

# TECNOLOGÍA DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

Curso 2015/2016

(Código:28806220)

## 1. PRESENTACIÓN

Tecnología de las Centrales Termoeléctricas se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. La asignatura tiene 5 ECTS y es obligatoria para aquellos estudiantes que cursen la especialidad de Técnicas Energéticas.

Esta asignatura tiene por objeto el estudio de los diferentes tipos de centrales *termoeléctricas* utilizadas actualmente en la producción de energía eléctrica. Se enseñan los ciclos termodinámicos en los que se fundamentan dichas centrales, y también se analiza qué variables de operación y qué parámetros de diseño influyen y determinan el aumento en el rendimiento térmico de las mismas. Se aborda el estudio de los principales componentes y de los principales sistemas de la central, identificando y conociendo correctamente las diferentes transformaciones energéticas que ocurren en cada uno de ellos, así como sus características básicas de diseño y sus condiciones de operación. También tiene por objeto el aprendizaje del cálculo del balance térmico de una central termoeléctrica, sabiendo qué información proporciona y cuál es su utilidad. Finalmente, se aborda el estudio de los principales contaminantes ocasionados en la producción de energía eléctrica en las centrales termoeléctricas, y también se estudian las técnicas y los sistemas que se utilizan en estas instalaciones para conseguir reducir o evitar su formación, así como para reducir y controlar su evacuación fuera de la instalación.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Actualmente, el 82 % de la energía eléctrica producida anualmente a nivel mundial se produce en *centrales termoeléctricas*. Esta cifra por sí misma permite apreciar la importancia de estas instalaciones, no solo en su propio sector, el Eléctrico, sino también, en el desarrollo de las sociedades actuales. Las centrales termoeléctricas son instalaciones de producción de energía eléctrica en las que la transformación de la energía de la fuente primaria en energía eléctrica requiere que haya transferencia de energía térmica entre diferentes fluidos, uno vinculado a la fuente de energía y otro al fluido de trabajo del ciclo de potencia. En la asignatura no se imparten conocimientos relacionados con la energía eléctrica, sino con las *máquinas y motores térmicos* y con las transformaciones energéticas que tienen lugar en ellas como componentes y sistemas de las instalaciones de producción de energía eléctrica que mayoritariamente se utilizan en el Mundo para generar la electricidad que consume la humanidad.

La asignatura pertenece a la materia de *Ingeniería térmica*. Tiene carácter tecnológico y especializado, aunque incluye también contenidos fundamentales específicos vinculados a las máquinas y motores térmicos. Su contenido es muy ingenieril, de inmediata aplicación, lo que implica que se sustenta y se fundamenta en asignaturas que incluyen contenidos fundamentales de *termodinámica, transmisión de calor, mecánica o máquinas térmicas*.

La asignatura contribuye a alcanzar las siguientes competencias disciplinares específicas:

- Conocimientos para la realización de cálculos, valoraciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.
- Capacidad para conocer, entender y utilizar los principios de física, química, mecánica, electromagnetismo, termodinámica fundamental, campos y ondas.
- Capacidad para conocer, entender y utilizar los principios de termodinámica aplicada y mecánica de fluidos.
- Capacidad para aplicar los fundamentos científicos y tecnológicos de las centrales eléctricas y energías



renovables.

Asimismo, el estudio de esta asignatura contribuye al desarrollo de las competencias genéricas vinculadas al Máster, entre las que se pueden destacar planificación y organización, capacidad para trabajar de forma autónoma, razonamiento crítico, capacidad de análisis y síntesis, aplicación de los conocimientos a la práctica, capacidad para manejar información, y comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica.

### 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Para el estudio de esta asignatura es necesario que el alumno tenga conocimientos previos sobre termodinámica, transmisión de calor, mecánica de fluidos y máquinas térmicas. El funcionamiento de las máquinas que se utilizan en las centrales termoeléctricas está fundamentado en postulados y leyes que se estudian en las disciplinas mencionadas. En concreto debe saber aplicar los balances de masa y energía a sistemas abiertos y saber evaluar propiedades termodinámicas de los fluidos que habitualmente se utilizan en las centrales termoeléctricas. Tiene que saber cuáles son las leyes de transmisión de calor y saber aplicarlas. Finalmente, debe saber cuál es la ecuación fundamental de las turbomáquinas y los diferentes tipos de turbomáquinas que existen.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al estudiar esta asignatura, los conocimientos y destrezas que el alumno adquirirá se indican a continuación:

