26-27

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA
CUARTO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES

CÓDIGO 68054154

UNED

26-27

CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES

CÓDIGO 68054154

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
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	CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES
CÓDIGO	68054154
CURSO ACADÉMICO	2026/2027
DEPARTAMENTO	
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA
CURSO	CUARTO CURSO
PERIODO	SEMESTRE 1
Nº ETCS	5
HORAS	125.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura **Centrales Termoeléctricas Renovables** es una asignatura **optativa de 5 ECTS**, impartida en el **primer semestre de cuarto curso** del **Grado en Ingeniería de la Energía** de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Forma parte del itinerario formativo orientado al conocimiento de las tecnologías de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y complementa otras asignaturas del área de tecnologías energéticas incluidas en el plan de estudios.

Esta asignatura se centra en el estudio de las tecnologías termoeléctricas renovables, entendidas como aquellas instalaciones que convierten energía renovable en energía eléctrica mediante ciclos termodinámicos de potencia. Se abordan principalmente las centrales termosolares de concentración, las configuraciones híbridas con otras fuentes renovables y las nuevas tecnologías de generación termoeléctrica actualmente en desarrollo. El enfoque adoptado combina los fundamentos termodinámicos con el análisis de los principales equipos, componentes y configuraciones de planta empleados en la actualidad.

Dentro del contexto del Grado, esta asignatura constituye una aplicación avanzada de conocimientos adquiridos previamente en materias relacionadas con la termodinámica, la transmisión de calor, la mecánica de fluidos y las máquinas térmicas. En particular, resulta especialmente recomendable que el estudiante haya cursado y superado asignaturas como **Termodinámica**, **Transmisión de Calor**, **Mecánica de Fluidos**, **Máquinas Térmicas** y aquellas relacionadas con la producción y aprovechamiento de la energía, ya que muchos de los conceptos desarrollados en la asignatura se apoyan directamente en dichos conocimientos.

La asignatura mantiene una estrecha relación con otras materias de la mención en Energías Renovables, tales como **Sistemas Fotovoltaicos**, **Energía Eólica**, **Energía Hidráulica**, **Energía Marina** y **Mercado y Transporte de Energía Eléctrica con Integración de Energías Renovables**, permitiendo al estudiante disponer de una visión global de las diferentes tecnologías renovables disponibles para la generación eléctrica.

El estudio de las centrales termoeléctricas renovables tiene una importancia creciente dentro del panorama energético internacional debido a la necesidad de descarbonizar los sistemas energéticos y aumentar la participación de las energías renovables gestionables en la generación eléctrica. A diferencia de otras tecnologías renovables, las centrales termoeléctricas pueden incorporar sistemas de almacenamiento térmico e hibridación energética, proporcionando una elevada flexibilidad operativa y contribuyendo a la estabilidad de las redes eléctricas. Estas características convierten a estas tecnologías en una herramienta especialmente relevante para afrontar los retos asociados a la transición energética.
La asignatura contribuye al desarrollo de las competencias propias del Grado relacionadas con el conocimiento de las tecnologías de generación energética, el análisis de sistemas térmicos complejos, la evaluación técnica de instalaciones energéticas y la comprensión de las estrategias actuales para la integración de energías renovables en los sistemas eléctricos. Todo ello proporciona al futuro graduado una formación especializada en uno de los ámbitos tecnológicos con mayor potencial de desarrollo durante las próximas décadas.

