



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura

## Máquinas Térmicas

**Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica**

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	1/20	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Máquinas Térmicas			
<b>Materia*</b>	Máquinas y Motores Térmicos (Thermal Machines and Engines)			
<b>Módulo*</b>	Tecnología específica			
<b>Código</b>	508104003			
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería en Mecánica			
<b>Plan de estudios</b>	2009			
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial			
<b>Tipo</b>	Obligatoria			
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1er	<b>Curso</b> 4º
<b>Idioma</b>	Castellano			
<b>ECTS</b>	7.5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b> 225

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Francisco Vera García		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
<b>Área de conocimiento</b>	Máquinas y Motores Térmicos		
<b>Ubicación del despacho</b>	2ª Planta Hospital de Marina		
<b>Teléfono</b>	968 325987	<b>Fax</b>	968 325999
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:francisco.vera@upct.es">francisco.vera@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual UPCT		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	En Aula Virtual		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En Aula Virtual		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial (1999) Doctor por la UPV (2004)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2004
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	2
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Modelado de Sistemas Térmicos y Energéticos
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	2
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Técnico Superior en Instituto CMT (3 años)
<b>Otros temas de interés</b>	Transmisión de calor, Estudio de cambio de fase, Evaporación, Condensación, Intercambiadores, Modelado de Motores, Cogeneración y Energías Renovables

<b>Profesor participante</b>	Manuel Castillo Meseguer		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
<b>Área de conocimiento</b>	Máquinas y Motores Térmicos		
<b>Ubicación del despacho</b>	2ª Planta Hospital de Marina		
<b>Teléfono</b>		<b>Fax</b>	968 325999
<b>Correo electrónico</b>	Manuel.castillo@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual UPCT		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	En Aula Virtual		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En Aula Virtual		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Asociado
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Modelado de Sistemas Térmicos y Energéticos
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Ing. Industrial en diferentes compañías desde 2008
<b>Otros temas de interés</b>	

<b>Profesor participante</b>	José Martínez García		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
<b>Área de conocimiento</b>	Máquinas y Motores Térmicos		
<b>Ubicación del despacho</b>	2ª Planta Hospital de Marina		
<b>Teléfono</b>		<b>Fax</b>	968 325999
<b>Correo electrónico</b>	Jose.martinez@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual UPCT		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	En Aula Virtual		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	En Aula Virtual		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Asociado
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

En la asignatura Máquinas Térmicas se transmite a los alumnos los principios teóricos que rigen el funcionamiento de los motores con el objetivo de que el alumno adquiera conocimientos prácticos y destreza en el manejo de la instrumentación de ensayo de este tipo de máquinas.

Debido a la constante evolución de la tecnología en este campo, las modificaciones y/o realizaciones actuales quedan obsoletas en poco tiempo, mientras que con una sólida formación de base del funcionamiento de las máquinas térmicas es más fácil que el alumno se adapte a las nuevas exigencias que se pueda encontrar en el desarrollo de su labor profesional en este campo.

Al ser una asignatura de último curso se enfoca como una asignatura de aplicación de los fundamentos teóricos adquiridos en los cursos anteriores.

Los conceptos tecnológicos son una parte fundamental de esta asignatura, sin perder de vista la intensificación “mecánica” de la titulación. Dentro de la Ingeniería mecánica, las Máquinas Térmicas son una parte fundamental. La inclusión de esta asignatura en el último curso de carrera se debe al elevado carácter aplicado de la materia y a su multidisciplinariedad en cuanto al conocimiento de las máquinas térmicas como a la utilización y aplicación en la industria.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El uso de la energía térmica y su conversión en energía mecánica mediante máquinas Térmicas es un problema al cual se enfrentarán los futuros ingenieros técnicos en prácticamente todas las industrias en las cuales ejerzan su profesión. En un motor térmico suceden multitud de fenómenos físicos estudiados por diferentes disciplinas (como mecánica de fluidos, termodinámica, química, mecánica,...). En la práctica totalidad de los procesos industriales se requiere la aplicación de los Principios de la Termodinámica. El conocimiento de éstos principios es básico en ingeniería térmica, por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), una refinería de petróleo, una central de cogeneración y/o trigeneración, etc.

