

# MÁQUINAS TÉRMICAS

Curso 2016/2017

(Código: 68903038)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Máquinas Térmicas es una asignatura obligatoria de 5 ECTS que se imparte en el primer cuatrimestre del 3º curso del Grado en Ingeniería en Eléctrica y en el primer cuatrimestre de 4º curso en los Grados de Ingeniería Mecánica y de Ingeniería en Tecnologías Industriales. En esta asignatura se analizan los principios de funcionamiento y las bases de diseño de las máquinas térmicas (turbinas y compresores) y de los motores térmicos: turbinas de gas industriales, plantas de potencia con turbinas de vapor, ciclos combinados gas-vapor y motores de combustión interna alternativos. Asimismo se estudia el principio básico de funcionamiento de los equipos, integrados en las instalaciones anteriores, en los que tiene lugar un proceso de combustión (calderas y cámaras de combustión).

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Dentro de los planes de estudios de los Grados en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Tecnologías Industriales, la presente asignatura forma parte de la materia denominada *Ingeniería Térmica*. Esta materia incluye asimismo a la asignatura de Termodinámica, y en los dos últimos Grados mencionados incluye asimismo la asignatura de Termotecnia. La formación que proporciona permite garantizar la adquisición de las competencias relativas a la capacidad para conocer, entender y aplicar los fundamentos científicos y tecnológicos de la ingeniería térmica y la termodinámica aplicada. Aquellos alumnos que deseen ampliar sus conocimientos en el campo de los motores térmicos, podrán cursar la asignatura Motores de Combustión Interna, que se oferta en los tres Grados aludidos anteriormente.

Para valorar la importancia que tienen para la sociedad los contenidos abordados en esta asignatura, cabe destacar que en la actualidad la gran mayoría de la energía mecánica y eléctrica consumida en el mundo se genera a través de motores térmicos. Por el momento, en la mayoría de los casos, la energía generada proviene de la energía primaria asociada a los combustibles fósiles, a través de un proceso de combustión, pero no hay que olvidar que, aunque todavía con menor incidencia, otras fuentes de energía renovables también generan fluidos con elevada energía térmica que se transforma en energía mecánica en un motor térmico (biocombustibles, energía solar térmica y energía geotérmica). Asimismo en el caso de la energía nuclear, la energía liberada en el reactor es evacuada por un fluido que adquiere un elevado nivel térmico. De todo ello se desprende la importancia de la presente asignatura, que aborda el diseño y principio de funcionamiento de las máquinas y motores encargados de transformar la energía térmica, generada a partir de diferentes fuentes de energía primaria, en energía mecánica y eventualmente, a través de un alternador, en energía eléctrica.

## 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA



Es imprescindible que el alumno tenga conocimientos previos de *termodinámica* y de *mecánica de fluidos*, de manera que el alumno deberá haber cursado las asignaturas correspondientes: Termodinámica y alguna asignatura que aborde conceptos fundamentales de mecánica de fluidos, (por ejemplo, Mecánica de Fluidos I del plan de estudios del Grado en Ingeniería Mecánica de la UNED, Introducción a la Mecánica de Fluidos del plan de estudios del Grado en Ingeniería Eléctrica de la UNED, Introducción a la Ingeniería Fluidomecánica del plan de estudios del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la UNED, o similar). No obstante, con el objetivo de facilitar el estudio y de poner de relieve qué conocimientos son indispensables para asimilar adecuadamente la materia, se ha incluido un capítulo, al que se ha denominado *procesos en fluidos compresibles*, en el que se revisan los conceptos que se consideran fundamentales para llegar a entender, en profundidad, el principio de funcionamiento de los equipos y las máquinas térmicas que se estudian en la asignatura, así como de los ciclos en las que éstos intervienen. En cualquier caso, si el alumno comprueba que sus lagunas en los conocimientos previos requeridos son importantes y no le es suficiente con estudiar el capítulo del texto base, al que se ha hecho referencia, deberá recurrir a manuales específicos de termodinámica y mecánica de fluidos, donde estos conceptos se expliquen de forma más detallada.

