

# CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

Curso 2013/2014

(Código: 68013066)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

El objetivo de la asignatura es que el estudiante conozca los diferentes tipos de centrales *termoeléctricas* que se utilizan actualmente en la producción de energía eléctrica. Debe conocer las tecnologías desarrolladas en función de las fuentes de energía primaria que se utilizan, debe identificar y conocer correctamente las diferentes transformaciones energéticas que tienen lugar en el conjunto de la instalación, desde que se dispone de la fuente de energía primaria hasta que se produce la energía eléctrica. También es objetivo de esta asignatura que el alumno sepa cuáles son las características básicas de diseño y de funcionamiento de los principales equipos de las centrales *termoeléctricas* en las que tienen lugar dichas transformaciones energéticas.

La asignatura de *Centrales Termoeléctricas* se imparte desde el departamento de *Ingeniería energética*, se imparte en el tercer curso de la titulación de *Graduado en Ingeniería Eléctrica*, y en el cuarto curso de la titulación de *Graduado en Tecnologías Industriales*. Es obligatoria para los estudiantes que cursen la primera titulación, y optativa para los que cursen la segunda, tiene carácter cuatrimestral y le corresponden 5 ECTS.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Actualmente, el 82 % de la energía eléctrica producida anualmente a nivel mundial se produce en centrales *termoeléctricas*. Estas instalaciones son aquellas en las que se utilizan fuentes de energía primaria que requieren procesos de transferencia de energía térmica entre diferentes fluidos para producir electricidad a partir de dichas fuentes. 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 tiene lugar en ellas. Se considera que el estudiante de esta asignatura debe adquirir unos conocimientos mínimos y básicos sobre cómo son y cómo funcionan las máquinas y 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 del Grado en Ingeniería Eléctrica y del Grado en Tecnologías Industriales:

- § Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, 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.
- § Poseer, comprender y tener 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 Grado, 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 REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

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, entendiéndolo por qué se hace 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. Se estudia el diseño, la tecnología y el funcionamiento de los principales equipos y sistemas de los dos tipos de instalaciones. 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. Finalmente estudiará en esta unidad los parámetros de funcionamiento del conjunto de las instalaciones de producción de energía eléctrica, y los datos técnicos de las *centrales termoeléctricas* basadas en los ciclos estudiados

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

UNIDAD DIDÁCTICA II: Sistemas de generación de vapor

Esta unidad está dedicada al estudio de los componentes y sistemas que se requieren para ser capaz de extraer y transformar la energía de la fuente de energía primaria en energía térmica en las centrales que utilizan combustibles fósiles. El objetivo de esta unidad es que el alumno aprenda cuáles son las características principales de los combustibles fósiles, estudie las nociones básicas del proceso de combustión y conozca con cierto nivel de detalle como son los componentes y sistemas asociados, en los que tiene lugar la transformación energética completa. Es decir que conozca como son los



*generadores de vapor* y las *calderas de recuperación* de las centrales termoeléctricas basadas en los ciclos de vapor y en los ciclos combinados

Capítulo 6- Sistema de generación de vapor con combustibles fósiles (I)

Capítulo 7- Sistema de generación de vapor con combustibles fósiles (II)

Capítulo 8- Calderas de recuperación

UNIDAD DIDÁCTICA III: Sistemas de generación de potencia

Esta unidad es de un alto contenido tecnológico. Esta centrada en la descripción de las máquinas vinculadas al resto de las transformaciones energéticas que se requieren para la producción de energía eléctrica. Con esta unidad se completa el estudio de los principales componentes de las centrales termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles. El objetivo de esta unidad es que el alumno sepa como son y como funcionan las turbinas de vapor que se utilizan en las centrales de producción de energía eléctrica, que sepa como son los tres principales componentes de las turbinas de gas que se utilizan en los ciclos combinados, es decir, los *compresores*, las *cámaras de combustión* y las *turbinas de gas*, y finalmente que sepa como son y como funcionan los *condensadores*, en los que se consigue disponer de nuevo de agua en estado líquido, y los *calentadores del agua de alimentación*, en los que se eleva la temperatura del agua líquida antes de que entre el agua en el generador de vapor.

Capítulo 9- Turbinas de vapor

Capítulo 10- Turbinas de gas y turbinas de vapor en ciclos combinados

Capítulo 11- Sistema de agua condensada y de alimentación

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 su estudio. También se incluye el estudio de las centrales nucleares, con el objetivo de abordar el estudio de las particularidades, componentes y sistemas que le diferencian de las centrales que utilizan combustible fósil.

Capítulo 12- Centrales nucleares

Capítulo 13- Centrales termosolares

Capítulo 14- Tecnologías para el uso limpio del carbón

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [MARIA CONSUELO SANCHEZ NARANJO](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología para el aprendizaje de la asignatura 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 y los profesores tutores cuando les hubiera. 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 haya desarrollado el equipo docente y los que se hayan dispuesto en el curso virtual, como catálogos de los fabricantes de los principales componentes, artículos técnicos o informes, o audioclases. También, entre las actividades que de forma autónoma realizará el estudiante hay que contemplar la resolución de los ejercicios propuestos al final de los capítulos, la realización de pruebas de evaluación continua y las pruebas presenciales.

