

## Guía docente

### 295112 - 295II132 - Sistemas de Energías Renovables

Última modificación: 02/10/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.  
749 - MAT - Departamento de Matemáticas.  
709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INTERDISCIPLINARIA E INNOVADORA (Plan 2019). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN SISTEMAS DE HIDRÓGENO Y TECNOLOGÍAS HABILITADORAS (HYSET) (Plan 2024). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS PARA SISTEMAS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (Plan 2025). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Inglés

#### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** YOLANDA VIDAL SEGUI - GUILLERMO VELASCO QUESADA

**Otros:** Primer quadrimestre:  
ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: T11  
MARIA ELENA MARTIN CAÑADAS - Grup: T11  
GUILLERMO VELASCO QUESADA - Grup: T11  
YOLANDA VIDAL SEGUI - Grup: T11

#### CAPACIDADES PREVIAS

Ingeniería eléctrica y mecánica básica

#### REQUISITOS

Ingeniería eléctrica y mecánica básica

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

##### Específicas:

CEMUEII-11. Diseñar y gestionar sistemas de procesamiento y gestión para la producción, almacenamiento, conversión y distribución de energía eléctrica utilizando diferentes tecnologías. (Competencia específica de la especialidad Sistemas Eficientes / Efficient Systems)

##### Genéricas:

CGMUEII-01. Participar en proyectos de innovación tecnológica en problemas de naturaleza multidisciplinar, aplicando conocimientos matemáticos, analíticos, científicos, instrumentales, tecnológicos y de gestión.

CGMUEII-05. Comunicar hipótesis, procedimientos y resultados a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades, tanto de forma oral como mediante informes, esquemas y diagramas, en el contexto del desarrollo de soluciones técnicas para problemas de naturaleza interdisciplinar.

**Transversales:**

05 TEQ. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

06 URI. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

03 TLG. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

---

**Conocimientos:**

K1. Identificar los diferentes recursos renovables como fuentes de energía eléctrica.

K2. Identificar las particularidades estructurales y funcionales, y la normativa aplicable, de los sistemas eléctricos descentralizados.

**Habilidades:**

S1. Analizar, diseñar y evaluar la fiabilidad y el ciclo de vida de los sistemas eléctricos descentralizados basados en fuentes energéticas renovables. Evaluar la fiabilidad y el ciclo de vida de un sistema distribuido de generación de energía a partir de recursos renovables.

S3. Estimar el impacto y las necesidades de nuevos modelos de consumo eléctrico, relacionándolo con el cambio de modelo energético derivado de la descarbonización de las fuentes de energía.

S2. Analizar los subsistemas electrónicos necesarios en una central energética renovable y evaluar las tecnologías de automatización y control para la gestión energética de redes y microrredes eléctricas inteligentes de un sistema energético descentralizado.

S04. Comprender las tecnologías digitales avanzadas, de modo que puedan ser aplicadas con perspectiva crítica, en contextos diversos, en situaciones académicas, profesionales, sociales o personales, por ejemplo: análisis de datos, modelado multiescala, análisis tecnoeconómico, análisis de sistemas ambientales.

S01. Comunicarse eficazmente de forma oral, escrita y gráfica con otras personas sobre el aprendizaje, la elaboración del pensamiento y la toma de decisiones, y participar en debates, haciendo uso de las habilidades interpersonales, como la escucha activa y la empatía, que favorecen el trabajo en equipo.

**Competencias:**

C3. Desarrollar la capacidad de evaluar las desigualdades por razón de sexo y género, para diseñar soluciones.

C1. Integrar los valores de la sostenibilidad, entendiendo la complejidad de los sistemas, con el fin de emprender o promover acciones que restablezcan y mantengan la salud de los ecosistemas y mejoren la justicia, generando así visiones para futuros sostenibles.

C2. Identificar y analizar problemas que requieran tomar decisiones autónomas, informadas y argumentadas, para actuar con responsabilidad social, siguiendo valores y principios éticos.

