3 partes:

1.- El alumno deberá entregar en la fecha de la convocatoria los resultados los trabajos que se hayan marcado durante el curso académico. El valor de esta parte es de un 15%

2.- El alumno deberá realizar un examen escrito que versará sobre las cuestiones de los trabajos anteriores y sobre los contenidos de la teoría impartida. El valor de esta parte es de un 45%.

3.- El 40% restante de la nota, se obtendrá con la presentación de uno, a elegir por el alumno, de los trabajos prácticos que le presente el profesor. La evaluación incluye la revisión de la

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 446 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29    |                                                                                       |

documentación entregada, de la exposición y de las respuestas a las preguntas que sobre el tema tratado le realice el profesor, que se realizará en una sesión de duración máxima de 30 minutos.

La nota final será la suma ponderada de las 3 partes, siendo obligatorio el superar (>50%) cada una de ellas para hacer la suma. En caso contrario la nota final será como máximo de 4.0.

### Descripción de las Prácticas

Los ejercicios cubren los créditos prácticos (1,5 Cr.) y la dedicación planificada que debiera dedicar el alumno se adecúan a ellos. Dichos ejercicios son de contenido eminentemente práctico, y su resolución de carácter individual. Estos ejercicios están en todo momento tutorizados por el profesor, y están relacionados con la temática principal del curso, comunicaciones a nivel físico. Una vez evaluados por el profesor, se revisarán en el aula asignada a la asignatura.

El ejercicio 1 cubre los aspectos prácticos tratados en los temas 1 y 2 (4h).

El ejercicio 2 cubre los aspectos prácticos tratados en el tema 3 (4h).

El ejercicio 3 cubre el resto de temas (7h).

### Bibliografía

#### [1 Básico] Notas de la asignatura (incluye bibliografía por tema)

*Iván Alejandro Pérez Álvarez*

### Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos     |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                              |
| Tema 1     | 2     |    |     |     |     | 1.1                          |
| Tema 2     | 4     |    |     |     |     | 1.1, 2.1                     |
| Tema 3     | 4     | 2  |     |     | 4   | 1.1, 2.2                     |
| Problema 1 |       | 4  |     | 2   | 2   | 1.1, 2.3, 3.1                |
| Tema 4     | 4     | 2  |     |     | 2   | 1.1, 2.3                     |
| Tema 5     | 4     | 2  |     |     | 6   | 1.1, 2.4                     |
| Problema 2 |       | 4  |     | 2   |     | 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 447 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos     | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos     |
|----------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------|
|                | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                              |
| Tema 6         | 4     | 2  |     |     | 12  | 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1 |
| Problema final |       |    | 7   | 3   | 12  | 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1 |

### Equipo Docente

**IVÁN ALEJANDRO PÉREZ ÁLVAREZ** (COORDINADOR)  
**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928457362 **Correo Electrónico:** ivan.perez@ulpgc.es  
**WEB Personal:** <http://www.gic.dsc.ulpgc.es>

**EUGENIO JIMÉNEZ YGUACEL** (RESPONSABLE DE PRACTICAS)  
**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR  
**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**Teléfono:** 928457368 **Correo Electrónico:** eugenio.jimenez@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

This program covers aspects related with signals processing techniques applied to communications systems. These aspects cover subjects as adaptive filtering and equalization, time and frequency synchronization and advanced modulations techniques, as OFDM and MC-CDMA. The subject is divided in two blocks. The first one, with a duration about 1/3 over the total, is dedicated to recover and review basics aspects of the communications, as they are the information theory and description of transceiver baseband and passband systems. In the second one, is dedicated to the main aspects comment above.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 448 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



**ASIGNATURA:** 14125 - SISTEMAS RADAR  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3.6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT):30  
 - Horas prácticas (HP):15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):0  
 - Horas de evaluación:0  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):24  
 - actividad independiente (HAI):21  
 Idioma en que se imparte: Castellano

### Descriptores B.O.E.

Sistemas radiogonómicos. Radiofaros. Sistemas de navegación. Sistemas radar: Onda Continua, impulsos, Doppler, Pulsados. Extracción y procesos de datos radar: MTI, MTD, CFAR, Compresión de Pulsos.

### Temario

TEMA 0.- PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA. (1 teoría)

- 0.1.- OBJETIVOS.
- 0.2.- PROGRAMA DE TEORÍA.
- 0.3.- PROGRAMA DE PRÁCTICAS.
- 0.4.- BIBLIOGRAFÍA.
- 0.5.- EVALUACIÓN.

TEMA I.- FUNDAMENTOS DE RADAR. (2 teoría)

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 449 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 1.1.- CONCEPTOS BÁSICOS.
- 1.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RADAR.
- 1.3.- INFORMACIÓN DE LA SEÑAL RADAR. SEÑALES RECIBIDAS.
- 1.4.- FRECUENCIAS RADAR.
- 1.5.- FUNCIONES Y APLICACIONES DEL RADAR.

## TEMA II.- RADARES DE ONDA CONTINUA. (3 teoría + 1 problemas)

- 2.1.- INTRODUCCIÓN: Aislamiento transmisor / receptor.
- 2.2.- EL RADAR DE ONDA CONTINUA.
  - 2.2.1.- Efecto doppler.
  - 2.2.2.- Principio de funcionamiento.
  - 2.2.3.- Configuraciones basadas en receptor homodino.
  - 2.2.4.- Configuraciones basadas en receptor heterodino.
- 2.3.- RADAR DE ONDA CONTINUA Y FRECUENCIA MODULADA.
  - 2.3.1.- Conceptos básicos.
  - 2.3.2.- Configuraciones.
- 2.4.- VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS RADARES DE ONDA CONTINUA.
- 2.5.- APLICACIONES.

## PROBLEMAS

## TEMA III.- RADARES DE PULSOS. (3 teoría + 1 problemas)

- 3.1.- PRINCIPIOS BÁSICOS.
- 3.2.- SUBSISTEMAS DE UN RADAR PRIMARIO DE PULSOS.
  - 3.2.1.- Transmisores.
  - 3.2.2.- Duplexores.
  - 3.2.3.- Antenas.
  - 3.2.4.- Receptores.
  - 3.2.5.- Proceso de la información.
  - 3.2.6.- Presentación de datos.
- 3.3.- IMPACTOS POR EXPLORACIÓN.
- 3.4.- AMBIGÜEDAD EN DISTANCIA.
- 3.5.- RESOLUCIÓN DE UN RADAR DE PULSOS.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 450 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

- 3.5.1.- Resolución en distancia y distancia mínima.
- 3.5.2.- Resolución angular.

#### PROBLEMAS.

#### TEMA IV.- ECUACIÓN RADAR. (6 teoría + 1 problemas).

- 4.1.- INTRODUCCIÓN.
- 4.2.- ECUACIÓN RADAR IDEAL.
  - 4.2.1.- Análisis de los principales parámetros.
- 4.3.- MÍNIMA SEÑAL DETECTABLE.
  - 4.3.1.- Aspectos básicos.
  - 4.3.2.- Detección radar.
- 4.4.- RUIDO DEL RECEPTOR.
- 4.5.- RELACIÓN SEÑAL/RUIDO.
  - 4.5.1.- Introducción.
  - 4.5.2.- Receptor filtro adaptado.
  - 4.5.3.- Probabilidad de falsa alarma.
  - 4.5.4.- Probabilidad de detección.
- 4.6.- INTEGRACIÓN DE PULSOS.
- 4.7.- SECCIÓN RADAR DE BLANCOS.
  - 4.7.1.- Definición. Dependencia con la frecuencia.
  - 4.7.2.- Sección radar de blancos complejos.
  - 4.7.3.- Fluctuaciones de la señal radar.
  - 4.7.4.- Cálculo de la relación señal/ruido.
- 4.8.- PÉRDIDAS EN UN SISTEMA RADAR.
- 4.9.- EFECTOS ASOCIADOS A LA PROPAGACIÓN.
- 4.10.- RESUMEN. PREDICCIÓN DEL ALCANCE: DIAGRAMA DE BLAKE.

#### PROBLEMAS.

#### TEMA V.- CONTAMINACIÓN RADAR: CLUTTER. (2 teoría)

- 5.1.- INTRODUCCIÓN.
- 5.2.- CARACTERIZACIÓN DEL CLUTTER.
- 5.3.- CLUTTER SUPERFICIAL.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 451 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

5.3.1.- Clutter de tierra.

5.3.2.- Clutter de mar.

5.4.- CLUTTER ATMOSFÉRICO.

5.4.1.- Clutter de lluvia.

5.5.- DIAGRAMA TÍPICO DEL ENTORNO DE UN RADAR.

5.6.- SISTEMAS ANTICLUTTER.

## TEMA VI.- PROCESADO DE LA SEÑAL RADAR. (5 teoría + 1 problemas)

6.1.- SISTEMAS MTI Y DOPPLER PULSADOS.

6.1.1.- Fundamentos de los sistemas MTI.

6.1.2.- Configuración MTI coherente.

6.1.3.- Canceladores o filtros doppler MTI.

6.1.4.- Entrelazado de PRF.

6.1.5.- MTI digital.

6.1.6.- Parámetros característicos del MTI.

6.1.7.- Características y estructura de los Sistemas Doppler Pulsado.

6.1.8.- Técnicas espectrales. Sistemas MTD.

6.2.- TÉCNICAS DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA.

6.2.1.- Conceptos básicos.

6.2.2.- Integración digital.

6.2.3.- Técnicas CFAR (Constant-False-Alarm-Rate).

6.2.4.- Extractor de datos y presentación información.

6.2.4.1.- Técnica de ventana deslizante.

6.2.4.2.- Técnica monopulso.

6.3.- TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DE PULSOS.

6.3.1.- Fundamentos.

6.3.2.- Técnicas de modulación de frecuencia: Chirp.

6.3.3.- técnicas de modulación de fase: Código barker.

PROBLEMAS.

## TEMA VII.- RADARES SECUNDARIOS. ( 2 teoría)

7.1.- CONCEPTOS BÁSICOS.

7.2.- VENTAJAS DEL RADAR SECUNDARIO FRENTE AL PRIMARIO.

7.3.- CÁLCULO DEL ALCANCE DEL SSR.

7.4.- ESTRUCTURA DEL SISTEMA.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 452 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 7.4.1.- Señales de interrogación y respuesta.
- 7.4.2.- Equipos de tierra.
- 7.4.3.- El Transpondedor.

#### 7.5.- PROBLEMAS ASOCIADOS CON LOS RADARES SECUNDARIOS.

- 7.5.1.- Respuestas a lóbulos laterales.
- 7.5.2.- Interferencia entre sistemas: fruit.
- 7.5.3.- Solapamiento de respuestas: garbling.
- 7.5.4.- Blancos de segunda vuelta.
- 7.5.5.- Reflexiones y multitrayectos de interrogaciones y respuestas.

#### 7.6.- SSR MONOPULSO.

- 7.6.1.- Ventajas frente a la técnica de ventana deslizante.

#### 7.7.- TÉCNICAS FUTURAS EN RADAR SECUNDARIO: EL MODO S.

- 7.7.1.- Descripción del Modo S.
- 7.7.2.- Elementos del Modo S.
- 7.7.3.- Vigilancia.
- 7.7.4.- Señales en Modo S.

### TEMA VIII.- RADARES DE IMÁGENES. (2 teoría)

#### 8.1.- GENERALIDADES.

#### 8.2.- RADAR DE APERTURA REAL.

#### 8.3.- RADAR DE APERTURA SINTÉTICA.

- 8.3.1.- Principio general de funcionamiento.
- 8.3.2.- Configuración del sistema.
- 8.3.3.- Sistemas SEASAT y ERS.

#### 8.4.- ALTÍMETROS Y DISPERSÓMETROS.

- 8.4.1.- Altímetros.
- 8.4.2.- Dispersómetros.

### Requisitos Previos

Se recomienda conocimientos de las siguientes asignaturas previas: Radiocomunicación, Antenas, Sistemas de Telecomunicación y Alta Frecuencia

### Objetivos

1. Objetivos conceptuales
  - 1.1 Conocer los conceptos fundamentales de los sistemas radar y sus principales aplicaciones.
  - 1.2 Conocer los principios de funcionamiento, estructura y aplicaciones de los radares de onda continua, CW-FM y radares pulsados.
  - 1.3 Conocer en detalle los parámetros de diseño y estimación del alcance de un sistema radar,

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 453 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

siendo capaz de evaluarlos y dimensionarlos adecuadamente.

1.4 Saber las técnicas específicas de procesado de señal radar y las características espectrales del clutter para su eliminación.

1.5 Conocer el funcionamiento y características de los radares secundarios de control de tráfico aéreo, así como los radares de imágenes.

2. Objetivos procedimentales

2.1 Manejar equipamiento básico y avanzado para la medida de señales.

2.2 Operar y medir en sistemas radar reales a nivel de todos los subsistemas

2.3 Manejar herramientas de simulación y cálculo de sistemas radar.

3. Objetivos actitudinales

3.1 Comunicar de forma oral y/o escrita demostrando capacidad crítica.

3.2 Aprender a trabajar en grupo.

## Metodología

La asignatura tiene carácter optativo con 3 créditos teóricos y 1.5 prácticos. Los créditos teóricos se destinarán a la impartición de clases teóricas y resolución de problemas, con un total de 2 horas semanales y los créditos prácticos se destinarán a la realización de prácticas en laboratorio con un total de 2 horas semanales en semanas alternas.

-Actividad del Profesor:

La parte correspondiente a los créditos de teoría (3 créditos) se realizarán mediante clases magistrales en pizarra, o usando el retroproyector o cañón.

Los créditos de prácticas (1.5 créditos) se completan mediante la realización de prácticas de laboratorio sobre sistemas radar reales e instrumentación específica de radar y simulaciones software.

- Actividad del estudiante:

Actividad presencial: El estudiante deberá atender en clase y participar de forma activa en las diferentes cuestiones planteadas y en la realización de las prácticas.

Actividad no presencial: El alumno deberá estudiar la materia, realizar los problemas semanales propuestos, preparar las prácticas y recopilar la información correspondiente para la realización de los trabajos/problemas que se propongan para cada tema impartido.

Todo el contenido de teoría, prácticas y problemas se encuentra en el Campus Virtual

## Criterios de Evaluación

\* Actividades que liberan materia: Evaluación continua y trabajos (25% por actividad):

- o Seguimiento y aprovechamiento de las clases.
- o Participación en clase y resolución de ejercicios.
- o Trabajos de curso.
- o Realización, aprovechamiento y memoria de prácticas.

\* Actividades que no liberan materia: ninguna

\* Consideraciones generales: Para aquellos alumnos que asistan regularmente a clases de teoría y prácticas (más del 80%), la evaluación de la asignatura será:

65% Evaluación continua y trabajos (como se especifica en actividades que liberan materia.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 454 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Los trabajos y memorias de prácticas deberán entregarse antes de la fecha asignada al examen de convocatoria de la asignatura.

35% Examen teórico en la fecha de convocatoria. Este examen de la asignatura tendrá dos partes diferenciadas:

- o 75 % relativo al temario de teoría (cuestiones teóricas y problemas).
- o 25 % relativo a las prácticas (cuestiones teórico-prácticas).

Para aquellos alumnos que no asistan regularmente a clases de teoría y prácticas, la evaluación final será:

- \* Examen de teoría en la fecha designada, según convocatoria.
- \* Examen de prácticas en el laboratorio.

No es necesario aprobar cada parte por separado.

### Descripción de las Prácticas

Se imparten en el Laboratorio de Sistemas Radioeléctricos (antiguo de Radar).