El equipo docente desarrollará una guía de orientación para el estudio de la asignatura, en la que se indicará la utilidad del material básico y complementario que se haya proporcionado al estudiante, y se orientará en el estudio de cada uno de los capítulos del programa. Se incluirá igualmente un calendario de trabajo para orientar al estudiante en el reparto del tiempo para poder concluir el estudio de todos los temas antes de la celebración de los exámenes. El equipo docente puede convocar al estudiante a participar en videoconferencias o conferencias en línea, o podrá formar un aula virtual con el objetivo de contribuir a la mejor asimilación de los contenidos. De todo ello tendrá conocimiento el estudiante a través del curso virtual y al comienzo del cuatrimestre en el que se imparte la asignatura. Desde luego será el equipo docente el que atenderá las dudas y comentarios que el estudiante realice utilizando cualquiera de los medios que tiene a su disposición.



## 8.EVALUACIÓN

La evaluación final del alumno estará basada en las siguientes actividades:

- § Pruebas de evaluación a distancia. Tienen carácter voluntario, y la no realización de las pruebas no hará disminuir la nota que se obtenga en la prueba presencial. Consistirá en la resolución de una serie de ejercicios. El enunciado de las pruebas, así como las fechas de entrega de las pruebas, se proporcionarán a través del curso virtual.
- § Pruebas presenciales. La evaluación se efectúa por medio del examen que el alumno realice en la Prueba Presencial Personal. La duración del examen es de 2 horas. El examen constará de preguntas sobre el contenido teórico de la asignatura y de uno o dos problemas. En el enunciado del examen se indicará la puntuación de cada una de las preguntas y problemas del mismo. No se permite el uso de ningún material durante la realización del examen, salvo calculadora NO programable. En el curso virtual se facilitará información más concreta al respecto.
- § Evaluación. La evaluación final de la asignatura tendrá en cuenta la nota del examen y la nota de las pruebas de evaluación a distancia, siempre y cuando la nota del examen sea  $\geq 3,5$ . Siendo A la nota del examen, B la nota media de las pruebas de evaluación a distancia, la nota final F se calcula del siguiente modo:  
$$D = 0,8A + 0,2B$$
$$F = \text{máx}(A, D)$$
- § Se recomienda al estudiante que realice las cuestiones y problemas que se incluyen al final de cada capítulo ya que su realización le permitirá evaluar el grado de conocimiento y asimilación de los contenidos del capítulo, permitiéndole identificar los conceptos que aún no ha asimilado o entendido lo suficientemente bien.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

El estudiante dispone de toda la documentación necesaria para el estudio de la asignatura en el curso virtual. En él dispondrá de una guía de estudio de la asignatura en la que, además de orientar sobre el estudio y aprendizaje de los diferentes capítulos de la asignatura, se comentará detalladamente el objetivo y uso de los materiales que se incluyen en el curso virtual, con el objetivo de que el alumno le saque el máximo provecho.

El equipo docente ha escrito el contenido de cada uno de los capítulos de los que consta la asignatura, estando a disposición del alumno en formato electrónico. Además se incluyen tres anexos que incluyen propiedades termodinámicas de diferentes sustancias y una relación de las principales centrales termoeléctricas españolas. También dispone en el curso virtual de artículos y varios catálogos de fabricantes de generadores de vapor, de turbinas de vapor y de turbinas de gas. Esta documentación está vinculada a los capítulos concretos en los que se estudian dichos componentes. El alumno tiene que saber que no se trata de una documentación de estudio, en el sentido de que haya contenido nuevo respecto a lo que hay en los capítulos, sino que se trata de un material complementario que se elige porque dispone de fotografías, esquemas y datos de las máquinas y de sus componentes internos, cuya visión se piensa que facilitará su estudio. También dispondrá de los enunciados de las pruebas de evaluación.

## 10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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): 9780340545225  
Título: THERMAL POWER CYCLES  
Autor/es:  
Editorial: ARNOLD

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): 9780471866336  
Título: HANDBOOK OF ENERGY SYSTEMS ENGINEERING  
Autor/es: Leslie C. Wilbur ;  
Editorial: : JOHN WILEY & SONS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



ISBN(13): 9780878147366  
Título: COMBINED-CYCLES GAS STEAM TURBINE POWER PLANTS  
Autor/es: Kehlhofer, R.H. ;  
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): 9788429141696  
Título: FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA TÉCNICA  
Autor/es: Shapiro, Howard N. ;  
Editorial: REVERTÉ

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

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

ISBN(13): 9788448128296  
Título: TERMODINÁMICA (6ª)  
Autor/es: Richards, Donald ; Wark, K. ;  
Editorial: MC GRAW HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



ISBN(13): 9788479787356  
Título: CENTRALES TERMICAS DE CICLO COMBINADO. TEORIA Y PROYECTO  
Autor/es: Gómez Moñux, Florentino ; Sabugal García, Santiago ;  
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): 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

