Guía docente
820747 - IERXE - Integración de Energías Renovables en la Red Eléctrica

Última modificación: 08/04/2026

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
Unidad que imparte: 709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA (Plan 2022). (Asignatura optativa).

Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Gomis Bellmunt, Oriol

Otros: Gomis Bellmunt, Oriol

CAPACIDADES PREVIAS

Basic electrical and mechanical engineering
Electrical circuits analysis

REQUISITOS

Basic electrical and mechanical engineering
Electrical circuits analysis

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.

CEMT-2. Identificar y describir los diferentes componentes del sistema eléctrico (producción, transporte, distribución, mercados, contratación y consumo) y evaluar las soluciones tecnológicas utilizadas en la producción de electricidad.

CEMT-3. Evaluar el impacto económico, social y ambiental de la producción, uso y gestión de la energía, con una visión holística del ciclo de vida de los diferentes sistemas. Reconocer y valorar las novedades más destacables en los ámbitos de la eficiencia energética y del uso racional de la energía.

CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.

CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.

CEMT-6. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo eléctrico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones eléctricas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía eléctrica.

CEMT-7. Analizar el comportamiento de equipos e instalaciones en operación a fin de elaborar un diagnóstico valorativo sobre su régimen de explotación y de establecer medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética de los mismos.

CEMT-8. Entender, describir y analizar de forma clara y amplia el funcionamiento de los mercados energéticos y llevar a cabo la contratación de suministros energéticos de forma optimizada.

CEMT-9. Llevar a cabo proyectos relacionados con la gestión de la energía en diferentes sectores productivos y de servicios, reconociendo y valorando los avances y novedades en este campo y aportando ideas novedosas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Metodologías docentes
Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes metodologías docentes:
- Clase magistral o conferencia (EXP): exposición de conocimientos por parte del profesorado mediante clases magistrales o bien por personas externas mediante conferencias invitadas.
- Clases participativas (CP): resolución colectiva de ejercicios, realización de debates y dinámicas de grupo con el profesor y otros estudiantes en el aula; presentación en el aula de una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico-práctico dirigido (TD): realización en el aula de una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): aprendizaje basado en la realización, individual o en grupo, de un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): aprendizaje basado en el diseño, la planificación y realización en grupo de un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de este y los resultados y conclusiones.
- Actividades de Evaluación (EV).
Actividades formativas:
Durante el desarrollo de la asignatura se utilizarán las siguientes actividades formativas:
Presenciales
- Clases magistrales y conferencias (CM): conocer, comprender y sintetizar los conocimientos expuestos por el profesor mediante clases magistrales o bien por conferenciantes.
- Clases participativas (CP): participar en la resolución colectiva de ejercicios, así como en debates y dinámicas de grupo, con el profesor y otros estudiantes en el aula.
- Presentaciones (PS): presentar en el aula una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos.
- Trabajo teórico práctico dirigido (TD): realizar en el aula una actividad o ejercicio de carácter teórico o práctico, individualmente o en grupos reducidos, con el asesoramiento del profesor.
No Presenciales
- Proyecto, actividad o trabajo de alcance reducido (PR): llevar a cabo, individualmente o en grupo, un trabajo de reducida complejidad o extensión, aplicando conocimientos y presentando resultados.
- Proyecto o trabajo de amplio alcance (PA): diseñar, planificar y llevar a cabo individualmente o en grupo un proyecto o trabajo de amplia complejidad o extensión, aplicando y ampliando conocimientos y redactando una memoria donde se vierte el planteamiento de éste y los resultados y conclusiones.
- Estudio autónomo (EA): estudiar o ampliar los contenidos de la materia de forma individual o en grupo, comprendiendo, asimilando, analizando y sintetizando conocimientos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

The course will focus on providing the knowledge and the tools needed to understand and analyze the interaction between renewable energies and power systems.
Specific objectives include covering the following topics:
- Analysis of power systems with a high penetration of renewables
- Grid integration of renewables
- Smart grids
- Grid codes
- Isolated and connected Microgrids
-HVDC Supergrids for offshore wind
- The role of energy storage and demand side management

At the end of the course the students will be able to:
- Understand how power systems interact with renewable energy systems
- Analyze power systems with a high penetration of renewables
- Understand how renewable energies can be efficiently integrated in power systems
- Understand the smart grid concept and the relevance of renewable energies in it
- Analyze and design microgrids
- Analyze and design supergrids for offshore wind power

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	36.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introduction

Descripción:
The module provides an introduction to the field of renewable energies to the electrical power system. The main technologies, trends and challenges will be introduced.

Dedicación: 11h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 10h

Grid support

Descripción:
The module introduces grid support from renewable energies, including frequency support, voltage support and power system stability support. The different relevant grid codes are presented. Additional support technologies as energy storage or FACTs (flexible AC transmission systems) are described.

Objetivos específicos:
Voltage support, Frequency support, Grid codes, Energy storage, FACTS.

Actividades vinculadas:
Activity 1.