Práctica 1: Instrumentación Básica y Avanzada. (2 horas)

- 1.1 - Presentación del Laboratorio de Radar
- 1.2 - Instrumentación básica: Osciloscopios analógicos y digitales, frecuencímetros y multímetros
- 1.3 - Instrumentación avanzada: Analizador de espectro, generador de señales en banda X y medidor potencia/frecuencia de microondas

Práctica 2: Radar de Onda Continua y Frecuencia Modulada. (2 horas)

- 2.1 - Introducción
- 2.2 - Radar de onda continua
- 2.3 - Radar de onda continua y frecuencia modulada
- 2.4.- Descripción del sistema de prácticas
- 2.5 - Realización de la práctica

Práctica 3: Radar de Pulsos: Descripción y Operación. (2 horas)

- 3.1 - Generalidades
- 3.2 - Subsistemas principales del radar de pulsos
- 3.3 - Descripción de los controles
- 3.4 - Procedimiento de operación
- 3.5 - Procedimiento de medida

Práctica 4: Radar de Pulsos: Unidad de Presentación Visual. (4 horas)

- 4.1 - Introducción
- 4.2 - Diagrama de bloques
- 4.3 - Medidas en la Unidad de Presentación Visual

Práctica 5: Radar de Pulsos: Transmisor. (2 horas)

- 5.1 - Introducción
- 5.2 - Diagrama de bloques
- 5.3 - Realización de medidas

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 455 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Práctica 6: Radar de Pulsos: Receptor. (2 horas)

- 6.1 - Introducción
- 6.2 - Diagrama de bloques
- 6.3 - Generador de ecos: Descripción
- 6.4 - Realización de medidas

Práctica 7: Análisis y Evaluación de Sistemas Radar Reales. (1 hora)

- 7.1 - Introducción
- 7.2 - Parámetros de los radares a evaluar
- 7.3 - Estudio previo
- 7.4 - Características del programa
- 7.5 - Descripción de la práctica

## Bibliografía

**[1 Básico] MTI and pulsed doppler radar /**

*D. Curtis Schleher.*  
*Artech House,, Boston ; London : (1991)*  
*0890063206*

**[2 Básico] Fundamentos de radar /**

*Francisco Eugenio González, F. Javier Marcello Ruiz.*  
*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (2002)*  
*8496131084*

**[3 Básico] Introduction to radar systems /**

*Merrill I. Skolnik.*  
*McGraw-Hill,, Auckland : (1980) - (2nd ed.)*  
*0070579091*

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 0             | 2     | 0  | 0   | 0   | 0   | 1.1                      |
| Tema 1, Práctica 1 | 2     | 2  | 0   | 0   | 0   | 1.2,2.1,3.1              |
| Tema 2, Práctica 2 | 4     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.2,2.2,3.1,3.2          |
| Tema 3, Práctica 3 | 4     | 2  | 0   | 2   | 3   | 1.2, 2.2,3.1,3.2         |
| Tema 4, Práctica 4 | 7     | 4  | 0   | 4   | 3   | 1.3,2.2,3.1,3.2          |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 456 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos         | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|--------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                    | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Tema 5, Práctica 5 | 2     | 2  | 0   | 4   | 3   | 1.4,2.2,3.1,3.2          |
| Tema 6, Práctica 6 | 2     | 2  | 0   | 4   | 3   | 1.4,2.2,3.1,3.2          |
| Tema 7, Práctica 7 | 2     | 1  | 0   | 4   | 3   | 1.5,2.3,3.1,3.2          |
| Tema 8             | 2     | 0  | 0   | 4   | 3   | 1.5,3.1,3.2              |

### Equipo Docente

**FRANCISCO EUGENIO GONZÁLEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928452979 **Correo Electrónico:** francisco.eugenio@ulpgc.es

**CARLOS ALBERTO CASTAÑO MORAGA**

**Categoría:** PROFESOR ASOCIADO LABORAL

**Departamento:** SEÑALES Y COMUNICACIONES

**Teléfono:** 928452981 **Correo Electrónico:** ccastano@dsc.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

Systems Radar is organized into an introductory chapter, radar fundamentals, and six chapters covering the following topics: Continuous Wave Radar, Pulsed Radar, Radar Range Equation, Radar Signal Processing and Secondary Radar.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 457 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14126 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6 Horas de trabajo del alumno: 90  
 Horas presenciales: 45  
 - Horas teóricas (HT): 28  
 - Horas prácticas (HP): 15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 0  
 - Horas de evaluación: 2  
 - otras: 0  
 Horas no presenciales: 45  
 - trabajos tutorizados (HTT): 16  
 - actividad independiente (HAI): 29  
 Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Componentes activos y pasivos en electrónica de potencia. Circuitos rectificadores, interruptores estáticos. Protecciones. Circuitos reguladores. Fuentes conmutadas. Circuitos inversores. Aplicaciones y sistemas.

### Temario

TEMA 1.- FUNDAMENTOS DE LOS DISPOSITIVOS EN ELECTRONICA DE POTENCIA. COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS. (8 horas)

- 1.1.- Introducción a la Electrónica de Potencia.
- 1.2.- El Diodo de Potencia
- 1.3.- El BJT de potencia.
- 1.4.- El MOSFET de potencia.
- 1.5.- El IGBT.
- 1.6.- El TIRISTOR.
- 1.7.- Otros semiconductores de potencia.
- 1.8.- Componentes pasivos de potencia. Componentes de Control. Asociación de semiconductores de potencia. Protección de semiconductores.

TEMA 2.- INTERRUPTORES ESTÁTICOS. (2 horas)

- 2.1.- De corriente continua.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 458 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

2.2.- De corriente alterna.

TEMA 3.- CIRCUITOS RECTIFICADORES. (4 horas)

3.1.- No controlados

3.1.1.- Montajes de Media Onda.

3.1.2.- Montajes de Onda Completa.

3.2.- Controlados.

3.2.1.- Montajes de Media Onda.

3.2.2.- Montajes de Onda Completa.

3.3.- Filtros de C.C.

TEMA 4.- CIRCUITOS REGULADORES DE TENSIÓN. (4 horas)

4.1.- De tensión continua.

4.1.1.- Disipativos.

4.1.2.- No disipativos.

4.2.- De tensión alterna.

4.2.1.- Regulador Monofásico con carga inductiva.

TEMA 5.- FUENTES CONMUTADAS. (4 horas)

5.1.- Regulador Directo con transformador.

5.2.- Convertidor con transformador de Toma Media.

5.3.- Convertidor con batería de Toma Media.

5.4.- Convertidor en Puente.

TEMA 6.- INVERSORES. (4 horas)

6.1.- Configuraciones.

6.2.- Regulación de la tensión de salida.

6.3.- Filtros.

TEMA 7.- APLICACIONES. (2 horas)

7.1.- La red eléctrica.

7.1.1.- Perturbaciones de la red.

7.1.2.- Calidad y seguridad de la red.

7.2.- Acondicionadores de línea.

7.3.- Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.).

## Objetivos

1.- Objetivos conceptuales

C.1.1. Conocer y analizar los componentes y circuitos básicos de electrónica de potencia para la gestión de la energía eléctrica

2.- Objetivos Instrumentales.

I.2.1. Simular y aplicar los circuitos básicos de conversión de la energía eléctrica en electrónica de potencia

3.- Objetivos Actitudinales

A.3.1. Participar activamente en las clases de teoría y de prácticas

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 459 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Metodología

Presencial:

Clases de Teoría

Profesor: Clases expositivas con debate

Alumno: Tomar apuntes y plantear dudas participando en el debate

Clases de Prácticas:

Profesor: Clases expositivas con simulación

Alumno: Tomar apuntes y plantear dudas participando en la clase

Tutorías:

Profesor: Seguimiento de realización de trabajos propuestos. Tutorización de trabajos

Alumno: Exposición de dudas y resultados de trabajos propuestos.

No presencial:

Alumno: Preparar apuntes, realizar trabajos, realizar prácticas de simulación

## Criterios de Evaluación

ACTIVIDADES QUE LIBERAN MATERIA:

Examen de teoría: 50% de la nota

Trabajos sobre el temario de teoría: 10% de la nota

Prácticas: 40% de la nota

ACTIVIDADES QUE NO LIBERAN MATERIA:

Presentación de trabajos sobre temas complementarios: hasta 0,5 puntos.

Exposiciones orales: hasta 1 punto.

OTRAS CONSIDERACIONES:

Se deben aprobar ambas partes por separado, teoría y prácticas.

Para superar las prácticas el alumno deberá presentar al menos el 70% de las prácticas.

El examen de convocatoria es único y se realizará de acuerdo a la normativa existente.

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Electrónica Industrial.

Las prácticas a realizar se escogerán de entre las siguientes realizando un mínimo de 15 horas:

PRÁCTICA 1.- INTERRUPTOR ESTÁTICO DE POTENCIA (5 horas)

1.1.- Estudio y simulación en un sistema de C.A.

1.2.- Red acicaladora.

1.3.- Simulación con MOSFET de potencia.

1.4.- Conmutación sobre carga resistiva e inductiva.

PRÁCTICA 2.- EL DIODO (5 horas)

2.1.- Rectificación sobre carga inductiva.

2.2.- Simulación.

2.3.- Obtención de parámetros del circuito.

Página 3

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 460 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

### PRÁCTICA 3.- RECTIFICADOR BIFÁSICO DE ONDA COMPLETA (10 horas)

- 3.1.- Simulación de u rectificador práctico.
- 3.2.- Obtención de parámetros del circuito.
- 3.3.- Filtro de C.C.

### PRÁCTICA 4.- REGULADOR CC/CC BOOST (10 horas)

- 4.1.- Diseño y simulación.
- 4.2.- Variación de la ganancia de tensión.
- 4.3.- Límite de ganancia máxima.
- 4.4.- Comportamiento dinámico

### PRÁCTICA 5.- REGULADOR CC/CC BUCK (10 horas)

- 5.1.- Diseño y simulación.
- 5.2.- Variación de la ganancia de tensión.
- 5.3.- Límite de ganancia.
- 5.4.- Comportamiento dinámico.

### PRÁCTICA 6.- INVERSORES (10 horas)

- 6.1.- Inversores monofásicos de puente completo.
  - 6.1.1.- Control PWM bipolar.
  - 6.1.2.- Control PWM unipolar.
- 6.2. Eliminación de armónicos programada.

## Bibliografía

#### [1 Básico] Electrónica de potencia :componentes, topologías y equipos /

Salvador Martínez García, Juan Andrés Gualda Gil.  
Thomson,, Madrid : (2006)  
84-9732-397-1

#### [2 Recomendado] Electrónica industrial: técnicas de potencia /

Juan Andrés Gualda Gil, Salvador Martínez García, Pedro Manuel Martínez Martínez.  
Marcombo,, Barcelona : (1991) - ([2ª ed.].)  
8426708439

#### [3 Recomendado] Power electronics : converters, applications and design.

Mohan, Ned  
John Wiley & Sons,, New York : (1995) - (2nd ed.)  
0471584088

#### [4 Recomendado] SPICE for power electronics and electric power /

Muhammad H. Rashid.  
Prentice Hall,, Englewood Cliff, NJ : (1993)  
0130304204. -- 0135601290

#### [5 Recomendado] Power electronics: circuits devices and applications /

Muhammad Harunur Rashid.  
Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J : (1993) - (2nd ed.)  
013678996X

#### [6 Recomendado] Introducción al estudio dinámico de circuitos reguladores con variables de estado /

Ricardo Aguasca Colomo, Ignacio Cabrera Ortega y Jose García Montesdeoca.  
Universidad. Servicio de Publicaciones y Producción Documental,, [Las Palmas de Gran Canaria] : (2004)  
8489528837

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 461 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

**[7 Recomendado] Alimentación de equipos informáticos y otras cargas críticas /**

Salvador Martínez García.  
 , McGraw-Hill, Madrid, (1992)  
 847615920X

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| T1         | 2     |    |     |     | 3   | C11                      |
| T1         | 2     |    |     |     | 3   | C11                      |
| T1         | 2     |    |     |     | 3   | C11                      |
| T1,P1      | 2     | 2  |     | 2   |     | C11, I21                 |
| T2, P2     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, I21                 |
| T3         | 2     |    |     |     | 3   | C11                      |
| T3, P3     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, I21                 |
| T4         | 2     |    |     |     | 3   | C11                      |
| T4, P4     | 2     | 1  |     | 2   | 1   | C11, A31                 |
| T5, P4     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, I21                 |
| T5, P5     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, I21, A31            |
| T6, P6     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, A31                 |
| T6, P6     | 2     | 2  |     | 2   | 1   | C11, I21                 |
| T7         | 1     |    |     |     | 3   | C11, A31                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 462 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| T7         | 1     |    |     |     | 3   | C11, A31                 |

### Equipo Docente

|                                                                              |               |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>RICARDO AGUASCA COLOMO</b>                                                | (COORDINADOR) |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD                                     |               |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                     |               |
| <b>Teléfono:</b> 928451264 <b>Correo Electrónico:</b> raguasca@diea.ulpgc.es |               |

|                                                                                                                                        |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>RODOLFO MARTÍN HERNÁNDEZ</b>                                                                                                        | (RESPONSABLE DE PRACTICAS) |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA                                                                                     |                            |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                               |                            |
| <b>Teléfono:</b> 928451268 <b>Correo Electrónico:</b> rmartin@diea.ulpgc.es                                                            |                            |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.diea.ulpgc.es/users/rmartin/index.html">http://www.diea.ulpgc.es/users/rmartin/index.html</a> |                            |

### Resumen en Inglés

The student will have to acquire reasonable a scientific base, that allows him to analyze the different studied electronic circuits. Also he will have to know the main applications the Electronics of Power in the field of the telecommunications, doing special work in the foundations of the switching dc-dc sources.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 463 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14127 - PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE REDES DE COMUNICACIÓN  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA TELEMÁTICA  
**ÁREA:** Ingeniería Telemática  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 9
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 4
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 6
- actividad independiente (HAI): 39

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

El proceso de planificación. Tecnología: Servicios e inversiones. Mercado: ingresos y costes. Arquitecturas de gestión de red integrada: TMN. Modelo de gestión de red OSI. Modelo de gestión de red SNMP.

### Temario

#### BLOQUE TEMÁTICO I: PLANIFICACIÓN DE REDES

##### TEMA 1. Introducción (2h)

- Entorno de diseño de una red
- Procedimientos de diseño

##### TEMA 2. Técnicas financieras (4h)

- Necesidades de planificación financiera
- Terminología
- Modelos de decisión
- Modelos financieros bajo incertidumbre

##### TEMA 3. Modelado de colas y tráfico (5h)

- Introducción

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 464 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



- Fundamentos de colas.
- Métodos de análisis de colas
- Modelos y sus limitaciones

#### TEMA 4. Técnicas de colas (5h)

- Modelos de colas básicos (M/M/1, M/M1/k, M/M/c, &)
- Modelos de tráfico

### BLOQUE TEMÁTICO II: GESTIÓN DE REDES

#### TEMA 5. Introducción (2h)

- Definición y objetivos de la gestión de red.
- Diseño organizativo de un Centro de Gestión de Red
- Recursos implicados en el Centro de Gestión de Red

#### TEMA 6. Arquitecturas de gestión de red integrada: TMN (4h)

- Motivación de la gestión de red integrada.
- Modelos de Gestión de Red: Orígenes y claves de diseño.
- Arquitectura TMN

#### TEMA 7. Modelo de gestión de red OSI. (4h)

- Objetivos y esquema general
- Modelo Funcional · Modelo Organizacional
- Modelo de comunicaciones: CMIP
- Modelo de Información: GDMO

#### TEMA 8: Modelo de gestión de red SNMP (4h)

- Premisas de Diseño
- Modelo de información: SMI
- Bases de Información de Gestión
- Protocolo SNMP
- Ejemplos de MIB: monitorización de tráfico RMON
- SNMPv3

### Requisitos Previos

Se recomienda que los alumnos tengan conocimientos de redes de comunicación. Asimismo se recomienda que tengan conocimientos mínimos de estadística (Variable aleatoria)

### Objetivos

#### OBJETIVOS

#### CONCEPTUALES:

- 1.- Conocer los métodos y el proceso de planificación de una red de comunicaciones
- 2.- Conocer los diferentes tipos de redes existentes en la actualidad.
- 3.- Conocer el proceso de planificación económica de una red.
- 6.- Conocer herramientas matemáticas de modelado de redes.

#### PROCEDIMENTALES:

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 465 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 4.- Exponer proyectos de planificación en público.
- 5.- Planificar redes empleando herramientas informáticas de planificación y de gestión de red.
- 7.- Gestionar redes empleando los principales sistemas de gestión de red.

## Metodología

LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DOCENTE INCLUYE:

### CLASES DE TEORÍA:

Actividad del profesor:

Clases para impartir conceptos teóricos básicos simultaneando exposición mediante diapositivas con el uso de la pizarra.

Actividad del estudiante:

- 1.- Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.
- 2.- Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y documentación.

### PROBLEMAS:

Actividad del profesor:

Introducción a la metodología de la solución de problemas tipo y resolución (con la participación de los alumnos) de problemas relacionados con la materia impartida en teoría.

Actividad del estudiante:

- 1.- Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.
- 2.- Actividad no presencial: Realización de otros problemas propuestos por el profesor y recopilación de otros problemas en la bibliografía propuesta de la asignatura.

### TUTORÍAS ECTS:

Actividad del profesor: Tutorización de alumnos de forma individual y en pequeños grupos para solventar dudas surgidas en la realización de problemas, así como para la realización de los trabajos propuestos.

Actividad del estudiante:

- 1.- Actividad presencial: Planteamiento de dudas y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.
- 2.- Actividad no presencial: Enfoque del trabajo individual propuesto y resolución (partiendo de las tutorías con el profesor) de los problemas pendientes.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 466 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## TUTORÍAS:

Actividad del profesor: Resolución de dudas y asesoramiento y corrección de las tareas realizadas por los alumnos, principalmente los problemas propuestos y no resueltos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial y no presencial (correo electrónico o Campus Virtual): planteamiento de dudas.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

Actividad del profesor: Impartir la introducción a las prácticas a realizar, Crear los guiones de las prácticas comunes a los grupos de alumnos. En la segunda mitad del curso, generar una práctica individual (ejemplo práctico real) para cada alumno y supervisar y tutorizar la correcta realización por parte del alumno.