C03. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la transición energética, y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

C02. Trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La metodología del curso combina lecciones teóricas, sesiones de laboratorio y desarrollo de proyectos.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

Este curso proporciona una visión general de los aspectos clave de los sistemas de energías renovables. En primer lugar, ofrece información sobre los componentes principales y la terminología de los aerogeneradores, el recurso eólico y la producción de energía, los generadores y los controladores que intervienen en los aerogeneradores industriales modernos. En segundo lugar, se exponen principios sobre energía solar y sistemas fotovoltaicos. En tercer lugar, se realiza el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos y el dimensionamiento de los sistemas de energía eólica e híbrida. Finalmente, se da una introducción a las microrredes eléctricas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	21,0	14.00
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00
Horas grupo grande	21,0	14.00

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Terminología y Componentes de Aerogeneradores

#### Descripción:

- Diferentes tipos de aerogeneradores.
- El tamaño de los aerogeneradores.
- Los componentes principales de los aerogeneradores de eje horizontal:
  - Rotor con palas y cubo.
  - Góndola
    - Transmisión con cojinete principal, caja de cambios, freno y generador
    - Electrónica de potencia compuesta por convertidor y transformadores.
  - Torre (acero tubular, celosía,...).
  - Fundación (en tierra, fija en alta mar, flotante en alta mar)
- Los principales grados de libertad:
  - Rotación azimutal del rotor.
  - Rotación de guiñada de la góndola sobre el eje vertical.
  - Rotación de la inclinación de las palas sobre su eje longitudinal.
- Aerodinámica básica de aerogeneradores:
  - Lift
  - Stall

#### Actividades vinculadas:

Sesión de laboratorio (Actividad 1): Análisis y visualización de datos de aerogeneradores (Matlab).

#### Dedicación: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

### El recurso eólico y la energía generada

**Descripción:**

- Vientos globales y locales.
- Turbulencia
- La energía en el viento (densidad del aire y área del rotor).
- Deflexión del viento por el aerogenerador.
- La potencia del viento.
- Velocidad de inicio, velocidad de corte y velocidad nominal del viento
- Vientos terrestres y marinos.
- Efecto sombra en parques eólicos.
- Selección del sitio de instalación.
- La distribución de Weibull.
- Límite de Betz
- Función de densidad de potencia
- Curva de potencia
- El coeficiente de potencia.

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio (Actividad 2): Modelado de un aerogenerador utilizando Matlab y Simulink

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

### Estrategias de control

**Descripción:**

- Cálculo de la potencia aerodinámica a partir de la velocidad del viento, el ángulo de inclinación y la velocidad del rotor utilizando curvas de potencia del aerogenerador
- Aerogeneradores de paso controlado
- Turbinas eólicas controladas
- Turbinas eólicas controladas de parada activa.
- Otros métodos de control (flaps, desvío parcial del viento, ...)

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio (Actividad 3): Diseño de control de aerogeneradores con FAST (Fatiga, Aerodinámica, Estructuras y software de turbulencia)

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

### Aeroelasticidad en los aerogeneradores

**Descripción:**

- Fuerzas inerciales, estructurales y aerodinámicas.
- Consideraciones básicas de carga (cargas extremas, cargas de fatiga)
- Casos de carga para el diseño de aerogeneradores

**Actividades vinculadas:**

Sesión de laboratorio (Actividad 4): Análisis de cargas de aerogeneradores.

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## Generadores en energía eólica

### Descripción:

- Modelo de aerogeneradores.
- Transformaciones vectoriales.
- Generadores de inducción.
- Generadores síncronos.
- Convertidores de potencia en aerogeneradores.
- Convertidores de potencia de dos niveles.
- Convertidores de potencia de tres niveles.
- Control de convertidores de potencia.
- Topologías y configuraciones de aerogeneradores.
- Aerogeneradores de velocidad fija.
- Aerogeneradores de velocidad variable.
- Conexión a la red
- Aerogeneradores aislados.
- Conexión de aerogeneradores a la red eléctrica.
- Elementos auxiliares.

### Actividades vinculadas:

Sesión de laboratorio (Actividad 5): modelo, simulación y control de aerogeneradores con Matlab

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## Energía solar y sistemas fotovoltaicos

### Descripción:

- Introducción a la energía solar.
- Clasificación: arquitectura bioclimática, energía solar térmica y energía solar fotovoltaica.
- Células y módulos fotovoltaicos (FV).
- Principales componentes de un sistema fotovoltaico.
- Matriz solar fotovoltaica.
- Carga de batería y sistema de almacenamiento basado en batería.
- Convertidores de corriente DC-DC y reguladores de batería.
- Inversores fuera de la red y conectados a la red.
- Aspectos prácticos y localización de componentes.
- Recogida de datos para dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos.
- Perfil de consumo.
- Potencial solar e irradiación.
- Hojas de datos y datos del fabricante.
- Ejemplos de dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos.
- Sistemas fotovoltaicos autónomos.
- Dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua.
- Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

### Actividades vinculadas:

- Sesiones de laboratorio (Actividad 6): Experimentación práctica de sistemas de energía solar con modelos a escala de laboratorio.
- Sesiones de laboratorio (Actividad 7): software PVsyst para dimensionar sistemas de energía solar fotovoltaica.

