



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55000405 - Motores Termicos**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|  |    |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos.....                       | 1  |
| 2. Profesorado.....                              | 1  |
| 3. Conocimientos previos recomendados.....       | 2  |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2  |
| 5. Descripción de la asignatura y temario.....   | 3  |
| 6. Cronograma.....                               | 5  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 12 |
| 9. Otra información.....                         | 13 |

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 55000405 - Motores Termicos                              |
| <b>No de créditos</b>                      | 4.5 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa   |
| <b>Curso</b>                               | Cuarto curso   |
| <b>Semestre</b>                            | Octavo semestre  |
| <b>Período de impartición</b>              | Febrero-Junio  |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales   |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales |
| <b>Curso académico</b>                     | 2019-20  |

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                         | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías<br/>*</b>                            |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------|---|
| Ruben Abbas Camara<br>(Coordinador/a) | Motores         | ruben.abbas@upm.es        | M - 12:00 - 12:30<br>X - 12:00 - 12:30<br>V - 12:00 - 12:30 |
| Alberto Mendez Conde                  | Laboratorio     | alberto.mendez@upm.es     | X - 17:30 - 18:30   |
| Jesus Casanova Kindelan               | Motores         | jesus.casanova@upm.es     | L - 12:30 - 14:30<br>X - 12:30 - 14:30<br>V - 12:30 - 14:30 |

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecanica De Fluidos Ii
- Termodinamica I
- Termodinamica Ii
- Mecanica De Fluidos I

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Reacciones químicas de combustión
- Cinemática y dinámica del mecanismo biela - manivela

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE22C - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA197 - Desarrollar un acusado sentido crítico relativo a la coherencia de los resultados numéricos obtenidos para su aplicación en el campo de los motores térmicos, aplicable a todos los campos tecnológicos.

RA195 - Desarrollar una capacidad de razonamiento y abstracción en el ámbito de los motores térmicos ampliable a múltiples campos de la tecnología

RA196 - Relacionar y aplicar adecuadamente múltiples conocimientos de ramas fundamentales de la ciencia y de la ingeniería.

RA462 - Conocimientos del modo de funcionamiento de los motores térmicos usados en la industria

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Conocimiento general y habilidades de cálculo de los motores térmicos empleados en las distintas actividades de los sectores industrial como el transporte terrestre, marítimo y aéreo, la generación de energía eléctrica y el accionamiento mecánico en general, incluyendo también los compresores.

La enseñanza teórico - práctica se centra en la explicación de los principios de funcionamiento de los motores térmicos y de las máquinas térmicas más comunes: motores de combustión interna alternativos, compresores volumétricos y turbomáquinas térmicas, de manera que ese conocimiento pueda ser usado para comprender su comportamiento en utilización.

Partiendo de los conocimientos fundamentales de la física, la química, la termodinámica y la mecánica de fluidos de la formación de un ingeniero, se irán justificando las soluciones tecnológicas de las máquinas y los motores

térmicos y sus principios de funcionamiento.

La asignatura está basada en una filosofía de impartición muy práctica con referencias a la aplicación industrial de estos motores. En clase se aporta para cada tema una base teórica previa y una aplicación práctica posterior. Para fijar la comprensión de la morfología de los motores térmicos y su funcionamiento real se realizarán varias sesiones prácticas bajo la supervisión de un experto . Además, con objeto de agilizar las habilidades de cálculos y fijación de conceptos el alumno debe resolver diversos problemas prácticos justificando los resultados.

Con los conocimientos adquiridos el alumno debe ser capaz de comprender las razones de las innovaciones tecnológicas en su desarrollo futuro, para lo que se proponen trabajos en grupo sobre soluciones tecnológicas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Conceptos, definiciones, clasificación de las máquinas y los motores térmicos
2. Introducción histórica y aplicación de las máquinas y los motores térmicos
3. Clasificación y parámetros fundamentales de los motores de combustión interna alternativos
4. Balance energético de los motores de c. i. alternativos. Pérdidas de calor y mecánicas.
5. Fundamentos de la renovación de la carga y la formación de mezcla en los motores de c. i. alternativos
6. Los procesos de combustión en los motores de c. i. alternativos
7. Fundamentos y clasificación de los compresores volumétricos
8. Fundamentos del funcionamiento y clasificación de las turbomáquinas térmicas
9. Flujo bidimensional en turbomáquinas axiales
10. Funcionamiento de las turbomáquinas térmicas fuera de condiciones de diseño. Curvas características
11. Compresores centrífugos y turbinas centrípetas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad presencial en aula  | Actividad presencial en laboratorio   | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación   |
|-----|---|---|---------------------------|---|
| 1   | <b>Presentación de la asignatura y tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |                           |   |
| 2   | <b>Explicación Temas 1 y 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   |                           | <b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05  |
| 3   | <b>Explicación tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Problemas de los temas 1 y 2</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Práctica 1 de ensayo de motores térmicos en banco de pruebas</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio     |                           | <b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05  |
| 4   | <b>Explicación tema 4</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |                           | <b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05  |
| 5   | <b>Explicación del tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |                           | <b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05  |
| 6   | <b>Explicación tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 2 sobre elementos constructivos de motores alternativos</b><br>Duración: 03:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05  |
| 7   | <b>Explicación temas 6</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Problemas Temas 3, 4, 5 y 6</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |   |                           | <b>Entrega de la memoria de la Practica 1</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:00<br><br><b>Entrega de la memoria de la Practica 1</b><br>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br>Evaluación sólo prueba final<br>Duración: 00:00<br><br><b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br>Evaluación continua<br>Duración: 00:05 |