Actividad del estudiante:

1.- Actividad presencial: Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

2.- Actividad no presencial: Planteamiento, diseño y ejecución de la solución de la práctica individual (ejemplo práctico real). En el caso de las prácticas comunes: lectura y análisis previo a la entrada en el laboratorio del problema propuesto en la práctica y, después del laboratorio, sacar conclusiones de la misma y análisis de los resultados obtenidos.

## Criterios de Evaluación

- La evaluación del bloque temático 1 se llevará a cabo mediante un examen práctico que tendrá un peso de un 30% del valor final de la nota.

- El bloque temático 2 se evaluará mediante la realización de una trabajo y su exposición. Esta parte de la asignatura tendrá un valor del 60% (40% trabajo y 20% su presentación)

- La asistencia a clase, así como la participación en las mismas tendrá un peso de hasta el 10% de la nota final.

- Consideraciones generales:

Las prácticas son obligatorias, y no contribuyen en la evaluación final. Las practicas se evaluaran como APTO/NO APTO. En caso de que el alumno, no haya asistido a las mismas, se exigirá la memoria de las practicas o la realizacion de un examen practico sobre las mismas.

## Descripción de las Prácticas

PRÁCTICA 1. Familiarización con herramientas informáticas de planificación de red. 3 horas.

(1h) Conocer el entorno de simulación

(2h) Planificación de una red modelo

PRÁCTICA 2. Familiarización con herramientas informáticas de modelado de colas. 2 horas

Modelado y resolución de un problema de planificación de red desde el punto de vista de la teoría

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 467 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

de colas.

PRÁCTICA 3. Simulación y modelado de un problema real de planificación de una red amplia. 4 horas.

Modelado del problema y simulación del mismo empleando herramientas informáticas vistas en prácticas anteriores.

## Bibliografía

### [1 Básico] Queuing theory and telecommunications :networks and applications /

by Giovanni Giambene.  
Springer., New York : (2005)  
0387240659

### [2 Básico] Network management: techniques, tools and systems /

Gilbert Held.  
John Wiley & Sons., Chichester : (1992)  
0471927813

### [3 Básico] SNMP, SNMPv2, and CMIP: the practical guide to network management standards /

William Stallings.  
Addison-Wesley., Reading, Mass. : (1993)  
0201633310

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                                                  | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                             | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| 1.- BLOQUE TEMÁTICO I:<br>Planificación de Redes.Tema<br>1: Introducción_____                               | 3     | 0  | 0   | 0   | 3   | Objetivos 1 y 2          |
| BLOQUE TEMÁTICO I:<br>Planificación de Redes.Tema<br>II: Técnicas financieras y<br>modelos de Planificación | 6     | 0  | 0   | 0   | 4   | Objetivos 1,2 y 3        |
| BLOQUE TEMÁTICO I:<br>Planificación de Redes. Tema<br>3: Modelado de colas y tráfico.                       | 5     | 1  | 0.8 | 0   | 4   | Objetivos 1,2 y 6        |
| BLOQUE TEMÁTICO I:<br>Planificación de Redes. Tema<br>4: Técnicas de colas                                  | 5     | 2  | 0   | 2   | 6   | Objetivos 1,2 y 6        |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 468 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                                                           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| BLOQUE TEMÁTICO<br>II:Gestión de Redes. Tema 5:<br>Introducción.                                     | 2     | 0  | 0   | 0   | 3   | Objetivos 2,5 y 7        |
| BLOQUE TEMÁTICO<br>II:Gestión de Redes. Tema 6:<br>Arquitecturas de gestión de red<br>integrada: TMN | 4     | 2  | 0,2 | 0   | 6   | Objetivos 2,5 y 7        |
| BLOQUE TEMÁTICO<br>II:Gestión de Redes.TEMA 7.<br>Modelo de gestión de red OSI.                      | 3     | 2  | 0   | 0   | 6   | Objetivos 2,4,5 y 7      |
| BLOQUE TEMÁTICO<br>II:Gestión de Redes. TEMA 8:<br>Modelo de gestión de red<br>SNMP                  | 5     | 2  | 0   | 4   | 8   | Objetivos 2,4,5 y 7      |

### Equipo Docente

**FRANCISCO ALBERTO DELGADO RAJO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR

**Departamento:** INGENIERÍA TELEMÁTICA

**Teléfono:** 928451226 **Correo Electrónico:** paco.rajo@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The objectives of this issue are:

- Training in Network planning, specially in technical planning, Network Architecture, Protocols and Network standards.
- Basic Standards on Network management: TMN, SMTP and OSI model.
- Introduction to Network performance simulations.
- Fundamentals on Queueing theory.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 469 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

**ASIGNATURA:** 14128 - MICROPROCESADORES PARA COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS:3,6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:45  
 - Horas teóricas (HT):30  
 - Horas prácticas (HP):13  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):  
 - Horas de evaluación:2  
 - otras:  
 Horas no presenciales:90  
 - trabajos tutorizados (HTT):  
 - actividad independiente (HAI):90  
 Idioma en que se imparte:  
 español

### Descriptores B.O.E.

Arquitectura, funcionalidad, interfaces y ejemplos de programación y aplicaciones de microprocesadores: RISC y DSP para terminales y equipos de red RISC con extensiones para gráficos y vídeo. RISC superescalares para nodos de las redes de acceso y conmutación CISC para supervisión y control.

### Temario

Microprocesadores para Comunicaciones

1. Introducción. (4 horas)
  - Campos de aplicación de los microprocesadores en comunicaciones.
  - PCs, servidores, nodos de red, procesadores empujados para DSP, microcontrol o multimedia.
  - Tendencias tecnológicas. Fabricantes. Productos.
  - Una primera visión para los trabajos de final de curso.
  - Una primera visión para las prácticas de laboratorio.
  - Medida de prestaciones, benchmarking, elementos de análisis comparativo y selección de productos.
  - Benchmark suites: SPEC, TPC, EEMBC, otros.
  - Estudio de la ecuación para la medida de prestaciones en CPU de un solo core:

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 470 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

TPP = IPP x MCPI x CCPMC x GPCC x TPG

- Paralelismo, múltiples cores, múltiples procesadores.
- OpenMP.
- C y SystemC.
- Simulación y Lenguajes de descripción de arquitecturas.

2. Paralelismo a nivel de instrucciones ILP y planificación estática y dinámica de su ejecución. (12 horas)

- Dependencias y conflictos en cauces de ejecución segmentados. (1 hora)
- Planificación dinámica con emisión simple. (2 horas)
- Predicción dinámica de saltos. (1 hora)
- Emisión múltiple dinámica a múltiples cauces de ejecución. (1 hora)
- Superescalares con planificación estática. (1 hora)
- Superescalares con planificación dinámica (y apoyo a diseño en lab). (2 horas)
- Ejecución con especulación dinámica y reordenación (y apoyo a diseño en lab). (2 horas)
- Limitaciones y benchmarking en procesadores con ILP. (1 hora)
- Microarquitecturas Intel P6 e Intel Pentium4. (1 hora)

3. ILP con predicción, emisión múltiple, y planificación estática. (4 horas)

- Planificación de bucles.
- Predicción estática de saltos.
- Emisión múltiple con VLIW y planificación global y de trazas.
- Soporte hardware a VLIW.
- Microarquitectura Intel IA64 en Itanium e Itanium2.
- EPIC

4. Procesadores empujados. (4 horas)

- Microcontroladores CISC y RISC sencillos.
- DSPs.
- Microprocesadores supersegmentados.
- Procesadores para Codiseño HW-SW en FPGA y SoC.
- Custom Embedded Processors.
- Una segunda visión para los trabajos de curso.

5. Paralelismo multi-hilo SMT, chips multiprocesadores CMP, cachés, soporte y sincronización sistema operativo, programación. (4 horas)

- Memoria compartida centralizada SMP, UMA.
- Memoria compartida distribuida DSM, NUMA.
- Multi-cores y arquitectura de comunicación.
- Clusters VLIW en chip, clusters de un ISA, clusters de array y clusters mixtos.
- Medida de prestaciones de la arquitectura de comunicaciones en chip.
- Programación y sistemas operativos.

6. Presentación y defensa de trabajos varios (2 horas, por grupos)

Ejemplos de trabajos de libre elección del curso anterior:

1 Procesadores de tipo VLIW para Multimedia

2 Aplicaciones, elegir un campo:

Digital Still Cameras

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 471 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

Digital Video Cameras  
 Portable 3D Gaming Devices  
 Mobile Multimedia Phone  
 Mobile TV devices  
 Portable Media Recorder/Players

3 Novedades comerciales en congresos: Consumer Electronics Las Vegas, 3GSM Barcelona.

4 Novedades Cientificas en congresos DAC, DATE, ICCAD, ISCAS

5 Novedades Cientificas en congresos MPSoC, Embedded Systems Conference, Multicore Conference

6 OS para SoC: Nucleus

7 IBM Cell Processor

8 Novedades técnicas (NT) MIPS, Microprocessor Report

9 NT ARM, Intel-ARM XScale

10 NT TI DSP

11 NT Altera

12 NT Xilinx

13 Intel P6 vs Pentium4

14 Intel EM64T

15 Intel MMX, SSE1,2,3

16 AMD 64b Dual cores, AMD vs Intel

17 Intel IA64 y HP Itanium McKinley, Itanium2 Madison

18 Intel servers roadmap: Xeon, Dual core, Quad core, Multicore, Hyperthreading

19 Sun Servers, Ultrasparc IV+ vs Intel

20 IBM servers, PowerPC vs Intel vs Ultra

21 STM Nomadik Flexware

22 ChipMultiProcessor (CMP) versus SimultaneousMultiThreading (SMT)

23 Infineon Tricore2

24 Embedded hard IP cores : Xilinx 32b PowerPC, Altera 32b ARM

25 Soft IP cores: Xilinx 8b PicoBlaze, Xilinx 32b MicroBlaze, Altera 32b Nios

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 472 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |





- 26 NT nVIDIA Corp
- 27 NT Broadcom
- 28 NT Tensilica
- 29 NT Philips Eclipse, (Picasso, Camellia, Rembrandt), Nexperia
- 30 Proyecto Camellia ARM922+ HWImage processors
- 31 Proyecto ARTEMI y ARTEMI+ TI DSP 644/VirtexII/Davinci/OMAP verus Altera/Xilinx platforms
- 32 Modelos de programación e interfaz de usuario en móviles:  
Plataformas software para móviles y SoC: Linux®, Nucleus™, OSE, Palm OS®, SavaJe OS, Symbian OS™, Microsoft Windows Mobile™
- 33 RTOS, RTK, EmbeddedRTOS
- 34 ITRS 2005 Design Technology Roadmap
- 35 Superescalar de prácticas y alternativas
- 36 Sugerencias de los alumnos

### Requisitos Previos

Basta haber seguido con interés las asignaturas de primero a cuarto de carrera. Las troncales y obligatorias que incorpora la carrera dan suficientes conocimientos para seguir esta asignatura.

### Objetivos

#### A) Objetivos.

A1) Objetivo cognitivo. Conocer la tecnología de los microprocesadores de aplicación en sistemas de telecomunicación modernos, con especial referencia a sistemas de control, sistemas empujados, procesamiento de señal, coprocesadores funcionales, procesadores embarcados en terminales fijos y móviles, procesadores multimedia, procesadores en nodos de redes de telecomunicación, en PCs, en estaciones de trabajo y en servidores de redes.

(Comentario ilustrativo sobre competencias de grado: Los contenidos del curso se tratan al nivel de una asignatura optativa que tiene carácter complementario en la formación final del ingeniero de telecomunicación, y que pretende ser ilustrativa de una amplia variedad de equipos de telecomunicación actuales y de gran utilidad para la visión de conjunto del ingeniero que está a punto de entrar en el mercado de trabajo profesional).

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005: 1+3+4+7 (en adelante denominado grupo de objetivos del título) más el 9 y 10.

A2) Objetivo de saber hacer. Analizar comparativamente las gamas de productos disponibles, sus fabricantes, sus hojas de ruta y previsiones de nuevas generaciones, sus prestaciones, y su idoneidad para determinados campos de aplicación.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 473 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

1+3+4+7 (en adelante denominado grupo de objetivos del título) más el 9 y 10.

A3) Objetivo de saber hacer. Utilizar diversas series de programas de calibración, medida y cuantificación de prestaciones, como las series SPEC o TPC entre otras.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

1+3+4+7 (en adelante denominado grupo de objetivos del título) más el 9 y 10.

A4) Objetivo de saber hacer. Analizar comparativamente las características de los sistemas operativos para los rangos de aplicaciones estudiados.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

1+3+4+7 (en adelante denominado grupo de objetivos del título) más el 9 y 10.

B) Competencias.

B1) Cognitiva y de saber hacer. Diseñar la arquitectura y organización en un chip de los elementos de control, de proceso de datos, de jerarquía de memoria, de interconexión, y de interfaz con el exterior típicas de un microprocesador.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

Grupo de objetivos + objetivo 8

B2) Cognitiva y saber hacer. Diseñar y modelar la arquitectura al nivel de descripción de transacciones (TLM), más detallado que el nivel meramente funcional, y menos detallado que hacer el diseño y síntesis lógica del chip desde el nivel RTL.

(Comentario ilustrativo. El nivel RTL permite la síntesis automática del sistema siguiendo determinados flujos de diseño, por ejemplo basados en herramientas de Synopsys disponibles en el laboratorio, aunque ese resultado final no es objeto de la asignatura).

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

Grupo de objetivos + objetivo 8

B3) Cognitiva y saber hacer. Para modelar es suficiente el uso de un lenguaje orientado a objetos como SystemC. Usar SystemC en teoría.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

Grupo de objetivos + objetivo 8

B4) Cognitiva y saber hacer. Usar descripciones RTL en laboratorio. Una descripción RTL sólo se verá en el laboratorio y desde la orientación a objetos que proporciona SystemC.

Objetivos del título afectados equivalentes a RD 55/2005:

Grupo de objetivos + objetivo 8

C) Objetivos del título clase Tuning:

Objetivos 12 y 13 concretados en:

C1) Hablar en público

C2) Hacer presentaciones

C3) Hacer marketing técnico

C4) Redactar informes de trabajo

C5) Hacer crítica de productos y servicios de la competencia

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 474 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

C6) Saber vender las fortalezas y ventajas comparativas de un producto y servicio.

## Metodología

Tareas del profesor: Clases de teoría de 2 horas a la semana siguiendo los textos disponibles en la fotocopidora, y la documentación preparada por el profesor en el directorio web [www.iuma.ulpgc.es/~nunez/micros-para-com](http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/micros-para-com) y en la herramienta Moodle en Campus Virtual. Se indican también de forma complementaria algunos de los repositorios de recursos de la Red Europea HiPEAC, High Performance and Embedded Architecture and Compilation ([www.hipeac.net](http://www.hipeac.net)).

Las clases se imparten mediante transparencias y presentaciones con cañón apoyadas por discusiones en pizarra, y mediante presentaciones disponibles en la web.

El profesor atiende a los alumnos en el horario de tutoría.

Tareas del alumno:

Se concretan en:

- 1) Asistir a clase, participar en las discusiones y estudiar los temas que se explican en cada sesión.
- 2) Redactar y presentar los trabajos que se marcan y cuyo listado tentativo para escoger trabajo se indica en el apartado Temario de este proyecto docente.
- 3) Además deben realizarse las tareas que se indican en el apartado "Descripción de las prácticas" de este proyecto docente.
- 4) Finalmente el alumno debe prepararse para cubrir adecuadamente y de forma suficiente los criterios que se indican en el apartado "Criterios de Evaluación" de este proyecto docente.

## Criterios de Evaluación

- Es necesaria la participación en los casos de estudio que se presentan en teoría.
- Es necesaria la asistencia a las prácticas con regularidad.
- Es necesario presentar y defender los trabajos de curso. Una vez aprobados quedan liberados.
- Es necesario presentar y defender los trabajos de prácticas. Una vez aprobados quedan liberados.

Aunque las prácticas puedan realizarse en grupo, al final del cuatrimestre cada alumno deberá examinarse de la parte práctica de forma individual.

Este examen consistirá en la presentación del diseño realizado y la contestación de una serie de preguntas sobre el mismo.

La calificación final se obtiene con una ponderación de 30% de prácticas, y 70% de teoría, concretamente 30% de trabajos, 30% de participación e iniciativa en clase y 10% de la defensa en clase de los trabajos.

En todo caso, aquellos alumnos que tuvieran una de las dos partes pendientes obtendrían un máximo de 4,5 puntos en la nota final de la asignatura. Es decir en este caso la nota final será directamente la que resulte de aplicar los porcentajes del párrafo anterior o truncada a 4,5 en caso

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 475 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

de que se superase esta cifra teniendo una parte pendiente.

Aquellos alumnos que no superasen la evaluación continua, tendrán derecho a realizar los exámenes de convocatoria de teoría (de desarrollo) y de prácticas (de diseño asistido por ordenador) en el día, hora y lugar establecidos por el centro. La teoría tiene una ponderación del 70% y la práctica del 30%, y es necesario aprobar ambas partes según se especifica en el párrafo anterior.

