



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

53002067 - Termodinámica De Los Sistemas Energéticos Orientada A La Sostenibilidad: Técnicas 4e

### PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53002067 - Termodinámica de los Sistemas Energéticos Orientada a la Sostenibilidad: Técnicas 4E
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ignacio Lopez Paniagua (Coordinador/a)		ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. Las tutorías se realizarán con cita previa por email durante el periodo lectivo exclusivamente.

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

con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Arnaiz Del Pozo, Carlos Rafael	cr.arnaiz@upm.es	Lopez Paniagua, Ignacio
Roncal Casano, Juan Jose	juanjose.roncal@upm.es	Lopez Paniagua, Ignacio

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Máster 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

- Termodinámica
- Cálculo Infinitesimal

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CE11 - Analizar el comportamiento energético y control de los sistemas de energías renovables determinando y aplicando criterios innovadores de optimización energética, económica y ambiental, aplicando metodologías de diseño, simulación y análisis de los componentes y sistemas de energías renovables: solares, eólicos, hidráulicos, de biomasa, de energías marinas, geotérmicas y otras energías renovables; para contribuir a su desarrollo tecnológico y a su competitividad con otras tecnologías energéticas.

CE12 - Aplicar conocimientos y disponer de habilidades para acometer el diseño, control y análisis de procesos industriales basados en la generación de calor por combustión convencional y avanzada, evaluando los combustibles mejor adaptados a cada aplicación y proponer soluciones razonadas en el empleo de combustibles

CE17 - Comprender los procesos que integran el ciclo de vida de los procesos energéticos, desde la obtención del recurso primario, hasta su desmantelamiento, y su integración en la economía circular.

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.

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.

CG5 - Comprender el impacto de la Ingeniería Energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

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

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

RA36 - Proponer opciones de mejora global de un sistema energético

RA34 - Analizar y evaluar un sistema energético desde una dimensión energética, exergética, medio ambiental y económica.

RA35 - Comprender e identificar las conexiones entre los parámetros de diseño y operación de los sistemas energéticos con sus dimensiones energética, exergética, medio ambiental y económica.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es dotar a los alumnos del conocimiento necesario para realizar análisis que integren aspectos energéticos, exergéticos, económicos y medioambientales. Durante la asignatura se va describiendo la relación entre los aspectos técnicos de diseño y operación y los aspectos de eficiencia energética y exergética, y la relación entre éstos y los económicos. De esta forma se identifican los principios de mejora de las instalaciones en cada uno de los aspectos mencionados.

La asignatura se estructura en dos partes principales. La primera parte es una revisión de los conceptos termodinámicos de sistemas cerrados, sistemas abiertos y exergía, incluyendo también una revisión del comportamiento de las sustancias y el formalismo asociado a su tratamiento.

La segunda parte parte del análisis energético de ciclos y procesos e introduce progresivamente las dimensiones exergética y económica. Esto se hace introduciendo primeramente parámetros para la identificación del potencial de mejora de procesos en términos exergéticos, seguidamente parámetros económicos básicos y combinando ambos. Posteriormente el desarrollo de la asignatura se concentra en el LCOE: Levelized Cost Of Energy, parámetro económico típico en las tomas de decisión, y revisa otros como el VAN: Valor Actual Neto y el TIR: Tasa Interna de Retorno.

El desarrollo de la asignatura se basa en lecciones magistrales, resolución de ejercicios en clase, tanto a mano como por ordenador, y trabajos individuales. Las clases van incrementando el grado de participación del alumnado progresivamente a medida que se van introduciendo conceptos nuevos y desarrollando los trabajos, de forma que se comentan las dificultades durante las clases o se desarrolla el contexto de los trabajos planteados.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Revisión de la termodinámica de los sistemas cerrados. Concepto de exergía.
3. Revisión de la termodinámica de los sistemas abiertos. Concepto de exergía de flujo. Aplicación a los componentes industriales más relevantes.
4. Análisis energético y exergético de procesos y ciclos. Balances globales de exergía. Coeficientes de lazos estructurales.
5. Método de optimización exergético-económico; relación de los parámetros de diseño y operación de los procesos con su comportamiento.
6. Parámetros económicos más relevantes en procesos industriales: tasa de descuento, LCOE, VAN, TIR.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30
10	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30
11	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30
12	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30



13	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30
14				<b>Asistencia a clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
15	<b>Temario</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 6</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:30
16	<b>Debate sobre temas de relevancia / presentación de conferenciante invitado de la industria y debate.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Trabajo 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG1 CT5 CT1 CT11
10	Trabajo 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG2 CG8
11	Trabajo 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG1 CG2 CG8
12	Trabajo 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG1 CG2 CG8 CB7
13	Trabajo 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG5 CG8 CB7 CB8 CG1 CG2 CT3
14	Asistencia a clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CT11
15	Trabajo 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:30	15%	0 / 10	CG1 CG2 CG5 CG8 CB7 CB8 CT3

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG1 CG2 CG5 CG8 CB7 CB8 CT3

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Para poder aprobar la asignatura por evaluación continua se exige la asistencia a las clases.

Para superar la asignatura por evaluación continua se deberá realizar un conjunto de trabajos. Los trabajos se realizarán fuera del tiempo de clase, y las dificultades o cuestiones que surjan se comentarán y debatirán en clase. Los trabajos tratarán sobre el análisis de instalaciones y procesos industriales, y cubrirán distintas complejidades asociadas. El número previsto de trabajos es 5-6, aunque se puede replantear el alcance y el número dependiendo del desarrollo de la asignatura y las condiciones de impartición.

Los alumnos no aprobados por evaluación continua deberán presentarse al examen final de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Artículos	Recursos web	www.sciencedirect.com
The Exergy Method of Thermal Plant Analysis Author(s): T. J. Kotas	Bibliografía	1985 Elsevier ISBN: 978-0-408-01350-5
Monografías y materiales en Moodle	Recursos web	Monografías sobre temas concretos de la asignatura. Artículos y otra bibliografía.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura pretende buscar la aplicabilidad inmediata de los conceptos explicados a procesos y sistemas energéticos.