|    |  |  |   |  |
|----|--|--|---|--|
| 8  | <p><b>Explicación tema 7</b><br/>Duración: 03:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  |  |   | <p><b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 00:05</p>   |
| 9  | <p><b>Explicación tema 8</b><br/>Duración: 03:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  |  |   | <p><b>1ª Prueba de Evaluación Continua (Test teórico y numérico)</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 01:30</p> <p><b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 00:05</p>  |
| 10 | <p><b>Explicación tema 9</b><br/>Duración: 01:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  |  | <p><b>Conferencia de experto</b><br/>Duración: 02:00<br/>OT: Otras actividades formativas</p> | <p><b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 00:05</p>   |
| 11 | <p><b>Explicación tema 9</b><br/>Duración: 03:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  | <p><b>Práctica 3 sobre elementos constructivos de turbomáquinas térmicas</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |   | <p><b>Evaluación continua semanal telemática en el aula</b><br/>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 00:05</p>   |
| 12 | <p><b>Explicación tema 10</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |   |  |
| 13 | <p><b>Explicación tema 10</b><br/>Duración: 03:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>   |  |   |  |
| 14 | <p><b>Explicación tema 11</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Problemas de los temas 8 a 11</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |  |   | <p><b>Entrega de trabajo en grupo o resumen de conferencia de experto</b><br/>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 00:00</p>  |
| 15 |  |  |   |  |
| 16 |  |  |   |  |
| 17 |  |  |   | <p><b>2ª Prueba de Evaluación Continua (test teórico y numérico)</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 01:30</p> <p><b>Examen final</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Duración: 03:00</p> <p><b>Examen final teoría</b><br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Duración: 02:00</p> |

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.



Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción                                       | Modalidad                               | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|---|---|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 2    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 3    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 4    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 5    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 6    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 7    | Entrega de la memoria de la Practica 1            | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00    | 5%              | 5 / 10      |                        |
| 7    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |
| 8    | Evaluación continua semanal telemática en el aula | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática  | Presencial    | 00:05    | 1%              | 0 / 10      | CE22C                  |

|    |   |  |               |       |     |        |  |
|----|---|--|---------------|-------|-----|--------|--|
| 9  | 1ª Prueba de Evaluación Continua (Test teórico y numérico)      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito    | Presencial    | 01:30 | 30% | 4 / 10 | CG6<br>CG10<br>CE22C<br>CG7<br>CG4<br>CG5<br>CG1<br>CG2<br>CG3 |
| 9  | Evaluación continua semanal telemática en el aula               | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial    | 00:05 | 1%  | 0 / 10 | CE22C  |
| 10 | Evaluación continua semanal telemática en el aula               | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial    | 00:05 | 1%  | 0 / 10 | CE22C  |
| 11 | Evaluación continua semanal telemática en el aula               | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial    | 00:05 | 1%  | 0 / 10 | CE22C  |
| 14 | Entrega de trabajo en grupo o resumen de conferencia de experto | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo  | No Presencial | 00:00 | 5%  | 0 / 10 | CG10<br>CG4<br>CG5<br>CG3                                      |
| 17 | 2ª Prueba de Evaluación Continua (test teórico y numérico)      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito    | Presencial    | 01:30 | 30% | 4 / 10 | CG6<br>CG10<br>CE22C<br>CG7<br>CG4<br>CG5<br>CG1<br>CG2<br>CG3 |
| 17 | Examen final teoría   | EX: Técnica del tipo Examen Escrito    | Presencial    | 02:00 | 35% | 4 / 10 | CG10<br>CE22C<br>CG6<br>CG7<br>CG4<br>CG5<br>CG1<br>CG2<br>CG3 |