- Conocerá la estructura del sector eléctrico Español en relación a los diferentes tipos de centrales de producción de energía eléctrica y su vinculación con las fuentes de energía primaria.
- Conocerá los esquemas tecnológicos de las centrales termoeléctricas actuales y sabrá asociar la fuente de energía primaria que se podría utilizar en cada uno de ellos.
- Conocerá los ciclos termodinámicos en los que se fundamentan las centrales termoeléctricas, así como los parámetros principales de funcionamiento y su influencia en el rendimiento de la instalación.
- Será capaz de calcular balances de masa, de energía y rendimientos en los principales componentes y sistemas de la central, así como en el conjunto de la central, sabiendo evaluar el funcionamiento de los mismos en base a los resultados obtenidos.
- Sabrá en qué consiste el balance térmico de una central termoeléctrica, entendiendo por qué y cuándo se hace.
- Será capaz de identificar las características de diseño y de funcionamiento, específicas y concretas de los componentes principales que se utilizan en la actualidad en las centrales termoeléctricas, así como las de los equipos auxiliares más relevantes y las de los sistemas asociados al funcionamiento de los primeros.
- Conocerá los principales contaminantes que se generan en estas instalaciones, sabiendo identificar el proceso que los origina y las técnicas, sistemas y componentes que se utilizan en la actualidad para reducir o evitar sus emisiones, asimismo será capaz de identificar los efectos de los contaminantes.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Se introduce la asignatura mediante la exposición de los sistemas de generación eléctrica que cubren la demanda de electricidad a nivel mundial y nacional en la actualidad. Se estudian los ciclos termodinámicos de las centrales basadas en los ciclos simples con turbina de vapor y en los ciclos combinados, lo que permitirá conocer el funcionamiento de las mismas. También se estudian los ciclos termodinámicos específicos de las centrales nucleares y de las centrales termosolares. Se estudia el diseño, la tecnología y el funcionamiento de los principales equipos y sistemas de los tipos de centrales termoeléctricas que se estudian. Finalmente, se estudia la repercusión medioambiental de estas instalaciones.

El programa de la asignatura de *Centrales termoeléctricas* es el que se indica a continuación:

UNIDAD DIDÁCTICA I: Fundamentos de las centrales termoeléctricas

El objetivo de esta unidad es que el alumno sepa cómo son, y qué procesos energéticos tienen lugar en los ciclos termodinámicos básicos en los que se fundamentan la mayoría de las instalaciones de producción de energía eléctrica, que se utilizan en España y en el Mundo. Identificará el tipo de fuente de energía que se puede emplear en cada uno de los tipos de centrales termoeléctricas. Estudiará los ciclos termodinámicos específicos en los que se fundamentan dichas centrales, así como los parámetros y magnitudes que influyen y determinan la optimización de los procesos con el objetivo de maximizar



el rendimiento térmico de las instalaciones. Finalmente se estudia en qué consiste el balance térmico de una central, cuál es su interés y cómo se desarrolla.

Capítulo 1- Generación de energía eléctrica en el contexto energético actual

Capítulo 2- Fundamentos termodinámicos de las centrales termoeléctricas de ciclo simple con turbina de vapor (I)

Capítulo 3- Fundamentos termodinámicos de las centrales termoeléctricas de ciclo simple con turbina de vapor (II)

Capítulo 4- Fundamentos termodinámicos de las centrales termoeléctricas de ciclo combinado

Capítulo 5- Esquemas tecnológicos de las centrales termoeléctricas

Capítulo 6- Balance térmico de una central termoeléctrica

UNIDAD DIDÁCTICA II: Centrales termoeléctricas de ciclo simple con turbina de vapor

Esta unidad está dedicada al estudio de los componentes principales de las centrales termoeléctricas de ciclo simple y que utilizan, como fuente de energía primaria, algún combustible fósil. También se incluye el estudio de los sistemas asociados a dichos componentes, y el de los sistemas auxiliares de la central. Está constituida por cinco capítulos. El último de ellos se dedica al estudio de los principales sistemas de control de este tipo de centrales.

Capítulo 7- Sistema de generación de vapor

Capítulo 8- Turbinas de vapor y auxiliares

Capítulo 9- Sistema de agua condensada y de agua de alimentación

Capítulo 10- Principales sistemas auxiliares

Capítulo 11 Principales sistemas de control en una central termoeléctrica basada en un ciclo de Rankine

UNIDAD DIDÁCTICA III: Centrales termoeléctricas de ciclo combinado

Esta unidad está dedicada al estudio de los componentes principales de las centrales termoeléctricas basadas en un ciclo combinado, y que son específicos de éstas. Se dedica un capítulo al estudio de los principales sistemas de control de una central de este tipo. Está constituida por tres capítulos.

