

24-25

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## DISEÑO, SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE CENTRALES DE CICLO COMBINADO (PLAN 2024)

CÓDIGO 28010448

UNED

**24-25****DISEÑO, SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE  
CENTRALES DE CICLO COMBINADO (PLAN  
2024)****CÓDIGO 28010448**

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	DISEÑO, SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE CENTRALES DE CICLO COMBINADO (PLAN 2024)
Código	28010448
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

### Presentación

La asignatura se centra en el estudio de las plantas de potencia de ciclo combinado de turbinas de gas y de vapor. La asignatura es de carácter obligatorio en el Itinerario 11 Sistemas Térmicos y Energía Renovable.

Además del estudio teórico, el estudiante realizará dos trabajos, unas prácticas virtuales y una prueba de evaluación a distancia. Uno de los trabajos es obligatorio y consiste en la elaboración de un pequeño programa de simulación. El otro es voluntario y consiste en el estudio de un trabajo actual de investigación facilitado por el equipo docente. Las prácticas virtuales son obligatorias y se realizan con ayuda de un software a disposición del alumno en la plataforma del curso. La prueba de evaluación a distancia es también obligatoria.

### Contextualización

El presente máster tiene como objetivo introducir al estudiante en el campo de la investigación y desarrollo de las tecnologías industriales. El itinerario Sistemas Térmicos y Energías Renovables, en general, y la asignatura Diseño, Simulación y Optimización de Plantas de Potencia de Ciclo Combinado, en particular, pretenden conferir al estudiante las competencias propias de la investigación con la especialización de la generación de energía a partir de sistemas y fuentes térmicas.

La asignatura tiene una componente de refuerzo de las bases teóricas y de la tecnología de las máquinas y elementos asociados a ellas y otra componente de marcado carácter práctico, en lo relativo a enfoques de simulación práctica, diseño, optimización y estudios termoeconómicos. De esa forma servirá de complemento a disciplinas tales como Ingeniería Térmica, Centrales Termoeléctricas y Máquinas Térmicas. Además, cada año se diseñarán diversos trabajos con los que se pretende enseñar al estudiante, por un lado, técnicas de análisis numérico y de modelización matemática de este tipo de centrales y, por otro lado, las tendencias recientes en la tecnología de ciclo combinado en particular y los sistemas térmicos en general.

### Relación con el resto de asignaturas del posgrado

La asignatura Diseño, Simulación y Optimización de Plantas de Potencia de Ciclo Combinado es obligatoria en el itinerario Sistemas Térmicos y Energía Renovable, que centra sus contenidos en las presentes y futuros medios de producción de energía, donde los objetivos de la asignatura tienen su cabida natural. Las asignaturas más afines ofertadas

en el máster, que tratan o completan aspectos de cierta relevancia de la presente asignatura, que completarían la formación del estudiante que se quiera especializar en el tema de la asignatura y su línea de investigación más cercana serían:

- Aplicaciones térmicas de las energías renovables
- Análisis y explotación de los sistemas eléctricos
- Sistemas de aprovechamiento de energía eólica
- Introducción a la dinámica de fluidos computacional
- Programación y análisis de datos científicos

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

El estudiante deberá tener una formación termodinámica adecuada y demostrable a nivel de grado universitario. Asimismo es aconsejable que el estudiante haya cursado asignaturas relacionadas con disciplinas tales como Ingeniería Térmica, Máquinas Térmicas, Turbomáquinas Térmicas y/o Centrales Termoeléctricas.

Se considera también como requisito el conocimiento de algún lenguaje de programación en un nivel medio. Los lenguajes de programación con los que se puede trabajar son preferentemente Matlab o Python y, alternativamente, Visual Basic, C, C++, Fortran, Pascal o Delphi. Este criterio no será excluyente pero sí muy deseable para no aumentar en exceso las horas de trabajo autónomo del alumno. En caso de no cumplirse se podría obviar si el alumno se encuentra matriculado en alguna asignatura o curso de programación.

Además, se considera necesario tener conocimientos de inglés escrito (lectura) a nivel medio.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ANTONIO JOSE ROVIRA DE ANTONIO (Coordinador de asignatura)  
rovira@ind.uned.es  
91398-8224  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
INGENIERÍA ENERGÉTICA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Puede contactar con el equipo docente en cualquier momento a través de correo electrónico, a través del curso virtual, telefónicamente o por tutoría telemática (vía Teams). A continuación se muestran los datos de contacto y el horario de guardias.

### **D. Antonio Rovira de Antonio:**

Tel.: 91 398 82 24

Correo electrónico: rovira@ind.uned.es

Departamento de Ingeniería Energética, despacho 2.27, segunda planta

C/ Juan del Rosal, 12, 28040 Madrid.

