

# **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**

## **Grado en Ingeniería Mecánica**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Motores Térmicos (asignatura sin docencia)  
(2022 - 2023)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Motores Térmicos (asignatura sin docencia)</b>	Código: <b>339403102</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Mecánica</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2011-12-12)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Área/s de conocimiento: <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li> <li>- Curso: <b>3</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li> <li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>9,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,45 ECTS en Inglés)</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

Tener superada la asignatura de Ingeniería Térmica

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>OSCAR GARCÍA AFONSO</b>
- Grupo: <b>Teoría y problemas de aula, grupo completo. TU201, TU202, TU203, TU204. PE201, PE202, PE203, PE204</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>OSCAR</b></li> <li>- Apellido: <b>GARCÍA AFONSO</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Industrial</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li> </ul>

<p><b>Contacto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>+34922316502 - Ext 6584</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b>ogarciaa@ull.es</b></li> <li>- Correo alternativo: <b>ogarciaa@ull.edu.es</b></li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul>						
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	09:00	11:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
<p>Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 89, 2º piso del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.</p>						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	09:00	11:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso

Todo el cuatrimestre		Martes	17:00	19:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	nº 89, 2º piso

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho 89, 2º piso del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Mecánica**

Perfil profesional: **Ingeniería Mecánica**

#### 5. Competencias

##### Específicas

**18** - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

**19** - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica

##### Generales

**T4** - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial Mecánica.

**T5** - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

**T6** - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

**T7** - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

**T9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

##### Transversales

**O1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**O2** - Capacidad de organización y planificación del tiempo.

**O4** - Capacidad de expresión escrita.

**O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

**O15** - Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y para elaboración de informes técnicos.

#### Básicas

**CB1** - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

**CB2** - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB4** - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

#### **CONTENIDOS TEÓRICOS**

TEMA 1. Introducción a las máquinas térmicas. Clasificación. Aplicaciones

#### **BLOQUE I - MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS**

TEMA 2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS MCIA Y CICLOS BÁSICOS.

Introducción. clasificación. Motores de encendido provocado (MEP) y de encendido por compresión (MEC). Motor de cuatro tiempos (4T) y dos tiempos (2T). Parámetros fundamentales (indicados y efectivos). Análisis termodinámico. Curvas características. Elementos constructivos.

TEMA 3. BALANCE ENERGÉTICO, RENOVACIÓN DE LA CARGA, SOBREALIMENTACIÓN Y COMBUSTIÓN EN LOS MCIA.

Introducción. Balance de energía. Determinación de las pérdidas térmicas y mecánicas. Refrigeración y gestión térmica de motores. Lubricación. Procesos de admisión y de escape en MCIA de 2T y 4T. Rendimiento volumétrico. Justificación de la sobrealimentación. Tipos de sobrealimentación. Turbosobrealimentación. Combustión en MEP. Combustión en MEC. Características de los combustibles utilizados en los MEC y MEP. Sistemas de inyección. Mecanismos de formación de emisiones contaminantes. Reducción de emisiones contaminantes.

#### **BLOQUE II - MOTORES BASADOS EN TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS**

TEMA 4. ESTRUCTURA INTERNA Y ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE LA TURBOMÁQUINA.

Introducción. Ecuación fundamental de la turbomáquina. Estructura de la turbomáquina. Definición de escalonamiento. Clasificación de la turbomáquinas térmicas: axiales y radiales. Rendimiento.

TEMA 5. FUNDAMENTOS PARA EL ANÁLISIS EXERGÉTICO.

Revisión de la aplicación del balance de energía y entropía a sistemas cerrados y abiertos y de la determinación de

propiedades termodinámicas. Exergía. Análisis exergético.

#### TEMA 6. CICLO DE BRAYTON.

Irreversibilidades en el ciclo de Brayton. Modificaciones del ciclo de Brayton: regeneración, compresión con refrigeración intermedia, recalentamiento. Integración en plantas de potencia con energías renovables.

#### TEMA 7. CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES DE TURBINA DE GAS.

Análisis termodinámico de la combustión en flujo estacionario. Ciclos de funcionamiento de los motores de turbina de gas. Turbina de gas de ciclo simple. Turbina de gas aeroderivada. Turbina de gas regenerativa. Turbina de gas con refrigeración intermedia. Turbina de gas con recalentamiento. Parámetros básicos. Análisis termodinámico. Integración en plantas de potencia con energías renovables.

#### TEMA 8. ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y APLICACIONES DE LOS MOTORES DE TURBINAS DE GAS.

Compresores centrífugos y axiales. Turbinas radiales y axiales. Cámaras de combustión. Curvas características.

#### TEMA 9. CICLOS DE POTENCIA PARA CENTRALES TÉRMICAS DE TURBINA DE VAPOR.

Ciclo Rankine con agua/vapor. Ciclo Rankine orgánico. Influencia de los parámetros de operación en las prestaciones del ciclo. Técnicas para la mejora del ciclo: sobrecalentamiento, recalentamiento y regeneración.