La asignatura contribuye a desarrollar las competencias del ámbito profesional de la explotación de los recursos energéticos con el adecuado rigor científico y técnico. Uno de los objetivos principales es estudiar las bases termodinámicas de las plantas de generación térmica, ya que es básico para entender los conceptos asociados a la ingeniería y diseño de las mismas: desde las bases teóricas de las máquinas térmicas hasta la operación y mantenimiento de las centrales térmicas, pasando por el diseño de específico de elementos singulares de este tipo de máquinas.

Además, cuando se analiza el contexto actual y prospectivo del sector energético hay que tener los conocimientos suficientes relacionados con las industrias de generación, transporte, transformación y gestión de la energía térmica y por otra parte en la industria del transporte terrestre, marítimo y aéreo. En este sentido la asignatura contribuye a desarrollar dichas competencias, aportando, por tanto, parte de la formación necesaria para que el futuro titulado pueda desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales.

Asimismo el estudio del procedimiento a seguir para el análisis energético de instalaciones energéticas de sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire y en procesos de combustión es de gran interés.

Por esta razón se considera esta asignatura totalmente necesaria para una formación integral del Ingeniero actual, ya que con el estudio de Máquinas Térmicas contribuye

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	6/20	

además en aspectos importantes de la Ingeniería Térmica podrá desarrollar más en otras asignaturas de la materia de tecnología energética incluyendo las energías renovables

### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Es recomendable cursar y adquirir las competencias de otras materias y asignaturas de los cursos anteriores. Entre las materias básicas imprescindibles para seguir el contenido de esta asignatura se pueden destacar entre otras las Matemáticas, la Física, etc. También se pueden destacar las necesidades de desarrollo de las competencias adquiridas en la relacionadas con materias comunes a la rama de ingeniería industrial como Ingeniería Energética (especialmente con las asignaturas “Termodinámica Aplicada” y “Transmisión de Calor”) Tecnología Medioambiental y Mecánica de Fluidos, y otras materias específicas a la especialidad como la Ingeniería de Térmica con todas las asignaturas que incluyen las materias nombradas. La asignatura de “Máquinas Térmicas” puede ser complementaria con otras de materias como las nombradas anteriormente y especialmente con la materia Ingeniería de Térmica con las asignaturas de “Eficiencia Energética en la Edificación” e “Instalaciones y Equipos Térmicos”.

### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No se han definido incompatibilidades en el plan de estudios.

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda tener superadas las materias relacionadas con el área de conocimiento, como por ejemplo las asignaturas “Termodinámica Aplicada” y “Transmisión de Calor”, y con áreas de conocimiento afines, como por ejemplo materias de Tecnología Medioambiental y de Mecánica de Fluidos.

### 3.6. Medidas especiales previstas

Se estudiará la posibilidad de adaptar medidas especiales para aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo, por ejemplo, mediante la programación de tutorías de grupo y/o entrega de actividades a través del Aula Virtual.

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales, deberá comunicarlo al profesorado responsable al inicio del cuatrimestre.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	7/20	

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Debido a que las competencias básicas del plan de estudios se deben de adquirir a lo largo de todas las asignaturas de la titulación, esta asignatura, con el agravante de tratarse de una de carácter obligatorio en el plan de estudios, en mayor o menor medida, contribuye a la consecución de todas las materias básicas definidas para los estudios de grado de ingeniería mecánica. Estas competencias son las siguientes:

- CB01. 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;
- CB02. 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;
- CB03. 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;
- CB04. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;
- CB05. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Esta asignatura contribuye en mayor o menor medida en la adquisición parcial de todas las competencias específicas del título, pero en mayor medida en las competencias específicas marcadas en la siguiente relación:

- CG01. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
- CG02. Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.
- CG03. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG04. 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.
- CG05. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
- CG06. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	8/20	

- CG07. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- CG08. Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
- CG09. Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.
- CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
- CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

#### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE21. Conocimiento aplicado de Ingeniería Térmica.

#### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

##### COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

- T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- T1.2 Capacidad de organización y planificación
- T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- T1.5 Habilidades básicas computacionales
- T1.6 Capacidad de gestión de la información
- T1.7 Resolución de problemas

##### COMPETENCIAS PERSONALES

- T2.2 Trabajo en equipo
- T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
- T2.4 Habilidades de trabajo en un equipo interdisciplinar
- T2.5 Habilidades para comunicarse con expertos en otros campos
- T2.7 Sensibilidad hacia temas medioambientales

##### COMPETENCIAS SISTÉMICAS

- T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- T3.2 Capacidad de aprender
- T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo

#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Saber distinguir y comprender las diferencias entre las diferentes clases de máquinas térmicas. Así como conocer el campo de aplicación de los diferentes motores térmicos.
2. Conocer el principio de funcionamiento y regulación de las turbomáquinas térmicas y calcular la eficiencia de las máquinas térmicas y de las instalaciones (Centrales Térmicas) utilizando la termodinámica técnica como herramienta básica de análisis energético.
3. Comprender los principios de funcionamiento de los distintos tipos de centrales térmicas y analizar los ciclos termodinámicos básicos y complejos de cada tipo de central térmica.
4. Diferenciar las centrales térmicas no convencionales con las convencionales desde el punto de vista del análisis termodinámico. Identificar y justificar el uso

- de los elementos principales de las centrales térmicas convencionales y de las máquinas térmicas utilizadas.
5. Diseñar un ciclo termodinámico de una central térmica para unas condiciones de contorno determinadas optimizando diversos parámetros. Mediante el uso de herramientas informáticas para el análisis termodinámico de centrales térmicas. Planificar y organizar el trabajo del grupo. Comprender los mecanismos de limitación del impacto ambiental de cada tipo de máquina térmica.
  6. Conocer la clasificación de los motores de combustión interna alternativos (MCIA) y sus parámetros fundamentales.
  7. Evaluar las pérdidas de calor existentes en un MCIA y las ventajas e inconvenientes de los diferentes sistemas de refrigeración. Conocer las necesidades de lubricación en un MCIA y las características de los aceites empleados.
  8. Entender el proceso de renovación de la carga en motores de 2T y 4T y como afecta al rendimiento del motor. Justificar, analizar y evaluar el uso de la sobrealimentación, sus ventajas, inconvenientes y tendencias futuras.
  9. Comprender los el fenómeno de formación de la mezcla y combustión tanto en motores de encendido provocado como en motores de encendido por compresión. Conocer el efecto contaminante que los MCIA producen en la atmósfera y las formas de paliarlo.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de un informe técnico y su exposición oral.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	10/20	

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Clasificación de las Máquinas Térmicas. Compresores. Turbomáquinas térmicas: Turbinas de gas y turbinas de vapor. Motores de Combustión Interna Alternativos.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UD 1. Introducción y fundamentos de las Máquinas Térmicas

Lección 1: Clasificación de las máquinas térmicas. Aplicaciones

Lección 2: Máquinas térmicas generadoras. Compresores

#### UD 2. Turbomáquinas térmicas

Lección 3: Estudio termodinámico de las turbomáquinas.

Lección 4: Turbina de Vapor.

Lección 5: Turbina de Gas.

Lección 6: Turborreactores.

#### UD 3. Centrales Térmicas

Lección 7: Sistemas de centrales térmicas

Lección 8: Centrales de Cogeneración y Ciclo Combinado.

#### UD 4. Motores de Combustión Interna Alternativos

Lección 9: Características generales de los MCIA. Ciclos.

Lección 10: Parámetros de funcionamiento. Curvas características.

Lección 11: Balance Térmico en MCIA.

Lección 12: Renovación de la carga en MCIA.

Lección 13: Combustión en MCIA.

Lección 14: Contaminación en MCIA.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Sesiones de Laboratorio:

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas de laboratorio con el objeto de que los alumnos utilicen instrumentación de medida y verifiquen algunos de los conceptos introducidos en las sesiones teóricas.

Las **prácticas de laboratorio** a desarrollar serán:

Práctica 1: Elementos constructivos de las Centrales Térmicas.

- Centrales Térmicas con Turbina de Vapor.
- Turbinas de Gas.
- Ciclos Combinados.

Práctica 2: Arranque y análisis de un turborreactor.

- Turbina de Gas en la aviación.
- Arranque de un turborreactor.
- Medida de los parámetros de funcionamiento.
- Resolución de los parámetros de efectivos de la máquina.

Práctica 3: Elementos constructivos de los MCIA.

- Elementos activos.

- b) Elementos estructurales.
- c) Elementos auxiliares.

Práctica 4: Alimentación en Motores de Encendido Provocado.

- a) Requerimientos del sistema de alimentación.
- b) Principio de funcionamiento de los carburadores.
- c) Sistemas de alimentación mediante inyección.
- d) Características de los sistemas de inyección en MEP.

