



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2009/10

14714 - INGENIERÍA TÉRMICA

**ASIGNATURA:** 14714 - INGENIERÍA TÉRMICA

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

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

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA CIVIL

**ÁREA:** Mecánica De Fluidos

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

**CURSO:** Segundo curso

**IMPARTIDA:** Primer cuatrimestre

**TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 10,5

**TEÓRICOS:** 6

**PRÁCTICOS:** 4,5

### Descriptores B.O.E.

Fundamentos térmicos y termodinámicos. Equipos y generadores térmicos. Motores térmicos. Calor y frío industrial.

### Temario

TEMA 00.

INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES TÉRMICOS: GENERALIDADES

El motor térmico. Fuentes de energía. Situación del motor térmico en correspondencia con las fuentes de energía. Clasificación de los motores térmicos. Diferencias y similitudes entre los distintos motores térmicos. Máquinas de desplazamiento positivo. Turbomáquinas. Ecuación de EULER: primera y segunda forma.

2horas

TEMA 01.

INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES TÉRMICOS: ANÁLISIS TERMODINÁMICO PREVIO

Tipos de procesos a los que se adaptan las diferentes máquinas térmicas y su representación en los diagramas pv y Ts. Estudio simplificado del comportamiento de los diferentes fluidos utilizados por las distintas máquinas térmicas significativas y tablas, ecuaciones o diagramas a emplear para calcular las propiedades básicas de dichos fluidos. Ecuación combinada del primer y segundo principio de la termodinámica. Tercer principio de la termodinámica. Ciclo de Carnot

6horas

TEMA 02.

INTRODUCCIÓN CALOR Y FRÍO INDUSTRIAL: TRANSMISIÓN DE CALOR

Conducción del calor. Ecuación de Fourier. Conductividad y resistividad. Conducción a través de una pared plana. Coeficiente de película. Transmisión de calor de fluido a fluido. Conducción a través de una pared curva. Media logarítmica de la diferencia de temperaturas. Radiación térmica. Ley de Stefan-Boltzmann. Coeficiente superficial de radiación. Grupos adimensionales. Coeficiente de película. 4horas

TEMA 03.

CALOR Y FRÍO INDUSTRIAL: AIRE ACONDICIONADO, CALENTADORES Y ENFRIADORES

Punto de rocío. Punto de saturación. Humedad relativa. Temperatura de bulbo seco. Temperatura de bulbo húmedo. Determinación de las propiedades características de los componentes de una mezcla. Determinación de las propiedades características de la mezcla. Proceso a presión constante. Proceso a volumen constante. Proceso a entropía constante. Diagrama

psicométrico. Calentadores. Enfriadores

4 horas

#### TEMA 04.

##### INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES TERMICOS: COMBUSTIBLES.

Clasificación de los combustibles. Gasolinas y Gasóleos. Aire mínimo para la combustión. Dosado y coeficiente de aire. Componentes de los gases de combustión. Capacidades caloríficas, entropías y masa molecular de combustión. Temperatura final de combustión. Retardo al encendido. Volatilidad. Poder calorífico superior. Poder calorífico inferior. Procesos teóricos a los que se ciñe la combustión.

2 horas

#### TEMA 05.

##### TURBOMAQUINAS DE GAS: CICLOS Y ECUACIONES FUNDAMENTALES

Ciclo básico o ciclo Brayton. Diferencias fundamentales entre el ciclo Brayton y el ciclo de Carnot. Ciclo regenerativo. Ciclo con refrigeración intermedia. Ciclo con aprovechamiento de gases de escape. Ecuación de EULER aplicado a las turbomáquinas de gas. Ecuación de la energía aplicada a las turbomáquinas de gas. Tipos de energías que se desprecian al realizar un balance de energía en un ciclo de turbinas de gas. Tipos de energías que va tomando el fluido para poder obtener trabajo en el eje de la turbina. Etapas de reacción. Etapas de acción.