#### 4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Cuando el estudiante supere satisfactoriamente la asignatura, será capaz de:

Entender y diferenciar el principio de funcionamiento de los principales motores térmicos o plantas de potencia:

- Turbinas de gas (ciclo simple, ciclo regenerativo, ciclo con combustión secuencial, ciclos compuestos en general, cogeneración con turbina de gas)
- Plantas de potencia basadas en turbinas de vapor (ciclos con recalentamiento, ciclos regenerativos, turbinas en contrapresión, ciclos combinado gas-vapor)
- Motores de combustión interna alternativos (motores de encendido provocado y motores de encendido por compresión, cogeneración con MCIA)

En concreto será capaz de representar y analizar el ciclo termodinámico asociado a los distintos tipos de instalaciones que existen para cada tipo de motor térmico y de evaluar su rendimiento y su potencia específica.

Conocerá los parámetros fundamentales de diseño que influyen en las prestaciones de estos motores.

Conocerá los criterios de selección de los distintos motores dependiendo del campo de aplicación.

Llegará a tener un conocimiento básico de las formas de operación y control de las máquinas y los motores térmicos.

Conocerá el principio de funcionamiento de las turbomáquinas térmicas, pudiendo representar la evolución que experimenta el fluido en estas máquinas en un diagrama termodinámico, evaluando el trabajo específico (generado o absorbido, según sean motoras o generadoras) y su rendimiento. Asimismo será capaz de identificar los principales elementos constructivos de estas máquinas y entenderá la relación que existe entre la geometría de la máquina, la evolución del fluido en un diagrama h-s y los diagramas de velocidades asociados al rotor.

Entenderá el principio básico de funcionamiento de los diferentes tipos de equipos empleados en la generación de energía térmica (calderas industriales, calderas de recuperación y cámaras de combustión) y los principios básicos de la termodinámica de la combustión.

Entenderá el principio de funcionamiento de los distintos tipos de compresores volumétricos y las diferencias con los turbocompresores.

Tendrá capacidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos para resolver ejercicios prácticos sobre los distintos temas.

En esta asignatura también reforzará las habilidades relativas a distintas competencias genéricas, entre las que cabe resaltar:



- Planificación y organización.
- Capacidad para trabajar de forma autónoma
- Capacidad de análisis y síntesis. Aplicación de los conocimientos a la práctica.
- Toma de decisiones y resolución de problemas
- Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica.
- Manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs).

## 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

La materia está estructurada en cuatro bloques temáticos.

El primer bloque temático, que podría denominarse "*generalidades*", está constituido por cuatro capítulos. Comienza con un capítulo en el que se presenta una panorámica general de los distintos tipos de máquinas y motores térmicos, destacando algunas diferencias básicas en su principio de funcionamiento y revisando los principales campos de aplicación en cada caso. Se trata de poner de manifiesto el papel fundamental que juegan los motores térmicos en el contexto de las transformaciones energéticas. A continuación se incluye un capítulo que presenta los conceptos básicos sobre procesos en flujos compresibles, al que ya se ha hecho referencia anteriormente. En el tercer capítulo de este bloque se analizan los distintos tipos de procesos de combustión desde una perspectiva general. Dicho capítulo pretende servir de referencia para el estudio de los equipos concretos en los que tiene lugar el proceso de combustión: motores de combustión interna alternativos, cámaras de combustión y calderas, e incluye una primera parte en la que se presentan los fundamentos de básicos de la combustión. Para terminar este bloque temático, el capítulo 4 revisa las propiedades fundamentales de los diferentes combustibles que liberan su energía mediante un proceso de combustión, comenzando por acometer una clasificación de los mismos atendiendo a distintos criterios.

El segundo bloque temático está dedicado a las *máquinas y motores volumétricos: los motores de combustión interna alternativos* (capítulos 5 y 6) y *los compresores volumétricos* (capítulo 7). En relación con los primeros, no obstante, sólo se presentan los conceptos fundamentales que consideramos que es imprescindible que conozca un futuro Graduado en Ingeniería Mecánica, Eléctrica o Industrial, entre los que cabe destacar: clasificación de los motores de combustión interna alternativos atendiendo a diferentes criterios, ciclos de trabajo, curvas características y particularidades de los procesos de combustión en los motores de encendido provocado y en los motores de encendido por compresión. El alumno que tenga interés por esta materia tendrá ocasión de profundizar en el diseño de estos motores cursando la asignatura optativa: *Motores de Combustión Interna*.

