

## 30037 - Sistemas térmicos de generación

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 30037 - Thermal Generation Systems

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

**Titulación:** 436 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

***Asignatura vinculada con la asignatura con código 29733. Consúltese el contenido de la guía docente de la asignatura con código 29733***

El objetivo de la asignatura es capacitar al alumno para conocer, comprender y analizar desde un punto de vista tecnológico, energético, económico y medioambiental las centrales termoeléctricas y las turbomáquinas térmicas. Así, la asignatura se ha planteado para que, una vez superada la evaluación, el alumno sea capaz de:

1. Conocer las propiedades de los principales combustibles fósiles y renovables.
2. Conocer los distintos tipos, ventajas e inconvenientes de las diferentes centrales termoeléctricas existentes.
3. Conocer y comprender los principios de funcionamiento de las principales centrales termoeléctricas.
4. Analizar, desde un punto de vista tecnológico, energético, económico y medioambiental, las principales centrales termoeléctricas.
5. Conocer y comprender los principales aspectos del funcionamiento de las turbomáquinas térmicas (turbinas de vapor, turbinas de gas y turbocompresores).
6. Diseñar álabes de acción y reacción de turbomáquinas térmicas.
7. Conocer y comprender el comportamiento de las turbomáquinas térmicas fuera de diseño.
8. Conocer la operación y el mantenimiento de las centrales termoeléctricas y las turbomáquinas térmicas.

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. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.**

7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.

7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

**Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.**

8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.

**Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.**

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. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.**

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. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.**

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

### **Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.**

13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

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

La asignatura sirve para que el alumno avance en el conocimiento de los conceptos relativos a las centrales termoeléctricas y las turbomáquinas térmicas, que no han sido tratados en profundidad en el bloque de asignaturas obligatorias.

Con la materia de esta asignatura, el alumno sigue profundizando en la metodología de análisis térmico para abordar, simular, optimizar y diseñar instalaciones energéticas complejas.

## **1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura**

Se considera imprescindible que el estudiante haya superado las asignaturas de ?Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transmisión de Calor? e ?Ingeniería Térmica?.

Además, resulta recomendable tener soltura con los conceptos fundamentales de mecánica de fluidos, resistencia de materiales y diseño de máquinas. Todo ello se aprende en las materias obligatorias estudiadas en los cursos previos del Grado.

Se recomienda al alumno la participación activa en las clases de teoría, problemas y prácticas, 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 previo a la realización de las prácticas.

El trabajo continuado es fundamental para superar con el máximo aprovechamiento esta asignatura, ya que en 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.

# **2. Competencias y resultados de aprendizaje**

## **2.1. Competencias**

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

### **Competencias genéricas:**

1. Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
2. Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
3. Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Industrial necesarias para la práctica de la misma.
4. Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas actuando con ética, responsabilidad profesional y compromiso social.
5. Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería
6. Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

### **Competencias específicas:**

1. Capacidad para gestionar un proyecto de ingeniería mecánica incluyendo la planificación, dirección, ejecución, evaluación y seguridad.
2. Capacidad para la aplicación de conocimientos de ingeniería térmica y el cálculo, diseño y ensayo de sistemas y máquinas térmicas.
3. Capacidad para la utilización de técnicas experimentales en la caracterización del funcionamiento de los sistemas mecánicos.

## **2.2. Resultados de aprendizaje**

1. Conoce las diferentes tipologías de centrales termoeléctricas y de turbomáquinas térmicas.
2. Conoce y comprende el funcionamiento de las centrales termoeléctricas y de las turbomáquinas térmicas.
3. Aplica técnicas y métodos de diversas disciplinas para el análisis y diseño de centrales termoeléctricas y turbomáquinas térmicas.
4. Conoce y comprende los sistemas de control y regulación de las centrales termoeléctricas y de las turbomáquinas térmicas.

5. Sabe diseñar álabes de turbomáquinas térmicas.
6. Conoce los fundamentos de los análisis económico y medioambiental de las centrales termoeléctricas.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El conocimiento avanzado de las centrales termoeléctricas y las turbomáquinas térmicas es fundamental para los futuros graduados especializados en las materias térmicas (Energía en el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, e Ingeniería Térmica y de Fluidos en el Grado en Ingeniería Mecánica), ya que estas instalaciones y equipos se encuentran muy extendidos en nuestra sociedad. Hay que tener en cuenta que se trata de sistemas intensivos en consumo de energía, por lo que presentan una gran capacidad de optimización energética, económica y medioambiental, tanto en las fases de diseño como de operación.

