



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

**53002014 - Temas Avanzados De Ingeniería Térmica**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Master Universitario En Ingeniería De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002014 - Temas Avanzados de Ingeniería Térmica
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BK - Master Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Luis Francisco Gonzalez Portillo (Coordinador/a)		lf.gonzalez@upm.es	Sin horario. Contactar con el profesor
Jesus Casanova Kindelan	Despacho	jesus.casanova@upm.es	Sin horario. Contactar con el profesor

Javier Muñoz Anton	Despacho	javier.munoz.anton@upm.es	Sin horario. Contactar con el profesor
Alberto Abanades Velasco	Despacho	alberto.abanades@upm.es	Sin horario. Contactar con el profesor

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Transferencia de Calor
- Centrales Térmicas
- Ingeniería Térmica
- Calor y Frío Industrial

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CE16 - Aplicar conocimientos y habilidades adquiridas para la práctica profesional de alto nivel y la gestión de equipos en las empresas del sector energético.

CE2 - Analizar y establecer criterios de mejora energética y económica en instalaciones de generación y de consumo, incluyendo el sector transportes, conducente al diseño de alternativas más eficientes y con menor impacto ambiental.

CE8 - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para investigar, desarrollar e innovar en el campo de la energía: tecnologías renovables y no renovables, almacenamiento, vectores energéticos, en un contexto de decarbonización del sistema.

CE9 - Disponer de criterios y herramientas para entender la composición y características de los diferentes tipos de combustibles convencionales y no convencionales.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

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

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/español).

CT3 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA106 - Calcular los parámetros y los caudales de aire y combustible de procesos de combustión y postratamiento de gases utilizados en la industria y el transporte

RA107 - Explicar las partes de una central térmica y la influencia que los distintos parámetros que las definen tienen en la eficiencia del proceso

RA105 - Explicar y evaluar las características, fortalezas y debilidades, y alternativas de vectores energéticos disponibles en un contexto de descarbonización del sistema energético

RA108 - Explicar un trabajo relacionado con la ingeniería energética mediante una presentación oral y un informe escrito

RA104 - Identificar cómo mejorar la eficiencia de un ciclo para producción de frío y calor y sus consecuencias económicas y ambientales a través de modelos matemáticos

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo profundizar en la Ingeniería Térmica con conocimientos que complementen aquellos obtenidos en el Grado. Para ello, se hace un repaso del panorama de la energía térmica, tanto presente como futura, y se lleva a cabo un enfoque práctico del análisis energético de los diferentes sistemas térmicos: centrales térmicas, sistemas de producción de calor y frío, aplicaciones industriales de la combustión, tecnologías de reducción de impacto ambiental. Además, se plantean los distintos vectores energéticos posibles en escenarios de descarbonización.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Panorama de la energía térmica
  - 1.1. Usos de la energía térmica
  - 1.2. Pasado, presente y futuro de la energía térmica
  - 1.3. Importancia de las centrales térmicas en el sistema eléctrico
2. Centrales térmicas avanzadas
  - 2.1. Repaso de los principales tipos de central térmica
  - 2.2. Centrales solares termoeléctricas y nucleares. Hibridación. Almacenamiento térmico.
  - 2.3. Centrales térmicas de nueva generación
  - 2.4. Software especializado
3. Aplicaciones industriales de la combustión
  - 3.1. Fundamentos de combustión
  - 3.2. Combustión de gases y líquidos
  - 3.3. Combustión de sólidos
4. Tecnologías de reducción de impacto ambiental
  - 4.1. Formación de emisiones
  - 4.2. Técnicas de reducción de emisiones
  - 4.3. Sistemas de postratamiento de gases
5. Sistemas de producción de calor y de frío
  - 5.1. Introducción a sistemas de producción de calor y frío
  - 5.2. Fundamentos de refrigeración
  - 5.3. Bombas de calor
  - 5.4. Evaluación de sistemas de producción de calor y frío
6. Vectores energéticos en escenarios de descarbonización
  - 6.1. Concepto de Power to X
  - 6.2. Vectores energéticos. Gas natural sintético, amoníaco, metanol, hidrógeno
  - 6.3. Conversión entre vectores
  - 6.4. Interconexión entre vectores energéticos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Introducción a la asignatura</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p> <p><b>Panorama de la energía térmica. Usos de la energía térmica</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Panorama de la energía térmica. Pasado, presente y futuro de la energía térmica e Importancia de las centrales térmicas en el sistema eléctrico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Centrales térmicas avanzadas. Repaso de los principales tipos de central térmica</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Centrales térmicas avanzadas. Centrales solares termoelectricas y nucleares. Hibridación. Almacenamiento térmico.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Centrales térmicas avanzadas. Centrales térmicas de nueva generación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Centrales térmicas avanzadas. Uso de software especializado</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Diseño y análisis del funcionamiento de una central térmica usando software especializado</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
5	<p><b>Aplicaciones industriales de la combustión. Fundamentos de combustión</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Aplicaciones industriales de la combustión. Combustión de gases y líquidos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			