Parámetros del ciclo. Análisis termodinámico. Integración en plantas de potencia con energías renovables.

#### TEMA 10. INSTALACIONES DE TURBINA DE VAPOR.

Esquema y equipos de la instalación. Generador/caldera de vapor. Combustibles. Turbinas. Condensador. Bombas de alimentación. Torres de refrigeración. Calentadores cerrados y de mezcla.

#### TEMA 11. CICLO COMBINADO.

Justificación. Ciclo combinado turbina de gas-ciclo de vapor con un solo nivel de presión. Calderas de recuperación. Análisis termodinámico.

Ciclo combinado turbina de gas-ciclo de vapor con varios niveles de presión.

### **CONTENIDOS PRÁCTICOS**

PRÁCTICA 1 - Ensayo en banco motor (3 horas).

PRÁCTICA 2 - Ensayo en banco motor (3 horas).

PRÁCTICA 3 - Práctica informática sobre ciclos de potencia para centrales térmicas de turbina de vapor (3 horas).

### **Actividades a desarrollar en otro idioma**

- Lectura y estudio de documentación en el idioma inglés.
- Preguntas del examen formuladas en el idioma inglés.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

**Sin docencia. No es de aplicación este apartado.**

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas o de problemas a grupo completo	45,00	0,00	45,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O15], [O7], [O4], [O1], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	27,00	0,00	27,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O15], [O7], [O4], [O2], [O1], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	35,00	35,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O15], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T6], [T5], [T4], [19]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	45,00	45,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	25,00	25,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O4], [O2], [O1], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]
Preparación de exámenes	0,00	30,00	30,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19]
Realización de exámenes	12,00	0,00	12,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19]

Asistencia a tutorías	6,00	0,00	6,0	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O15], [O7], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]
Total horas	90,00	135,00	225,00	
Total ECTS			9,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- Material suministrado por el profesor
- Muñoz Domínguez, Marta; Rovira de Antonio, Antonio "Máquinas Térmicas". UNED
- Rovira de Antonio, Antonio; Muñoz Domínguez, Marta "Motores de Combustión Interna". UNED
- Varios autores. Dirigido por M. Muñoz y F. Payri "Motores de combustión interna alternativos". Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales. D.L. 2011
- J. Arregle y otros autores "Procesos y tecnología de máquinas y motores térmicos" Editorial UPV

### Bibliografía Complementaria

- "Gas-Turbine Power Generation". Paul Breeze.
- "Fundamentos de termodinámica técnica". Moran, M. J. y Shapiro, H. N. Barcelona: Reverté, 2004. ISBN: 84-291-4313-0.
  - "Internal combustion engine fundamentals". John B. Heywood. New York [etc]: McGraw-Hill, 1988. Serie McGraw-Hill in mechanical engineering. 0-07-100499-8.
  - "Problemas resueltos de motores térmicos y turbomáquinas térmicas". Muñoz Domínguez, Marta. UNED, 2000. ISBN: 84-362-3953-9.

### Otros Recursos

CoolProp (<http://www.coolprop.org>)  
 NIST Chemistry Webbook (<http://webbook.nist.gov/chemistry/>)  
 TERMOGRAF (<http://termograf.unizar.es/www/index.htm>)  
 FluidProp (<http://www.asimptote.nl/software/fluidprop>)

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (Boletín Oficial de la Universidad de La Laguna de 23 de junio de 2022), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación o Modificación vigente.

Al no existir docencia de esta asignatura, el modo de Evaluación Continua no aplica. Por dicha razón, tanto en la primera

como en la segunda convocatoria solamente será de aplicación la modalidad de evaluación única.

**Evaluación única (EU)** (de acuerdo al artículo 5 del Reglamento de Evaluación y Calificación).

**EU1.** Examen escrito sobre todos los contenidos tratados en la asignatura. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 100%. Esta actividad estará compuesta por una prueba de desarrollo que contendrá preguntas de respuesta corta (15%) y preguntas de resolución de problemas (85%). Algunas de las preguntas de respuesta corta evaluarán la docencia práctica de la asignatura, así como los contenidos de las lecturas obligatorias en idioma inglés.

Aspectos generales del sistema de evaluación

Dentro del conjunto de competencias asociadas a la asignatura se encuentran la capacidad de razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos [T4], la capacidad de análisis y síntesis [O1], la capacidad de expresión escrita [O4] y la capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico [O7]. Estas capacidades serán evaluadas en cada una de las actividades de evaluación. En el caso concreto de los exámenes escritos se valorará significativamente la explicación de los conceptos y fundamentos relacionados con su resolución, así como la capacidad de análisis de los resultados obtenidos. Una resolución consistente sólo en una sucesión de ecuaciones y cálculos sin comentario alguno podrá ser penalizada hasta en un 50 % de la calificación, según el grado de importancia de las explicaciones omitidas. Errores conceptuales importantes anularán la normal evaluación de la resolución de un ejercicio y/o del examen.

