



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2004/05

## 14732 - AMPLIACIÓN DE TEORÍA DE MECANISMOS

**ASIGNATURA:** 14732 - AMPLIACIÓN DE TEORÍA DE MECANISMOS

**CENTRO:** Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

**TITULACIÓN:** Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Mecánica

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA MECÁNICA

**ÁREA:** Ingeniería Mecánica

**PLAN:** 10 - Año 2001 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Cr. comunes ciclo **IMPARTIDA:** Segundo cuatrimestre **TIPO:** Optativa

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

### Descriptor B.O.E.

Síntesis de Mecanismos. Análisis Cinemático y Dinámico de Engranajes y Trenes. Cajas de velocidades. Vibraciones Mecánicas y Equilibrado. Correas y Poleas. Ruedas Dentadas y Cadenas. Análisis y Síntesis de Mecanismos Neumáticos.

### Temario

TEMA 1. \\\"VIBRACIONES EN MECANISMOS\\\". (6horas)

Lección 1:- Vibraciones en mecanismos (I).

- Preámbulo.
- Bases previas.
- Sistemas vibrantes: grados de libertad.
- Rigidez y amortiguamiento.
- Planteamiento general del problema de vibraciones mecánicas.
- Formulación general de la ecuación del movimiento en el sistema de 1 GDL.

Lección 2:- Vibraciones en mecanismos (II).

- Vibraciones libres, no amortiguadas, en sistemas de 1 GDL: diferentes métodos.
- Vibraciones libres, amortiguadas, en sistemas de 1 GDL.

Lección 3:- Vibraciones en mecanismos (III).

- Vibraciones forzadas, sin amortiguamiento en sistemas de 1 GDL.
- Vibraciones forzadas, con amortiguamiento. Excitación senoidal.
- Vibraciones causadas por excitaciones periódicas.

Lección 5:- Vibraciones en mecanismos (VI).

- Vibraciones excitadas por rotores desequilibrados.
- Idem por máquinas alternativas.
- Vibraciones causadas por el movimiento de la base.

Lección 6:- Vibraciones en mecanismos (VII).

- Transmisibilidad de las vibraciones sobre soportes fijos.
- Instrumentos para las medidas de vibraciones.
- Aislamiento de las vibraciones.

- Vibraciones de flexión y torsión en sistemas de 1 GDL.

#### Lección 7:- Vibraciones en mecanismos (VIII).

- Ecuación del movimiento en sistemas de 2 GDL.
- Acoplamiento de coordenadas. Coordenadas principales.

#### Lección 8:- Vibraciones en mecanismos.

- Vibraciones en automóviles.
- Transmisibilidad de vibraciones sobre soportes libres.
- Amortiguador dinámico de vibraciones.

### TEMA 2. \\\\"EQUILIBRADO DE MECANISMOS\\\\". (5 horas)

#### Lección 9 - Equilibrado de mecanismos (I).

- Concepto de desequilibrio.
- Causas de desequilibrio.
- Efectos del desequilibrio.
- Concepto de equilibrado.
- Formas de proceder al equilibrado.
- Clasificación del equilibrado.

#### Lección 10:- Equilibrado de mecanismos (II).

- Introducción al equilibrado de miembros en rotación.
- Equilibrado de una masa puntual en un plano.
- Equilibrado de varias masas puntuales en diferentes planos.

#### Lección 11: - Equilibrado de mecanismos (III).

- Introducción al equilibrado de rotores cortos.
- Equilibrado de rotores cortos por el método de medida del ángulo de desfase.

#### Lección 12:- Equilibrado de mecanismos (IV).

- Equilibrado de rotores largos.
- Equilibrado de rotores largos por el método de la medida del ángulo de desfase.

#### Lección 13:- Equilibrado de mecanismos (V).

- Equilibrado de miembros en traslación.
- Equilibrado de miembros con movimiento compuesto.
- Equilibrado de mecanismos planos simples.
- Equilibrado de motores policilíndricos en línea.

#### Lección 14:- Equilibrado de mecanismos (VI).

- Grado de equilibrado del motor de 8 cilindros.
- Idem de 6,4,2 y 1 cilindros.
- Equilibrado de motores en V.

#### Lección 15:- Equilibrado de mecanismos (VII).

- Introducción a las máquinas de equilibrar.
- Máquinas de equilibrado estático y dinámico.
- Generalidades sobre equilibrado de rotores.
- Tolerancias de equilibrado.