Horario de permanencias: Lunes de 15,00 a 19,00h

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias

CP1 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad.

CP2 - Cuantificar los beneficios y costes de las tecnologías industriales bajo estudio.

CP3 - 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.

CP4 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS

C1 Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación.

C2 Evaluar el impacto medioambiental de las tecnologías industriales bajo estudio.

C3 Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales.

C4 Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional.

C5 Tomar conciencia de la importancia de la adquisición del conocimiento científico a la luz de la teoría de la ciencia actual, así como de la diversidad metodológica.

C6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

### HABILIDADES O DESTREZAS

H1 Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica.

H2 Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental.

H3 Desarrollar capacidad de razonamiento crítico.

H4 Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

H6 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.

H7 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.

### COMPETENCIAS

CP1 Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad.

CP2 Cuantificar los beneficios y costes de las tecnologías industriales bajo estudio.

CP3 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.

CP4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## CONTENIDOS

### 1. Fundamentos Termodinámicos y clasificación de los ciclos combinados

Primer tema del Bloque I –Conceptos generales. Dedicado a la introducción y los fundamentos tecnológicos.

1. Definición y clasificaciones
2. Termodinámica del ciclo combinado
3. Análisis exergético de los ciclos combinados

### 2. Tecnología actual de las plantas de potencia de ciclo combinado

Segundo tema del Bloque I –Conceptos generales.

1. Tecnología de los principales componentes
2. Configuraciones y aplicaciones
3. Simulación numérica

Primer tema del Bloque II –Simulación de ciclos combinados, cuyo objetivo es el aprendizaje de las técnicas de simulación de las centrales.

1. Simulación de los ciclos combinados en el punto de diseño
2. Simulación de los ciclos combinados a cargas parciales
3. Introducción a la simulación de transitorios

### T1 - Trabajo de simulación

Primer trabajo de la asignatura. De carácter obligatorio y calificable en la evaluación continua.

### 4. Estudio paramétrico de los ciclos combinados de turbinas de gas y de vapor

Primer tema del Bloque III –Diseño y operación de ciclos combinados.

1. Influencia de los parámetros de la turbina de gas
2. Influencia de la caldera de recuperación de calor
3. Influencia del ciclo de vapor
4. Parámetros usuales en las configuraciones actuales
5. Operación a carga parcial

Segundo tema del Bloque III –Diseño y operación de ciclos combinados.

1. Comportamiento de la turbina de gas
2. Comportamiento de la caldera de recuperación de calor
3. Comportamiento del ciclo de vapor
4. Selección de la configuración en función del tipo de operación

T2. Prácticas virtuales.

El ejercicio debe resolverse utilizando el programa de prácticas virtuales que se dispondrá en la plataforma del curso.

6. Operación de centrales ISCC

Tercer tema del bloque Bloque III –Diseño y operación de ciclos combinados.

1. Selección del punto de integración y dimensionado de los equipos
2. Comportamiento anual de la central ISCC
7. Análisis termoeconómico de plantas de ciclo combinado

Tema que configura el Bloque IV –Análisis termoeconómico.

1. Economía básica de las centrales de ciclo combinado
2. Modelos termoeconómicos básicos
3. Optimización termoeconómica de plantas de ciclo combinado
4. Introducción a los modelos exergoeconómicos

T3. Estudio, resumen y exposición de un trabajo de investigación actual.

Conforma el Bloque V –Estado actual de la tecnología.

Resumen de un trabajo de investigación. De carácter voluntario. La evaluación podrá modificar al alza la calificación final de la asignatura.

## METODOLOGÍA

La asignatura Diseño, Simulación y Optimización de Plantas de Potencia de Ciclo Combinado es una asignatura a distancia según el modelo metodológico implantado en la UNED. El estudiante deberá realizar una serie de tareas que le permitan alcanzar los objetivos y desarrollar los resultados descritos. Para ello cuenta con los recursos y elementos que se describen a continuación:

*Trabajo autónomo:*

- Estudio teórico por parte del alumno del temario de la asignatura, apoyado por guías y unidades didácticas.

*Trabajo en interacción con el equipo docente:*

- Medios audiovisuales, que complementa las guías didácticas y las unidades didácticas y suplantando las clases teóricas y de problemas propias de las universidades presenciales.
- Prácticas virtuales asistidas con ordenador que permiten afianzar los conceptos estudiados.
- Interacción profesor-alumno a través de plataformas y portales electrónicos.
- Defensa de trabajos actuales de investigación (no propia) facilitados por el equipo docente.
- Eventuales prácticas externas como visitas a centrales de ciclo combinado.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo 8

Duración del examen 90 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora no programable.