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

### Dimensionamiento de sistemas eólicos e híbridos de energía

#### Descripción:

- Introducción a los sistemas de energía híbrida (eólica y solar).
- Integración de sistemas renovables.
- Bus energéticos: bus de CA y CC.
- Recopilación de datos para dimensionar sistemas solares híbridos.
- Perfil de consumo.
- Potenciales solares y eólicos, irradiación y datos del viento.
- Hojas de datos y datos del fabricante.
- Dimensionamiento de sistemas eólicos e híbridos.
- Dimensionamiento de sistemas eólicos autónomos y de energía híbrida.
- Dimensionamiento de sistemas de energía eólica e híbrida de bombeo de agua.
- Dimensionamiento de sistemas eólicos y de energía híbrida conectados a la red.

#### Actividades vinculadas:

- Sesiones de laboratorio (Actividad 8): experimentación práctica de sistemas de energía eólica con modelos a escala de laboratorio.
- Sesiones de laboratorio (Actividad 9): MATLAB y entorno de simulación basado en Simulink para el estudio de comportamiento de sistemas fotovoltaicos de energía solar, eólica e híbrida.

**Dedicación:** 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

### Introducción a las microrredes eléctricas

#### Descripción:

- Introducción a las microrredes eléctricas.
- Elementos de una microrred: generación renovable, cargas y consumidores, y prosumidores.
- Procesamiento energético y gestión de microrred.
- Microgrids cooperativas y de intercambio de energía de igual a igual.
- Procesamiento de energía y gestión de microrredes de intercambio de energía de igual a igual.

#### Actividades vinculadas:

Sesiones de laboratorio (Actividad 10): MATLAB y entorno de simulación basado en Simulink para el estudio conductual de una microrred de hogares.

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Primer examen parcial 30%  
Segundo examen parcial 15%  
Tercer examen parcial 30%  
Proyectos 25%

No se programa examen de reevaluación

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Hau, Erich. Wind turbines : fundamentals, technologies, application, economics [en línea]. 3rd ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27151-9>. ISBN 9783642271519.
- Jha, A. R. Wind turbine technology. Boca Raton, Fla.: CRC, cop. 2011. ISBN 781439815069.
- Burton, Tony [et al.]. Wind energy handbook [en línea]. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2011 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119992714>. ISBN 9781119992714.
- Manwell, J. F. ; McGowan, J. G. ; Rogers, A. L. Wind energy explained : theory, design and application [en línea]. 2n ed. [Chichester]: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10419452>. ISBN 9780470686287.
- Heier, Siegfried. Grid integration of wind energy : onshore and offshore conversion systems [en línea]. 3rd ed. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, 2014 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118703274>. ISBN 9781118703274.
- Eicker, Ursula. Solar technologies for buildings. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 047148637X.
- Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Vol. 1. Madrid: CIEMAT, 2007. ISBN 9788478345403.
- Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Vol. 2. Madrid: CIEMAT, 2007. ISBN 9788478345403.
- Pareja Aparicio, Miguel. Energía solar fotovoltaica : cálculo de una instalación aislada. 2ª ed. Barcelona: Marcombo, S.A., 2010. ISBN 9788426715968.
- Pareja Aparicio, Miguel. Radiación solar y su aprovechamiento energético. Barcelona: Marcombo, S.A., 2009. ISBN 9788426715593.
- Solar Energy International. Photovoltaics : design and installation manual : renewable energy, education for a sustainable future. Philadelphia, Pa.: New Society Publishers, 2004. ISBN 9709638855.

## RECURSOS

---

### Material informático:

- Matlab & Simulink. Programa de Simulación
- PVsyst. Programa para el dimensionamiento de sistemas de energía solar PV

### Otros recursos:

Modelos a escala de laboratorio de energía solar y eólica.