España ocupa una posición de liderazgo internacional en el desarrollo y operación de centrales termosolares de concentración, constituyendo un referente tecnológico y científico en este ámbito. Por ello, el conocimiento de estas tecnologías resulta especialmente relevante para los graduados en Ingeniería de la Energía que deseen desarrollar su actividad profesional o investigadora en el sector energético.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Aunque no existen requisitos formales para cursar esta asignatura, se recomienda que el estudiante haya adquirido previamente los conocimientos básicos correspondientes a las materias de formación científica y tecnológica incluidas en los cursos anteriores del Grado en Ingeniería de la Energía.
En particular, resulta conveniente poseer conocimientos sólidos de **Termodinámica**, **Transmisión de Calor**, **Mecánica de Fluidos** y **Máquinas Térmicas**, ya que gran parte de los contenidos de la asignatura se fundamentan en los principios físicos y termodinámicos que gobiernan los ciclos de potencia utilizados en las centrales termoeléctricas. El estudiante deberá estar familiarizado con conceptos como balances de masa y energía, propiedades termodinámicas de fluidos, ciclos de Rankine y Brayton, intercambiadores de calor, turbomáquinas y sistemas de generación de vapor.
Asimismo, se recomienda haber cursado previamente asignaturas relacionadas con la generación y utilización de la energía, puesto que ello facilitará la comprensión del papel que desempeñan las centrales termoeléctricas renovables dentro del sistema energético actual y de los retos asociados a la transición energética y a la descarbonización de la producción eléctrica.
Desde el punto de vista matemático, es recomendable que el estudiante maneje con soltura las herramientas habituales de cálculo empleadas en ingeniería, incluyendo álgebra, cálculo

diferencial e integral y resolución básica de problemas numéricos. Del mismo modo, resultará útil estar familiarizado con la interpretación de diagramas termodinámicos, esquemas de proceso y documentación técnica de instalaciones energéticas.
Aunque no es imprescindible, se recomienda también que el estudiante posea conocimientos básicos sobre tecnologías renovables y sobre el funcionamiento general de los sistemas eléctricos de potencia, ya que ello permitirá contextualizar mejor las ventajas, limitaciones y aplicaciones de las distintas tecnologías estudiadas.
Finalmente, dado el carácter aplicado de la asignatura, se recomienda mantener una actitud activa hacia el aprendizaje, complementando el estudio de los contenidos teóricos con la consulta de documentación técnica, informes sectoriales y recursos especializados relacionados con la energía termosolar de concentración, el almacenamiento térmico y las tecnologías emergentes de generación eléctrica renovable. Estas tecnologías se encuentran en continua evolución, por lo que resulta especialmente importante desarrollar la capacidad de actualización permanente de conocimientos, competencia fundamental para el ejercicio profesional en el ámbito energético.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MARIA JOSE MONTES PITA (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	mjmontes@ind.uned.es
Teléfono	91398-6465
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ENERGÉTICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La profesora de la asignatura está a disposición de los alumnos en el siguiente horario:
Mª José Montes Pita (Catedrática de Universidad)
Horario: Miercoles de 12:00h a 16:00 horas.
Dirección: Departamento de Ingeniería Energética, despacho 2.25, segunda planta. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. C/ Juan del Rosal 12. 28040 MADRID.
Teléfono: 91-398-64-65
email: mjmontes@ind.uned.es
Los alumnos pueden contactar con la profesora, a través de sus direcciones de correo electrónico, para buscar otro horario de atención, en caso de que no les sea posible asistir en el horario anteriormente indicado.
Además, se recomienda que los alumnos utilicen los foros de cada tema para exponer ahí las dudas sobre la parte teórica y los problemas que se hayan propuesto. Muchas veces las dudas son comunes y las explicaciones pueden servir a más alumnos.
La profesora informará a los alumnos del avance en el plan de trabajo de la asignatura, así como de las distintas novedades que puedan surgir, a través del tablón de noticias. Se recomienda que los alumnos lo consulten con frecuencia, tanto en el curso virtual como a través de su cuenta de correo propia de la UNED, pues las noticias también llegan a dicha cuenta.

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

•**Tutorías de centro o presenciales**: se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.

•**Tutorías campus/intercampus**: se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 68054154

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Ver sección Resultados de Aprendizaje

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Según la memoria verificada, el resultado del aprendizaje es:
CO7. Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos científicos y tecnológicos de las centrales termoeléctricas renovables.

Los resultados del aprendizaje más específicos son:

•Comprender los principios de funcionamiento de las centrales termoeléctricas renovables y su papel dentro de los sistemas energéticos actuales.

•Analizar las diferencias entre generación síncrona y generación asíncrona, así como su influencia sobre la estabilidad y operación de las redes eléctricas.

•Aplicar los principios termodinámicos de los ciclos Rankine empleados en centrales termoeléctricas renovables.

•Evaluar la influencia de los principales parámetros de operación sobre el rendimiento de los ciclos de potencia basados en vapor.