**Estrategia Evaluativa**

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O15], [O7], [O4], [O1], [T9], [T6], [T5], [19]	Se refiere a partes de la EU1 de la evaluación alternativa. Dominio de los contenidos teóricos de cada uno de los bloques así como evaluación en idioma inglés.	10,00 %
Pruebas de desarrollo	[CB4], [CB3], [CB2], [O15], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T7], [T6], [T5], [T4], [19], [18]	Se refiere a partes de las pruebas EC1, EC2 y EC5 de la evaluación continua, así como EA1 de la evaluación alternativa. Dominio de todos los contenidos de cada uno de los bloques.	70,00 %
Trabajos y proyectos	[CB4], [CB3], [CB2], [O15], [O7], [O4], [O2], [O1], [T9], [T6], [T5], [T4], [19]		0,00 %
Informes memorias de prácticas	[CB2], [CB1], [O15], [O4], [O1], [T9], [T4], [19], [18]	Se refiere al informe que se tendrá que realizar sobre las prácticas de laboratorio, tanto en evaluación continua (EC3) como única (EU2).	20,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

En esta sección se enumeran los resultados del aprendizaje esperados en cada estudiante tras superar la asignatura conforme a lo establecido en la correspondiente Memoria de Verificación o Modificación del Título. De acuerdo con lo anterior el o la estudiante, una vez superada la asignatura, deberá ser capaz de:

- RA1. Describir el funcionamiento básico de los motores de turbina de gas, ciclos de potencia de vapor, ciclos combinados y motores de combustión interna alternativos.
- RA2. Describir las partes, componentes y dispositivos fundamentales de los motores de turbina de gas, ciclos de potencia de vapor, ciclo combinado y motores de combustión interna alternativos.
- RA3. Realizar el análisis termodinámico de motores de turbina de gas, ciclos de potencia de vapor, ciclos combinados y motores de combustión interna alternativos.
- RA4. Identificar los parámetros de funcionamiento más importantes de los motores de turbina de gas, ciclos de potencia de vapor, ciclos combinados y motores de combustión interna alternativos y establecer los valores de dichos parámetros que optimizan el funcionamiento de los mismos.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Docencia extinguida a partir del presente curso. Sin embargo, a modo de ayuda para preparar la asignatura por el alumnado matriculado que tiene derecho a examen según el BOC del miércoles 19 de octubre de 2011, se muestra el cronograma seguido en el curso anterior.

Entre las semanas 1 y 5 se desarrollará, además de la introducción a la asignatura, el bloque I (Motores de Combustión Interna Alternativos y la introducción al bloque II ( Motores basados en Turbomáquinas Térmicas). Asimismo, en la semana 5 se realizará el primer seminario, previo a la prueba de evaluación continua EC1.

Las semanas 6 y 10 se dedicarán a la presentación de los fundamentos del análisis exergético, así como los temas relacionados con el ciclo Brayton y motor turbina de gas. En esta misma ventana temporal se realizarán las sesiones de prácticas de ensayo en banco motor, así como el segundo seminario previo a la prueba de evaluación continua EC2.

El periodo entre las semanas 11 y 14 estará dedicado a los ciclos de potencia de vapor y ciclo combinado. Asimismo, en la semana 14 se realizará el último seminario.

### Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:		Estudio sobre Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).	5.00	3.00	8.00

Semana 2:	TEMA 2.	Estudio sobre Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).	5.00	5.00	10.00
Semana 3:	TEMA 2.	Estudio sobre Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).	5.00	5.00	10.00
Semana 4:	TEMA 3.	Estudio sobre Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).	5.00	5.00	10.00
Semana 5:	TEMA 3/4.	Estudio sobre Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).	7.00	12.00	19.00
Semana 6:	TEMA 5. Pruebas de evaluación: EC1.	Estudio sobre análisis exergético y ciclo de Brayton.	7.00	12.00	19.00
Semana 7:	TEMA 6.	Estudio sobre análisis exergético y ciclo de Brayton.	7.00	12.00	19.00
Semana 8:	TEMA 6.	Estudio sobre ciclos de funcionamiento de motores de turbina de gas.	6.00	9.00	15.00
Semana 9:	TEMA 7.	Estudio sobre ciclos de funcionamiento de motores de turbina de gas.	7.00	9.00	16.00
Semana 10:	TEMA 7/8.	Estudio sobre ciclos de funcionamiento de motores de turbina de vapor.	7.00	9.00	16.00
Semana 11:	TEMA 9. Pruebas de evaluación: EC2.	Estudio sobre ciclos de funcionamiento de motores de turbina de vapor.	7.00	14.00	21.00
Semana 12:	TEMA 9.	Estudio sobre ciclos de funcionamiento de motores de turbina de vapor.	5.00	9.00	14.00
Semana 13:	TEMA 9.	Estudio sobre Ciclos Combinados.	10.00	8.00	18.00
Semana 14:	TEMA 10/11.	Estudio sobre Ciclos Combinados.	7.00	9.00	16.00
Semana 15:	Semanas 15 a 16	Evaluación y trabajo autónomo del alumnado"	0.00	14.00	14.00
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
Total			90.00	135.00	225.00