Práctica 5: Encendido y puesta a punto de Motores de Encendido Provocado.

- a) Requerimientos del sistema de encendido.
- b) Sistema de encendido tradicional.
- c) Mejoras en el sistema de encendido.
- d) La bujía de encendido.

Práctica 7: Alimentación en Motores de encendido por compresión.

- a) Inyección indirecta.
- b) Inyección directa

Práctica 8: Banco de ensayos de MCI

- a) Arquitectura de un banco de ensayos
- b) Sistemas necesarios en un banco de ensayos
- c) Parámetros de medida en Banco de ensayos
- d) Medida y análisis de un MCI ensayado

#### Sesiones en el Aula de Informática:

Se desarrollarán dos sesiones de prácticas en el aula de informática con el objeto de que los alumnos aprendan a analizar instalaciones térmicas mediante programas informáticos a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales.

Las prácticas de Aula de Informática serán:

Práctica I1. Obtención del diagrama de Sankey de Centrales Térmicas. Turbinas de Vapor.

Práctica I2. Análisis de la Caldera de recuperación de una Central de Ciclo Combinado.

Práctica I3. Simulación de Ciclos Reales en MCI.

Práctica I4. Modelado de Motores de Combustión Interna Alternativos.

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Página:	12/20	

## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### UD 1. Introduction and bases of Thermal Machines and Heat Engines

Lesson 1: Classification of heat engines. Applications

Lesson 2: Machines thermal as generators. Compressors

### UD 2. Thermal Turbomachinery

Lesson 3: Thermodynamic study of turbomachinery.

Lesson 4: Steam Turbine.

Lesson 5: Gas Turbine.

Lesson 6: Turbo Jets reactors.

### UD 3. Thermal Power Plants

Lesson 7: Systems of Power Plants

Lesson 8: Cogeneration and Combined Cycle.

### UD 4. Reciprocating Internal Combustion Engines

Lesson 9: General Characteristics of Reciprocating Engines. Cycles.

Lesson 10: Parameters of Reciprocating Engines. Characteristic curves.

Lesson 11: Thermal Balance.

Lesson 12: Air Management in Reciprocating Engines.

Lesson 13: Combustion in Reciprocating Engines.

Lesson 14: Pollution of Reciprocating Engines.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cuatro Unidades Didácticas (UD) que se estudian de forma complementaria en lecciones teóricas y prácticas de laboratorio y/o informáticas.

### UD 1. Introducción y fundamentos de las Máquinas Térmicas

En esta unidad se repasan los conceptos previos de termodinámica necesarios para aplicarlos al campo de las máquinas térmicas. Unidades energéticas, magnitudes y cálculos. Se dan las definiciones más importantes y la Clasificación de las Máquinas Térmicas así como los campos de aplicación de estas.

Además desde la clasificación se estudia el funcionamiento y las características de las máquinas térmicas generadoras, compresores.

El objetivo es que el alumno sea capaz de conocer los **conceptos básicos, clasificación, campos de aplicación y tendencias de desarrollo de las máquinas térmicas** en general. Además, debe tener un claro concepto de las diferencias fundamentales de los motores térmicos con respecto a las demás máquinas que constituyen esta familia. Para ello, en este bloque de introducción, se debe hacer un esfuerzo en presentar al alumno una panorámica general completa y al mismo tiempo atractiva, para que se sienta motivado desde el principio por los contenidos de la asignatura. Para facilitar esta labor, es conveniente realizar inicialmente una breve reseña histórica sobre la evolución de los motores térmicos

### UD 2. Turbomáquinas térmicas

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	13/20	

Se realiza un **estudio termodinámico de las turbomáquinas a partir de la deducción de la ecuación fundamental de las turbomáquinas (Ecuación de Euler)** haciendo un estudio fluido-dinámico de las turbinas y de los compresores, mediante el estudio de los escalonamientos.

Se analizan los ciclos termodinámicos de la Turbina de Vapor, Turbina de gas y de sus posibles mejoras y se hace el análisis energético del Ciclo de Rankine y sus variantes. Estos conceptos se estudian con la ayuda de prácticas de informática y de ensayo dirigidas al estudio de la regulación de las Turbinas de Vapor, Turbinas de Gas y turborreactores Se plantean problemas de un diseño real, con medida de parámetros para el análisis del funcionamiento.