Tabla resumen de evaluación:

Actividades que liberan materia:

- Examen parcial: no hay
- Trabajos presentados: libera el trabajo asignado, y se pondera como el 40% de la nota final (30% por el documento y 10% por la defensa del trabajo).
- Prácticas: libera la práctica que se hace en el curso, y se pondera como el 30% de la nota final.

Actividades que no liberan materia pero puntúan sobre la nota final:

- Ejercicios y/o problemas: no hay
- Trabajos complementarios al temario: no hay
- Controles realizados en clase: no hay
- Prácticas: liberan, no aplicable en este apartado
- Participación en clases: se pondera con el 30% de la nota final

Consideraciones generales:

La calificación final se obtiene con una ponderación de 30% de prácticas, y 70% de teoría, concretamente 30% de trabajos, 30% de participación e iniciativa en clase y 10% de la defensa en clase de los trabajos.

En todo caso, aquellos alumnos que tuvieran una de las dos partes pendientes obtendrían un máximo de 4,5 puntos en la nota final de la asignatura. Es decir en este caso la nota final será directamente la que resulte de aplicar los porcentajes del párrafo anterior o truncada a 4,5 en caso de que se superase esta cifra teniendo una parte pendiente.

Aquellos alumnos que no superasen la evaluación continua, tendrán derecho a realizar los exámenes de convocatoria de teoría (de desarrollo) y de prácticas (de diseño asistido por ordenador) en el día, hora y lugar establecidos por el centro. La teoría tiene una ponderación del 70% y la práctica del 30%, y es necesario aprobar ambas partes según se especifica en el párrafo anterior.

## Descripción de las Prácticas

La parte práctica de la asignatura se impartirá en el Laboratorio de ASIC y Sistemas Digitales.

A lo largo del cuatrimestre se realizará una única práctica que consistirá en el diseño en IDaSS de una máquina superescalar representativa de la computación empuotrada de altas prestaciones.

Esta práctica podrá realizarse de forma individual o en grupos de dos estudiantes.

El diseño de la máquina superescalar deberá ajustarse a las especificaciones dadas al comienzo de la práctica.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 476 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Se proporcionan varios módulos funcionales de la arquitectura superescalar ya prediseñados en IDaSS, de forma que el desarrollo de la práctica se centra simplemente en la gestión del despacho de instrucciones a las unidades funcionales, mecanismo que es el responsable del paralelismo y aceleración característicos de un procesador superescalar actual.

## Bibliografía

### [1 Básico] Computer architecture: a quantitative approach /

*John L. Hennessy, David A. Patterson ; with contributions by David Goldberg, Krste Asanovic.*

*Morgan Kaufmann,, Amsterdam : (2003) - (3rd ed.)*

*1-55860-724-2*

### [2 Recomendado] Computer architecture: from microprocessors to supercomputers /

*Behrooz Parhami.*

*Oxford University Press,, New York ; (2005)*

*019515455X*

### [3 Recomendado] Microprocesadores Risc: evolución y tendencias /

*Clemente Rodríguez Lafuente...[et al.].*

*Ra-ma,, Madrid : (1999)*

*84-7897-368-0*

### [4 Recomendado] Customizable embedded processors: design technologies and applications /

*Paolo Ienne and Rainer Leupers.*

*Morgan Kaufmann,, San Francisco, Ca. : (2007)*

*978-0-12-369526-0*

### [5 Recomendado] VLIW microprocessor hardware design: for ASIC and FPGA /

*Weng Fook Lee.*

*McGraw-Hill,, New York : (2008)*

*9780071497022 (alk. paper)*

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos     | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Introducción 1 | 2     | 0  |     |     | 2   | OC1: Visión de la asignatura. OC2: Planificar su agenda de trabajo. OC3: Estudiar el tema de la semana ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 477 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Introducción 2                         | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. OC2: Estudiar IDaSS y la práctica del curso. C1: Manejar IDaSS ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 1 | 2     |    |     |     | 2   | OC1: Estudiar el tema de la semana ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                                                 |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 2 | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. C1: Inicio proyecto IDaSS ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                      |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 478 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 3 | 2     |    |     |     | 2   | OC1: Estudiar el tema de la semana. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                       |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 4 | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. C1: Progreso en módulos del proyecto. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 5 | 2     |    |     |     | 2   | OC1: estudiar el tema de la semana. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 479 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Paralelismo a nivel de instrucciones 6 | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. C1: Progreso en módulos del proyecto. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |
| ILP con predicción 1                   | 2     |    |     |     | 2   | OC1: estudiar el tema de la semana. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                       |
| ILP con predicción 2                   | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. C1: Progreso en módulos del proyecto. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 480 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



| Contenidos                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Procesadores empotrados 1 | 2     |    |     |     | 2   | OC1: estudiar el tema de la semana. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                       |
| Procesadores empotrados 2 | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar el tema de la semana. C1: Progreso en módulos del proyecto. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |
| Paralelismo SMT y CMP 1   | 2     |    |     |     | 2   | OC1: estudiar el tema de la semana. ____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                       |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 481 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos              | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-------|----|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Paralelismo SMT y CMP 2 | 2     |    |     |     | 2   | OC1: estudiar el tema de la semana. _____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana.                                                      |
| Discusión de trabajos   | 2     | 2  |     |     | 4   | OC1: Estudiar críticamente los trabajos de los compañeros. C1: Finalización del proyecto _____ Con estas actividades se logran la parte de competencias y objetivos A1-A4, B1-B4 y C1-C6 descritos en el apartado Contenidos Generales de este proyecto docente, en lo relativo al tema indicado para la semana. |
| Examen Lab              | 0     | 2  |     |     | 2   | C1. Superar examen de laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                                                |

### Equipo Docente

|                                                                                                                                      |                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>ANTONIO NÚÑEZ ORDÓÑEZ</b>                                                                                                         | (COORDINADOR)                                     |
| <b>Categoría:</b> CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD                                                                                         |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                             |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928451230                                                                                                           | <b>Correo Electrónico:</b> antonio.nunez@ulpgc.es |
| <b>PEDRO HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ</b>                                                                                                     | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                        |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR COLABORADOR                                                                                               |                                                   |
| <b>Departamento:</b> INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA                                                                             |                                                   |
| <b>Teléfono:</b> 928457326                                                                                                           | <b>Correo Electrónico:</b> pedro.hdezdez@ulpgc.es |
| <b>WEB Personal:</b> <a href="http://www.diea.ulpgc.es/users/pedroh/index.html">http://www.diea.ulpgc.es/users/pedroh/index.html</a> |                                                   |

### Resumen en Inglés

This subject covers a wide range of microprocessors as found in typical telecommunication, industrial control, computing and networking applications. Microcontrollers, digital signal processors, embedded processors, system on chip processors, custom embedded processors, multicore processors, multimedia and graphics accelerators and processors, digital communications base-band processors, desk-top computing, network processors, real time

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 482 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

network-node processors, servers and enterprise server systems are covered.

The topics are taught at an architectural and transaction (TLM) level. Knowledge of C, C++, Verilog, VHDL, SpecC, HandleC, SystemC or SystemVerilog languages is welcome, but just C and basic SystemC language knowledge is enough for this course.

Benchmarking among brands, models and specific chip-sets is done using benchmark suites such as SPEC and TPC, among other performance metrics.

Road-maps and technological trends of leading microprocessor manufacturers are also discussed, as well as recent announcements.

Labs and hands-on practice and designs are carried out at the ASIC and Digital System Design Lab. An advanced superscalar dynamic scheduling speculative processor, representative of the high-end, server and enterprise server processors, is designed and bit-true and cycle-accurate verified by executing short assembly language programs exercising the defined ISA.

This course is taught in connection with the European Network of High Performance and Embedded Architecture and Compilation ([www.hipeac.net](http://www.hipeac.net)).

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Página 483 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por | Fecha de firma                           |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              | 01/07/2019 12:45:29                      |



**14129 - INTEGRACIÓN DE SISTEMAS  
ANALÓGICOS Y SENSORES**

**ASIGNATURA:** 14129 - INTEGRACIÓN DE SISTEMAS ANALÓGICOS Y SENSORES

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1101-Ingeniería en Electrónica (sólo 2º ciclo - 14158-DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGIC - 00

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Quinto curso

**IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre

**TIPO:** Optativa

**CRÉDITOS:** 4,5

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales: 41

- Horas teóricas (HT): 22

- Horas prácticas (HP): 10

- Horas de clases tutorizadas (HCT): 3

- Horas de evaluación: 6

- otros:

Horas no presenciales: 49

- trabajos tutorizados (HTT): 20

- actividad independiente (HAI): 29

Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Técnicas de layout analógico; herramientas para diseño de sistemas analógicos. Microingeniería. Sensores, transductores y acondicionadores de señal. Aplicaciones de los sensores. Sistemas electrónicos de inspiración biológica.

**Temario**

La asignatura está dividida en cuatro bloques temáticos. Cada bloque temático consta de lecciones o temas que adaptan su contenido al calendario y horario previsto para la asignatura.

Los bloques temáticos ocupan un total de 20 horas lectivas. Adicionalmente, hay prevista una clase de 2 horas con las presentaciones de los trabajos de curso.

**BLOQUE I: INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA (5 horas)**

El primer bloque está compuesto de tres lecciones que conforman la introducción a la asignatura; y consta de las siguientes lecciones:

1. - Presentación del curso y criterios de evaluación. El trabajo de curso y su presentación. La

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 484 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

participación en los foros semanales. Los cuestionarios temáticos. (1h)

2. - Introducción a la MST y a los MEMS. (3h)

2.1. - Los límites de la tecnología de semiconductores.

2.2. - Evolución del mercado tecnológico y tecnologías emergentes de acuerdo con el ITRS.

2.3. - La investigación y desarrollo en microcircuitos y microsistemas y sistemas micro-electromecánicos. Terminología.

2.4. - La investigación y desarrollo en nanotecnología. Aplicaciones. Terminología.

3. - Instrucciones para realizar el trabajo de curso y la presentación. (1h)

3.1. - Búsqueda de documentación científica con IEEE-Xplore. Determinación de la calidad de las publicaciones en revista mediante el JCR. Otras bases de datos.

3.2. - Estructura, formato y contenidos de un artículo científico.

3.3. - Formato de la presentación.

3.4. - Contenido del trabajo de curso. Trabajos de documentación frente a trabajos prácticos basados en simulación.

## BLOQUE II: APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE MICROSISTEMAS (4 horas)

El segundo bloque está compuesto por cuatro lecciones que conforman la parte de aplicaciones de los sistemas MEMS. Este bloque consta de las siguientes lecciones:

4. - Aplicaciones en electrónica de consumo y telecomunicaciones. (1h)

4.1. - Aplicaciones de dispositivos MEMS en impresión por chorro de tinta, tecnologías para el almacenamiento masivo de datos, dispositivos DMDs para displays proyectores y cámaras digitales. Textiles y ropas inteligentes, wearable technology. Aplicaciones en aerodinámica.

4.2. - Aplicaciones en telecomunicaciones. Tecnologías de microsistemas para telefonía móvil, bloques y etapas RF y no-RF. Tecnologías para matrices conmutadoras de datos electroópticas.

4.3. - Redes de sensores inalámbricos, WINS.

5. - Aplicaciones en la industria automovilística. (1h)

5.1. - Dispositivos MEMS para seguridad activa, seguridad pasiva y confort. Sistemas para control del motor basados en sensores MEMS. Iniciativas, dispositivos y sistemas para conducción automatizada.

6. - Aplicaciones en medicina y química. (1,5h)

6.1. - Dispositivos para microcirugía, telemanipulación y cirugía mínimamente invasiva, sistemas de medida y suministro exacto de sustancias. Implantes de retina e implantes cocleares.

6.2. - Aplicaciones en biotecnología. DNA-chips. Microsistemas para determinar secuencias de ADN/ARN e identificar proteínas. Análisis en el punto de atención médica.

6.3. - Aplicaciones en química. Preparación de muestras, colocado y filtrado. Tecnología para la síntesis de reacciones y mezclas, separación y filtrado. Distintos tipos de sensores para la detección de agentes químicos.

7. - Aplicaciones medioambientales. (0,5h)

7.1. - Microfábricas y micro-laboratorios químicos para una disminución del consumo energético. Nuevas fuentes de energía. Métodos eficientes para la reducción de residuos. Sensores para medir la calidad del aire, del agua, del suelo.

## BLOQUE III: LEYES PREDOMINANTES Y TECNOLOGÍAS PARA DISPOSITIVOS TRANSDUCTORES (9 horas)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 485 / 518                                    | ID. Documento MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

El tercer bloque está compuesto por cuatro lecciones que conforman la parte de física y tecnologías para sistemas MEMS. Consta de las siguientes lecciones:

8. - Microfísica y Escalado. Notación de Trimmer. (2h)

8.1. - Las cuatro fuerzas de la naturaleza. La fuerza gravitacional, la electromagnética, interacciones fuertes e interacciones débiles.

8.2. - Tipos de interacciones débiles. Interacciones entre carga y dipolo, dipolo y dipolo, carga y no-polar, dipolo y no-polar, y entre moléculas no-polares. Dipolos fijos o con momento angular constante.

8.3. - Tipos de interacciones fuertes. Enlaces covalentes y electrostáticos.

8.4. - Efectos del escalado. Fuerzas de adhesión, electrificación de contactos, micro/nano-fricciones, ruptura de la suposición de continuidad, la doble capa eléctrica.

8.5. - La notación de Trimmer y el escalado de las fuerzas. Fuerzas magnéticas, electrostáticas, gravitacional, tensión superficial, biológicas. Ejemplo de aplicación.

9. - Materiales y Microactuadores. (2h)

9.1. - Definiciones y medidas de prestaciones. Linealidad, precisión, resolución, repetitibilidad, sensibilidad, span, umbral, ruido, deriva, velocidad, rendimiento energético, curva de histéresis, curva de carga.

9.2. - Tecnologías básicas para microactuadores. Actuadores piezoeléctricos, electrostáticos, electromagnéticos, electro/magneto reológicos, ópticos, químicos, acústicos, etc.

9.3. - El microactuador piezoeléctrico. El efecto piezoeléctrico. Propiedades generales. Tipos de actuadores piezoeléctricos. Motores basados en actuadores piezoeléctricos. Aplicaciones.

9.4. - Microactuadores basados en materiales activos, materiales inteligentes, películas electromecánicas (EMFIs), aleaciones con memoria de forma (SMAs) y materiales con memoria de forma magnética (MSMs). Fases y transformaciones austenítica y martensítica. Aleaciones de Níquel-Titanio. Ventajas y desventajas. Superelasticidad. Polímeros activos. Productos y ejemplos de aplicación.

9.5. - Microactuadores y micromotores electrostáticos. Principio de funcionamiento. Microactuadores lineales. El micromotor de capacidad variable.

9.6. - Microactuadores y micromotores electromagnéticos.

9.7. - Otros microactuadores basados en efectos electro/magneto reológicos, electro/magneto estrictivo,

10. - Microsensores. (2h)

10.1. - Clasificación: Microsensores de presión, aceleración, magnéticos, térmicos, giroscopios, microsensores de flujo, de radiación, sensores químicos y biosensores. Aplicaciones. División del mercado.

10.2. - Microsensores de presión: piezorresistivos, capacitivos y resonantes.

10.3. - Acelerómetros capacitivos. Principio de funcionamiento. Tecnología y fabricación. Estructuras simétricas. Inclínómetros y acelerómetros multiaxiales. Respuesta en frecuencia. Calibración. Aplicaciones.

10.4. - Otros tipos de acelerómetros. Piezo-resistivos, ópticos, térmicos, resonantes, electromagnéticos, piezoeléctricos, basados en efecto túnel.

10.5. - Giroscopios. Principio de funcionamiento. Clasificación. Ejemplos.

10.6. - Sensores de flujo térmico. Anemómetros y sensores de flujo calorimétricos. Comparativa.

10.7. - Microsensores magnéticos basados en el efecto Hall y microsensores magneto-resistivos. Principio de funcionamiento. Características.

10.8. - Sensores químicos y biosensores. Detección por deformación mecánica. Detección por variación en la frecuencia de resonancia: Sensores SAW. Detección eléctrica. Detección óptica.

11. - Microfluídica. (2h)

11.1. - Rango de aplicaciones y principales beneficios.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 486 / 518                                    | ID. Documento | MYZIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

11.2. - Teoría de mecánica de fluidos. Balance de masa y energía. Balance de fuerza/momento. Concepto de viscosidad. Ecuación de Navier-Stokes. Características del flujo laminar y del flujo turbulento. El coeficiente de Reynold. Los coeficientes de Weber y de Bond. Características comunes de los sistemas microfluídicos.

11.3. - Materiales y procesos de fabricación. Características de los distintos materiales. Fabricación de microcanales enterrados. Microfiltros y micromezcladores. El filtro H. Microválvulas y microbombas.

11.4. - Fabricación de micromezcladores, microválvulas y microbombas mediante materiales activos. Disparadores. Tecnologías para microbombas con partes móviles y sin partes móviles. Dispensadores de fluidos, inyectores, nebulizadores. Aplicaciones.