El segundo bloque temático finaliza con el estudio de los distintos tipos de compresores volumétricos, máquinas térmicas generadoras que se utilizan en muy variadas aplicaciones. Ha parecido conveniente acometer el estudio de estas máquinas a continuación de los motores de combustión interna alternativos dado que una parte importante del capítulo se dedica al análisis de los compresores de tipo alternativo, que tienen ciertos parámetros y aspectos de diseño en común con los anteriores.

El tercer bloque temático, más homogéneo en contenido, consta de cuatro capítulos que se dedican al estudio de las *turbinas de gas* (capítulos 8 y 9) incluyendo ciertas nociones sobre cámaras de combustión, las *instalaciones de potencia basadas en turbinas de vapor* (capítulo 10) incluyendo la descripción de las calderas asociadas y las *plantas de ciclo combinado gas-vapor* (capítulo 11), haciendo referencia en este caso al diseño de las calderas de recuperación de calor.

El cuarto y último bloque temático se dedica al análisis del principio de funcionamiento y criterios básicos de diseño de las *turbomáquinas térmicas -turbinas y compresores-* (capítulos 12, 13 y 14). Se trata de dar una visión general, profundizando, en cierta medida, en el diseño de las turbomáquinas de tipo axial, que son las más empleadas.

## 6. EQUIPO DOCENTE

- [MARTA MUÑOZ DOMINGUEZ](#)
- [ANTONIO JOSE ROVIRA DE ANTONIO](#)
- [MARIA CONSUELO SANCHEZ NARANJO](#)

## 7. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE



Lógicamente la metodología utilizada es la característica de la UNED, enseñanza a distancia apoyada en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC). La bibliografía básica está especialmente diseñada para facilitar al alumno la asimilación de los contenidos de manera autónoma. El texto base incluye ejercicios resueltos, con diferentes niveles de dificultad, insertados en las explicaciones de los distintos capítulos, que permiten resaltar los conceptos fundamentales y poner de manifiesto las principales conclusiones. El libro de problemas resueltos cuenta con resúmenes de los conceptos fundamentales al inicio de los distintos bloques temáticos. Este material permite al estudiante ejercitarse en la resolución de problemas en relación con las máquinas y las motores de térmicos, con datos de instalaciones reales.

Las pruebas de autoevaluación propuestas permiten a los estudiantes contrastar su proceso de asimilación de los distintos contenidos.

Las Pruebas de Evaluación a Distancia, que pueden realizar los alumnos con carácter voluntario, pretenden fundamentalmente incentivar el estudio de forma continuada, lo que facilita la asimilación de los contenidos. Se proponen ejercicios prácticos, para resolver en algunos casos con el apoyo de herramientas informáticas.

Las prácticas presenciales tienen como objetivo que el alumno entre en contacto con materiales y equipos reales.

Para solicitar plaza/turno de prácticas de laboratorio/experimentales, el estudiante tendrá que acceder a la aplicación de prácticas desde su escritorio (para más detalles véanse las siguientes [imágenes](#)). Si al acceder a ella no encuentra ninguna oferta, deberá ponerse en contacto con el centro asociado donde está matriculado.

Finalmente, la interacción con el equipo de docente, con el tutor y con el resto de sus compañeros a través de los foros de preguntas del curso virtual, también constituye un elemento importante de la metodología y permite ofrecer un apoyo continuo, y de fácil disponibilidad, a los estudiantes que lo requieran precisamente en el momento en que les surja una dificultad en su proceso de aprendizaje.

De forma aproximada se estima la siguiente distribución del tiempo empleado en las distintas actividades formativas: Trabajo autónomo: 75%, actividades prácticas presenciales 6%, interacción con el equipo docente y tutor 19%.

## 8.EVALUACIÓN

### PRUEBAS PRESENCIALES

Las Pruebas presenciales constarán de una serie de cuestiones y de uno o dos problemas. El alumno dispondrá de un formulario junto con el enunciado del examen, de manera que no tendrá que memorizar fórmulas complicadas. En la hoja de examen se especificará el peso de cada una de las partes (cuestiones teóricas y parte practica). No obstante, aunque la calificación media ponderada del examen (teoría y problema) resulte superior a 5, para superar la prueba presencial, el alumno debe aprobar la parte teórica ( $>5/10$ ) y obtener como mínimo un 3 sobre 10 en el problema. Si no se cumplen estos requisitos, no se realizará la media ponderada de ambas partes.

No se valorarán las respuestas que no se razonen de forma clara. En el curso virtual están colgados modelos de examen de cursos pasados.