### TEMA 3.\\\\"MECANISMOS DE LEVAS\\\\".( 4.5 horas)

#### Lección 16:- Mecanismos de levas (I).

- Constitución del mecanismo.
- Usos del mecanismo.
- Tipos diferentes.
- Velocidades y aceleraciones en levas.
- Estudio de esfuerzos estáticos en levas.
- Levas de retorno a cero.
- Esfuerzos dinámicos en levas.
- Esfuerzos totales en levas.

#### Lección 17:- Mecanismos de levas (IV).

- Definiciones previas al diseño de levas.
- Curvas base: concepto.
- Curvas base más usuales.
- Comparación entre las diferentes curvas base.
- Trazado de curvas base complejas.

#### Lección 18:- Mecanismos de levas (III).

- Trazado gráfico de la leva de traslación con seguidor de traslación.
- Idem de traslación con seguidor de rotación.
- Idem leva rotación con seguidor de traslación, céntrica y excéntrica.
- Idem de rotación con seguidor de rotación.
- Limitaciones al diseño por el ángulo de presión.
- Empleo de seguidores planos y de rodillos.

#### Lección 19:- Mecanismos de levas (IV).

- Diseño analítico de la leva de rotación con seguidor de traslación de cara plana.
- Idem con seguidor de traslación con rodillo.
- Idem con seguidor de rotación plano.
- Diseño gráfico de levas combinadas.

### TEMA 4. \\\"MECANISMOS NEUMÁTICOS\\\". (4 horas)

#### Lección 20:- Mecanismos neumáticos (I).

- Definición y generalidades sobre la composición de estos mecanismos.
- Elementos generadores. Compresores de émbolo, rotativos y turbocompresores.
- Elementos receptores: cilíndricos y motores.
- Elementos reguladores de presión y caudal.
- Elementos de distribución: válvulas y distribuidores.

#### Lección 21:- Mecanismos neumáticos (II).

- Elementos de distribución combinados: combinación de válvulas, combinación de válvulas y reguladores, temporizadores, multivibradores, divisor binario, programadores.
- Accionamiento de los elementos distribución y regulación: neumático y eléctrico.
- Elementos para la captación y amplificación de señales: Detectores neumáticos y eléctricos, amplificadores y preamplificadores.

#### Lección 22:- Mecanismos neumáticos (III).

- Mando y regulación en los mecanismos neumáticos.
- Conceptos básicos, modalidades de mando.
- Circuitos neumáticos básicos: mandos de cilindros de simple y doble efecto (directo e indirecto,

dependiendo del tiempo y del movimiento).

- Circuitos lógicos Básicos.
- Ejemplos de aplicación de los mecanismos neumáticos. Tabla de validez.

Lección 23:- Mecanismos neumáticos (IV).

- Análisis de desplazamientos y velocidades en émbolos de cilindros neumáticos: recorrido del pistón, velocidad del pistón, regulación de la velocidad (bajo carga constante y bajo carga variable) en cilindros de simple y doble efecto. Regulación hidroneumática de la velocidad.
- Fuerzas en los cilindros neumáticos. Amortiguamiento.
- Introducción al diseño de los circuitos neumáticos. Amortiguamiento.

Lección 24:- Mecanismos neumáticos (V).

- Métodos de diseño de los circuitos neumáticos. Particularidades del mando secuencial (secuencia simétrica y asimétrica).
- Método intuitivo para la confección de esquemas en mandos secuenciales.
- Método de anulación de las señales permanentes para mandos secuenciales: cascada y paso a paso.

## TEMA 5. \\\\"MECANISMOS DE ENGRANAJES\\\\".(7,5 horas)

Lección 25:- Mecanismos de engranajes (I).

- Introducción.
- Origen de la rueda dentada y del engranaje: caso de perfil de evolvente y cicloidal.
- Usos y tipos de mecanismos de engranajes: clasificación.
- La función evolvente.
- Formación de los engranajes cilíndricos en dientes rectos de perfil de evolvente.
- Características constructivas.

Lección 26:- Mecanismos de engranajes (II).

- Características de montaje de los engranajes cilíndricos de dientes rectos de perfil de evolvente.
- Condiciones de engrane.
- Cremalleras, engranajes interiores y engranajes escalonados.
- Formación de los engranajes cilíndricos de dientes helicoidales, para ejes paralelos.
- Condiciones de engrane.
- Características constructivas y de funcionamiento.
- Cremallera de dientes inclinados.

Lección 27:- Mecanismos de engranajes (III).