11.5. - Detección. Detección basadas en sensores. Detección basada en métodos de separación.

12. - Microrrobótica y micromanipulación. (1h)

12.1. - Clasificación de micro-robots por funcionalidad, tamaño, movilidad, posibilidad de manipulación, autonomía, transmisión del control.

12.2. - Micromanipulación sin contacto, mediante energía óptica, eléctrica o magnética.

12.3. - Micromanipulación por contacto. Definiciones. Estructura del sistema.

12.4. - Aplicaciones en biotecnología. Clasificación de la biomicromanipulación. Aplicaciones basadas en la manipulación de una única célula. Aplicaciones de la microinyección por presión capilar.

12.5. - Aplicaciones en microcirugía. Control de movimiento del micromanipulador.

12.6. - Aplicaciones en microensamblado de microsistemas y microchips. Microensamblado serie, microensamblado paralelo determinista y microensamblado paralelo estocástico.

12.7. - Metas de la micromanipulación.

#### BLOQUE IV: INTRODUCCIÓN A LA NANOTECNOLOGÍA (2 horas)

Por último, el cuarto bloque está compuesto por una lección que conforma la parte de introducción y aplicaciones de la nanotecnología. Este bloque consta de la siguiente lección:

13. - Introducción a la nanotecnología (2h)

13.1. - Aplicaciones en medicina. Proyectos y desarrollos actuales en diagnóstico y terapia basados en nanomáquinas.

13.2. - Aplicaciones para la industria aeroespacial.

13.3. - Aplicaciones medioambientales. Fuentes de energía biocompatibles. Investigaciones y desarrollos actuales.

#### Requisitos Previos

Se recomienda al estudiante haber cursado la asignatura de 'Instrumentación Electrónica' y 'Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos' o 'Diseño Electrónico'.

La asignatura está orientada tanto a estudiantes especializados en microelectrónica, como aquellos otros interesados en la integración de sistemas.

#### Objetivos

Los objetivos didácticos de la asignatura se resumen en los siguientes puntos.

Objetivos conceptuales:

C01.- comprender la terminología relacionada con la tecnología MST

C02.- saber los fundamentos sobre microsistemas, microsensors, microactuadores, y la integración de microsistemas

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 487 / 518                                    | ID. Documento MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- C03.- entender los principios de funcionamiento de los dispositivos MEMS
- C04.- conocer las aplicaciones de los sistemas MEMS en los sectores aeroespacial, biomedicina, bioingeniería, microrrobótica, micromecánica, telecomunicaciones, electrónica de consumo y medioambientales
- C05.- comprender la problemática asociada a la miniaturización de dispositivos electrónicos y los efectos del escalado sobre las fuerzas físicas
- C06.- conocer los procesos de fabricación disponibles para la fabricación de microsistemas
- C07.- comprender la metodología de elementos finitos, la importancia del mallado, y su refinamiento
- C08.- conocer las aplicaciones actuales de la nanotecnología y la nanoelectrónica
- C09.- reflexionar sobre la importancia de los sistemas de inspiración biológica en la nanotecnología y la nanoelectrónica

#### Objetivos procedimentales:

- P01.- utilizar herramientas para resolver problemas físicos empleando el método de los elementos finitos
- P02.- diseñar, implementar, y simular pequeños dispositivos MEMS usando herramientas CAD
- P03.- reconocer las fuerzas predominantes en un microsistema
- P04.- manejar las herramientas para la búsqueda de artículos y documentación científica

#### Objetivos actitudinales:

- A01.- ser consciente de las aplicaciones potenciales de los sistemas MEMS, la nanoelectrónica y la nanotecnología
- A02.- interesarse por nuevos dispositivos y nuevos campos de aplicación
- A03.- valorar el esfuerzo en I+D que están realizando los distintos países en materia de nanotecnología
- A04.- reflexionar sobre las oportunidades de futuro que ofrecen las tecnologías MST y NANO
- A05.- preocuparse por el desarrollo de leyes que regulen el uso de la nanotecnología
- A06.- estar sensibilizado ante los riesgos de un mal uso de estas nuevas tecnologías

## Metodología

La organización semanal se establece en sesiones de dos horas para la teoría y de una hora para las prácticas.

La metodología propuesta permite que el propio estudiante elija el camino a seguir, en función de su formación actual y de sus intereses futuros. La asignatura está orientada tanto a estudiantes especializados en microelectrónica, como aquellos otros interesados en la integración de sistemas. En particular, se desarrollan dos perfiles, uno especializado en microelectrónica, y otro más general, interesado en la integración de sistemas y aplicaciones.

Aparte de la docencia presencial, se dispone de herramientas para reforzarla de forma no presencial. Se utilizará de forma extensiva el entorno virtual de aprendizaje de la ULPGC (Moodle). Mediante este entorno, se realizará una tutoría efectiva y continua del estudiante. A través del entorno, el estudiante podrá participar en foros abiertos relativos a esta materia.

En concreto, las actividades que se realizan con el entorno virtual de aprendizaje, son las siguientes:

- \* Cuestionarios temáticos. Para asegurar que el estudiante estudia y comprende los contenidos de la asignatura, se abre un cuestionario de 10 preguntas para cada unidad temática. Estos cuestionarios son automáticamente gestionados por la herramienta del entorno virtual de aprendizaje.
- \* Foros semanales. Con cada unidad temática se abre un nuevo Foro en el entorno virtual de

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 488 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



aprendizaje de la asignatura. El objetivo de estos foros es doble. Por un lado, los temas a debate persiguen la consecución de los objetivos actitudinales y fomentar un punto de vista crítico entre los estudiantes. Por otro lado, los temas a documentar se pretende que el estudiante complemente su formación sobre la unidad temática buscando fuentes de información adicionales a las proporcionadas en clase.

Además, el alumno debe realizar un trabajo de curso individual. La realización y la presentación del trabajo de curso mide la especialización del alumno en un aspecto concreto de la tecnología de microsistemas.

A continuación se especifican las tareas del profesor y del alumno para las clases teóricas, las sesiones prácticas y la realización del trabajo de curso.

Clases de teoría:

- \* Actividad del profesor: Clases expositivas combinadas con la realización de casos prácticos
- \* Actividad de los estudiantes:
  - Actividades presenciales: Tomar apuntes, participar en clase con el planteamiento de dudas.
  - Actividades no presenciales: Preparar apuntes, estudiar la materia y realizar los cuestionarios online, buscar otras fuentes de documentación y participar en los foros temáticos.

Prácticas de laboratorio:

- \* Actividad del profesor: Presentar el guión de prácticas, guiar y supervisar la ejecución de las mismas.
- \* Actividad de los estudiantes:
  - Actividades presenciales: Realizar las distintas prácticas y plantear al profesor las dudas que surjan durante el desarrollo.
  - Actividades no presenciales:

Trabajos individuales:

- \* Actividad del profesor: Guiar y tutelar el desarrollo de los trabajos de curso de forma continua.
- \* Actividad de los estudiantes:
  - Actividades presenciales:
  - Actividades no presenciales: Elegir un tema, buscar documentación relevante, planificar la ejecución del trabajo de curso, desarrollarlo, y preparar una presentación acerca del mismo.

## Criterios de Evaluación

La asignatura se basa en una evaluación continua del estudiante. En evaluación continua, el estudiante es evaluado mediante tres indicadores distintos: la nota del trabajo de curso (T), la puntuación obtenida por participación en los foros de la asignatura (F) y la puntuación obtenida en los cuestionarios temáticos (C).

Actividades que liberan materia:

- \* En evaluación continua, la puntuación obtenida por participación en los foros de la asignatura (F) es la media aritmética de las calificaciones obtenidas en los distintos foros semanales. Puntúa con un 30% de la nota final.
- \* En evaluación continua, la puntuación obtenida en los cuestionarios temáticos (C), es la media aritmética de las calificaciones obtenidas en los cuestionarios parciales. Puntúa con un 30% de la nota final.
- \* En evaluación continua, la presentación, exposición y defensa del trabajo de curso (T) es opcional, y puntúa con un 40% de la nota final.
- \* El examen de convocatoria no contiene partes que se puedan aprobar independientemente. Para aprobar el examen de convocatoria, se requiere obtener una calificación igual o superior a 5 puntos

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 489 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

sobre un total de 10.

Actividades que no liberan materia:

Otras consideraciones:

- \* No existe evaluación para la parte de prácticas de la asignatura.
- \* Se entenderá que un estudiante renuncia a la evaluación continua si no participa en los foros semanales (al menos 50%), o si no rellena los cuestionarios temáticos (al menos 50%), o si no ha asistido a más del 80% de las horas de prácticas.
- \* Si un estudiante renuncia a la evaluación continua, deberá presentarse al examen de convocatoria con toda la asignatura.
- \* Si un estudiante no consigue superar la asignatura en evaluación continua, tendrá que presentarse al examen de convocatoria con toda la asignatura.

\* Detalle sobre la evaluación de los indicadores T, F y C.

- Sobre la evaluación del trabajo de curso, T.

El trabajo puede ser teórico o práctico. El trabajo teórico se basa en el desarrollo de un tema científico sobre la bibliografía existente en forma de artículos. El trabajo práctico se basa en la realización de un estudio práctico sobre algún aspecto de interés en microsistemas. El estudiante deberá elegir un tema para desarrollar el trabajo de curso. El tema para el trabajo deberá ser notificado al profesor de la asignatura antes de la quinta semana de clases. De no hacerlo, se entiende que el estudiante opta por no hacer trabajo de curso. El profesor de la asignatura podrá aprobar, modificar o rechazar el desarrollo del trabajo de curso, en función de la complejidad del trabajo a desarrollar.

Una vez concluido el trabajo, el estudiante tendrá que presentar una memoria y realizar una exposición oral del trabajo realizado, que incluye un turno de cuestiones sobre la memoria presentada. La exposición oral del trabajo realizado se ha de realizar antes de la fecha del examen de convocatoria. El estudiante acuerda junto con el profesor la fecha para la realización de la prueba oral.

La puntuación del trabajo de asignatura se realiza sobre la base de cuatro puntos: dos puntos por la memoria del trabajo, y dos puntos por la presentación oral del mismo. La memoria del trabajo debe seguir el formato de un artículo científico. Este consta de un resumen, una introducción, un estado del arte, un cuerpo, unos resultados, unas conclusiones, y una bibliografía de referencia. La exposición oral del trabajo debe ceñirse estrictamente a una presentación de 15 minutos. Se valorará la capacidad de síntesis, además de las respuestas realizadas en el turno de preguntas.

- Sobre la evaluación de la participación en los foros de la asignatura, F.

La evaluación de las aportaciones en los foros debe tener en cuenta cuestiones de forma y contenido. Desde el punto de vista del contenido, cada aportación podrá ser relevante, suficiente, o no aportar nada.

Independientemente de este parámetro, la aportación podrá estar documentada o no documentada. Desde el punto de vista de la forma, se tendrán en cuenta otros parámetros como vocabulario, ortografía, formato, redacción y capacidad de síntesis.

- Sobre la evaluación de los cuestionarios temáticos, C.

El estudiante tiene la opción de rellenar cada cuestionario tantas veces como desee, siempre que el cuestionario esté activo. En dicho caso, la puntuación obtenida para dicho cuestionario será la calificación máxima obtenida en todos los intentos realizados.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 490 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas de laboratorio se realizan en el laboratorio de Instrumentación Electrónica del Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática.

Las prácticas de laboratorio se van realizando conjuntamente con las clases teóricas. Al programa de prácticas se dedica un total de 10 sesiones de 1 hora. El número aconsejable de estudiantes por puesto de trabajo para la realización de cada práctica es de dos. Además, hay que limitar el número de equipos de estudiantes que realizan prácticas simultáneamente para que el profesor pueda atenderlos de forma adecuada.

Los objetivos didácticos de las sesiones de prácticas son C07, P01, y P02.

Resumen de las prácticas (10 horas).

Práctica 1.- Resolución de la ecuación de difusión del calor y de la ecuación de Poisson sobre estructuras bidimensionales utilizando el PDE toolbox de MATLAB. (2 h)

Práctica 2.- Distribución del campo eléctrico y cálculo de la capacidad total en un microsensor capacitivo utilizando FEMLAB. (2 h)

Práctica 3.- Resolución de múltiples ecuaciones físicas acopladas mediante FEMLAB: Estudio de la deformación mecánica en un microactuador por expansión térmica. (1 h)

Práctica 4.- Simulación del flujo térmico en una microturbina. (1 h)

Práctica 5.- Introducción al entorno de diseño y simulación CoventorWare. (1 h)

Práctica 6.- Diseño y síntesis de un microactuador electrostático mediante CoventorWare Designer. (2 h)

Práctica 7.- Análisis transitorio y respuesta en frecuencia del microactuador electrostático utilizando CoventorWare Analyzer. (1 h)

## Bibliografía

---

### [1 Básico] Handbook of nanoscience, engineering, and technology /

*edited by William A. Goddard, III ... [et al.].*

CRC Press,, Boca Raton : (2003)

0849312000

---

### [2 Básico] Micromachined transducers sourcebook /

*Gregory T.A. Kovacs.*

WCB,, Boston, Ma. : (1998)

0072907223

---

### [3 Básico] Nano-and micro-electromechanical systems :fundamentals of nano- and microengineering /

*Sergey Edward Lyshevski.*

CRC Press,, Boca Raton, Fla. : (2004) - (2nd ed.)

0849328381

---

### [4 Básico] Logic design of nanolCs /

*Svetlana N. Yanushkevich, Vlad P. Shmerko, Sergey E. Lyshevski.*

CRC Press,, Baco Raton [Fla.] : (2005)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 491 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[5 Básico] Micromechatronics :modeling, analysis, and design with MATLAB /**

Victor Giurgiutiu, Sergey Edward Lyshevski.

CRC Press,, Boca Raton, FL : (2003)

084931593X

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                                                                                | Horas |     |     |     |      | Competencias y Objetivos                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                           | HT    | HP  | HCT | HTT | HAI  |                                                                                                                                               |
| BLOQUE I:<br>INTRODUCCIÓN A LA<br>ASIGNATURA                                              | 5,0   | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 7,5  | C01, C05, C07, P04, A01,<br>A04, A05, A06                                                                                                     |
| Entrega, evaluación y revisión<br>de pruebas parciales (semana<br>5)                      | 0,0   | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0  | Evaluación y seguimiento del<br>trabajo de los estudiantes en<br>los foros temáticos,<br>cuestionarios semanales y en<br>el trabajo de curso. |
| BLOQUE II:<br>APLICACIONES DE LA<br>TECNOLOGÍA DE<br>MICROSISTEMAS                        | 4,0   | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 6,0  | C04, P01, A01, A02, A04,<br>A06                                                                                                               |
| Entrega, evaluación y revisión<br>de pruebas parciales (semana<br>10)                     | 0,0   | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0  | Evaluación y seguimiento del<br>trabajo de los estudiantes en<br>los foros temáticos,<br>cuestionarios semanales y en<br>el trabajo de curso. |
| BLOQUE III: LEYES<br>PREDOMINANTES Y<br>TECNOLOGÍAS PARA<br>DISPOSITIVOS<br>TRANSDUCTORES | 9,0   | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 12,5 | C02, C03, C05, C06, P02,<br>P03, A01, A02, A04, A06                                                                                           |
| BLOQUE IV:<br>INTRODUCCIÓN A LA<br>NANOTECNOLOGÍA                                         | 2,0   | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0  | C05, C08, C09, P02, A01,<br>A02, A03, A04, A05, A06                                                                                           |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 492 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                                       | Horas |     |     |      |     | Competencias y Objetivos                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | HT    | HP  | HCT | HTT  | HAI |                                                                                                                                   |
| Entrega, evaluación y revisión de pruebas parciales (semana 14). | 0,0   | 0,0 | 0,5 | 0,0  | 0,0 | Evaluación y seguimiento del trabajo de los estudiantes en los foros temáticos, cuestionarios semanales y en el trabajo de curso. |
| Presentación de los trabajos de curso (semana 15)                | 2,0   | 0,0 | 0,5 | 20,0 | 0,0 | Evaluación de los trabajos de curso                                                                                               |

### Equipo Docente

**HÉCTOR NAVARRO BOTELLO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR AYUDANTE DOCTOR

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451245

**Correo Electrónico:** hnavarro@iuma.ulpgc.es

### Resumen en Inglés

The main objective of this course is to give an overview of the current capabilities and the state-of-the-art in MEMS and microsystems technologies.

The following topics are discussed along the course:

- \* Applications of MEMS in the industry,
- \* Microfabrication technologies,
- \* Microphysics, microfluidics, and the scaling effect,
- \* Microsensors, microactuators and active materials,
- \* Microrobotics and micromanipulation,
- \* Nanotechnology and bioinspired systems.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 493 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |
|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |

**ASIGNATURA:** 14130 - HERRAMIENTAS SOFTWARE DE DISEÑO ELECTRÓNICO  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 22,0
- Horas prácticas (HP): 14,0
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 9,0
- Horas de evaluación:-
- Otras:-

Horas no presenciales:

- Trabajos tutorizados (HTT): 26,0
- Actividad independiente (HAI): 19,0

Idioma en que se imparte: Español

### Descriptores B.O.E.

Herramientas para el diseño electrónico. Síntesis y verificación de sistemas electrónicos. Herramientas de colocado y cableado automático. Metodología para verificación del diseño físico. Síntesis lógica y análisis temporal. Síntesis de alto nivel. Codiseño hardware/software. Simulación.