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA A DISTANCIA

Se ofertarán con carácter voluntario unos ejercicios que se deberán realizar apoyándose en las aplicaciones informáticas publicadas en el texto "Prácticas Virtuales de Ingeniería Térmica" (voluntario) o bien resolviéndolos por el método tradicional (calculadora) o con la ayuda de una hoja de cálculo. Se establecerán dos PEC a lo largo del cuatrimestre. Estas pruebas serán corregidas y calificadas por los tutores intercampus. Las notas obtenidas en estas pruebas ofrecen la posibilidad de realizar una evaluación continua del estudiante y se tendrán en cuenta en la calificación final. Los detalles sobre esta actividad se publicarán a principio de curso en el TABLÓN DE ANUNCIOS del curso virtual de la asignatura.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Con antelación a la realización de las prácticas se incluirá información sobre las mismas en el espacio virtual de la asignatura (actividades y material necesario). Las prácticas presenciales son obligatorias, pero no se califican.



## CÓMPUTO DE LA CALIFICACIÓN FINAL

Para obtener la calificación final se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La calificación del examen presencial.
- La nota media obtenida en las Pruebas de Evaluación Continua. Esta calificación otorgada por los tutores sólo dará lugar a un incremento de la calificación obtenida en el examen presencial si concurren las siguientes circunstancias:
  - Se cumplen los mínimos exigidos en la prueba presencial (>5/10 en teoría y >3/10 en problemas).
  - La nota media de evaluación continua es =>6.

$$\text{FINAL} = \text{NOTA EXAMEN PRESENCIAL} + 0,1X \text{NOTA MEDIA PEC}$$

Aclaraciones:

Si la nota del examen es <5 y el alumno aprueba debido al incremento por PEC, la calificación final será 5.

El incremento de calificación por las PECs no podrá ser superior al 10% de la calificación obtenida en el examen presencial.

## 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788436255645

Título: PROBLEMAS RESUELTOS DE MOTORES TÉRMICOS Y TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS (segunda)

Autor/es: Muñoz Domínguez ;

Editorial: Editorial UNED

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

ISBN(13): 9788436262643

Título: MÁQUINAS TÉRMICAS

Autor/es: Marta Muñoz Domínguez ; Rovira De Antonio, Antonio José ;

Editorial: UNED

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:



## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788436251159

Título: PRÁCTICAS VIRTUALES DE INGENIERÍA TÉRMICA (1ª)

Autor/es: García Herranz, Nuria ; Muñoz Domínguez, Marta ;

Editorial: UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## 11. RECURSOS DE APOYO

Curso virtual de la asignatura, al que se accede a través de Campus UNED. En la plataforma virtual se incluirá la siguiente información: pruebas de autoevaluación (enunciado y soluciones), información sobre prácticas presenciales, enunciado de los ejercicios de evaluación continua (PEC), plataforma para el envío y recepción de la calificación de las PEC, exámenes resueltos de cursos pasados y otros materiales de apoyo a la docencia (explicaciones multimedia, links de interés, respuesta a preguntas frecuentes, orientaciones para el estudio, programas de radio grabados por el equipo docente, etcétera).

## 12. TUTORIZACIÓN

Estamos a su disposición para cualquier consulta con el siguiente horario:

D<sup>a</sup>. Marta Muñoz Domínguez

Profesora Titular de Universidad

Jueves de 15,00 a 19,00h.

Tel.: 91 398 64 69, Correo electrónico: mmunoz@ind.uned.es

Departamento de Ingeniería Energética, despacho 2.24, segunda planta.

D. Antonio Rovira de Antonio

Profesor Contratado Doctor

Lunes de 15,00 a 19,00h.

Tel.: 91 398 82 24, Correo electrónico: rovara@ind.uned.es



Departamento de Ingeniería Energética, despacho 2.27, segunda planta.

Fernando Varela

Miércoles de 15:00 a 19:00 horas, despacho 0.20. Teléfono 913986468.

Es imprescindible que el alumno consulte con frecuencia los mensajes que el equipo docente envía al Foro denominado "TABLÓN DE NOTICIAS". Se anima a los alumnos a participar en los distintos FOROS de Debate con dudas y sugerencias.

Si desean ponerse en contacto con un profesor concreto para una consulta de carácter particular, pueden enviar un correo electrónico a su dirección de correo personal.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



C58DAE1AAE06B5D9B6DE4C533DD051D3A