El objetivo de esta lección es el estudio del principio de la transformación energética que se produce entre un fluido que circula por el interior de un conducto con movimiento de rotación y las paredes del mismo, y su cuantificación mediante la ecuación fundamental de las turbomáquinas o de Euler. También se exponen los diagramas de velocidades para el estudio de las características de funcionamiento de estas máquinas. Finalmente en esta lección se pretende que el alumno comprenda el principio de funcionamiento de las turbomáquinas y tenga una visión práctica de los elementos constructivos más importantes que forman este tipo de máquinas. Además de ser capaz de analizar los ciclos termodinámicos que siguen estas instalaciones, los elementos que realizan cada parte del ciclo y las posibles mejoras tecnológicas y teóricas mejorar los ciclos.

### UD 3. Centrales Térmicas

En esta lección se estudia **la aplicación de las turbomáquinas para la generación de energía**. Para seguir con los **conceptos y ciclos térmicos de cogeneración, y ciclo combinado** y las centrales térmicas que siguen estos conceptos para la mejora de y optimización de las transformaciones energéticas que siguen estas centrales.

El alumno debe ser capaz de identificar y analizar el funcionamiento de los sistemas que componen las centrales térmicas de Turbina de Vapor (Sistema agua-vapor; Calderas; Sistemas de combustible y de aire; Sistemas auxiliares), Turbina de Gas (Tipos de compresores; Cámaras de combustión. Sistemas auxiliares) y centrales de cogeneración y/o ciclo combinado (Caldera de recuperación y sistemas auxiliares especiales).

Por último el alumno será capaz de medir y analizar el comportamiento de los sistemas de Propulsión basados en el ciclo de Turbina de Gas y sus variantes.

### UD 4. Motores de Combustión Interna Alternativos

El objetivo de esta lección es dar a conocer al alumno las **características fundamentales de los MCI y sus principios de funcionamiento, así como las características particulares de cada uno de los tipos de motores existentes y sus campos de aplicación**. Para ello, se realiza un breve repaso inicial de la evolución teórica de los procesos termodinámicos que experimenta el fluido de trabajo, dependiendo del tipo de motor, para luego exponer en rigor la evolución real de este fluido en el interior del motor, discutiendo y valorando las diferencias existentes entre ambas consideraciones.

El alumno utilizará los parámetros indicados y efectivos para utilizarlos en conceptos como el de rendimientos, consumo, dosado, presiones medias, y especialmente que el alumno distinga cuáles de ellos son independientes, y por lo tanto sirven para comparar las prestaciones de motores. También es objetivo de esta lección introducir a los alumnos las dos variables de funcionamiento más importantes del motor: régimen y grado de carga. A partir de aquí se obtienen las curvas características de régimen, carga y multiparamétricas. El alumno debe conocer cómo las dos variables de funcionamiento de motor no son independientes cuando el motor está acoplado a una máquina receptora.

Los alumnos serán capaces de realizar un balance térmico en motores de combustión interna alternativos. Introducir las ecuaciones básicas que se utilizan para la cuantificación de las pérdidas de calor y donde se producen éstas. Asimismo, hacer un análisis de los

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	14/20



diferentes sistemas existentes para refrigerar y lubricar los Motores de combustión interna alternativos.

Analizará el proceso de renovación de la carga de los MCI en los elementos característicos de los sistemas de admisión escape y distribución de los motores, así como las ecuaciones y parámetros principales que definen la fluidodinámica del proceso, rendimiento volumétrico y trabajo de bombeo. Será capaz de seleccionar el sistema de sobrealimentación y calcular su funcionamiento.

El alumno debe ser capaz de evaluar las pérdidas mecánicas, su procedencia y los parámetros que las caracterizan.

Por último, los alumnos identificarán los procesos de combustión y las emisiones contaminantes de los MCI, tendrá capacidad de analizar y obtener los parámetros que caracterizan el proceso, las emisiones contaminantes que produce y los métodos que se utilizan para mitigar estas emisiones.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	15/20	