Capítulo 12- Calderas de recuperación

Capítulo 13- Turbinas de gas y turbinas de vapor en ciclos combinados

Capítulo 14- Sistemas de control de una central de ciclo combinado

UNIDAD DIDÁCTICA IV: Otros tipos de centrales termoeléctricas

En esta unidad se quiere conseguir que el estudiante tenga unos conocimientos básicos sobre unos tipos de centrales y tecnologías que, actualmente se encuentran en desarrollo e investigación pero que, por el interés y el papel que pueden desempeñar en el futuro en la producción de electricidad, se ha considerado esencial el estudio de las mismas. También se incluye en esta unidad el estudio de las centrales nucleares, cuya tecnología y operación están consolidadas, abordando el estudio de las particularidades, componentes y sistemas que le diferencian de las centrales que utilizan combustible fósil.

Capítulo 15- Centrales termosolares

Capítulo 16- Centrales nucleares

UNIDAD DIDÁCTICA V: Consideraciones medioambientales en la producción de energía eléctrica

Esta unidad está dedicada al estudio de la repercusión medioambiental de las centrales termoeléctricas que utilizan



combustibles fósiles como fuente de energía primaria. Se estudian los productos contaminantes generados en estas instalaciones y las medidas y sistemas que se implantan para conseguir reducir las emisiones de contaminantes al exterior. También se aborda el estudio de las tecnologías que se están desarrollando para el uso limpio del carbón en la generación de energía eléctrica.

Capítulo 17- Consideraciones medioambientales en la producción de energía eléctrica

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [MARIA CONSUELO SANCHEZ NARANJO](#)

## 7.METODOLOGÍA

La metodología para el aprendizaje de la asignatura se corresponde con la metodología propia de una enseñanza a distancia como la que es impartida en la UNED. Las actividades formativas se distribuyen básicamente entre el trabajo autónomo y el tiempo de interacción con el equipo docente. El trabajo autónomo que ha de realizar el estudiante corresponderá con las actividades que precise para el estudio y asimilación de los contenidos de la asignatura, utilizando para ello los materiales que ha desarrollado el equipo docente y los que se ha dispuesto en el curso virtual, como catálogos de los fabricantes de los principales componentes, artículos técnicos o informes, o audioclases. La interacción con el equipo docente la llevara a cabo a través de los foros de preguntas del curso virtual, planteando en ellos las dudas y preguntas que le surjan tras el estudio de cada uno de los temas del programa.

El texto base ha sido desarrollado por el equipo docente y está especialmente diseñado para facilitar la asimilación de los contenidos de forma autónoma, incluyendo en cada capítulo sus objetivos y un resumen de los contenidos al final del mismo. Se incluye en el curso virtual documentación adicional para cada uno de los capítulos con el objetivo de facilitar la asimilación de los contenidos (fotografías, videos, catálogos, artículos,...). Se ha desarrollado una Guía de Estudio (disponible en el curso virtual) en la que se concreta al estudiante lo que es importante en cada tema, indicándole la documentación añadida para dicho tema y cómo y cuándo debe ser utilizada. También se orienta al alumno en el estudio de cada uno de los capítulos y se incluye un calendario de trabajo en el que se propone un reparto del tiempo que garantice el estudio de todos los temas antes de la celebración de los exámenes.

En esta asignatura, cada estudiante tiene que realizar con carácter obligatorio una prueba consistente en el cálculo del *balance térmico* de una central termoeléctrica, contribuyendo su calificación a la nota final de la asignatura. El enunciado de esta prueba se facilita en el curso virtual, al igual que una *Guía de orientación para el cálculo del "balance térmico"* en la que, además de estructurar el cálculo por etapas indicando los objetivos a cubrir en cada una de ellas, se incluye un plan de trabajo para realizar dicha prueba durante el cuatrimestre en el que se imparte la asignatura. Existirá un foro de dudas específico para esta prueba, de modo que cada estudiante pueda plantear todas aquellas dudas que le surjan durante la ejecución de la misma.

## 8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788436261240

Título: TECNOLOGÍA DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS CONVENCIONALES

Autor/es: Sánchez Naranjo, Consuelo ;

Editorial: UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



## Comentarios y anexos:

- El libro referenciado es el libro base de la asignatura. En él se incluyen 15 de los 17 capítulos del programa.
- Apuntes para los capítulos 15 y 16 y que se incluyen en el curso virtual.
- Anexos que complementan el contenido de algunos capítulos y que se incluyen en el curso virtual.