4 horas

#### TEMA 06.

##### TURBOMAQUINAS DE GAS: EQUIPOS DE UNA CENTRAL TERMICA DE GAS.

Conducto de admisión. Compresor. Cámara de combustión. Conducto de gases. Calderas de postcombustión. Calderas de recuperación de gases de escape. Calentadores regenerativos. Turbinas de gas. Diseño de la forma del rotor en compresor y turbina de gas y su relación con los escalonamientos de presión o de velocidad. Cálculo de los parámetros significativos ( $p$ ,  $T$ ,  $m$ ) en cada una de las entradas y salidas de los equipos

2 horas

#### TEMA 07.

##### TURBOMAQUINAS DE GAS: BALANCE TERMICO.

Tipos de rendimientos de los equipos de una turbina de gas. Rendimiento interno del compresor. Rendimiento interno de la turbina. Rendimiento de la cámara de combustión. Rendimiento mecánico turbina compresor. Rendimiento mecánico turbina alternador. Rendimiento eléctrico del alternador. Rendimiento conjunto del alternador. Rendimiento del ciclo térmico. Rendimiento de la instalación. Pérdidas o implicaciones asociadas a cada rendimiento ya definido. Consumo específico de combustible. Heat Rate. Balance de energía en porcentaje tomando como base la potencia del combustible, teniendo en cuenta la potencia del alternador y considerando las pérdidas originadas en la instalación.

2 horas

#### TEMA 08.

##### TURBOMAQUINAS DE VAPOR: CICLOS Y ECUACIONES FUNDAMENTALES.

Ciclo de Rankine. Diferencias fundamentales entre un ciclo de Rankine y un ciclo de Carnot. Ciclo con recalentamiento intermedio. Ciclo regenerativo. Ciclo regenerativo con calentamiento intermedio. Ecuación de EULER aplicada a las turbomáquinas de vapor. Ecuación de la energía aplicada a las turbomáquinas de vapor. Tipos de energía que se desprecian al realizar un balance térmico. Tipos de energía que va tomando el fluido para poder obtener trabajo en el eje en una turbina de vapor. Etapas de acción. Etapas de reacción. Grado de reacción.

4 horas

#### TEMA 09.

##### TURBOMAQUINAS DE VAPOR: EQUIPOS DE UNA CENTRAL TÉRMICA DE VAPOR.

Diagrama de proceso de una instalación simple de una central térmica de vapor. Caldera. Recalentador. Mecheros. Atomizadores. Calentador de aire. Calentadores de baja y alta presión. Condensadores. Bomba de agua de alimentación. Desgasificador. Eyectores. Cálculo de los parámetros significativos ( $p$ ,  $T$ ,  $m$ ) en cada una de las entradas y salidas de los equipos

2 horas

#### TEMA 10.

##### **TURBOMAQUINAS DE VAPOR: BALANCE TÉRMICO.**

Tipos de rendimientos de los equipos que componen una turbina de vapor. Rendimiento interno de la turbina. Rendimiento de la caldera. Rendimiento del condensador. Rendimiento mecánico turbina generador. Rendimiento eléctrico del generador. Rendimiento conjunto del alternador. Rendimiento del ciclo térmico. Rendimiento de la instalación. Introducción. Clasificación fundamental de las turbinas de vapor. Descripción técnica de las turbinas de vapor. Grado de reacción. Pérdidas, rendimientos y potencias. Turbinas de acción. Escalonamientos de velocidad y de presión en las turbinas de acción. Turbinas de reacción. Escalonamientos de velocidad y de presión en las turbinas de reacción. Estudio comparativo entre las turbinas de acción y las turbinas de reacción. Limitación de la potencia en las turbinas de vapor.

2 horas

#### TEMA 11.

##### **MOTORES TERMICOS DE COMBUSTIÓN INTERNA: GENERALIDADES.**

El motor de combustión interna alternativo. Clasificación de los MCI. Parámetros fundamentales de los MCI. MCI de dos y cuatro tiempos: diferencias y similitudes fundamentales. MEP y MEC. Configuración mecánica de los MCI de dos y cuatro tiempos.