- Generalidades sobre el engranaje cilíndrico de dientes helicoidales, para ejes que se cruzan.
- Características constructivas y de funcionamiento.
- Formación de los engranajes cónicos de dientes rectos: ruedas equivalentes.
- Rueda cónica plana. Ruedas interiores.
- Características constructivas.
- Características de montaje.
- Engranajes cónicos de dientes inclinados: Gleason, Oerlikon, Klingelberg.

Lección 28:- Mecanismos de engranajes (IV).

- Cinemática de los engranajes. Parámetros geométricos asociados.
- Continuidad del engrane.
- Aplicaciones al dentado de evolvente.
- Contacto intermitente.

- Aplicación a la cremallera.
- Contacto con interferencia.

#### Lección 29:- Mecanismos de engranajes (V).

- Cinemática de los engranajes cilíndricos de dientes helicoidales, para ejes paralelos.
- Continuidad del engrane.
- Cinemática de los engranajes cilíndricos de dientes helicoidales, para ejes que se cruzan.
- Continuidad del engrane.
- Idem de engranajes cónicos de dientes rectos.
- Generalidades sobre transmisión de fuerzas en los engranajes. Rendimiento.

#### Lección 30:- Mecanismos de engranajes (VI).

- Esfuerzos en engranajes cilíndricos de dientes rectos. Rendimiento.
- Esfuerzos de engranajes cilíndricos de dientes helicoidales.
- Esfuerzos de engranajes cónicos de dientes rectos.
- Esfuerzos de engranajes cónicos de dientes inclinados.

#### Lección 31:- Mecanismos de engranajes (VII).

- Introducción al tallado de ruedas dentadas.
- Datos de la cremallera herramienta.
- Axoide de generación. Desplazamiento de la herramienta.
- Datos de las ruedas talladas con una herramienta dada. ruedas  $0$  y  $V$ .
- Limitaciones al tallado de ruedas.

#### Lección 32:- Mecanismos de engranajes (VIII).

- Engranajes de ruedas  $0$ .
- Engranajes de ruedas  $V$ .
- Tallado de ruedas cilíndricas de dientes helicoidales: engranaje de estas ruedas.
- Medida y control de engranajes.

#### Lección 33:- Mecanismos de trenes de engranajes (I).

- Introducción al estudio de los trenes de engranajes.
- Estudio cinemático de los trenes de engranajes fijos.
- Estudio cinemático de los trenes de engranajes de ejes fijos.
- Generalidades sobre los trenes de engranajes de ejes móviles.
- Cálculo de la velocidad en trenes de ejes móviles: fórmula de Willis. Método de tabulación.
- Consideraciones cinemáticas sobre los trenes epicicloides simples.

#### Lección 34:- Mecanismos de trenes de engranajes (II).

- Estudio dinámico de los trenes epicicloides: esfuerzos en los trenes simples de 3 y 4 ruedas y en los trenes compuestos.
- Rendimiento en los trenes epicicloides: discusión.
- Consideraciones generales sobre el diseño cinemático de los trenes de engranajes de ejes fijos.

#### Lección 35:- Mecanismos de trenes de engranajes (III).

- Diseño de trenes de engranajes de ejes fijos: diferentes casos, ejemplos.
- Diseño de trenes de inversión: ejemplos.
- Consideraciones generales sobre el diseño cinemático de los trenes de engranajes de ejes móviles.
- Diseño cinemático de un tren epicicloidal de 3 ruedas: ejemplo.

#### Lección 36:- Mecanismos de trenes de engranajes (IV).

- Diseño cinemático de los trenes epicicloides de 4 ruedas.

- Limitaciones constructivas a los trenes epicicloidales.
- Consideraciones sobre el montaje de los trenes epicicloidales.

#### TEMA 6. \\\\"MECANISMOS DE CORREAS\\\\".(1,5 horas)

##### Lección 37.-Análisis topológico.

- Definición y constitución.
- Usos del mecanismo.
- Tipos existentes.
- Análisis cinemático.
- Longitud de la correa.
- Relación de transmisión.
- Consideraciones cinemáticas en las conexiones de árboles.

##### Lección 38.- Análisis dinámico y constructivo.

- Transmisión de esfuerzos.
- Materiales para correas y poleas.
- Normalizaciones. Utilización y montaje.
- Fallos en estos mecanismos.