### Temario

Para alcanzar los objetivos citados, la asignatura se organiza en los siguientes temas:

Tema 1. Introducción y Conceptos básicos en Automatización del Diseño. (2 horas)

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Conceptos básicos.
- 1.3. El flujo de diseño.
- 1.4. Herramientas básicas.
- 1.5. Estandarización.

Tema 2. Técnicas para la automatización del diseño de sistemas electrónicos (ESL). (8 horas)

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Modelos para la especificación a nivel de sistemas.
- 2.3. El lenguaje SystemC.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 494 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

- 2.4. Verificación funcional.
- 2.2. Partición HW/SW.
- 2.3. Síntesis de interfaces HW/SW.
- 2.4. Caso de estudio: Flujo de codiseño en Mentor.

#### Tema 3. Automatización del diseño de alto nivel. (8 horas)

- 3.1. Conceptos básicos en la síntesis de alto nivel.
- 3.2. Técnicas de descripción algorítmicas basadas en SystemC.
- 3.3. El proceso de síntesis y la exploración a nivel de arquitectura.
- 3.4. Implementación hardware de algoritmos.
- 3.5. Caso de estudio: Agility SystemC compiler.

#### Tema 4. Automatización del diseño Lógico. (6 horas)

- 4.1. Técnicas avanzadas de descripción a nivel de transferencia de registros (RTL) en VHDL.
- 4.2. Simulación.
- 4.3. El flujo de síntesis y mapeado tecnológico.
- 4.4. Análisis de prestaciones.
- 4.5. Automatización del diseño para test (DFT).
- 4.7 La conexión con las herramientas de diseño físico.
- 4.8 Caso práctico: Flujo de diseño de Synopsys Design Compiler y tecnologías CMOS submicra de UMC.

#### Tema 5. Automatización del diseño físico. (6 horas)

- 5.1. Metodología y flujo de diseño.
- 5.2. La planificación del diseño físico.
- 5.3. Técnicas para generación del árbol del reloj.
- 5.4. Colocado y ruteado.
- 5.5. Retroalimentación a las herramientas de síntesis lógica.
- 5.6. Caso práctico: Cadence Encounter.

### Requisitos Previos

Nociones de diseño electrónico.  
El conocimiento de UNIX facilita la realización de las prácticas.

### Objetivos

El objetivo de la asignatura es profundizar en las distintas metodologías y herramientas que facilitan la automatización del diseño de sistemas electrónicos desde su modelado hasta su implementación física mediante la síntesis y verificación a diferentes niveles de abstracción (sistema, algoritmo, transferencias de registros (RT) y lógico, y físico), todo ello contemplado desde el punto de vista de la metodología de diseño de sistemas electrónicos.

El estudiante usará diferentes lenguajes y formatos estándares de la automatización del diseño electrónico (SystemC, VHDL, Verilog, EDIF, LDEF, PDEF, GDSII, etc).

#### 1. Relacionados con los conceptos

- 1.1. Conocer los fundamentos para el modelado de sistemas electrónicos complejos, tanto en el dominio hardware como software.
- 1.2. Identificar las principales metodologías, herramientas implicadas en el diseño electrónico y su organización en flujos de diseño.
- 1.3. Conocer los fundamentos de los algoritmos y métodos de síntesis de alto nivel, síntesis lógica e implementación física del diseño

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 495 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma                                      |                                          |                                                                                       |
| 01/07/2019 12:45:29                                 |                                          |                                                                                       |

2. Relacionados con los procedimientos.
  - 2.1. Utilizar la estación de trabajo bajo entorno UNIX.
  - 2.2. Modelar y simular sistemas electrónicos desde SystemC.
  - 2.3. Capturar las restricciones impuestas por las interfaces Hardware/Software.
  - 2.4. Aplicar las herramientas de diseño de síntesis de alto nivel.
  - 2.5. Aplicar las herramientas de para la síntesis lógica e implementación del diseño.
3. Relacionados con las actitudes.
  - 3.1. Interesarse por los principales fabricantes de herramientas de diseño y proveedores de núcleos.
  - 3.2. Interesarse por los principales servicios de fabricación de prototipos de circuitos integrados.
  - 3.3. Presentar y defender los proyectos realizados.

## Metodología

Al tratarse de una asignatura que contiene una parte teórica y otra práctica, los medios a utilizar son de diversa naturaleza:

1. Clases de teoría:
  - 1.1. Actividad del profesor:
    - Clases expositivas y de análisis de casos prácticos.
  - 1.2. Actividad del estudiante:
    - Presencial: Participación activa en clase,
    - No Presencial: Estudio personal
2. Clases Prácticas:
  - 2.1. Actividad del profesor:
    - Planteamiento de la práctica
    - Explicaciones relacionadas con los procedimientos.
    - Apoyo en el razonamiento para el desarrollo de la(s) práctica(s)
  - 2.2. Actividad del estudiante:
    - Presencial: Realización de las prácticas propuestas sobre la estación de trabajo.
    - No presencial: Realización de tutoriales preparados para el aprendizaje de las herramientas de diseño.
3. Tutorías.
  - 3.1. Actividad presencial:
    - Resolución de problemas y dudas de teoría y prácticas en el laboratorio.
  - 3.2. Actividad no presencial:
    - Resolución de dudas mediante correo electrónico u otros medios disponibles en línea (foros, blogs, preguntas más frecuentes, etc.). Esta actividad se realizará en los horarios de tutoría.

La asignatura dispone de un servidor web en línea disponible en:

<http://www.iuma.ulpgc.es/~carballo> (docencia => Ing. Telecomunicación => Herramientas ...).

## Criterios de Evaluación

### Consideraciones generales

Los criterios que se propone para la evaluación de los conocimientos adquiridos en esta asignatura son los siguientes:

1. Para aquellos estudiantes que se acogen a la evaluación continua:
  - a. Asistencia y participación activa en clase, tanto de teoría como de prácticas (APC): hasta 15 puntos.
  - b. Memoria de las prácticas realizadas (MP): hasta 25 puntos. Nota mínima para superar este apartado: 15 puntos.
  - c. Realización y exposición de trabajo monográfico (TM). En el trabajo será necesaria la

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 496 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



utilización coordinada de los conocimientos adquiridos durante el curso. El estudiante deberá entregar, en el formato que se especifique, una memoria del trabajo realizado, que expondrá en clase para su evaluación. La evaluación positiva y presentación supone hasta 60 puntos. Nota mínima para superar este apartado: 30 puntos.

La nota final se calcula según la siguiente expresión:

$$\text{Nota Final} = \text{mínimo} [4, (\text{APC} + \text{MP} + \text{TM})/10]$$

Cuando alguna de las notas de los apartados b o c sea inferior a la nota mínima exigida, el estudiante deberá entregar las prácticas y/o el trabajo en las fechas de las siguientes convocatorias (extraordinaria y especial), en su caso.

2. Para aquellos estudiantes que no se acogen a la evaluación continua habrá un examen final de la asignatura, que cubre los contenidos teóricos y prácticos impartidos. Para ello el estudiante deberá desarrollar un ejercicio sobre la estación de trabajo utilizando las herramientas de diseño microelectrónico explicadas en la asignatura. Esto supone hasta 100 puntos de la nota final. Para superarla es necesario obtener 50 puntos.

Actividades que liberan materia: actividades correspondientes a los apartados 1.b. y 1.c. de las consideraciones generales

Actividades que no liberan materia: actividad que se indica en el apartado 1.a. de las consideraciones generales

## Descripción de las Prácticas

Se han planificado 4 módulos de prácticas que complementan la formación teórica realizadas de forma individual en la estación de trabajo. Las prácticas se desarrollan en el Laboratorio de Diseño VLSI (Edificio de Electrónica y Telecomunicación, Pab. A, Planta 2ª).

Módulo 1. Herramientas básicas (2 horas).

Creación de scripts en CShell, PERL y TCL/TK. Uso de makefiles. Sistema de revisión de versiones RCS/CVS. En esta práctica el estudiante se entrena en las herramientas de desarrollo del entorno UNIX.

Módulo 2. Técnicas de diseño a nivel de sistemas (ESL)(6 horas).

Se plantea la creación del modelo de un bloque funcional de un sistema electrónico donde parte del mismo se implementa en hardware (SystemC) y otra parte se implementa en software (C++). Asimismo se realiza la cosimulación Hardware/Software del sistema.

Módulo 3. Síntesis del diseño mediante las herramientas Synopsys. (4 horas).

El estudiante aprende a realizar la síntesis del diseño hardware en las herramienta de Synopsys para diferentes tecnologías de implementación.

Módulo 4. Diseño físico del diseño. (3 horas).

El estudiante aborda el problema de la implementación física del diseño dependiendo de la tecnología de implementación escogida, ya sea para el prototipo sobre FPGA como para la implementación en un SoC en tecnologías submicra.

## Bibliografía

[1 Básico] **Electronic Design Automation for Integrated Circuits Handbook /**

*edited by Louis Dcheffer, Luciano Lavagno and Grant Martin.*

*Taylor & Francis,, Boca Raton, F.L. : (2006)*

*0849330963 O.C.*

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 497 / 518                                    | ID. Documento | MYZIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

---

**[2 Básico] Advanced ASIC chip synthesis :using Synopsys Design Compiler, Physical Compiler, and PrimeTime /**

*Himanshu Bhatnagar.*  
*Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2002) - (2nd ed.)*  
*0792376447*

---

**[3 Básico] Algorithms for VLSI design automation /**

*Sabih H. Gerez.*  
*Wiley,, Chichester : (2005) - (updated with corrections 2005.)*  
*0471984892*

---

**[4 Recomendado] UNIX shell programming.**

*Arthur, Lowell Jay*  
*John Wiley & Sons,, New York : (1990) - (2 ed.)*  
*0471518212 pbk\**

---

**[5 Recomendado] SystemC :from the ground up /**

*by David C. Black and Jack Donovan.*  
*Kluwer Academic Publishers,, Boston : (2004)*  
*1402079893 (e-book)*

---

**[6 Recomendado] Synthesis and optimization of digital circuits.**

*De Micheli, Giovanni*  
*McGraw-Hill,, New York :*  
*0070163332*

---

**[7 Recomendado] Transaction level modeling with SystemC: TLM concepts and applications for embedded systems /**

*edited by F. Ghenassia.*  
*Springer,, Dordrecht : (2005)*  
*0-387-26232-6*

---

**[8 Recomendado] High-level synthesis: from algorithm to digital circuit /**

*Philippe Coussy, Adam Morawiec, editors.*  
*Springer,, [New York] : (2008)*  
*978-1-4020-8587-1*

---

**[9 Recomendado] Colección de artículos de IEEE sobre Electronic Design Automation para el estudio por parte del estudiante. Disponibles en línea a través de las herramientas de búsqueda de la Biblioteca de la ULPGC.**

*Varios*

---

**[10 Recomendado] Manuales de herramientas de diseño y librerías tecnológicas disponibles en línea (<http://eda.iuma.ulpgc.es/>)**

## Organización Docente de la Asignatura

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 498 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos                                                                                | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                                                           | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| S1. Introducción y Conceptos básicos en Automatización del Diseño. (Herramientas básicas) | 2     | 1  |     |     | 1   | 1.1, 1.2, 2.1, 3.1       |
| S2. Modelos para la especificación a nivel de sistemas                                    | 2     | 1  |     |     | 1   | 1.1, 2.2                 |
| S3. El lenguaje SystemC (Herramientas RCS/CVS, TCL, PERL y Makefile)                      | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.1, 2.2                 |
| S4. El lenguaje SystemC. Verificación. (Técnicas de diseño a nivel de sistemas - ESL)     | 2     |    | 1   | 2   | 1   | 1.1, 2.2, 3.1            |
| S5. Partición Hardware/Software. Síntesis de interfaces HW/SW.                            | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.3, 2.3, 2.4, 3.1       |
| S6. Caso de estudio: Flujo de co-diseño en Mentor.                                        |       | 1  | 2   | 6   |     | 2.3, 3.1, 3.3            |
| S7. Conceptos básicos en la síntesis de alto nivel.                                       | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.3, 2.2                 |
| S8. Técnicas de descripción algorítmicas                                                  | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.3, 2.2                 |
| S9. Implementación hardware de algoritmo.                                                 | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2  |
| S10. Caso de estudio: Agility SystemC compiler.                                           |       | 1  | 2   | 6   |     | 2.4, 3.1, 3.3            |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 499 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos                                           | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                                      | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| S11. Flujo de síntesis lógica y mapeado tecnológico. | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.2, 1.3, 2.5, 3.1, 3.2  |
| S12. Automatización del diseño para test.            | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.3, 3.1                 |
| S13. Caso de estudio: Synopsys Design Compiler.      |       | 1  | 2   | 6   |     | 2.5, 3.1, 3.2, 3.3       |
| S14. Automatización del diseño físico.               | 2     | 1  |     |     | 2   | 1.3, 3.1, 3.2            |
| S15. Caso de estudio: Cadence Encounter.             |       | 1  | 2   | 6   | 0   | 2.5, 3.3                 |

### Equipo Docente

**PEDRO FRANCISCO PÉREZ CARBALLO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** PROFESOR COLABORADOR

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451233 **Correo Electrónico:** pedro.perezcarballo@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/carballo/index.html>

### Resumen en Inglés

The student will be trained in the following topics: Electronic Design Automation (EDA), synthesis and verification of electronic systems, automatic placement and routing (P&R) tools, physical design verification (DRC, LVS, LPE), logic synthesis and timing analysis, high level synthesis (HLS), Hardware/Software codesign, simulation and virtual prototyping and Electronic System level (ESL) design methodologies. Most of the practical work will be with commercial tools as Cadence, Synopsys and Mentor Graphics using CMOS submicron technologies in a UNIX design environment.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 500 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**14131 - TRATAMIENTO DIGITAL DE  
IMÁGENES**

**ASIGNATURA:** 14131 - TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** SEÑALES Y COMUNICACIONES  
**ÁREA:** Teoría De La Señal Y Comunicaciones  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

**Información ECTS**

Créditos ECTS:3.6 Horas de trabajo del alumno:90  
 Horas presenciales:  
 - Horas teóricas (HT): 28  
 - Horas prácticas (HP):15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT):0  
 - Horas de evaluación:2  
 - otras:0  
 Horas no presenciales:  
 - trabajos tutorizados (HTT):30  
 - actividad independiente (HAI):15  
 Idioma en que se imparte: Español

**Descriptores B.O.E.**

Representación digital de imágenes. Muestreo y cuantificación. Herramientas matemáticas para el tratamiento de imágenes. Codificación. Realzado. Suavizado de imágenes. Reconstrucción.

**Temario**

- Capítulo 1: Generalidades(2 h)  
 1.1 Introducción.  
 1.2 Tecnologías de la Imagen.  
 1.3 Modelo Simple de Imagen.  
 1.4 Elementos de un Sistema de Procesado de Imágenes.
- Capítulo 2: Procesado Bidimensional(4h)  
 2.1 Señales básicas 2D.  
 2.2 Periodicidad en 2D.  
 2.3 Sistemas lineales 2D: Superposición y Convolución.  
 2.4 Convolución circular.  
 2.5 Serie y Transformada de Fourier -2D. Propiedades.Espectro de Fase.  
 2.6 Características de los filtros lineales para imágenes.  
 2.7 Muestreo continuo y discreto 2D en imágenes. Diezmado, Interpolación.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 501 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

### Capítulo 3: Modelos de Representación(5 horas)

- 3.1 Caracterización matemática de una imagen continua.
- 3.2 Caracterización matemática de una imagen discreta:
  - 3.2.1 Descomposición SVD.
  - 3.2.2 Campo Aleatorio Discreto:Modelos de Covarianza.
- 3.3 El Sistema Visual Humano.
- 3.4 Modelo Perceptual: Visión monocroma y en color.
- 3.5 Fotometría y Colorimetría.

### Capítulo 4: Transformadas (3 horas)

- 4.1 Transformaciones 2D, discretas, lineales y separables.
- 4.2 Transformadas Unitarias. Propiedades. Imágenes Base.
- 4.3 Transformadas Unitarias Senoidales:
  - 4.3.1 Transformada Fourier Discreta DFT.
  - 4.3.2 Transformada Coseno Discreto DCT.
  - 4.3.3 Transformada Discreta Walsh-Hadamard.
- 4.4 Transformada Hotelling (KLT).