2horas

#### TEMA 12.

##### **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA: CICLOS TEÓRICOS Y CICLOS REALES.**

Ciclos teórico de aire: OTTO a volumen constante, DIESEL a presión constante, SABATHE o ciclo mixto. Estudio comparativo de los tres ciclos teóricos de aire equivalente. Ciclos teóricos de aire-combustible: a volumen constante, a presión constante y ciclo mixto. Diagrama real o indicado de los motores de los MCI. Análisis termodinámico de los MCI: Influencia de la relación de compresión, del poder calorífico del combustible, de la línea de la combustión, de los procesos de combustión, de los procesos de escape y limitación de la presión máxima. Registrador electrónico del diagrama real indicado de los MCI.

2 horas

#### TEMA 13.

##### **MOTORES TERMICOS DE COMBUSTIÓN INTERNA: POTENCIAS Y RENDIMIENTOS.**

Presiones medias: teórica, indicada efectiva. Rendimientos: teórico, indicado, efectivo, mecánico, global de la instalación. Coeficiente de calidad. Potencias: teórica, del combustible, indicada, efectiva, neta y específica. Curvas características del MCI. Influencia de las condiciones atmosféricas sobre la potencia.

2 hora

#### TEMA 14.

##### **MOTORES TERMICOS DE COMBUSTIÓN INTERNA: RENOVACIÓN DE CARGA.**

Renovación de carga en un MCI de cuatro tiempos. Rendimiento volumétrico. Potencia y presión media en función del rendimiento volumétrico. Rendimiento volumétrico referido a las condiciones normales o estándar. Proceso de admisión ideal. Factores que afectan al rendimiento volumétrico. Renovación de carga en un MCI de dos tiempos. Sistema de barrido. Proceso ideal de barrido. Tipos de barrido. Potencia y presión media en función de los coeficientes de renovación de carga en los MCI de dos tiempos. Relaciones fundamentales entre los distintos coeficientes y rendimientos relativos a la renovación de carga de un MCI de dos tiempos. Medidas de los coeficientes de admisión y de carga.

4 horas

#### TEMA 15.

##### **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA: SOBREALIMENTACIÓN.**

Origen de la sobrealimentación y razones que la justifican. Sobrealimentación de los MCI de dos y cuatro tiempos. Incremento de las tensiones térmicas y mecánicas debido a la sobrealimentación de los MCI. Tipos de compresores destinados a la sobrealimentación dependiendo de la forma de trabajo del MCI: ventajas y desventajas. Sobrealimentación con turbinas de escape a presión

constante. Sobrealimentación con turbinas de escape a presión variable.

2 horas

TEMA 16.

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA: COMBUSTIÓN.

Combustión de los MEP: encendido y combustión. Desarrollo de la presión con el giro del cigüeñal en los MEP. Combustión detonante. Factores que afectan a la detonación. Limitación de la relación de compresión en los MEP. Cualidades de los combustibles a utilizar en los MEP. Combustión en los MEC. Inyección y combustión. Relación de compresión en los MEC. Variación de la presión con el giro del cigüeñal en los MEC. Cualidades de los combustibles utilizados en los MEC. Emisión de humos en los MEC.

4 horas

TEMA 17.

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA. LEYES DE SEMEJANZA.

Bases definitorias de la semejanza de MCI. Consecuencias que se deducen de la semejanza de MCI. Implicaciones que para una potencia dada se deriva de la variación del número de cilindros. Consideraciones finales a la semejanza de MCI.

2 horas

## Requisitos Previos

Al ser una asignatura de segundo curso primer cuatrimestre el alumno viene con conocimientos de física básica, química básica y cálculo básico dados en el primer curso. Esto es indicativo de haber dado gases perfectos, reacciones básicas de combustión y ecuaciones exponenciales.

## Objetivos

El objetivo es que el alumno sea capaz de comprender los distintos procesos que experimenta el fluido a su paso por las distintas máquinas térmicas y los equipos en los que el fluido experimenta variaciones de temperatura como son los calentadores, los enfriadores, las turbinas, los motores diesel y el proceso de aire acondicionado.