## 9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 0071418466  
Título: STEAM PLANT OPERATION  
Autor/es: E.B. Woodruff ;  
Editorial: : MCGRAW-HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 1575241978  
Título: COMBINED POWER PLANTS INCLUDING COMBINED CYCLE GAS TURBINE (CCGT) PLANTS  
Autor/es: J.H. Horlock ;  
Editorial: PERGAMON PRESS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 847978735X  
Título: CENTRALES TÉRMICAS DE CICLO COMBINADO TEORÍA Y PROYECTO  
Autor/es: S. Sabugal ;  
Editorial: Díaz de Santos

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780070192881  
Título: POWERPLANT TECHNOLOGY  
Autor/es: El-Wakil, M. M. ;  
Editorial: MACGRAW-HILL BOOK COMPANY



Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780135972526

Título: MODERN POWER PLANT ENGINEERING

Autor/es: Eckart, Roy ;

Editorial: PRENTICE HALL PTR

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780412064012

Título: POWER PLANT ENGINEERING

Autor/es: Drbal, Lawrence F. ;

Editorial: CHAPMAN AND HALL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9781593701680

Título: COMBINED-CYCLE GAS STEAM TURBINE POWER PLANTS

Autor/es: R.H. Kehlhofer ;

Editorial: Pennwell

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789681857981

Título: CICLOS TERMODINÁMICOS DE POTENCIA Y REFRIGERACIÓN

Autor/es: Haywood, R.W. ;



Editorial: LIMUSA

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780070191068

Título: STANDARD HANDBOOK OF POWERPLANT ENGINEERING

Autor/es: Elliot, Thomas C. ;

Editorial: MACGRAW-HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## 10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

El principal recurso es el curso virtual al que se accede a través del Campus UNED. En el curso virtual se incluye toda aquella información que el equipo docente considere conveniente para el aprendizaje de la asignatura: guías de estudio, enunciado y documentación necesaria para la realización de la prueba obligatoria, información sobre las pruebas de evaluación continua de carácter voluntario, documentación que complementa el contenido de los capítulos, enunciados de examen de cursos anteriores, vídeos, .... Así mismo, el curso virtual será utilizado para anunciar e informar de noticias que incumban a la asignatura. En el curso virtual existirá un foro de dudas para cada uno de los capítulos del programa, y para la prueba del balance térmico, en los que cada alumno debe plantear todas aquellas cuestiones que le surjan durante el estudio.

## 11. TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización y el seguimiento del aprendizaje se realizarán a través del curso virtual. También se pueden realizar consultas presenciales o telefónicas en la siguiente dirección y en el siguiente horario:

D<sup>a</sup> Consuelo Sánchez Naranjo

Martes de 15:30h a 19:30h

Tlfno.: 91 398 6471

Correo electrónico: [csanchez@ind.uned.es](mailto:csanchez@ind.uned.es)

Despacho 2.21

## 12. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

PRUEBAS PRESENCIALES



Al ser una asignatura cuatrimestral impartida en el segundo cuatrimestre, solo existe una única Prueba Presencial que se realiza al final del mismo. La duración de la prueba presencial es de 2 horas y no se permite el uso de ningún tipo de material, incluyendo *calculadora*. Esta prueba consiste en una serie de preguntas sobre el temario de la asignatura, entre 5 y 8, dependiendo de la amplitud, indicando en el propio examen la valoración de cada pregunta.

#### PRUEBA DE EVALUACIÓN OBLIGATORIA

La realización de la prueba del *cálculo del balance térmico de una central termoeléctrica* es obligatoria. Al inicio del cuatrimestre, el enunciado de esta prueba se encontrará a disposición del alumno en el curso virtual. La fecha de entrega de la prueba será fijada por el equipo docente y se hará constar en la documentación asociada a la prueba. Tanto en la convocatoria de junio, como en la de septiembre, la fecha corresponderá a un día de la semana de exámenes, en el primer caso, será un día de la primera semana.

#### PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA

Se propone una serie de cuestiones y/o ejercicios a realizar a lo largo del cuatrimestre. Su realización es voluntaria. Los detalles sobre esta actividad, así como las instrucciones para su ejecución y entrega están disponibles en el curso virtual.

El peso de cada una de las pruebas anteriores en la calificación final es el siguiente:

- Con evaluación continua:
  - Prueba presencial: 70%
  - Prueba obligatoria: 20%
  - Prueba de evaluación continua: 10%

Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 3.5 puntos sobre 10 en la prueba presencial, 5 puntos sobre 10 en la prueba obligatoria y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.

- Sin evaluación continua:
  - Prueba presencial: 75%
  - Prueba obligatoria: 25%

Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en la prueba presencial, 5 puntos sobre 10 en la prueba obligatoria y 5 puntos sobre 10 en la calificación global.

### 13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

