

Curso Académico: 2022/23

## 29612 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 29612 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 430 - Graduado en Ingeniería Eléctrica

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 2

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos de la Termodinámica Técnica y la Transferencia de Calor. Se pretende conseguir con ello que el alumno aprenda a analizar termodinámicamente equipos y ciclos, mediante modelos de ingeniería, así como a calcular sistemas de transferencia de calor relacionados con el funcionamiento de sistemas eléctricos.

Para ello se estudiarán los principios de la termodinámica aplicados en el análisis de ciclos de potencia (ciclo Rankine, ciclo Brayton, ciclo combinado) y refrigeración (ciclo de compresión de vapor, bomba de calor), comprendiendo la razón de las diferentes configuraciones existentes y obteniendo una cuantificación de sus prestaciones. Asimismo, se aprenderán los métodos de cálculo de los mecanismos de transferencia de calor dominantes en aplicaciones relacionadas con sistemas eléctricos y electrónicos.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. ODS. de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas. de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
  - Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas
  - Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
  - Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas
- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles
  - Meta 11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo
- Objetivo 12: Producción y consumo responsables
  - Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor forma parte de las asignaturas obligatorias de la rama industrial del grado de ingeniería eléctrica, impartida en el primer cuatrimestre del segundo curso de la titulación. Su extensión es de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150 horas totales de trabajo.

La asignatura presenta las bases de la termodinámica técnica y su aplicación a sistemas de interés y describe los fundamentos de los mecanismos de transferencia de calor más relevantes en relación con el diseño y operación de

sistemas y equipos eléctricos y electrónicos. Estos conceptos se relacionan directamente con los de otras asignaturas de la rama industrial como son Física I y Mecánica de Fluidos.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se requieren conocimientos de Fundamentos de Termodinámica, impartidos en la asignatura Física I. Asimismo, se necesita conocer el modo de resolución de derivadas e integrales básicas, funciones logarítmicas y exponenciales, operadores matemáticos (gradiente, divergencia, laplaciano), así como de ecuaciones diferenciales sencillas. Todo ello aprendido en la materia de Matemáticas.

Para superar la asignatura se requiere de trabajo y estudio continuado desde el primer día de su impartición, ya que de lo contrario el aprendizaje resultará infructuoso. La asistencia a las clases de teoría y problemas son recomendables, así como la resolución de los problemas propuestos. Es muy importante el trabajo previo a las sesiones de prácticas a través de: lectura de los guiones y resolución de los problemas propuestos.

Es importante que el alumno realice un seguimiento continuado de los contenidos impartidos, para lo cual cuenta con la asesoría del profesorado, tanto durante las clases de teoría como en las horas de tutoría destinadas a ello.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

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

*Comprender y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la Termodinámica Técnica y Transmisión del calor, aplicándolos a la resolución de problemas en ingeniería (C13)*

*Capacidad para aplicar los conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería (C18)*

*Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4)*

*Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano (C6)*

*Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Eléctrica necesarias para la práctica de la misma (C7)*

*Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (C11)*

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

Conoce las propiedades termofísicas de sustancias de interés industrial y es capaz de seleccionar y utilizar procedimientos y herramientas adecuadas para su cálculo.

Conoce y aplica las leyes de la Termodinámica en el análisis energético de equipos y procesos básicos en Ingeniería.

Sabe analizar de forma básica el funcionamiento de ciclos termodinámicos.

Conoce y aplica los mecanismos básicos de transferencia de calor en el análisis de equipos térmicos.

Resuelve razonadamente problemas básicos de termodinámica técnica y transferencia de calor aplicados a la ingeniería.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales ya que con ellos el alumno será capaz de dimensionar y analizar térmicamente equipos de transferencia de calor relacionados con el funcionamiento de sistemas eléctricos y electrónicos, mediante la aplicación de los procedimientos y técnicas matemáticas pertinentes para ello. Asimismo, su formación se complementará utilizando herramientas informáticas adecuadas para completar modelados termodinámicos de equipos y sistemas de interés en la industria.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

#### Prácticas

Se valorará la preparación previa, el trabajo desarrollado durante la sesión y las respuestas proporcionadas al guion de la práctica. Durante las sesiones se resolverán casos que requerirán la aplicación de los conceptos explicados en las clases de teoría y problemas.

Se calificarán de 0 a 10 puntos.

## Trabajos

Con el fin de incentivar el trabajo continuado a lo largo del periodo docente, se realizarán actividades. Dichas actividades consistirán en la resolución de problemas o tareas individuales o en grupo, y contarán con una asesoría continuada por parte del profesor.

### EXAMEN FINAL ESCRITO

Consistente en una prueba global de evaluación con dos partes diferenciadas: la primera de cuestiones teórico-prácticas (50% de la nota del examen) y la segunda de problemas (50% de la nota del examen), a realizar en las Convocatorias Oficiales.

Calificación de 0 a 10 puntos. Supondrá como mínimo el **65%** de la calificación global del estudiante. Para superar el examen se exigirá una nota promedio mínima de 5 puntos y una nota mínima de 4 sobre 10 tanto en teoría como en problemas.

- Si la nota del examen escrito es mayor de 5, las notas de prácticas se tendrán en cuenta si hacen subir la nota final, en caso contrario la calificación final será la del examen.
- Si la nota del examen es mayor de 5, pero las notas de prácticas es inferior a 4, no es necesario hacer examen de prácticas ya que los contenidos de prácticas estarán contenidos en el examen general de la asignatura.
- Si la nota del examen está entre cuatro y cinco, se puede compensar y aprobar si el resultado de 65% examen+35% prácticas es mayor de 5.