6	<p><b>Aplicaciones industriales de la combustión. Combustión de sólidos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Aplicaciones industriales de la combustión. Dimensionamiento de una instalación con combustión en una aplicación industrial a elegir por los alumnos: quemadores, cocinas, hornos, turbinas, motores, etc.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Dimensionamiento de una instalación con combustión en una aplicación industrial a elegir por los alumnos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
7	<p><b>Tecnologías de reducción de impacto ambiental. Formación de emisiones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tecnologías de reducción de impacto ambiental. Técnicas de reducción de emisiones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p><b>Tecnologías de reducción de impacto ambiental. Sistemas de postratamiento de gases</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tecnologías de reducción de impacto ambiental. De la instalación elegida por el alumno, calcular emisiones y dimensionar un sistema de postratamiento de los gases</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>De la instalación elegida por el alumno, calcular emisiones y dimensionar un sistema de postratamiento de los gases</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Sistemas de producción de calor y de frío. Introducción a sistemas de producción de calor y frío</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas de producción de calor y de frío. Fundamentos de refrigeración</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Sistemas de producción de calor y de frío. Bombas de calor</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Sistemas de producción de calor y de frío. Evaluación de sistemas de producción de calor y frío</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>POR DEFINIR</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>

11	<p><b>Vectores energéticos en escenarios de descarbonización. Concepto de Power to X</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Vectores energéticos en escenarios de descarbonización. Vectores energéticos. Gas natural sintético, amoníaco, metanol, hidrógeno</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Vectores energéticos en escenarios de descarbonización. Conversión e interconexión entre vectores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Conversión entre amoníaco e hidrógeno</b> <b>Generación de gas natural sintético</b> <b>Rendimientos de conversión en escenarios ?Power-to-Gas?</b> <b>Comparación de capacidad de almacenamiento para diferentes vectores energéticos.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
13	<p><b>Exposición de trabajos y discusión sobre los mismos</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
14	<p><b>Exposición de trabajos y discusión sobre los mismos</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Exposición de trabajos a elegir por los alumnos</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
15				<p><b>Asistencia a clase y participación</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
16				
17				<p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:30</p>

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
4	Diseño y análisis del funcionamiento de una central térmica usando software especializado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	/ 10	CB10 CE2 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CG1 CG2
6	Dimensionamiento de una instalación con combustión en una aplicación industrial a elegir por los alumnos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	/ 10	CB10 CE9 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CT3 CG1 CG2
8	De la instalación elegida por el alumno, calcular emisiones y dimensionar un sistema de postratamiento de los gases	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	/ 10	CE9 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CT3 CG1 CB10 CG2
10	POR DEFINIR	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	/ 10	CB10 CE2 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CG1 CG2

12	Conversión entre amoníaco e hidrógeno Generación de gas natural sintético Rendimientos de conversión en escenarios ?Power-to-Gas? Comparación de capacidad de almacenamiento para diferentes vectores energéticos.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	/ 10	CE2 CE9 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CE8 CG1 CG2 CB10
14	Exposición de trabajos a elegir por los alumnos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	15%	/ 10	CB7 CE16
15	Asistencia a clase y participación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	/ 10	CE8 CT12 CT10

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:30	100%	5 / 10	CB10 CT10 CE2 CE9 CB7 CT1 CT5 CT11 CE16 CT3 CE8 CG1 CG2 CT12

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se basa fundamentalmente en el resultado de los trabajos en grupo que realizan los alumnos a lo largo del curso. Estos trabajos cubren los distintos temas de la asignatura (centrales térmicas, sistemas de producción de calor y frío, aplicaciones industriales de la combustión, tecnologías de reducción de impacto ambiental, vectores energéticos en escenarios de descarbonización) de manera práctica, sin olvidar el contexto teórico. Los trabajos se evalúan por separado a través del informe que presentan los grupos. Además, se hará una presentación en grupo sobre el trabajo que elija el grupo, lo cual influirá en la nota final. Una parte pequeña de la nota se guarda para asistencia y participación.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Refrigeration and Air Conditioning	Bibliografía	W.F. Stoecker, "Refrigeration and Air Conditioning?", McGrawHill, 1982
Introduction to Refrigeration and Air Conditioning Systems Paperback	Bibliografía	Allan Kirkpatrick, Introduction to Refrigeration and Air Conditioning Systems Paperback, Morgan & Claypool Publishers, 2017
Refrigeration Systems and Applications	Bibliografía	Ibrahim Dinçer and Mehmet Kanoglu, Refrigeration Systems and Applications, John Wiley and Sons, 2010
Advanced thermodynamics engineering	Bibliografía	Annamalai, K., Puri, I.K., Jog, M.A., "Advanced thermodynamics engineering", CRC Press, 2011
Heat and mass transfer. A practical approach	Bibliografía	Çengel, Y.A, "Heat and mass transfer. A practical approach", McGraw-Hill, 2007

Apuntes	Recursos web	Apuntes (textos y diapositivas) sobre la asignatura colgados en Moodle
Combustion Engineering	Bibliografía	?Combustion Engineering? de K.W. Ragland y K. M. Bryden. Editorial: CRC Press y ?Fundamentals of Air Pollution Engineering? fr R.C. Flagan y J.H Sienfeld. Editorial: Prentice Hall.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS7, ODS9 y el ODS11