•Identificar la función y características de los principales equipos que integran una central termoeléctrica renovable, incluyendo turbinas, generadores de vapor, condensadores, calentadores regenerativos y sistemas auxiliares.

•Comprender el funcionamiento de los ciclos combinados y analizar las posibilidades de integración de fuentes renovables en este tipo de instalaciones.

•Evaluar diferentes estrategias de hibridación renovable considerando criterios técnicos, energéticos y medioambientales.

•Analizar los fundamentos termodinámicos y tecnológicos de los ciclos de potencia basados en dióxido de carbono supercrítico (S-CO¿).

•Identificar las ventajas, limitaciones y aplicaciones de las tecnologías emergentes de generación termoeléctrica renovable.

•Comprender los principios de funcionamiento de los sistemas de almacenamiento de energía térmica basados en calor sensible, calor latente y procesos termoquímicos.
•Seleccionar y comparar distintas tecnologías de almacenamiento térmico en función de las características de una instalación energética.
•Interpretar esquemas de proceso, diagramas termodinámicos y documentación técnica relacionada con centrales termoeléctricas renovables.
•Analizar críticamente el estado actual y las perspectivas futuras de las tecnologías termoeléctricas renovables en el contexto de la transición energética y la descarbonización del sector eléctrico.

CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE: NUEVOS DESAFÍOS PARA UNA GENERACIÓN SEGURA, EFICIENTE Y SOSTENIBLE

•Evolución de los sistemas eléctricos hacia una alta penetración renovable
•Generación síncrona y generación asíncrona
•Impacto de las energías renovables sobre la estabilidad de la red eléctrica
•Inercia eléctrica y servicios auxiliares de red
•Flexibilidad operativa y gestionabilidad de la generación renovable
•Medidas para asegurar una generación eléctrica segura y fiable
•Papel de las centrales termoeléctricas renovables en la transición energética

CAPÍTULO 2. CICLOS DE RANKINE EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES (I)

•Ciclo de Rankine con sobrecalentamiento del vapor.
•Ciclo de Rankine con recalentamiento intermedio del vapor.
•Ciclo de Rankine con calentamiento regenerativo del agua de alimentación.

CAPÍTULO 3. CICLOS DE RANKINE EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES (II)

•Turbina de vapor.
•Generador de vapor.
•Condensador.
•Eyectores
•Calentadores superficiales regenerativos.

•Desgasificador.
•Bombas principales en una central termoeléctrica.

CAPÍTULO 4. HIBRIDACIÓN RENOVABLE EN CICLOS COMBINADOS

•Ciclo combinado con un solo nivel de presión.
•Parámetros principales e influencia sobre el funcionamiento del ciclo.
•Ciclo combinado con dos niveles de presión.
•Ciclo combinado con tres niveles de presión.
•Elementos en un ciclo combinado: turbina de gas y turbinas de vapor. Compresores. Calderas de recuperación.

CAPÍTULO 5. HIBRIDACIÓN RENOVABLE EN CICLOS COMBINADOS (II)

•Fundamentos de la hibridación renovable.
•Integración de energía solar térmica en ciclos combinados.
•Centrales solares de ciclo combinado integrado (ISCC).
•Integración de biomasa e hidrógeno renovable.

CAPÍTULO 6. NUEVOS DISEÑOS DE CENTRALES TERMOELÉCTRICAS RENOVABLES: CICLOS SUPERCRÍTICOS

•Elementos principales de un ciclo de potencia S-CO2 basado en recompresión: turbina, compresor principal, compresor auxiliar, recuperador de baja temperatura, recuperador de alta temperatura, enfriador.
•Estudio termodinámico de ciclos de potencia S-CO2 basados en la recompresión.
•Proyectos actuales y demostradores de ciclos S-CO2 en plantas termosolares

CAPÍTULO 7. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA

•Sistemas de almacenamiento de calor sensible.
•Sistemas de almacenamiento de calor latente.
•Sistemas de almacenamiento termoquímico.

METODOLOGÍA

La metodología docente que se seguirá en esta asignatura se basa en los principios de la enseñanza a distancia propios de la UNED, combinando el estudio autónomo del estudiante con el apoyo proporcionado a través del curso virtual y de los distintos recursos docentes puestos a su disposición.
1. Estudio del material docente: estudio de los contenidos teóricos de la asignatura a través de los materiales didácticos y documentación proporcionados en el curso virtual.