Competencias relacionadas:
CEMT-3. Evaluar el impacto económico, social y ambiental de la producción, uso y gestión de la energía, con una visión holística del ciclo de vida de los diferentes sistemas. Reconocer y valorar las novedades más destacables en los ámbitos de la eficiencia energética y del uso racional de la energía.
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-2. Identificar y describir los diferentes componentes del sistema eléctrico (producción, transporte, distribución, mercados, contratación y consumo) y evaluar las soluciones tecnológicas utilizadas en la producción de electricidad.

Dedicación: 26h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 20h

Supergrids

Descripción:
The Supergrid concept is presented. It allows integration of large amounts of renewable (as offshore wind), also interconnecting different power system. HVDC transmission systems are introduced and analyzed. Some relevant projects as Desertec, Medgrid, European Supergrid are presented.

Actividades vinculadas:
Activity 2.

Competencias relacionadas:
CEMT-3. Evaluar el impacto económico, social y ambiental de la producción, uso y gestión de la energía, con una visión holística del ciclo de vida de los diferentes sistemas. Reconocer y valorar las novedades más destacables en los ámbitos de la eficiencia energética y del uso racional de la energía.
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-2. Identificar y describir los diferentes componentes del sistema eléctrico (producción, transporte, distribución, mercados, contratación y consumo) y evaluar las soluciones tecnológicas utilizadas en la producción de electricidad.

Dedicación: 28h
Grupo pequeño/Laboratorio: 8h
Aprendizaje autónomo: 20h

Microgrids

Descripción:
The microgrid concept is presented. It allows integration of different renewable energy sources combined with energy storage devices in isolated or grid connected grids. Different microgrid example will be discussed and analyzed.

Actividades vinculadas:
Activity 3

Competencias relacionadas:
CEMT-3. Evaluar el impacto económico, social y ambiental de la producción, uso y gestión de la energía, con una visión holística del ciclo de vida de los diferentes sistemas. Reconocer y valorar las novedades más destacables en los ámbitos de la eficiencia energética y del uso racional de la energía.
CEMT-4. Realizar de forma eficiente la obtención de datos de recursos renovables de energía y su tratamiento estadístico, así como aplicar conocimientos y criterios de valoración en el diseño y evaluación de soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de recursos renovables de energía, tanto para sistemas aislados como conectados a red. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito del aprovechamiento de los recursos renovables de energía.
CEMT-1. Entender, describir y analizar, de forma clara y amplia toda la cadena de conversión energética, desde su estado como fuente de energía hasta su uso como servicio energético. Identificar, describir y analizar la situación y características de los distintos recursos energéticos y de los usos finales de la energía, en sus dimensiones económica, social y ambiental; y formular juicios valorativos.
CEMT-5. Aplicar criterios técnicos y económicos en la selección del equipo térmico más adecuado para una determinada aplicación. Dimensionar equipos e instalaciones térmicas. Reconocer y valorar las aplicaciones tecnológicas más novedosas en el ámbito de la producción, transporte, distribución, almacenaje y uso de la energía térmica.
CEMT-2. Identificar y describir los diferentes componentes del sistema eléctrico (producción, transporte, distribución, mercados, contratación y consumo) y evaluar las soluciones tecnológicas utilizadas en la producción de electricidad.

Dedicación: 28h
Grupo pequeño/Laboratorio: 8h
Aprendizaje autónomo: 20h

ACTIVIDADES

Grid support

Descripción:
Simulations on grid support from renewables will be performed.

Material:
Matlab Simulink

Entregable:
An activity report will be submitted.

Dedicación: 12h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

Supergrids analysis

Descripción:
A given power system of a Supergrid will be analyzed using standard tools for power system power flow analysis. Several offshore wind power plants will be included and analyzed.

Material:
Offshore wind power plants, Power system parameters, generation parameters.

Entregable:
An activity report will be submitted.

Dedicación: 12h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

Microgrids

Descripción:
After discussion with the instructor, a project on microgrids will be assigned and developed by the students with appropriate tutoring.

Material:
to be defined

Entregable:
An activity report will be submitted. Oral presentation.

Dedicación: 12h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el **Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC**.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Freris, L ; Infield, David. Renewable energy in power systems. Chichester: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 9780470017494.
- Jenkins, Nick [et al.]. Embedded generation [en línea]. London: The Institution of Electrical Engineers, cop. 2000 [Consulta: 11/11/2025]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=407962. ISBN 0852967748.
- Ackermann, Thomas. Wind power in power systems [en línea]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012 [Consulta: 19/06/2025]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781119941842. ISBN 9780470974162.
- Anaya-Lara, Olimpo. Wind energy generation : modelling and control [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, 2009 [Consulta: 15/09/2025]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=454292. ISBN 9780470714331.
- Van Hertem, Dirk ; Oriol Gomis-Bellmunt ; Jun Liang. HVDC grids for offshore and supergrid of the future. Hoboken, New Jersey: IEEE/Wiley, cop. 2016. ISBN 9781118859155.