



## Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales 30017 - Ingeniería térmica

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 2, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Mónica Delgado Gracia** monica@unizar.es
- **Francisco Javier Collado Giménez** fjk@unizar.es
- **Ana Lázaro Fernández** ana.lazaro@unizar.es
- **Eva María Llera Sastresa** ellera@unizar.es
- **Javier Mazo Olarte** jmazo@unizar.es
- **Luis María Serra De Renobales** serra@unizar.es
- **Teresa Arciniega Arroyo** tarci@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se considera imprescindible que el estudiante haya superado la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor.

Resultará indispensable la soltura con ciertos conceptos matemáticos, tales como derivadas e integrales básicas, funciones logarítmicas y exponenciales, representaciones gráficas, etc. También la resolución de ecuaciones diferenciales sencillas. Todo ello se aprende en la materia de Matemáticas correspondiente a Formación Básica.

Cabe recordar que tener hábito de lectura facilitará la comprensión de los textos recomendados en la asignatura y, por tanto, facilitará el aprendizaje de la materia y mejorará el rendimiento académico.

Se recomienda al alumno la asistencia activa a las clases de teoría y problemas, así como un estudio continuado de los contenidos de la asignatura, la preparación de los problemas prácticos que puedan ser resueltos en sesiones posteriores, el estudio de los guiones y la elaboración continua de los resultados de las prácticas.

El trabajo continuado es fundamental para superar con el máximo aprovechamiento esta asignatura, ya que cada parte se estudia gradualmente un procedimiento de análisis coherente. Por ello, cuando surjan dudas, es importante resolverlas cuanto antes para garantizar el progreso correcto en esta materia.

Para ayudarle a resolver sus dudas, el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a tal fin.

## Actividades y fechas clave de la asignatura

En el curso 2011-2012 las fechas de inicio y finalización de la asignatura y las horas concretas de impartición para cada grupo se podrán encontrar en la página web del Grado: <http://titulaciones.unizar.es/>

Desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades (prácticas y experiencias de laboratorio,...) que será proporcionado por el profesor correspondiente. No obstante, y de manera orientativa, el calendario será el siguiente:

3ª semana de febrero. Inicio de prácticas y clases en grupos pequeños.

3ª semana de mayo. Fecha límite de entrega de los informes de prácticas y trabajos tutorados.

Examen global. Fecha fijada por el centro.

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conoce las fuentes y recursos energéticos para la industria y sus procesos de transformación
- 2:** Conoce las principales tecnologías de producción de calor, frío y trabajo en el ámbito de la Ingeniería térmica con aplicación a la industria
- 3:** Tiene capacidad y criterio para analizar, dimensionar y seleccionar equipos de utilización, producción y transformación de la energía térmica y mecánica en la industria
- 4:** Es capaz de realizar un análisis energético de sistemas de producción de energía para la industria

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura forma parte del grupo de materias obligatorias de Tecnologías Industriales. Se trata de una asignatura de 6 créditos que se imparte en el segundo cuatrimestre de segundo curso en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales. Su objetivo es que el alumno conozca las principales fuentes de energía y tecnologías de producción de trabajo, calor y frío, así como capacitar al graduado para analizar y mejorar instalaciones térmicas mediante los procedimientos de análisis energético y transferencia de calor. Forma parte de las asignaturas base para el bloque optativo de Energía de cuarto curso.

---

## Contexto y competencias

---

## Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y**

## **objetivos:**

La asignatura se ha planteado para que, una vez superada la evaluación, el alumno sea capaz de:

1. Comprender las propiedades del aire y analizar los procesos básicos de acondicionamiento del aire. Analizar el comportamiento del aire húmedo.
2. Aplicar las leyes que rigen los mecanismos de transferencia de calor con cambio de fase en evaporadores y condensadores, así como las de convección natural.
3. Conocer el modo de transferencia de calor transitorio.
4. Manejar con soltura herramientas informáticas para el cálculo de métodos numéricos de transferencia de calor en transitorio y estacionario.
5. Conocer y aplicar las leyes que rigen los mecanismos de transferencia de calor con radiación térmica (intercambio superficial y volumétrico).
6. Analizar intercambiadores de calor multimodo.
7. Conocer los procesos de producción de calor.
8. Aplicar balances de materia y energía a procesos de combustión (Termoquímica), y conocer las principales tecnologías de la combustión. Quemadores, calderas, hornos, etc.
9. Conocer los procesos de producción de trabajo.
10. Analizar las turbomáquinas térmicas: turbinas y compresores.
11. Analizar las máquinas y sistemas de producción de trabajo: Ciclos de vapor, turbinas de gas, MACI, pilas de combustible, etc.
12. Conocer los modos de producción de frío, y analizar las máquinas y sistemas frigoríficos de compresión mecánica y de absorción. Ciclos criogénicos. Licuación de gases.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La asignatura sirve de continuación de la asignatura de termodinámica técnica y fundamentos de transferencia de calor, profundizando en los principios básicos y fundamentos tecnológicos para comprender las transformaciones energéticas y poder llevar a cabo el análisis y diseño de instalaciones térmicas para la generación, transformación, transferencia y uso de la energía.