#### TEMA 7. \\\\"MECANISMOS DE CADENAS Y RUEDAS DENTADAS\\\\". (1,5 horas)

##### Lección 39

- Análisis topológico: Definición y constitución . Usos del mecanismo. Tipos existentes.
- Análisis cinemático: Características constructivas. Relación de transmisión. Efecto cadena.
- Análisis dinámico: transmisión de esfuerzos.
- Análisis constructivo y de funcionamiento: Materiales para cadenas y ruedas. Normalizaciones. Tablas. Montaje y utilización

### Conocimientos Previos a Valorar

#### CoConocimientos Matemáticos:

- Ecuaciones algebraicas.
- Cálculo diferencial.
- Cálculo integral.
- Métodos numéricos.

#### Conocimientos Físicos:

- Magnitudes físicas.
- Teoría vectorial.
- Teoría de momentos y sistemas de vectores.
- Estática de la partícula.
- Estática del sólido rígido.
- Geometrías de masas: Centros de gravedad, momentos de inercia y productos de inercia.
- Cinemática del punto y del Sólido Rígido.
- Dinámica del punto y del Sólido Rígido.

#### Expresión y comprensión gráfica:

- Representación gráfica.

- c.- Concepción espacial.
- b.- Normalización. nocimientos Matemáticos:
- a.- Ecuaciones algebraicas.
- b.- Cálculo diferencial.
- c.- Cálculo integral.
- d.- Métodos numéricos.

#### Conocimientos Físicos:

- a.- Magnitudes físicas.
- b.- Teoría vectorial.
- c.- Teoría de momentos y sistemas de vectores.
- d.- Estática de la partícula.
- e.- Estática del sólido rígido.

f.- Geometrías de masas: Centros de gravedad, momentos de inercia y productos de inercia.

- g.- Cinemática del punto y del Sólido Rígido.
- h.- Dinámica del punto y del Sólido Rígido.

#### Expresión y comprensión gráfica:

- a.- Representación gráfica.

## Objetivos

Para esta asignatura se plantean los objetivos siguientes:

- a) Adquisición de los conocimientos básicos de topología de mecanismos.
- b) Dotar a los alumnos de los conocimientos necesarios para el análisis de velocidades y aceleraciones de los mecanismos citados en el programa.
- c) Conocimientos elementales sobre la síntesis de mecanismos.
- d) Adquisición de conocimientos sobre el análisis de esfuerzos en los mecanismos
- e) Adquisición de conocimientos sobre las vibraciones de uno y dos grados de libertad en los mecanismos y del equilibrado de un mecanismo.

## Metodología de la Asignatura

\* Exposición teórica del profesor, en clases magistrales, de los temas que constituyen el temario.

\* Simultáneamente a la exposición de cada tema se resolverán diferentes problemas significativos, que apoyan la comprensión de los conceptos teóricos, y se dará al alumno otros para resolver en casa.

\* En las bibliotecas físicas y virtuales el alumno desempeñará las tareas de consultas de bibliografía relacionados con la materia así como de catálogos y prontuarios.

\* Cada alumno, o grupo de alumnos, expondrán sus trabajos en clase ante el profesor y el resto de compañeros.

\* Asistencia a charlas y conferencias.

\* Visitas a empresas.

## Evaluación

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La asignatura de Ampliación de Teoría de Mecanismos consta de una parte teórica y otra práctica.

Esta última se compone de problemas de análisis cinemático , dinámico y síntesis de mecanismos y de prácticas de laboratorio. En el examen de convocatoria los alumnos (as) tendrán que desarrollar cuestiones teóricas y algunos ejercicios prácticos, para presentarse a dicho examen los sres alumnos tienen que haber realizado la totalidad de las prácticas de laboratorio.

Los alumnos tendrán que realizar trabajos individuales de la materia.

\* \* \*

## Descripción de las Prácticas

Nº	Título	Créditos
1.-	Análisis topológico de mecanismos	0.30
2.-	Análisis de vibraciones en bancos	0.30
3.-	Equilibrado de rotores	0.20
4.-	Conocimientos de circuitos neumáticos	0.20
5.-	Análisis de circuitos neumáticos	0.30
6.-	Síntesis de circuitos neumáticos	0.10
7.-	Análisis de engranajes reales	0.20
8.-	Mecanismos de engranajes reales	0.40
9.-	Análisis de levas reales	0.20
10.-	Ejemplos prácticos	0.80

## Bibliografía

### [1] Cinemática y dinámica de máquinas /

*Adelardo de Lamadrid Martínez y Antonio de Corral Sáiz.*

*Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,, Madrid : (1969) - (3ª ed.)*