## Metodología

Al ser una asignatura teórico-práctica los medios a utilizar son de diversa naturaleza. La parte teórica se dará con los medios estándar (pizarra, transparencias y proyector). La parte práctica se realizará en el laboratorio de motores térmicos de la escuela de ingeniería utilizando los medios actualmente disponibles: motores diesel seccionados, turbinas de vapor seccionadas, catálogos, videos y máquinas térmicas en general.

## Criterios de Evaluación

La evaluación se realizará teniendo en cuenta: a) la asistencia que tendrá una nota sobre el total de 1 punto con un mínimo de 0.7 (Una abstención del mayor de un 30% no da derecho a esta nota), b) una colección de problemas que se irán fijando a lo largo del curso que se valorará con un total de 2 puntos dependiendo de la calificación de dichos problemas c) un examen por curso al que accederán los alumnos que tengan en los anteriores apartados un mínimo de 2 puntos d) el examen de convocatoria. Las prácticas de laboratorio serán obligatorias, sin ellas no se puede aprobar la asignatura, estas tendrán la calificación de apto no repercutiendo en la calificación final.

## Descripción de las Prácticas

Las practicas iran encaminadas a conocimientos de los parametros significativos para el entendimiento teorico de la asignatura en cuestion.

Modulo 1: medida de variacion de temperaturas, presiones y caudales calculando unas en funcion de otras y comprobando que son ciertos los resultados: 3 horas, laboratorio de motores térmicos (en adelante lmt), semana 1. imparte D. Graciliano Herrera y Domingo Santana.

Modulo 2: Explicacion de las diferentes partes de que constan los motores termicos sobre motores reales, maquetas y laminas: 3 horas, lmt, semana 2, D.Domingo Santana.

Modulo 3: Lubricación y aceites: 6 horas, lmt, semanas 3 y 4, D. Domingo Samtana.

Modulo 4: Refrigeración y tipos de refrigerantes: 6 horas, lmt, semanas 5 y 6, D. Domingo Santana.

Modulo 5: Videos de las pruebas realizadas a un motor diesel en fabrica: 3 horas, lmt, semana 7, D. Domingo Santana.

Modulo 6: Sistema de combustibles y combustibles: 9 horas, lmt, semanas 6,7 y 8, D. Domingo Santana.

Modulo 6: Montaje y desmontaje de un motor diesel: 9 horas, lmt, semanas 9, 10 y 11, D. Domingo Santana.

Modulo 7: Descripcion de un sistema de aire acondicionado sobre instalacion real: 3 horas, laboratorio de mecánica de fluidos, semana 12, D. Domingo Santana

Diagramas de flujo: 6 horas, lmt, semanas 13 y 14, D. Graciliano Herrera

## Bibliografía

### [1 Básico] Apuntes complementarios a los motores térmicos : motores de combustion interna /

*Graciliano Herrera García.*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (2001)*

### [2 Básico] Termodinámica lógica y motores térmicos /

*José Agüera Soriano.*

*Ciencia 3,, Madrid : (1999) - (6ª ed. mej.)*

*8486204984*

### [3 Básico] Termodinámica lógica y motores térmicos : problemas resueltos /

*José Agüera Soriano.*

*Ciencia 3,, Madrid : (1999)*

*8486204992*

### [4 Recomendado] Turbomáquinas térmicas: turbinas de vapor, turbinas de gas, turbocompresores /

*Claudio Mataix.*

*Dossat,, Madrid : (1988) - (2ª ed.)*

*842370727X*

## Equipo Docente

### JUAN FRANCISCO SANTANA RODRÍGUEZ

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA CIVIL

**Teléfono:** 928451909 **Correo Electrónico:** jsantana@dic.ulpgc.es

**GRACILIANO HERRERA GARCÍA***(COORDINADOR)***Categoría:** *TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA***Departamento:** *INGENIERÍA CIVIL***Teléfono:** *928451485***Correo Electrónico:** *gherrera@dic.ulpgc.es***DOMINGO SANTANA ORTEGA***(RESPONSABLE DE PRACTICAS)***Categoría:** *MAESTRO DE TALLER Y LABORATORIO***Departamento:** *INGENIERÍA CIVIL***Teléfono:** *928451485***Correo Electrónico:** *dsantana@dic.ulpgc.es*