Criterios de evaluación

Para aprobar la prueba presencial el estudiante tendrá que obtener una media de 5 sobre 10 en la prueba, con un mínimo de un 3 en el último ejercicio, de tipo numérico.

% del examen sobre la nota final 40

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

Comentarios y observaciones

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

Descripción

La prueba presencial es un ejercicio teórico práctico con 7 preguntas cortas de teoría y un problema.

Criterios de evaluación



Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si,PEC no presencial

Descripción

La evaluación consta de los siguientes elementos:

Una prueba presencial (ya descrita) de una hora y media sobre el temario de la asignatura, con una parte de respuestas cortas y otra numérica. Deberán aprobarse ambas partes. Se realizará al finalizar el curso.

Trabajo de simulación. Evaluación de la memoria y del código entregado. Tendrá el mismo peso que la prueba presencial. Se entregará durante el segundo trimestre, con cierta flexibilidad en las fechas. Es necesario aprobarlo para superar la asignatura. Para los casos de segunda o sucesivas matrículas, el trabajo podrá ser el mismo durante dos cursos consecutivos.

Evaluación de las prácticas virtuales. Respuestas objetivas.

Resumen de un trabajo de investigación. Evaluación de la memoria entregada y la correcta asociación con lo aprendido en la asignatura.

Una prueba de evaluación continua a distancia, de respuestas objetivas (tipo test).

Criterios de evaluación

Para aprobar la asignatura es indispensable aprobar el trabajo de simulación.

Ponderación de la PEC en la nota final

PEC1: Trabajo de simulación: 40 %. Es necesario aprobarlo. PEC2: Prácticas virtuales: 10 %. PEC3: Resumen de un trabajo de investigación. Subirá la nota al alza hasta un máximo de 1,5 puntos. PED: Prueba de evaluación continua a distancia: 10 %.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

Las fechas exactas de cada actividad se concretarán en el curso virtual.

**Se proponen fechas para la convocatoria ordinaria (junio) y para la extraordinaria (septiembre).**

**El trabajo de simulación puede ser el mismo durante dos años consecutivos en caso de no superar a asignatura en un curso.**

### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Prueba presencial :40 %. Deberán aprobarse ambas partes (teoría y problema). **Es necesario aprobar la prueba.**

Prueba de evaluación continua a distancia: 10 %.

Prácticas virtuales: 10 %.

Trabajo de simulación: 40 %. **Es necesario aprobarlo.**

Resumen de un trabajo de investigación. Subirá la nota al alza hasta un máximo de 1,5 puntos.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Se empleará el texto citado debajo, que se pondrá a disposición a través del curso virtual de la asignatura junto con la guía didáctica de la asignatura:

- A. Rovira, “Desarrollo de un modelo para la caracterización termoeconómica de ciclos combinados de turbinas de gas y de vapor en condiciones de carga variable”.

Es un texto en el que se puede encontrar gran parte de la información necesaria para la asignatura. Cuenta con capítulos dedicados a la descripción de las centrales de ciclo combinado, a la simulación estacionaria de estas centrales, a los modelos termoeconómicos y a la discusión de los posibles diseños y configuraciones.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9781593701680

Título: COMBINED-CYCLE GAS STEAM TURBINE POWER PLANTS

Autor/es: R.H. Kehlhofer

Editorial: Pennwell

ISBN(13): 9780080405025

Título: COMBINED POWER PLANTS : 1ª ed. edición

Autor/es:

Editorial: PERGAMON PRESS

ISBN(13): 9788436262643

Título: MÁQUINAS TÉRMICAS

Autor/es: Marta Muñoz Domínguez; Rovira De Antonio, Antonio José

Editorial: U N E D

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Publicaciones periódicas y no periódicas:

(accesibles a través de los recursos electrónicos de la biblioteca de la UNED. Se dispondrán enlaces en el curso virtual)

Entre las publicaciones periódicas se destacan las de las editoriales siguientes:

- ASME
- Elsevier
- IEEE
- Institution of Mechanical Engineers
- Taylor & Francis
- Wiley
- Otros editores

Por otro lado, de entre las publicaciones no periódicas caben destacar las siguientes: anales de congresos, destacando los de ASME y del Institute of Mechanical Engineers.

Otros medios

- Curso virtual de la asignatura (se accede a través de Campus Uned-e). En la plataforma virtual se incluirá la siguiente información: orientaciones para el estudio (Guía Didáctica), foros de comunicación con el equipo docente, tablón de anuncios, grupos de trabajo, pruebas de evaluación (enunciado y soluciones), información sobre prácticas, exámenes de cursos pasados, dibujos y fotografías de elementos constructivos, links de interés, respuesta a preguntas frecuentes, etc.
- Software para prácticas virtuales: diversos programas de simulación que se podrán descargar a través del curso virtual.

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.