Asimismo esta asignatura proporciona al alumno el lenguaje y los conceptos que le ayuden a comprender cualquier texto especializado o los manuales de los equipos más habituales en las instalaciones energéticas, tales como turbomáquinas, enfriadoras, MACI, calderas, etc.

El alumno se familiarizará con la metodología de ingeniería térmica para abordar, simplificar, modelar y simular instalaciones energéticas importantes tanto a nivel económico como social: centrales térmicas, turbinas de gas, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, etc. También amplía los aspectos de transferencia de calor planteados en la asignatura de termodinámica técnica y fundamentos de transferencia de calor, y aprende a resolver problemas térmicos.

La asignatura resulta esencial para cursar las asignaturas posteriores del Módulo de Energía (optativas).

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

### **1:**

#### **Competencias genéricas:**

1. Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4).
2. Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Industrial necesarias para la práctica de la misma (C7).

3. Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (C11).

2:

**Competencias específicas:**

4. Conocimientos aplicados de Ingeniería térmica (C30).

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El análisis y la optimización de instalaciones energéticas es de vital importancia para el Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, ya que son tecnologías que permiten el actual desarrollo social, tecnológico y económico.

De acuerdo con las competencias profesionales de esta titulación, el futuro graduado deberá abordar proyectos para mejorar el rendimiento de una instalación determinada, obtener el mismo resultado mediante un sistema o equipo diferente, utilizar un fenómeno particular con un fin determinado o inventar nuevas aplicaciones del mismo.

La asignatura de Ingeniería Térmica dota al estudiante de las herramientas para abordar estas tareas con éxito, junto con asignaturas posteriores que profundizan en ciertos aspectos y presentan técnicas y métodos de análisis más avanzados.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

1:

**Prácticas de laboratorio.** Carácter: presencial. Duración estimada por sesión: 2 o 4 h. El estudiante se familiariza con los sistemas térmicos experimentales y con la toma y el análisis de datos experimentales. Aplica los procedimientos propios de la materia y entrega un informe de resultados.

2:

**Prácticas con herramientas informáticas.** Carácter: presencial. Duración estimada por sesión: 2 o 4 h. El estudiante aprende a resolver problemas propios de la Ingeniería Térmica mediante herramientas informáticas. Resuelve problemas y cuestiones y entrega un informe de resultados.

3:

**Trabajos Tutorados.** Carácter: semipresencial. Duración total estimada: 6 h. El estudiante con la guía del profesor resuelve un problema de cierta complejidad y entrega un informe de resultados.

4:

**Examen escrito.** Duración: 3 h. Constará de tres partes diferenciadas: una parte teórica en forma de cuestiones cortas de tipo teórico-práctico; una segunda parte puramente práctica consistente en varios problemas similares a los resueltos en clase; una tercera parte que consistirá en la resolución de alguno de los problemas o cuestiones similares a los planteados en las actividades prácticas (quedarán exentos aquellos estudiantes que hayan superado esta parte durante el periodo docente, manteniéndose la nota obtenida si así lo deciden).

## **Criterios de valoración y niveles de exigencia**

### **Criterios de valoración y niveles de exigencia**

En todas las actividades de evaluación se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas (fundamental): si se detectaran plagios o copia fraudulenta de los trabajos, la nota

correspondiente sería cero.

- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de las cuestiones y problemas planteados (fundamental).
- Exactitud del resultado obtenido.
- Existencia o no de cuestiones en blanco: se valorará negativamente no responder a ciertas preguntas planteadas.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita (fundamental): correcta ortografía, letra clara, correcta expresión, estructura de contenidos coherente.
- Análisis crítico de los resultados (importante): coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.

Adicionalmente, para las actividades prácticas y trabajos tutorados se valorará también:

- Entrega en el plazo estipulado (fundamental): no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa justificada debidamente.
- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesor.