## 3. Evaluación

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

#### Actividades de evaluación

- 1) Prácticas de laboratorio.** Duración: 2-4 h. El estudiante se familiariza con las centrales termoeléctricas y/o las turbomáquinas térmicas, sus componentes, aspectos constructivos, de funcionamiento y de diseño. Aplica los conocimientos propios de la materia y entrega un informe de resultados.
- 2) Prácticas con herramientas informáticas.** Duración: 2-4 h. Mediante herramientas informáticas el estudiante aprende a resolver problemas propios de las centrales termoeléctricas y/o las turbomáquinas térmicas. Para ello, resuelve problemas y cuestiones y entrega un informe de resultados.
- 3) Trabajos Tutorados.** Duración estimada: 15 h. El estudiante con la guía del profesor resuelve problemas complejos y entrega un informe de resultados.
- 4) Examen escrito.** Constará de dos partes diferenciadas: una parte en forma de cuestiones cortas de tipo teórico-práctico (Teoría y Problemas) y una segunda 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

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

**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)
- 20 % Trabajos tutorados (realización y entrega voluntarios)
- 10 % Actividades prácticas (realización y entrega obligatorias)

En el caso de que el estudiante no haya realizado los trabajos tutorados, el examen escrito (que será el mismo que en el caso de haberlos realizado) tendrá un peso del 90%.

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 10 %. Este examen consistirá en la resolución de una de las prácticas planteadas a lo largo del periodo docente, asignada por el profesor en el momento del examen.

**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: 90 % examen escrito de Teoría y Problemas (o 70% en el caso de haber realizado durante el periodo docente los Trabajos tutorados, cuya nota se mantiene) y 10 % examen de prácticas (quedarán exentos aquellos estudiantes que hayan superado esta parte durante el periodo docente, manteniéndose la nota obtenida).

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

### 4.1. Presentación metodológica general

1. **Clases magistrales**, 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/o 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 fomentan el aprendizaje y el trabajo en grupo.

3. **Trabajos tutorados en grupos pequeños** (parejas idealmente): los estudiantes analizan en profundidad un tema relacionado con el contenido 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.

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.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

La participación en **todas** las actividades de aprendizaje es de especial relevancia para adquirir las competencias de la asignatura.

1. **Clases magistrales**
2. **Prácticas de simulación con ordenador y de laboratorio**
3. **Trabajos tutorados en grupos pequeños**
4. **Planteamiento de ejercicios, cuestiones y problemas adicionales**

### 4.3. Programa

1.- Introducción

2.- Tipos de centrales termoeléctricas:

- Convencionales
- Lecho fluido atmosférico
- Nucleares
- Ciclos combinados
- Lecho fluido a presión
- Gasificación integrada con ciclo combinado
- Ciclo Rankine Orgánico

3.- Calderas de potencia:

- Sistema aire-gases
- Sistema agua-vapor
- Auxiliares

4.- Control y regulación de centrales termoeléctricas

5.- Biomasa y co-combustión

6.- Análisis energético de centrales termoeléctricas

7.- Análisis medioambiental de centrales termoeléctricas

8.- Análisis de turbinas de gas terrestres y aéreas. Cámaras de combustión de turbinas de gas.

9.- Caracterización de los pasajes de álabes de rotor: relación entre propiedades del fluido y geometría de los conductos.

10.- Caracterización de estátores.

11.- Diseño de álabes de acción y reacción de turbinas axiales. Condiciones óptimas de funcionamiento. Análisis y comparación de escalonamientos.

12.- Diseño de álabes de turbocompresores axiales. Factores limitantes.

13.- Características constructivas y de operación de las turbomáquinas térmicas radiales.

13.- Comportamiento fuera de diseño

14.- Regulación de las turbomáquinas térmicas.

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

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.

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 Centro.

Desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades (prácticas de laboratorio, trabajos tutorados, etc.) que será proporcionado por los profesores correspondientes. No obstante, y de manera orientativa, el calendario será el siguiente:

- 1ª semana de octubre. Inicio de prácticas y trabajos tutorados.
- 3ª semana de diciembre. Fecha límite de entrega de los informes de prácticas y trabajos tutorados.