---

**[2] Cinemática y dinámica de máquinas /**

*Adelardo de Lamadrid Martínez y Antonio de Corral Sáiz.*

*Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,, Madrid : (1992)*

---

**[3] Fundamentos de teoría de máquinas /**

*Antonio Simón Mata... [et al.].*

*Bellisco,, Madrid : (2000)*

*8495279207*

---

**[4] Mecánica de máquinas /**

*C. W. Ham, E. J. Crane, W. L. Rogers ; traduccion, Joaquin Olive ; revision tecnica, Jose Bescos.*

*Ediciones del Castillo,, Madrid : (1968) - (4ª ed.)*

---

**[5] Mecánica de máquinas /**

*C. W. Ham, E. J. Crane, W. L. Rogers ; traduccion, Joaquin Olive ; revision tecnica, Jose Bescos.*

*Ediciones del Castillo,, Madrid : (1973)*

*8421900218*

---

**[6] Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros no mecánicos.**

*Calero Pérez, Roque*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Ingeniería Mecánica,, Las Palmas de Gran Canaria :*

*(1995)*

*8489528020 (o.c.)*

---

**[7] Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros no mecánicos.**

*Calero Pérez, Roque*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Ingeniería Mecánica,, Las Palmas de Gran Canaria :*

*(1989)*

---

**[8] Mecanismos en la técnica moderna**

*I.I. Artobolevski*

*Mir, Moscú (1983) - (2ª ed.)*

---

**[9] Mecanismos en la técnica moderna /**

*I.I. Artobolevski.*

*Mir,, Moscú : (1976)*

---

**[10] Teoría de máquinas y mecanismos /**

*Joseph Edward Shigley, John Joseph Uicker ; traduccion, Hortensia C. de Contin ; revision tecnica, Jose H. Perez*

*Castellanos.*

*McGraw-Hill,, México : (1995)*

*968451297X*

---

**[11] Síntesis de mecanismos /**

*Justo Nieto Nieto.*

*AC,, Madrid : (1978)*

*8472880257*

---

**[12] Cinemática y dinámica de máquinas /**

*Lorenzo Álvarez Martínez.*

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,, Tarrasa : (1999)*

---

---

**[13] Geometría de masas /**

*Luis DelgadoALLEMAND, José Manuel Quintana Santana.*  
*Bellisco,, Madrid : (2000) - (3ª ed.)*  
8495279355

---

**[14] Materiales para máquinas /**

*Luis DelgadoALLEMAND, Miguel Socorro Bermúdez.*  
*Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (1999) - (2ª ed.)*  
8478061843

---

**[15] Transmisiones flexibles :cálculo, construcción y ensayo de máquinas /**

*Luis DelgadoALLEMAND, Miguel Socorro Bermúdez.*  
*Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (2000) - (2ª ed.)*  
8478062068

---

**[16] Cojinetes de deslizamiento y rodamientos :cálculo, construcción y ensayos de máquinas /**

*Luis DelgadoALLEMAND, Miguel Socorro Bermúdez.*  
*Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (1999)*  
8478061916

---

**[17] Acoplamientos y embragues :[cálculo, construcción y ensayo de máquinas] /**

*Luis DelgadoALLEMAND, Miguel Socorro Bermúdez.*  
*Universidad,, Las Palmas de Gran Canaria : (2000)*  
8478061983

---

**[18] Transportes industriales /**

*Luis DelgadoALLEMAND, Miguel Socorro Bermúdez, Melchor García Domínguez.*  
*Universidad Politécnica de Las Palmas, Escuela Universitaria Politécnica,, Las Palmas de Gran Canaria : (1985)*

---

**[19] Nociones de mecanismos /**

*Peter Schwamb ... [et al.] ; traducción de la 6ª ed. americana por Gabriel Maldonado Callejón ; prólogo de Teófilo Martín Escobar.*  
*Aguilar,, Madrid : (1973)*  
84-03-20133-8

---

**[20] Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros /**

*Roque Calero Pérez, José Antonio Carta González.*  
*McGraw-Hill,, Madrid : (1998)*  
844812099X

---

**[21] Mecanismos: descripción de más de 2000 mecanismos utilizados en la mayoría de ramas**

*S. N. Kozhevnikov, Y. I. Yesipenko, Y. M. Raskin.*  
*Gustavo Gili,, Barcelona : (1970)*

---

**[22] Atlas de elementos de máquinas y mecanismos /**

*V. N. Beliáev... (et al.).*  
*Ceac,, Barcelona : (1971)*

**MIGUEL SOCORRO BERMÚDEZ**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA

**Departamento:** INGENIERÍA MECÁNICA

**Teléfono:** 928451898    **Correo Electrónico:** msocorro@dim.ulpgc.es