## Procedimientos de evaluación

### Procedimientos de evaluación

**1ª Convocatoria:** el procedimiento planteado consiste en un conjunto de pruebas que permiten superar el 100% de la asignatura. Algunas de ellas, las de tipo práctico, se realizarán durante el periodo docente, mientras que el examen escrito se realizará en el periodo de exámenes. La nota final se calculará mediante la ponderación de las notas de cada una de las partes, de acuerdo con los siguientes pesos:

70 % examen escrito (Teoría y Problemas, mínimo de 4 puntos en cada parte)

30 % actividades prácticas (realización y entrega obligatorias)

En el caso de que el estudiante no haya superado las actividades prácticas durante el periodo docente o quiera subir la nota obtenida en esa parte, tendrá derecho a un examen de prácticas que tendrá lugar durante el periodo de exámenes y que tendrá un peso en la nota final del 30 %. Este examen consistirá en la resolución de uno o varios problemas o cuestiones similares a los planteados en las actividades prácticas realizadas a lo largo del periodo docente.

**2ª Convocatoria:** el procedimiento seguido en este caso es idéntico al de la primera convocatoria. La nota final se calculará mediante la ponderación de las notas de cada una de las partes, de acuerdo con los siguientes pesos:

70 % examen escrito (T+P)

30 % examen de prácticas (quedarán exentos aquellos estudiantes que hayan superado esta parte durante el periodo docente, manteniéndose la nota obtenida).

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. Clases magistrales, impartidas al grupo completo, en las que el profesor explicará los principios básicos de la asignatura y resolverá algunos problemas representativos de la aplicación de la asignatura a casos realistas del futuro ejercicio profesional. Se buscará la participación de los alumnos en esta actividad. Paralelamente el alumno debe realizar trabajo personal de estudio para un mejor aprovechamiento de las clases.

2. Prácticas de simulación con ordenador y de laboratorio que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre y cuya valoración formará parte de la calificación final de la asignatura. Se formarán grupos de dos o tres alumnos, con ello se fomenta el aprendizaje y el trabajo en grupo.
3. Trabajos tutorados en grupos pequeños (parejas idealmente): mediante una herramienta informática los estudiantes analizan y resuelven un problema de la asignatura. Se potencia el aprendizaje autónomo y el trabajo en grupo.
4. Planteamiento de ejercicios, cuestiones y problemas adicionales a los resueltos en clase. Con ello se fomenta el trabajo autónomo, estudiando la materia y aplicándola a la resolución de los ejercicios planteados. Esta actividad dirigida, pero de ejecución autónoma, es fundamental en el proceso de aprendizaje del alumno y para la superación de las actividades de evaluación.
5. Tutorías académicas: el profesor pondrá a disposición del estudiante ciertos procedimientos para el planteamiento y la resolución de dudas. Se recomienda altamente el uso de estas tutorías para asegurar el adecuado progreso en el aprendizaje.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1: El programa de la asignatura se planteará a principio de curso por el profesor que la imparta y cubrirá los objetivos propuestos tanto en los aspectos teóricos como los prácticos.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Por determinar al comienzo del curso académico.

## **Recursos**

### **Recursos**

La comunicación entre el estudiante y el profesor se gestionará a lo largo del curso mediante la plataforma del Anillo Digital Docente (ADD) de la Universidad de Zaragoza. En ella el profesor podrá distribuir los materiales de la asignatura (apuntes, cuestiones, problemas, exámenes tipo, tablas, etc.), realizar anuncios y notificaciones a los estudiantes, enviar y recibir correos y poner a disposición de los estudiantes las herramientas para la realización en el envío de los informes de las actividades de aprendizaje.

Los libros de referencia básica de la asignatura se indicarán a principio de curso académico

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Dixon S.L., Hall C.. Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery. Butterworth-Heinemann, 2010
- Eastop T.D, McConkey, A. Applied thermodynamics for engineering technologists. Longman, 1993
- Gas turbine theory / H.H. Saravanamuttoo ... [et al.] . 6th ed. Harlow (England) : Prentice Hall Financial Times, cop. 2009
- Kakaç, Sadik. Heat exchangers : selection, rating, and thermal design / Sadik Kakaç, Hongtan Liu . 2nd. ed. Boca Raton, Florida [etc.] : CRC Press, cop. 2002
- Rogers, G. F. C.. Engineering thermodynamics work and heat transfer / G.F.C. Rogers, Y.R. Mayhew . London : Longman, 1974
- Stone, Richard. Introduction to internal combustion engines / Richard Stone . 2nd ed.,5th pr. Warrendale, USA : Society of Automotive Engineers, 1997
- Taylor, Charles Fayette. The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice. Volume I, Thermodynamics, Fluid Flow, Performance / By Charles Fayette Taylor . 2nd. ed. revised, 8th. [re]pr. Cambridge [etc.] : The M.I.T. Press, 1996