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas	<b>33</b>
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	<b>33</b>
Clase de problemas	Se resolverán problemas tipo. Se enfatizará en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas para que los estudiantes los vayan resolviendo individualmente o por parejas.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	<b>30</b>
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	<b>36</b>
Clase de prácticas: elementos constructivos, sesiones de laboratorio y aula de informática	Las sesiones prácticas permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Utilización de programas informáticos, montaje de componentes. Planteamiento de dudas	<b>30</b>
		<u>No presencial</u> :	<b>3</b>
Seminarios de problemas	Se realizarán varios seminarios de problemas a lo largo del curso. Resolver dudas y aclarar conceptos.	<u>Presencial</u> : Los alumnos trabajan en grupo para resolver un conjunto de problemas. Planteamiento de dudas	<b>6</b>
		<u>No presencial</u> : Las dudas se resuelven en tutorías abiertas.	<b>9</b>
Clase de prácticas: estudio del caso y presentación del trabajo	Se realizarán varias actividades en grupo basadas en el aprendizaje basado en proyectos, estudio del caso y otras metodologías de enseñanza similares. Resolver dudas y aclarar conceptos.	<u>Presencial</u> : Los alumnos trabajan en grupo para plantear algoritmos de resolución y planificar tareas. Presentación del trabajo realizado.	<b>15</b>
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas. Las dudas se resuelven en tutorías abiertas.	<b>18</b>
Visitas técnicas, charlas o conferencias	Apoyo didáctico durante la actividad para relacionar los contenidos vistos en clase con los elementos de la instalación y procesos, contenidos de la conferencia, etc..	<u>Presencial</u> : Asistencia a la visita	<b>2</b>
		<u>No presencial</u> :	<b>0</b>
Tutorías individuales y de grupo	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios y seguimiento de los trabajos de grupo y aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	<b>3</b>
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico	<b>3</b>
Actividades de evaluación sumativa	Se realizarán varias pruebas escritas de tipo individual, distribuidas a lo largo del curso. Permiten comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Realización de la prueba escrita.	<b>1</b>
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial).	<u>Presencial</u> : Realización del examen	<b>3</b>
		<u>No presencial</u> :	<b>0</b>
			<b>225</b>

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X	X	X			X	X	X		
Clase de problemas		X			X		X	X		
Clase de prácticas: elementos constructivos, sesiones de laboratorio y aula de informática		X	X	X	X		X	X		
Seminarios de problemas			X		X			X		
Clase de prácticas: estudio del caso y presentación del trabajo			X	X						
Visitas técnicas, charlas o conferencias		X		X			X			
Tutorías individuales y de grupo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Actividades de evaluación sumativa				X	X				X	
Exámenes	X		X		X	X	X	X	X	

## 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen de Teoría(ET):		X	Prueba escrita individual 1 (PE1), de teoría. Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas (T) <sup>(1)</sup> : Entre siete y diez cuestiones teórico-prácticas. Se orientan a conceptos, definiciones, etc. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	Hasta 40%	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9
Examen de Problemas(EP):		X	Prueba escrita individual 2 (PE2) de problemas <sup>(2)</sup> : Entre dos y cuatro problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis	Hasta 40%	2, 3, 4, 5, 7, 8
Examen de Prácticas de Laboratorio(EL):		X	Prueba escrita individual 3 (PE3) de los conocimientos y competencias adquiridas en las prácticas de Laboratorio. Cuestiones prácticas sobre conocimiento de elementos de las máquinas y e instalaciones y su funcionamiento. Se evalúa principalmente la comprensión de conceptos y conocimientos teóricos.	Hasta 20%	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8
Trabajo en grupo (G):	X		Estudios del caso: Se propondrán estudios del caso para realizar en equipo. La documentación puede estar en inglés. Se evalúa por medio de varios entregables, evaluación por los compañeros y exposición oral del trabajo final mediante una presentación.	Hasta 25%	2, 3, 4, 7, 9
Evaluación sumativa (S)	X		Ejercicios propuestos por el profesor, pruebas tipo para su resolución en grupo, cuestiones de clase, y, problemas propuestos para resolver en parejas..	Hasta 10%	2, 3, 4, 5, 7, 8
Evaluación formativa (F)		X	Realización de pruebas tipo test en clase y corrección de la prueba de un compañero. Evalúan la evolución del aprendizaje.	0%	1, 2, 3, 5, 7, 9
La Nota final de la asignatura (N), será:					

- La nota del examen (E), si es menor que 4,0.
  - La nota del examen se calcula según la siguiente formula:  $E=0,4ET+0,4EP+0,2EL$
  - Evaluadas todas las pruebas sobre 10.
  - Para la aplicación de la formula será necesario obtener al menos 5,0 puntos en EL y 3,5 puntos en ET y EP.
- Si la nota del examen (E) es mayor que 4,0 puntos, entonces la nota será la media ponderada entre la nota del examen y las notas obtenidas en el resto de actividades formativas, siguiendo la siguiente formula:  $N=0,65E+0,25G+0,1S$ , estando N, E, L, G y S expresadas sobre 10 puntos.