Estos materiales incluirán los fundamentos científicos y tecnológicos necesarios para comprender el funcionamiento de las centrales termoeléctricas renovables, sus principales componentes y las tecnologías emergentes asociadas.

2. Resolución de ejercicios y problemas: realización de ejercicios de aplicación relacionados con los ciclos termodinámicos, el análisis de componentes, la evaluación energética de instalaciones y los sistemas de almacenamiento térmico. Esta actividad permitirá afianzar los conceptos teóricos y preparar adecuadamente la prueba presencial.

3. Videoclases de apoyo: se pondrán a disposición de los estudiantes diversas videoclases grabadas destinadas a complementar los contenidos del material docente, explicar conceptos especialmente relevantes o complejos y orientar la preparación de la asignatura.

4. Participación y utilización de herramientas asíncronas del entorno virtual de aprendizaje: utilización de los foros de debate y consulta de la asignatura, así como del resto de recursos disponibles en el curso virtual. Estos espacios permitirán plantear dudas, intercambiar información y recibir orientaciones académicas por parte del equipo docente.

5. Atención al estudiante y tutorías: los estudiantes podrán recibir apoyo y orientación académica a través de los medios establecidos por la UNED, incluyendo la atención por parte del equipo docente mediante el curso virtual, correo electrónico, tutorías telefónicas y, cuando proceda, tutorías presenciales en la sede central.

6. Prueba de Evaluación Continua (PEC): a lo largo del semestre se propondrá una prueba de evaluación continua de carácter voluntario, orientada a reforzar el aprendizaje progresivo de los contenidos de la asignatura y a facilitar la autoevaluación del estudiante.

7. Prueba presencial: la evaluación final de la asignatura incluirá una prueba presencial en la que se valorarán de forma global los conocimientos, capacidades y competencias adquiridos por el estudiante a lo largo del curso. La duración de esta prueba será de dos horas, de acuerdo con la normativa vigente de la UNED.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	5
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora científica no programable

Criterios de evaluación

El examen consta de cuestiones teóricas y problemas, con una valoración aproximada del 50% en cada una de las partes.

En los problemas se evaluará el planteamiento correcto y la solución correcta.

En las cuestiones teóricas se evaluará la capacidad de relacionar diferentes aspectos de la asignatura y la capacidad crítica

% del examen sobre la nota final	90
Nota del examen para aprobar sin PEC	5,5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	9
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	4,5
Comentarios y observaciones	

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si
Descripción	

Hay una única PEC, que se realizará a mediados del mes de mayo.

Criterios de evaluación	
Ponderación de la PEC en la nota final	
Fecha aproximada de entrega	Segunda quincena de mayo
Comentarios y observaciones	

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?

Para la asignatura Centrales Termoeléctricas Renovables, la prueba de evaluación continua participa de manera activa en la calificación final:
El examen, calificado sobre 10, es la nota principal en la calificación final (Hasta 9 puntos).
La prueba de evaluación continua, evaluada sobre 10, puede sumar hasta 1 punto a la calificación final

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788436276190
Título:CENTRALES TERMOELÉCTRICASJunio 2020
Autor/es:Consuelo Sánchez Naranjo ;
Editorial:UNED

Aunque los contenidos fundamentales de la asignatura estarán disponibles a través del curso virtual, se incluyen a continuación la siguiente bibliografía básica:
Sánchez Naranjo, C. (2020). *Centrales termoeléctricas*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). ISBN: 978-84-362-7619-0.

Este texto constituye una referencia especialmente recomendable para aquellos estudiantes que deseen profundizar en los fundamentos termodinámicos y tecnológicos de las centrales termoeléctricas convencionales. Gran parte de los conceptos relacionados con ciclos de potencia, componentes principales y análisis de instalaciones constituyen la base sobre la que se desarrollan posteriormente las tecnologías termoeléctricas renovables estudiadas en esta asignatura.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Moran, M.J., Shapiro, H.N., Boettner, D.D., Bailey, M.B., 2018. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, 9th ed. Wiley, Hoboken, NJ.