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------|-----------|------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
|-----|-------------|-----------|------|----------|-----------------|-------------|------------------------|

|    |  |   |               |       |      |        |  |
|----|--|---|---------------|-------|------|--------|--|
| 7  | Entrega de la memoria de la Practica 1 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 00:00 | 0%   | 5 / 10 | CG7<br>CG4<br>CG5<br>CG2<br>CG3                                |
| 17 | Examen final                           | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Presencial    | 03:00 | 100% | 5 / 10 | CE22C<br>CG7<br>CG4<br>CG5<br>CG1<br>CG2<br>CG3<br>CG6<br>CG10 |

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación continua

La evaluación continua será la media de:

- Dos pruebas de evaluación parcial, consistentes en tests de preguntas teóricas y problemas (en forma de tests), con un peso del 30% cada uno (nota mínima: 4).
- Un examen final teórico que incluirá preguntas teóricas de todo el temario, con un peso del 35% (nota mínima: 4)
- Una memoria de prácticas, con un peso del 5%.

La media obtenida mediante esta evaluación podrá ser mayorada en hasta un 15% mediante tests semanales telemáticos realizados en clase, un trabajo en grupo y/o un resumen de una conferencia. La distribución de ese 15% que a criterio del profesor.

## Evaluación final

Los alumnos que decidan ir por evaluación final tras el primer examen parcial realizarán un examen que estará compuesto de:

- Un test con preguntas teóricas y problemas.
- Un examen escrito con preguntas teóricas.

Además, estos alumnos tendrán que haber realizado las tres prácticas y entregado la memoria de la primera práctica (ensayo de motores). En caso contrario deberán hacer adicionalmente un examen de prácticas.

En los exámenes escritos se valorará de acuerdo a los siguientes criterios:

0. Nivel de conocimientos
0. Capacidad de interpretar la pregunta
0. Precisión en la respuesta (relación entre lo escrito y la pregunta)
0. Capacidad del alumno de relacionar temas diferentes de la asignatura
0. Capacidad de relacionar los procesos de los motores con otras asignaturas de ingeniería mecánica
0. Capacidad de sintetización de la información
0. En los ejercicios de cálculo se valorará el procedimiento de cálculo, la validez y precisión del dato calculado y el uso adecuado de unidades

En las Memorias de las prácticas se valorará:

0. Capacidad de sintetizar lo que se ha visto y realizado en la experiencia práctica
0. Capacidad de presentarla adecuadamente en el ámbito de la ingeniería mecánica
0. Sensibilización medioambiental
0. Capacidad de sacar conclusiones de medidas reales

En los trabajos en grupo y en el resumen de la conferencia se valorará:

- Nivel científico - técnico de lo escrito
- Originalidad en la metodología, las figuras y los gráficos
- Creatividad en la presentación y la exposición
- Calidad del texto y las imágenes

- Sensibilidad medioambiental
- Manejo de bibliografía y referencias

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones   |
|--|--------------|---|
| Colección de diapositivas y textos editados                                      | Recursos web | Conjunto de documentos en formato PDF conteniendo todas las diapositivas utilizadas en clase por el profesory textos explicativos de la mayor parte de los temas <br /> Se encuentran en la plataforma Aulaweb                                      |
| Guiones de prácticas   | Recursos web | Guiones de prácticas de laboratorio editados en formato PDF.<br /> Disponbles en Aulaweb  |
| Bancos de ensayo   | Equipamiento | Banco de pruebas de motores térmicos equipado con instrumentación de medida de parámetros operativos<br /> Banco de ensayo de compresor volumétrico con accionamiento a velocidad variable e instrumentos de medida                                 |
| Piezas y componentes de motores y turbomáquinas                                  | Equipamiento | Colección de piezas, componentes y motores de combustión interna, de turbinas de vapor, turbinas de gas y compresores. <br /> Máquinas y motores completos asi como herramientas para su desmontaje y montaje en el Laboratorio de Motores Térmicos |
| Motores de Combustión Interna Alternativos. Payri y Desantes. Editorial Reverte. | Bibliografía | Libro de consulta actualizado. Solo se estudian algunos de sus capítulos  |

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| Turbomáquinas Térmicas.<br>Fundamentos del diseño<br>termodinámico | Bibliografía | Libro de consulta sobre la parte de diseño de<br>turbomáquinas |
|--|--------------|--|

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En esta asignatura la asistencia a clase, aunque no es obligatoria, se considera fundamental porque permite el seguimiento y aprendizaje de los conceptos y procesos de los motores térmicos. El profesor va desgranando y explicando los conceptos y modos de funcionamiento de los motores térmicos.

La colección de diapositivas y los textos de apoyo ayudan a estructurar el aprendizaje, pero la atención en clase y la toma de apuntes es muy importante para darle cuerpo a la asignatura y adquirir los conocimientos y habilidades que permitan superar positivamente su evaluación.

La asistencia a las sesiones prácticas y la entrega de las memorias es obligatoria para todos los estudiantes