### Capítulo 5: Realce (5 horas)

- 5.1 Operaciones Puntuales:
  - 5.1.1 Escalado de Intensidades.
  - 5.1.2 Modificación del Contraste.
  - 5.1.3 Operaciones Algebraicas.
  - 5.1.4 Modificación del Histograma.
- 5.2 Operaciones Locales:
  - 5.2.1 Filtrado Espacial y Frecuencial Pasobajo y Pasoalto.
  - 5.2.2 Filtros no-lineales de mediana.
- 5.3 Filtro Homomórfico.

### Capítulo 6: Restauración(4 horas)

- 6.1 Causas y clases de Degradaciones.
- 6.2 Restauración con Ruido Aditivo con Filtro de Wiener y variantes.
- 6.3 Restauración de la Difuminación mediante Filtrado Inverso.

### Capítulo 7: Compresión(7 horas)

- 7.1 Fundamentos. Redundancia.
- 7.2 Modelo de Codificación. Codificador de Fuente.
- 7.3 Transformación para la redundancia interpixel:
  - 7.3.1 Codificación de Forma honda (Predictiva).
  - 7.3.2 Codificación por Transformada.
- 7.4 Cuantización Escalar.
- 7.5 Códigos de Longitud Variable.

## Requisitos Previos

Algebra Matricial

Teoría de la Señal 1D:

DFT

Convolución

Correlación.

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 502 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

## Objetivos

### 1. Objetivos Conceptuales:

- 1.1 Conocer los conceptos básicos de señales, sistemas, transformadas y muestreo a 2D.
- 1.2 Conocer su aplicación a los filtros lineales.
- 1.3 Conocer el dominio frecuencial en 2D y sus implicaciones en el procesado de imágenes.
- 1.4 Conocer Modelos matemáticos, deterministas y aleatorios, así como modelos perceptuales, introduciendo la colorimetría como base para la medida del color.
- 1.5 Conocer los algoritmos básicos de mejora (realce y restauración) y compresión de imágenes.

### 2. Objetivos Procedimentales:

- 2.1 Manejar software para manipulación de imágenes.
- 2.2 Simular filtros para Realce de Imágenes.
- 2.3 Experimentar algoritmos de compresión.
- 2.4 Manejar las referencias bibliográficas existentes.

### 3. Objetivos Actitudinales:

- 3.1 Ser capaces de comunicarse con expertos del entorno de las imágenes.
- 3.2 Respetar la confidencialidad de los pacientes en las imágenes médicas.

## Metodología

### 1) Clase de teoría y problemas

1.1) Profesor: Explicación de los conceptos fundamentales utilizando pizarra, transparencias y videoprojector.

#### 1.2) Alumno:

1.2.1 Presencial: Tomar apuntes, Resolución de ejercicios en la pizarra.

1.2.2 No presencial: Estudiar la materia preparando apuntes.

### 2) Trabajo en Grupos

2.1 Profesor: Recopilación de Material para el trabajo concreto

2.2) Alumnos: Plantear dudas y realizar trabajos.

### 3) Prácticas de Laboratorio

3.1 Profesor: Explicar y preparar el material de prácticas

3.2 Alumno: Asistir y ejecutar la práctica con PC.

### 4) Tutoría

4.1 Profesor: Aclarar dudas, orientar y supervisar el trabajo para el proceso formativo.

## Criterios de Evaluación

### 1) Acciones que liberan materia:

Prácticas un 20%

Trabajo sobre los temas propuestos, un 20%

### 2) Acciones que no liberan materia:

Ninguna

### 3) Otras Consideraciones:

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 503 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

Evaluación única Examen final = Parte teórica (relativa a la materia explicada en clases de teoría) 60% + Parte Práctica (relativa al laboratorio) 20% + 20% (Trabajo)

Ejercicios correspondientes a la materia explicada en teoría tendrán una puntuación de 6. Ejercicios relativos a las clases de laboratorio puntuarán 2. No se requiere que se aprueben por separado.

Las prácticas se realizarán en el laboratorio de Teoría de la Señal.

## Descripción de las Prácticas

Tendrán lugar en el Laboratorio de Teoría de la Señal.

Empleo del Matlab con señales 2D. Digitalización imágenes con fotocámara. Manipulación de imágenes. Espectros de Fourier. Algoritmos más significativos de Realce y Restauración.

### PRÁCTICAS

#### (1) Iniciación al Proceso Imágenes (2h)

Manejo del programa Matlab para imágenes, adquisición de imágenes con fotocámara y manipulación de las mismas.

#### (2) Operaciones Lineales en 2D (3h)

Implementación de la convolución 2D en imágenes y comportamiento de otras operaciones básicas con las mismas.

#### (3) Muestreo, Diezmado, Interpolación (3h)

Se muestrearán imágenes digitales con diversos factores de muestreo, diezmado de las mismas y reconstrucción mediante diversos kernels.

#### (4) Realce (2h)

Se implementación de filtros de realce, modificación del histograma y otras técnicas básicas de retoque.

#### (5) Restauración (3h)

Programación de filtros inverso y Wiener.

#### (6) Compresión (2h)

Algoritmos básicos de compresión.

## Bibliografía

### [1 Básico] Digital image processing /

Rafael C. González, Richard E. Woods.

Prentice Hall,, Upper Saddle River, New Jersey : (2002) - (2nd ed.)

0-13-094650-8

### [2 Básico] Digital image processing :using MATLAB /

Rafael C. González, Richard E. Woods, Steven L. Eddins.

Prentice Hall,, Upper Saddle River, NJ : (2004)

0-13-008519-7

### [3 Recomendado] Colorimetría aplicada a la televisión.

Martín Marcos, Alfonso Luis

Universidad Politécnica de Madrid, E.U. de Ingeniería Técnica de Telecomunicación,, Madrid : (1996)

8486892813

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 504 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |



**[4 Recomendado] Digital image processing /***William K. Pratt.**John Wiley & Sons., New York : (1978)*

0471018880

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| T1;P1      | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.1          |
| T2;P1      | 1     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.1          |
| T2;P2      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.1          |
| T3;T4;P2   | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.2          |
| T3;P2      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.2          |
| T3;T4;P3   | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.1;1.2;1.3;2.2          |
| T4;P3      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4;2.2                  |
| T5;P3      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4;2.2                  |
| T5;P4      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4;2.2                  |
| T5;T6;P4   | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.4;2.2                  |
| T6;P5      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5;2.3                  |
| T7;P5      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5;2.3                  |
| T7;P5      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5;2.3;2.4              |
| T7;P6      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5;2.3;3.1              |

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 505 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

| Contenidos | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|            | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| T7;P6      | 2     | 1  | 0   | 2   | 1   | 1.5;2.3;3.2              |

### Equipo Docente

|                                               |                                                                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EDUARDO ROVARIS ROMERO</b>                 | (COORDINADOR)                                                                               |
| <b>Categoría:</b> TITULAR DE UNIVERSIDAD      |                                                                                             |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES |                                                                                             |
| <b>Teléfono:</b> 928452957                    | <b>Correo Electrónico:</b> <a href="mailto:erovaris@dsc.ulpgc.es">erovaris@dsc.ulpgc.es</a> |

|                                               |                                                                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CARLOS ALBERTO CASTAÑO MORAGA</b>          | (RESPONSABLE DE PRACTICAS)                                                                  |
| <b>Categoría:</b> PROFESOR ASOCIADO LABORAL   |                                                                                             |
| <b>Departamento:</b> SEÑALES Y COMUNICACIONES |                                                                                             |
| <b>Teléfono:</b> 928452981                    | <b>Correo Electrónico:</b> <a href="mailto:ccastano@dsc.ulpgc.es">ccastano@dsc.ulpgc.es</a> |

### Resumen en Inglés

Objectives: 1) Models of Representation Images. 2) Generalization of signals-and-systems concepts in 2D.  
 3) Image Enhancement Techniques. 4) Image Restoration.  
 5) Image compression and standards.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 506 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

**ASIGNATURA:** 14132 - INTERFACES ELECTROÓPTICOS PARA COMUNICACIONES  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
**ÁREA:** Tecnología Electrónica  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6 Horas de trabajo del alumno: 90  
 Horas presenciales: 45  
 - Horas teóricas (HT): 28  
 - Horas prácticas (HP): 15  
 - Horas de clases tutorizadas (HCT): 0  
 - Horas de evaluación: 2  
 - otras: 0  
 Horas no presenciales: 45  
 - trabajos tutorizados (HTT): 9  
 - actividad independiente (HAI): 36  
 Idioma en que se imparte: español

### Descriptores B.O.E.

Fundamentos de dispositivos semiconductores para comunicaciones. Interfaces ópticas, aplicaciones. Interfaces electrónicas, aplicaciones.

### Temario

Tema 1: Luz: Conceptos básicos (3 horas)

- 1.1 Introducción
- 1.2 Óptica geométrica
- 1.3 Óptica ondulatoria
- 1.4 Espectro electromagnético

Tema 2: Introducción a los dispositivos (8 horas)

- 2.1 Introducción
- 2.2 Semiconductores
- 2.2 Dispositivos de unión
- 2.4 Dispositivos de heterounión

Tema 3: Detectores de luz (9 horas)

- 3.1 Introducción (0.5 h)
- 3.2 Fotoconductividad (0.5 h)

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 507 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

- 3.3 Fotorresistencias (1.0 h)
- 3.3 Fotodiodos (2.5 h)
- 3.5 Células solares (1.5 h)
- 3.6 Fototransistores (1.5 h)
- 3.7 Aplicaciones (1.5 h)

- Tema 4: LEDs (4 horas)
- 4.1 Introducción
  - 4.2 Emisión lambertiana
  - 4.3 Eficiencia interna y cuántica
  - 4.4 Ancho de banda de modulación
  - 4.5 Fabricación
  - 4.6 Aplicaciones

- Tema 5: Láseres (4 horas)
- 5.1 Introducción
  - 5.2 Emisión estimulada
  - 5.3 Cavity resonante
  - 5.4 Láser semiconductor: emisión de espectro
  - 5.5 Tipos de láseres
  - 5.6 Aplicaciones

- Tema 6: Dispositivos de representación (2 horas)
- 6.1 Introducción
  - 6.2 Pantallas de cristal líquido
  - 6.3 Pantallas de plasma
  - 6.4 Pantallas de LED's
  - 6.5 OLEDs

## Requisitos Previos

Para cursar esta asignatura se recomienda conocer los contenidos de las asignaturas básicas de electrónica, matemáticas y física de la carrera, además de comprender los principios básicos de los dispositivos electrónicos.

## Objetivos

### OBJETIVOS CONCEPTUALES

Se pretende que el alumno:

1. Conozca la terminología propia de los dispositivos optoelectrónicos,
2. Distinga los fenómenos ópticos debidos al comportamiento ondulatorio de la radiación electromagnética entre los debidos a la óptica geométrica,
3. Conozca el funcionamiento básico de los dispositivos basados en semiconductores en general y los dispositivos optoelectrónicos en particular.
4. Distinga entre emisión espontánea y estimulada
5. Conozca los mecanismos que intervienen en los dispositivos de representación

### OBJETIVOS PROCEDIMENTALES

6. Sepa diseñar circuitos electrónicos que detecten luz.

### OBJETIVOS ACTITUDINALES

Página 2

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 508 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

Documento firmado digitalmente. Para verificar la validez de la firma copie el ID del documento y acceda a / Digitally signed document. To verify the validity of the signature copy the document ID and access to <https://sede.ulpgc.es/VerificadorFirmas/ulpgc/VerificacionAction.action>

7. Comuniquen de forma oral y escrita el diseño y funcionamiento de los circuitos realizados demostrando capacidad crítica

## Metodología

Se presentarán los contenidos de la asignatura con clases expositivas donde se partirá desde los conceptos más básicos hasta los fundamentos que se pretenden incorporar al proceso enseñanza aprendizaje.

También se realizarán ejercicios que faciliten asimilar los conceptos teóricos presentados.

Se hará uso de la herramienta Moodle de apoyo a la enseñanza virtual a través del Campus Virtual de la ULPGC.

Teoría:

a) Labor del profesor: clase expositiva simultaneada con la realización de problemas de aplicación. Se utiliza la pizarra y presentaciones a través del proyector. Ocasionalmente se visitarán páginas web y se realizarán simulaciones en el aula.

b) Labor del alumno:

- presencial: participación activa, y toma de notas de clase,
- no presencial: elaboración del material de estudio y estudio propiamente dicho. Realización de problemas de aplicación y simulaciones a nivel eléctrico. Realización de los cuestionarios en el Campus virtual.

Problemas:

a) Labor del profesor: primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza la pizarra y el proyector.

b) Labor del alumno:

- presencial: participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados,
- no presencial: resolución de problemas previamente propuestos. Realización de los problemas propuestos en el Campus virtual

Prácticas de laboratorio:

a) Labor del profesor: suministrar y exponer los contenidos del guión de prácticas a desarrollar en el laboratorio. Supervisar el trabajo de los grupos de trabajo en el laboratorio. Asignar la memoria de una de las prácticas

b) Labor del alumno:

- presencial: realización de los montajes y toma de medidas y resultados,
- no presencial: lectura del guión y hojas de características de los dispositivos utilizados. Consignación de resultados en el cuaderno de laboratorio. Realizar la memoria asignada.

Trabajo de Curso:

a) Labor del profesor:

- proponer y/o aconsejar sobre los trabajos de aplicación práctica.
- Asistir al alumno en la preparación de una breve exposición.

b) Labor del alumno:

- presencial: realización del trabajo práctico en el laboratorio, exposición oral de los resultados del trabajo realizado,
- no presencial: búsqueda e implementación de un trabajo de interés práctico. Comprobación, si procede, de los resultados mediante simulación eléctrica.

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 509 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

## Criterios de Evaluación

La metodología de evaluación seguirá el siguiente esquema: se evaluará teoría, prácticas y un trabajo de curso de la asignatura.

La nota final de la asignatura se compone:

Actividades que eliminan materia:

- Examen de convocatoria (30%)
- Asistencia y realización de prácticas (10%)
- Trabajo de curso (40%)

Actividades que no eliminan materia

- Realización de 'tareas' y 'cuestionarios' Moodle (10%)
- Participación en clase (10%)

Consideraciones generales

Para superar la asignatura es imprescindible realizar las prácticas. Una vez superadas las Prácticas de la asignatura, la calificación global de la asignatura se obtendrá por media aritmética, según peso, de las calificaciones obtenidas en cada parte, no siendo necesario superar éstas por separado. Si las prácticas no son superadas la calificación máxima será de 3.0

Para los alumnos que decidan no realizar las actividades de la plataforma Moodle durante el curso: En las convocatorias oficiales el examen de convocatoria se añadirán preguntas y el peso del examen de convocatoria se aumentará un 10%.

Para los alumnos que no asistan regularmente a teoría (80% de las sesiones) 'Participación en clase':

En el examen de convocatoria se añadirán preguntas y el peso del examen de convocatoria se aumentará un 10%.

En las convocatorias extraordinaria y especial se mantendrán estos criterios, donde se mantendrán las calificaciones mayores o iguales a 5 en el examen de convocatoria o en el Trabajo de curso de la convocatoria anterior.

Criterios de evaluación del examen de convocatoria:

La evaluación de la parte teórica de la asignatura se realizará en la convocatoria ordinaria en la fecha y hora propuesta por la Escuela. Esta prueba constará de cuestiones teóricas tipo test (50%) y resolución de problemas (50%). La calificación será la nota media de ambas partes.

Criterios de evaluación de las prácticas.

Las prácticas pueden ser superadas de dos formas.

A. Para los alumnos que asisten regularmente al laboratorio:

- 1 - Se revisará la libreta de prácticas: en ella debe anotarse un breve resumen de cada práctica, conteniendo los resultados más relevantes (con figuras y datos) y la justificación de los mismos. Todo ello con claridad y precisión (50%)
- 2 - Redacción de la memoria de una de las prácticas, (50%).

B. Para los alumnos que falten a más del 20% de las sesiones de prácticas:

- 1 - Un examen de prácticas a final de la asignatura en el que el alumno deberá montar varios circuitos prácticos y explicar su funcionamiento.

Trabajo de curso: se realizará un trabajo de curso que consistirá en un montaje práctico de un

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 510 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

circuito electrónico de tema libre que utilice los dispositivos optoelectrónicos utilizados en las prácticas o explicados en teoría, que será presentado y expuesto de forma oral.

Criterios de evaluación

- 1 - Dificultad del Trabajo (25%)
- 2 - Calidad de los montajes (25%)
- 3 - Funcionamiento (25%)
- 4 - Presentación (25%)

## Descripción de las Prácticas

Las prácticas consistirán en montajes prácticos en el laboratorio de Dispositivos Optoelectrónicos.

### Práctica 1 FOTORRESISTENCIAS (2 horas)

Estudiar el comportamiento de una LDR con respecto a la iluminación que esta reciba. Se realizarán distintos circuitos que utilicen este dispositivo para controlar la iluminación en el laboratorio.

### Práctica 2 FOTODIODO (2 horas)

A partir de las características del fotodiodo se realizarán diferentes circuitos que permitan conocer su funcionamiento.