Por tanto, las prácticas, tienen por objetivo:

- Aprender y ayudar a superar con éxito el examen escrito
- Poder compensar y aprobar en caso de que la nota del examen escrito esté entre 4 y 5
- Subir la nota final

PRUEBA GLOBAL (CONVOCATORIAS OFICIALES - 100%): En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante, mediante los exámenes de teoría y problemas.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de enseñanza se desarrollará en cuatro actividades principales: clases de teoría, clases de resolución de problemas, prácticas y realización de trabajos, con creciente nivel de participación del estudiante.**

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas fundamentales de la asignatura.
- En las clases de problemas se resolverán problemas y casos tipo que ilustren la aplicación de los conceptos teóricos.
- Durante las sesiones de prácticas se resolverán casos, ya sea en laboratorio o bien mediante simulaciones de ordenador, en pequeños grupos, con la ayuda del profesor durante la sesión.
- Finalmente, la realización de uno o varios trabajos entregables se llevará a cabo de forma continuada durante el cuatrimestre.

El planteamiento, metodología y evaluación de esta guía está preparado para ser el mismo en cualquier escenario de docencia. Se ajustarán a las condiciones socio-sanitarias de cada momento, así como a las indicaciones dadas por las autoridades competentes.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

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

#### Trabajo: 2.4 ECTS (60 horas)

##### 1) Clase (tipo T1) (38 horas)

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los conceptos y fundamentos de termodinámica técnica y transferencia de calor, ilustrándolos con ejemplos reales relacionados con el perfil del grado. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y participación en la resolución de problemas.

##### 2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (7 horas)

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados de manera temporal con los contenidos teóricos. Se fomentará que el estudiante trabaje previamente los problemas, para lo cual dispondrá de los enunciados y de las pautas de resolución de los mismos.

### 3) Prácticas de laboratorio y ordenador (tipo T3) (15 horas).

El estudiante modelará el funcionamiento de equipos y sistemas térmicos mediante medidas reales en laboratorio o mediante simulaciones (EES Engineering Equation Solver) en ordenador. Dispondrá de un guión de cada práctica, que tendrá previamente que leer y preparar. Las prácticas completarán los contenidos desarrollados durante la clase de teoría y problemas, y podrán versar sobre alguno de los siguientes contenidos:

- Cálculo de propiedades de sustancias
- Simulación de sistemas abiertos
- Modelado de ciclos de potencia con turbina de vapor
- Modelado de ciclos de potencia con turbina de gas
- Modelado de ciclos de compresión de vapor (refrigeración y bomba de calor)
- Caracterización experimental del funcionamiento de un ciclo frigorífico
- Balance de energía en un freno electromagnético
  
- Aplicación de análisis de conducción (cerramientos en edificios, cables conductores, aislamiento de tuberías y conductos)
- Mejora de la transferencia de calor mediante aletas.
- Caracterización experimental de la transferencia de calor por convección en un banco de tubos
  
- Visita a alguna instalación de interés en relación con la asignatura. Por ejemplo, central DHC Expo, edificio CIEM, ?

### trabajo autónomo: 3.6 ECTS (90 horas)

#### 4) Trabajos (tipo T6) (20 horas).

Actividades que el estudiante realizará de manera individual o en grupos y que el profesor irá proponiendo a lo largo del período docente.

#### 5) Estudio (tipo T7) (64 horas).

Estudio personal del estudiante de la parte teórica y realización de problemas. Se fomentará el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del cuatrimestre de las diversas actividades de aprendizaje. Se incluyen aquí las tutorías, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos?

#### 6) Pruebas de evaluación (tipo T8) (6 horas).

Además de la función calificadora propiamente dicha, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje en la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado.

## 4.3. Programa

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

- Introducción a la termodinámica: conceptos y definiciones.
- Cálculo de propiedades de sustancias reales.
- Primer y segundo principio de la termodinámica.
- Ciclos de potencia y de refrigeración.
- Aspectos básicos de transferencia de calor. Fundamentos de conducción, convección y radiación.
- Conducción del calor.
- Convección. Convección forzada y natural.
- Intercambiadores de calor.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

### Calendario de sesiones

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web).

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría al comienzo del cuatrimestre.

El resto de actividades se planificará en función del encargo docente fijado, según el número de alumnos matriculados, y se dará a conocer con la suficiente antelación.

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico para el curso próximo (el cual podrá ser consultado en la web del centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación adicional sobre la asignatura, se publicará en <http://add.unizar.es/> desde el inicio del cuatrimestre.

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3 horas de clases en aula, que se destinarán a clases magistrales de teoría y a clases de resolución de problemas. Las últimas siete semanas se eliminará una hora de grupo completo (tipo 1) y se desdoblará el

grupo para trabajar en dos grupos mas reducidos las competencias en resolución de problemas (tipo 2) de la parte de ciclos. Con esta propuesto se pretende poder hacer clases con mayor participación y poder tener mas información sobre la asimilación de la materia y de las dificultades que encuentran los estudiantes.

- Aproximadamente cada dos semanas el estudiante realizará una práctica, hasta completar un total de 15 horas presenciales en actividades prácticas.
- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=29612&Identificador=13315>