Kehlhofer, R., Hannemann, F., Stirnimann, F., Rukes, B., 2009. *Combined-Cycle Gas &Steam Turbine Power Plants*, 3rd ed. PennWell Corporation, Tulsa.

Romero, M., Zarza, E., Blanco, M., 2001. "Centrales Eléctricas Termosolares". En: *Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental*. McGraw-Hill, Madrid.

Blanco, M., Ramírez Santigosa, L. (Eds.), 2017. *Advances in Concentrating Solar Thermal Research and Technology*. Woodhead Publishing, Oxford.

Lovegrove, K., Stein, W. (Eds.), 2021. *Concentrating Solar Power Technology: Principles, Developments and Applications*, 2nd ed. Woodhead Publishing, Duxford.

Heller, P., 2017. *The Performance of Concentrated Solar Power (CSP) Systems: Analysis, Measurement and Assessment*. Woodhead Publishing, Duxford.

Cabeza, L.F. (Ed.), 2021. *Advances in Thermal Energy Storage Systems: Methods and Applications*, 2nd ed. Woodhead Publishing, Cambridge.

Brun, K., Friedman, P., Dennis, R., 2017. *Fundamentals and Applications of Supercritical Carbon Dioxide (sCO¿) Based Power Cycles*. Woodhead Publishing, Cambridge.

Boyle, G. (Ed.), 2022. *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*, 5th ed. Oxford University Press, Oxford.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Dado el carácter aplicado de la asignatura, se recomienda al estudiante consultar recursos técnicos, organismos internacionales, herramientas de simulación y páginas de proyectos reales que permitan conectar los contenidos teóricos con la práctica profesional de la ingeniería energética.

International Energy Agency (IEA)

https://www.iea.org

Informes, estadísticas y escenarios sobre generación eléctrica, renovables, almacenamiento, seguridad energética y transición energética.

International Renewable Energy Agency (IRENA)

https://www.irena.org

Informes sobre costes, integración de renovables, almacenamiento, hidrógeno renovable y

planificación energética.

ENTSO-E

https://www.entsoe.eu

Información sobre operación de sistemas eléctricos europeos, integración de renovables, flexibilidad, redes y seguridad de suministro.

Red Eléctrica / Redeia

https://www.ree.es

Datos del sistema eléctrico español en tiempo real, informes del sistema eléctrico, demanda, generación renovable e intercambios internacionales.

National Laboratory of the Rockies (NLR)

https://www.nlr.gov

Centro estadounidense de referencia en investigación energética aplicada. Sus recursos resultan útiles para consultar informes y herramientas sobre tecnologías renovables, almacenamiento, integración en red y simulación energética.

U.S. Department of Energy –Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

https://www.energy.gov/eere

Programas de investigación y desarrollo sobre renovables, eficiencia energética, hidrógeno, almacenamiento y tecnologías avanzadas.

Sandia National Laboratories

https://www.sandia.gov

Recurso interesante para ciclos avanzados, CO2 supercrítico, almacenamiento térmico, sistemas energéticos y demostradores tecnológicos.

SolarPACES

https://www.solarpaces.org

Referencia internacional para energía solar térmica de concentración, centrales termosolares, almacenamiento térmico y proyectos CSP.

Bioenergy Europe

https://bioenergyeurope.org

Información sectorial sobre biomasa, bioenergía, biocombustibles y su papel en la descarbonización energética.

Hydrogen Europe

https://hydrogeneurope.eu

Información sobre hidrógeno renovable, integración energética, usos industriales y proyectos europeos.

CoolProp

https://coolprop.org

Biblioteca de cálculo de propiedades termodinámicas de fluidos. Será especialmente útil para la actividad práctica de programación y simulación de ciclos de potencia.

System Advisor Model (SAM)

https://sam.nlr.gov/

Herramienta de simulación técnico-económica de instalaciones energéticas renovables, útil para analizar centrales termosolares, fotovoltaica, almacenamiento y otras tecnologías.

OpenModelica

https://openmodelica.org
Entorno abierto de modelado y simulación de sistemas físicos y energéticos.
Our World in Data –Energy
https://ourworldindata.org/energy
Gráficos y datos abiertos sobre consumo energético, generación eléctrica, emisiones y evolución de tecnologías energéticas a escala mundial.

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.