- (1) Durante la realización del examen de teoría ET no se permitirá consultar ningún tipo de apuntes ni bibliografía.
- (2) En el examen de problemas EP será necesario traer una calculadora, tablas y diagramas termodinámicos (Mollier)

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades docentes:

1. Cuestiones planteadas en clase, pruebas tipo test y actividades de aprendizaje cooperativo informal por grupos en clase de teoría y problemas para consolidar, evaluar y cuantificar los conceptos más importantes de la asignatura, así como detectar posibles lagunas formativas.
2. Seminarios o sesiones de discusión y de síntesis en las que se debatirá sobre las principales ideas de algunos de los bloques temáticos desarrollados en las sesiones de exposición o que se hayan planteado en ejercicios propuestos
3. Actividades en grupo basadas en el aprendizaje basado en proyectos, estudio del caso y otras metodologías de enseñanza similares, en los que el alumnado, con las orientaciones proporcionadas por el profesor, profundizará en alguno de los contenidos del temario o resolverán problemas más complejos que los que se pueden abordar en una sesión normal de clase. Presentaciones orales de los trabajos.
4. Uso del aula virtual para seguimiento de la evaluación continua y también del alumnado con dificultades para asistir con suficiente regularidad a las sesiones académicas en el aula.
5. Tutorías individuales y de grupo.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	19/20		

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- AGÜERA SORIANO, J. Termodinámica Lógica y Motores Térmicos. Madrid. Ciencia 3. 1999.
- PAYRI, F., DESANTES, J.M. Motores de combustión interna alternativos. Edición 1. Ediciones Reverte. 2011. ISBN: 9788429148022
- MUÑOZ TORRALBO, M., PAYRI GONZÁLEZ F. Motores de Combustión Interna Alternativos. Valencia. Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia. 1984.
- SABUGAL, S., GÓMEZ, F. Centrales térmicas de ciclo combinado. Teoría y proyecto - . Madrid. Díaz de Santos. 2006. ISBN: 84-7978-735-X.
- SANZ FEITO, J. Centrales eléctricas. ETSI Industriales, UPM. 1990.
- GARCÍA GARRIDO, S. Cogeneración Diseño, Operación y Mantenimiento de Plantas. Díaz de Santos. 2008.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- MORAN, M.J., SHAPIRO, H.N. Fundamentos de Termodinámica Técnica (Tomo I y II). Barcelona. Ed. Reverté. 1994.
- GÓMEZ RIBELLES, J.L., et al. Termodinámica Técnica. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.
- MATAIX, C. Termodinámica Técnica y Máquinas Térmicas. Ed. ICAI.
- MUÑOZ, M., PAYRI, F. Máquinas Térmicas. UNED.
- ZUECO JORDÁN, J., Problemas de Sistemas Térmicos de Generación. Universidad Politécnica de Cartagena. 2003
- EL-WAKIL, M. M. Powerplant Technology. McGraw Hill Higher Education. 1985.
- HORLOCK, J. H. Advanced Gas Turbine Cycles. Elsevier Science. 2003.
- GARCÍA GARRIDO, S. Operación y Mantenimiento de Plantas de Ciclo Combinado. Díaz de Santos. 2008.
- PINAZO, J.M. Manual de Climatización. (Tomo I). Servicio de Publicaciones de la UPV.
- TORRELLA, E. La Producción de Frío. Servicio de Publicaciones de la UPV

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Asignatura en Aula Virtual: Enlaces a páginas web, presentaciones visuales, vídeos y otros recursos de utilidad para resolución de ejercicios y problemas así como para complementar la teoría. Se utilizará el foro de la asignatura como herramienta básica para el seguimiento de la asignatura.
- Apuntes de la asignatura en formato electrónico.
- Cuestiones y Problemas resueltos de la asignatura en formato electrónico
- Programas de simulación de motores y calculo de ciclos termodinámicos disponibles en la red interna de la ETSII.

CSV:	pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g	Fecha:	16/01/2019 13:13:25	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g">https://validador.upct.es/csv/pP2TiAr2MlvCaOpZZibcySw9g</a>	Página:	20/20	