#### Comentarios y anexos:

No hay mucha bibliografía en castellano. Los libros de *Sabugal y Sánchez* incluyen los temas que se tratan en esta asignatura, pero son tratados con mayor profundidad, por ello se pueden utilizar como libros de consulta no siendo necesario detenerse en el tratamiento analítico o en las explicaciones y aclaraciones realizadas sobre el diseño interno de los componentes. Los libros de *Drbal y El-Wakil (Powerplant Technology)* abarcan los temas que se incluyen en la asignatura, y resultan muy atractivos por una muy buena combinación entre un contenido teórico, sobre los fundamentos de funcionamiento de las máquinas, y un contenido práctico, sobre la tecnología de los componentes y de las instalaciones en su conjunto. Los libros de *Moran y Wark* son libros de termodinámica, necesarios para repasar los conceptos básicos de dicha disciplina, ya que son básicos para la asignatura de centrales termoeléctricas. En general se puede utilizar cualquier libro de termodinámica. Los libros de *Cole (Termal Power Cycles)*, *Haywood (Ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración)* y *Kehlhofer* están especialmente centrados en el estudio y análisis de los ciclos en los que se basan las centrales termoeléctricas. Son libros muy rigurosos, en el que se analiza la influencia de diferentes parámetros de operación y de diseño sobre el ciclo, y es aconsejable para aquellos estudiantes que quieran profundizar en este tema más de lo que se exige en la asignatura. *Eckart* aborda el estudio de las centrales termoeléctricas de ciclo simple exclusivamente (combustible fósil y nuclear), es menos tecnológico que los de *Drbal y El-Wakil*, aunque aborda en mayor medida los cálculos vinculados a las magnitudes indicativas de funcionamiento de los componentes de la central. Finalmente *Wilbur* aborda el estudio de todos los tipos de centrales de producción de energía eléctrica. Desde luego es un buen libro de consulta para los temas que se incluyen en esta asignatura.

## 11.RECURSOS DE APOYO

La asignatura se encuentra virtualizada, siendo el curso virtual el principal apoyo para el desarrollo y estudio de la asignatura. Las principales funciones del curso virtual son las siguientes:

- § Proporcionar la documentación que se precisa para el estudio de la asignatura.
- § Facilitar foros de debate donde el estudiante debe plantear las dudas que le surjan en el proceso de estudio. El equipo docente resolverá las dudas que se planteen, contestando a las preguntas planteadas en los foros.
- § Será el vehículo de comunicación que el equipo docente utilizará para proporcionar información sobre la asignatura durante el desarrollo del curso.



- § Facilitar un calendario de posibles actividades, así como del plan de trabajo para el alumno.
- § Explicar los procedimientos de atención a la resolución de dudas.

También podrá contar con la emisión de algún programa radiofónico vinculado a la asignatura, del que se informará en el curso virtual, aunque el estudiante podrá consultar la Guía de Medios Audiovisuales a principio de curso para conocer la fecha de emisión.

Si el alumno, en su *centro asociado*, dispone de tutor de esta asignatura podrá recurrir también a su *Profesor Tutor* para la resolución de las dudas. El alumno dispone de las diferentes *bibliotecas* que la UNED tiene y en las que podrá disponer de gran cantidad de material de consulta.

## 12.TUTORIZACIÓN

Por ser una asignatura de últimos cursos, no es habitual ni que haya un gran número de alumnos matriculados, ni que en los centros asociados donde hay alumnos matriculados haya profesores tutores. Por ello, la tarea de tutorización es llevada a cabo habitualmente por el equipo docente.

Se considera que el modo mejor de contactar con el equipo docente es a través del curso virtual, mediante el uso de los foros de debate. Pero, también puede utilizar cualquier otro medio como el teléfono o la asistencia personal.

El horario de guardia es el martes de 16 a 20 h, siendo el horario de tutorías martes y jueves de 10 a 14 h. Para consultas telefónicas se debe llamar al 91 398 44 71. El número de fax es 91 398 76 15. La dirección de correo electrónico es [csanchez@ind.une.es](mailto:csanchez@ind.une.es).

Si el alumnos tuviera que realizar algún envío postal se recomienda consignar el nombre de la profesora, asignatura y el departamento y dirigirlos al Apartado de correos 60.149, 28080 Madrid.

En general las funciones del equipo docente van a ser las siguientes:

- § Elaborar y gestionar las pruebas de evaluación.
- § Atender a las cuestiones que sean planteadas en los medios de comunicación indicados.
- § Elaborar el programa de la asignatura.
- § Elaborar un calendario de trabajo para llevar a cabo el estudio de la asignatura.
- § Elaborar y orientar sobre los materiales de estudio.
- § Elaborar y diseñar otras actividades como programas de radio, videoconferencias o videoconferencias online.

Si se dispone de profesor tutor de la asignatura, las funciones de éste serán:

- § Ayudar al estudiante a entender el funcionamiento de la UNED.
- § Resolver las dudas específicas que le planteen los alumnos.
- § Evaluar las actividades formativas que el equipo docente haya programado para el estudiante, siguiendo las directrices marcadas por el propio equipo docente.