### Práctica 3 FOTOTRANSISTORES (2 horas)

Se realizarán un detector de luz y un detector de oscuridad según las condiciones de iluminación del laboratorio.

### Práctica 4 Espectro de emisión de LEDs y Diodos Láser (1 hora)

Se estudiarán las características espectrales de diodos emisores de luz LEDs a distintas longitudes de onda y se compararán con las obtenidas con un diodo láser.

### Práctica 5 DETECTOR DE PASO (3 horas)

En esta práctica se realizará los circuitos emisor y receptor para realizar un detector de paso.

### Práctica 6 TRABAJO DE CURSO (5 horas)

Se realizará un trabajo práctico de tema libre de forma individual o en grupo a partir de los dispositivos optoelectrónicos utilizados en las sesiones anteriores de prácticas.

## Bibliografía

### [1 Básico] Introduction to optical electronics /

*Kenneth A. Jones.*

*John Wiley & Sons., New York : (1987)*

047161355X

### [2 Básico] Optoelectronics: an introduction.

*Wilson, John*

*Prentice Hall Europe., London : (1998)*

013103961X

### [3 Recomendado] Optica /

*Justiniano Casas.*

*Universidad de Zaragoza., Zaragoza : (1980)*

8430024484

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 511 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

**[4 Recomendado] Optoelectronics and photonics :principles and practices /**

S.O. Kasap.

Prentice Hall,, Upper Saddle River, NJ : (2001)

0201610876

**Organización Docente de la Asignatura**

| Contenidos                      | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                                 | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Luz: Conceptos básicos          | 3     | 0  | 0   | 0.5 | 2   | 1, 2                     |
| Introducción a los dispositivos | 8     | 0  | 0   | 1.5 | 8   | 1, 3, 4                  |
| Detectores de Luz               | 9     | 10 | 0   | 3   | 10  | 1, 3, 4, 6, 7            |
| LEDs                            | 4     | 4  | 0   | 2   | 7   | 1, 3, 4, 6, 7            |
| Láseres                         | 4     | 1  | 0   | 2   | 7   | 1, 3, 4                  |
| Dispositivos de representación  | 2     | 0  | 0   | 0   | 2   | 1, 3, 5                  |

**Equipo Docente****JAVIER GARCÍA GARCÍA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**Teléfono:** 928458045**Correo Electrónico:** javier.garciagarcia@ulpgc.es**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/jgarcia/index.html>**Resumen en Inglés**

The purpose of this course is to explore the internal behaviour of semiconductor devices. Focus to devices usually used in optical communication system, photodetectors and semiconductor light emission.

Photodetectors are described, and this is done by introducing the important ideas of intrinsic and extrinsic semiconductivity, the Fermi energy, and generation and recombination. The pn junction, photodiodes, pin diodes, and avalanche photodiodes are described in some detail. The detectors include photovoltaic detector, Schottky barrier diodes and phototransistors.

On the other hand, light emission diodes (LEDs) and laser diodes are explained in detail introducing the device based on heterostructures.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 512 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |



**ASIGNATURA:** 14133 - SIMULACIÓN NUMÉRICA  
**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica  
**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación  
**DEPARTAMENTO:** MATEMÁTICAS  
**ÁREA:** Matemática Aplicada  
**PLAN:** 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**  
**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre **TIPO:** Optativa  
**CRÉDITOS:** 4,5 **TEÓRICOS:** 3 **PRÁCTICOS:** 1,5

### Información ECTS

Créditos ECTS: 3,6

Horas de trabajo del alumno: 90

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT): 30
- Horas prácticas (HP): 15
- Horas de clases tutorizadas (HCT): 0
- Horas de evaluación: 0
- otras: 0

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT): 20
- actividad independiente (HAI): 25

Idioma en que se imparte: español.

### Descriptores B.O.E.

Introducción a la formulación variacional. Formulación abstracta del método de elementos finitos (M.E.F.). Problemas lineales, no lineales, estacionarios y evolutivos. Aplicación del M.E.F. a problemas de campos electromagnéticos. Análisis numérico de las formulaciones (estabilidad, consistencia, relación de amortiguamiento y dispersión numérica.)

### Temario

1. Introducción al método de elementos finitos.

1.1. Formulación abstracta. Sistema de ecuaciones asociado al método. Introducción a los elementos finitos de Lagrange en 1-D. (4 h. de Teoría y 2 h. de Práctica)

1.2. Problemas unidimensionales. Un problema de potencial electrostático. Formulación variacional. Aproximación de Galerkin. Aproximación local. Elemento de referencia. Errores de la aproximación. (5 h. de Teoría y 2 h. de Práctica)

1.3. Introducción a los métodos adaptables en 1-D. Estrategias de refinamiento de malla. Aspectos principales de la programación del método. (1 h. de Teoría y 1 h. de Práctica)

2. Método de elementos finitos en problemas bidimensionales.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 513 / 518                                    | ID. Documento MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |

2.1. Problema de potencial electrostático. Problema lineal y no lineal. (5 h. de Teoría y 2 h. de Práctica)

2.2. Problema de difusión evolutivo: métodos explícitos e implícitos. Problemas de ondas. Problemas de transporte-difusión. Problema de semiconductores. (4 h. de Teoría y 2 h. de Práctica)

2.3. Análisis numérico: consistencia, estabilidad, relación de amortiguamiento y dispersión numérica. Introducción a los fundamentos de análisis funcional para el método de elementos finitos. (1 h. de Teoría y 1 h. de Práctica)

3. Generación de mallas y programación del método de elementos finitos.

3.1. Introducción a la generación de mallas. Mallas estructuradas y no estructuradas. (2 h. de Teoría y 1 h. de Práctica)

3.2. Triangulación de Delaunay. Avance frontal. Otras técnicas de generación automática de mallas. (4 h. de Teoría y 1 h. de Práctica)

3.3. Adaptación de mallas. Introducción a la triangulación de imágenes bidimensionales. (3 h. de Teoría y 1 h. de Práctica)

3.4. Otras aplicaciones en ingeniería del método de los elementos finitos adaptativos. (1 h. de Teoría y 2 h. de Práctica)

### Requisitos Previos

En esta asignatura se pretende presentar técnicas numéricas avanzadas para la resolución de problemas de ingeniería que en general no pueden ser abordados analíticamente. Para ello, se diseñan algoritmos con el fin de obtener soluciones aproximadas a dichos problemas utilizando como instrumento fundamental el ordenador. En especial la asignatura se centrará en el análisis del método de elementos finitos y sus aplicaciones a problemas de contorno lineales, no lineales, estacionarios, evolutivos y acoplados. Fundamentalmente, se recomienda tener conocimientos previos básicos de la asignatura de Cálculo Numérico y conocimientos de programación.

### Objetivos

1. Objetivos Conceptuales:

1.1 Conocer el método de elementos finitos mediante su formulación abstracta.

1.2 Recordar la interpolación polinomial a trozos de Lagrange y relacionar con el subespacio funcional aproximador.

1.3 Analizar el método de elementos finitos para la resolución de un problema de contorno elíptico unidimensional.

1.4 Conocer las técnicas de elementos finitos adaptables en problemas unidimensionales.

1.5 Analizar el método de elementos finitos para la resolución de un problema de contorno elíptico bidimensional.

1.6 Conocer aplicaciones en ingeniería del método de elementos finitos a problemas lineales, no

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 514 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

lineales, estacionarios y evolutivos en 2-D y 3-D. Indicar resultados sobre su análisis numérico.

1.7 Analizar los principales módulos de un programa de elementos finitos.

1.8 Conocer las bases y aplicaciones de generadores de mallas de elementos finitos adaptativos en 2-D y 3-D.

2. Objetivos Procedimentales:

2.1 Construir la formulación del método de elementos finitos en problemas de contorno unidimensionales o bidimensionales con elementos clásicos de Lagrange.

2.2 Elaborar un código de elementos finitos para la resolución de un problema de contorno unidimensional o bidimensional.

3. Objetivos Actitudinales:

3.1 Comunicar de forma oral y escrita la justificación de los códigos desarrollados.

## Metodología

Los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura serán presentados en el aula por el profesor utilizando los medios didácticos más adecuados para que el alumno pueda seguir los razonamientos y justificaciones de los métodos y algoritmos propuestos. Se fomentará al máximo la participación de los alumnos durante estas exposiciones. Asimismo, se pondrá a disposición de los alumnos material útil para el seguimiento de la asignatura. También se fomentará la participación de los alumnos en las tutorías voluntarias (6 horas/semana que el profesor tiene a disposición de los alumnos). Dichas tutorías podrán ser colectivas o individuales.

La actividad presencial del alumno (atención, asimilación de conocimientos, participación durante las explicaciones del profesor y tutorías voluntarias, presentación de trabajos, etc.) será fundamental para el desarrollo de su actividad no presencial (estudiar y entender la materia, así como desarrollar los trabajos propuestos).

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

Trabajo: 100%.

Actividades que no liberan materia:

Ninguna.

Otras consideraciones:

La evaluación de la asignatura en todas las convocatorias (ordinarias, extraordinarias y especiales de diciembre) se realizará a través de trabajos que serán propuestos por el profesor a los alumnos. Estos trabajos deberán ser presentados y defendidos personalmente ante el profesor y consistirán en la programación de módulos relacionados con el método de elementos finitos y sus aplicaciones. Si bien el desarrollo de estos módulos tendrá un carácter práctico, deberán ser alcanzados los objetivos mínimos establecidos en los trabajos propuestos para superar la asignatura y se valorará positivamente el conocimiento que posea el alumno sobre la materia

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |  |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Página 515 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |                                                                                       |

objeto del trabajo y su relación con el resto de conceptos presentados en la asignatura. El alumno podrá proponer el lenguaje de programación que desee emplear para el desarrollo del trabajo. La calificación numérica final otorgada al alumno variará entre 0 y 10 puntos y será función de la calidad de la presentación del trabajo, dificultad, iniciativas, conocimientos, participación en clase, etc. En cualquier caso, la calificación necesaria para superar la asignatura será igual o superior a 5 puntos, que serán alcanzados si se culminan los objetivos mínimos establecidos para cada uno de los trabajos. Por último, hay que tener en cuenta que el único día fijado (a cada alumno en cada convocatoria) para la presentación del trabajo se puede solicitar que el alumno se identifique mediante algún documento oficial, por ejemplo D.N.I. original, o cualquier otra documentación equivalente que acredite su identidad de acuerdo con la legislación vigente, o aquellas otras establecidas en la normativa interna de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La presentación del trabajo se realizará ante el profesor con la presencia del resto de alumnos o a nivel individual. La fecha y la forma de la presentación del trabajo serán establecidas de común acuerdo entre el profesor y el alumno; se fomentará la presentación del trabajo durante las horas dedicadas a las prácticas. Como norma general, se establece como fecha tope para la presentación del trabajo, en cada convocatoria, la fecha fijada por la dirección del Centro para la realización del examen correspondiente a la asignatura. El profesor podrá prorrogar (o no) dicha fecha, a petición de los alumnos, atendiendo exclusivamente a su criterio.

## Descripción de las Prácticas

Prácticas en el Aula: 100%

Las prácticas se realizarán en el aula. Consistirán en la realización de ejercicios sobre los algoritmos y métodos estudiados (ver temario) y en la preparación de los programas que conforman el trabajo que cada alumno debe desarrollar y que será utilizado para la evaluación de la asignatura (véase apartado anterior). Para todo ello, se utilizarán los medios audiovisuales más convenientes. Se proponen las siguientes prácticas:

### 1. Aplicaciones del método de elementos finitos. (5 h.)

Problemas unidimensionales. Un problema de potencial electrostático. Formulación variacional. Aproximación de Galerkin. Aproximación local. Elemento de referencia. Errores de la aproximación. Introducción a los métodos adaptables. Aspectos principales de la programación del método.

### 2. Resolución con el Método de elementos finitos de problemas bidimensionales. (5 h.)

Problema de potencial electrostático. Problema lineal y no lineal. Problema de difusión evolutivo: métodos explícitos e implícitos. Problemas de ondas. Problemas de transporte-difusión. Problema de semiconductores. Análisis numérico: consistencia, estabilidad, relación de amortiguamiento y dispersión numérica.

### 3. Aplicaciones de la generación de mallas y programación del método de elementos finitos. (5 h.)

Generación de mallas en dominios 2-D y 3-D. Mallas estructuradas y no estructuradas. Triangulación de Delaunay. Avance frontal. Adaptación de mallas. Aplicaciones en la triangulación de imágenes.

## Bibliografía

### [1 Básico] Finite elements and approximation /

O.C. Zienkiewicz, K. Morgan.

John Wiley & Sons., New York : (1983)

0471890898

| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |               |                            |
|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------|
| Página 516 / 518                                    | ID. Documento | MYzIBKCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |               | Fecha de firma             |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |               | 01/07/2019 12:45:29        |



---

**[2 Básico] El método de los elementos finitos /**

*O.C. Zienkiewicz, R. L. Taylor.*

*CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería), Barcelona : (2004) - (5ª ed.)*

*8495999544 (v. 3)*

---

**[3 Recomendado] Proceedings of the Fifth International Conference on Engineering Computational Technology /**

*edited by B.H.V. Topping, G. Montero and R. Montenegro.*

*Civil-Comp Press,, Stirlingshire (Scotland) : (2006)*

*978-1-905088-11-9 (conjunto)*

---

**[4 Recomendado] Proceedings of the Eighth International Conference on Computational Structures Technology /**

*edited by B.H.V. Topping, G. Montero and R. Montenegro.*

*Civil-Comp Press,, Stirlingshire (Scotland) : (2006)*

*978-1-905088-08-9 (conjunto)*

---

**[5 Recomendado] Innovation in computational structures technology /**

*edited by B.H.V. Topping, G. Montero and R. Montenegro.*

*Saxe-Coburg,, Stirlingshire : (2006)*

*9781874672272*

---

**[6 Recomendado] Innovation in engineering computational technology /**

*edited by B.H.V. Topping, G. Montero and R. Montenegro.*

*Saxe-Coburg,, Stirlingshire : (2006)*

*9781874672289*

---

**[7 Recomendado] Finite elements /**

*Eric B. Becker, Graham F. Carey, J. Tinsley Oden.*

*Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1981)*

*0-13-317132-9 (Tomo VI)*

---

**[8 Recomendado] Computational grids: generation, adaptation, and solution strategies /**

*Graham F. Carey.*

*Taylor & Francis,, Washington : (1997)*

*1560326352*

---

**[9 Recomendado] Finite element methods for flow problems /**

*Jean Donea and Antonio Huerta.*

*John Wiley & Sons,, Chichester : (2003)*

*0-471-49666-9*

---

**[10 Recomendado] Delaunay triangulation and meshing: application to finite elements /**

*Paul-Louis George, Houman Borouchaki.*

*Hermès,, Paris : (1998)*

*2866016920*

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Bloque temático 1.1 | 4     | 2  |     |     | 6   | 1.1, 1.2                 |

|                                                     |                                          |                                                                                       |                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |                     |
| Página 517 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |                     |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       | Fecha de firma      |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       | 01/07/2019 12:45:29 |

| Contenidos          | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos |
|---------------------|-------|----|-----|-----|-----|--------------------------|
|                     | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                          |
| Bloque temático 1.2 | 5     | 2  |     |     | 7   | 1.3, 1.7, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Bloque temático 1.3 | 1     | 1  |     |     | 2   | 1.4                      |
| Bloque temático 2.1 | 5     | 2  |     | 2   | 5   | 1.5, 1.7, 2.1, 2.2, 3.1  |
| Bloque temático 2.2 | 4     | 2  |     | 2   | 4   | 1.6                      |
| Bloque temático 2.3 | 1     | 1  |     | 1   | 1   | 1.6                      |
| Bloque temático 3.1 | 2     | 1  |     | 3   |     | 1.8                      |
| Bloque temático 3.2 | 4     | 1  |     | 5   |     | 1.8                      |
| Bloque temático 3.3 | 3     | 1  |     | 4   |     | 1.8                      |
| Bloque temático 3.4 | 1     | 2  |     | 3   |     | 1.8                      |

### Equipo Docente

**RAFAEL MONTENEGRO ARMAS**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** MATEMÁTICAS

**Teléfono:** 928458832 **Correo Electrónico:** rafael.montenegro@ulpgc.es

### Resumen en Inglés

An introduction to Finite Element Method for numerical solving of several engineering problems is presented. Adaptive refinement strategies and automatic mesh generation are discussed. Programming ideas for 1-D, 2-D and 3-D problems are outlined in this matter. The algorithms are oriented to be programmed by students on the computer. Only elementary knowledge about Numerical Methods is necessary for following this finite element introduction.

|                                                     |                                          |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria           |                                          |  |
| Página 518 / 518                                    | ID. Documento MYzIBkCD.JB1ND3%oG%.4Q\$\$ |                                                                                       |
| Este documento ha sido firmado electrónicamente por |                                          |                                                                                       |
| LETICIA TEJERA CABRERA                              |                                          |                                                                                       |
| Fecha de firma<br>01/07/2019 12:45:29               |                                          |                                                                                       |