Guía docente
820740 - ESF - Energía Solar Fotovoltaica

Última modificación: 21/07/2025

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
Unidad que imparte: 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

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: 2025 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Ovejas Benedicto, Victòria Júlia

Otros: Ovejas Benedicto, Victòria Júlia
Bordonau Farrerons, Jose

CAPACIDADES PREVIAS

- Fundamentos de ingeniería electrica

REQUISITOS

- No tiene requisitos específicos.

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-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-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.

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 (PARTE): 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
o Clases magistrales y conferencias (CM): conocer, comprender y sintetizar los conocimientos expuestos por el profesor mediante clases magistrales o bien por conferenciantes (presencial).
o Clases participativas (CP): participar en la resolución colelectiva de ejercicios, así como en debates y dinámicas de grupo, con el profesor y otros estudiantes en el aula (presencial).
o Presentaciones (PS): presentar en el aula una actividad realizada de manera individual o en grupos reducidos (presencial).
o 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 (presencial).
- No Presenciales
o 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 (no presencial).
o 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 (no presencial).
o Estudio autónomo (EA): estudiar o ampliar los contenidos de la materia de forma individual o en grupo, comprendiendo, asimilando, analizando y sintetizando conocimientos (no presencial).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Objetivos

El ámbito de la asignatura corresponde a las tecnologías de aprovechamiento energético del sol que utiliza el efecto fotovoltaico. En este ámbito se pretende que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades necesarios para la descripción y selección de equipos, así como para el cálculo de prestaciones de los diferentes componentes del sistema y los aspectos de análisis y diseño de instalaciones preexistentes a nivel básico o de pre-proyecto.
Se pretende dar un visión global de las tecnologías y métodos que permita al estudiante hacer valoraciones y estudios de alternativas en la realización de proyectos de ingeniería tanto en sistemas fotovoltaicos autónomos como en sistemas fotovoltaicos conectados a la red.

Resultados del aprendizaje

Al final del curso, el alumno será capaz de:
- comprender el papel de la energía solar en el contexto del sistema regional y mundial de la energía, sus connotaciones económicas, sociales y ambientales, y el impacto de la tecnología en un contexto local y global.
- comprender los principios físicos de las celdas fotovoltaicas (PV) y cuáles son sus fuentes de pérdidas.
- comprender y aplicar los conceptos básicos de la radiación solar necesarios para dimensionar instalaciones de sistemas fotovoltaicos.
- conocer las características eléctricas (corriente-voltaje y potencia-tensión) de la celda solar, panel o generador y cómo influyen en ella los parámetros medioambientales.
- conocer las características más importantes de los elementos dentro de una instalación fotovoltaica y cómo funcionan: batería y regulador de carga, convertidor CC / CC, convertidor CC / CA (inversor) y cargas.
- conocer y utilizar una herramienta de software para la ingeniería de sistemas fotovoltaicos.
- conocer las organizaciones pertinentes, importantes proyectos a nivel internacional, las principales fuentes de información y regulaciones relacionadas con la tecnología solar fotovoltaica.
- conocer algunas aplicaciones prácticas que utilizan los sistemas solares fotovoltaicos y especificar, analizar y diseñar (dimensionar) un sistema fotovoltaico autónomo y obtener la energía producida por los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica.
- conocer y ser capaz de analizar el comportamiento de la demanda de auto-consumo y la medición de la gestión de la red.
- llevar a cabo un proyecto de ingeniería básica relacionado con el suministro de energía mediante tecnología solar fotovoltaica.
- conocer las principales líneas de investigación en el campo de la energía solar fotovoltaica.
- aportar ideas innovadoras en el campo de la energía solar fotovoltaica.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción a la Energía Solar Fotovoltaica

Descripción:
Introducción a la energía solar fotovoltaica con discusión de sus ventajas e inconvenientes y descripción de los componentes de un sistema fotovoltaico y de las aplicaciones típicas.

Objetivos específicos:
Que el estudiante conozca las posibilidades y aplicaciones de los sistemas solares fotovoltaicos.

Actividades vinculadas:
Ninguna

Competencias relacionadas:
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.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h

2. Radiación Solar

Descripción:
Introducción a la radiación solar ya algunos conceptos importantes relacionados como el cuerpo negro, el espectro solar, irradiancia, irradiación, masa de aire y hora pico solar. El estudiante, además empleará PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), que es una herramienta que provee promedios mensuales y anuales de la radiación global en superficies horizontales e inclinadas, así como otros datos climáticos relacionados con la energía solar fotovoltaica.

Objetivos específicos:
Que el estudiante adquiera el conocimiento sobre los conceptos más importantes de la radiación solar empleando sistemas fotovoltaicos y aprenda a utilizar la herramienta PVGIS.

Actividades vinculadas:
Ninguna

Competencias relacionadas:
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.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h

3. Sistemas Fotovoltaicos

Descripción:
Descripción:
En la primera parte se presenta el comportamiento eléctrico de una célula solar fotovoltaica:
- Fundamentos de los principios físicos de la célula fotovoltaica: el efecto fotovoltaico y cómo funciona una célula fotovoltaica.
- El comportamiento eléctrico de un diodo y su curva.
- La célula solar iluminada con su símbolo, circuito equivalente, ecuaciones y curvas IV.
- Parámetros importantes como la corriente de cortocircuito (Isc), el voltaje de circuito abierto (Voc), el voltaje y la corriente en el punto de máxima potencia, la eficiencia y el factor de forma (FF).
- La curva PV y los principales factores que afectan el rendimiento de la célula solar.
- El efecto de los factores atmosféricos y sombras en una serie de módulos fotovoltaicos y su efecto en la curva IV.

En la segunda parte se trata sobre el Balance del Sistema (BOS) y los tipos de sistemas fotovoltaicos:
- Baterías.
- Reguladores.
- Convertidores CC / CC.
- Inversores (CC / CA).
- Convertidor CC / CC como seguidor del punto de máxima potencia (MPPT).
- Diferentes configuraciones de los sistemas fotovoltaicos autónomos y conectados a la red.

Objetivos específicos:
Que los estudiantes adquieran el conocimiento y las habilidades necesarias para la descripción, selección, análisis y dimensionado de diferentes componentes en cuanto a un sistema fotovoltaico con diferentes configuraciones.

Actividades vinculadas:
1. Ejercicios de sistemas fotovoltaicos.

Competencias relacionadas:
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-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-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.

Dedicación: 44h 20m
Grupo grande/Teoría: 8h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Actividades dirigidas: 5h
Aprendizaje autónomo: 27h 20m

4. Análisis, dimensionado y mantenimiento de instalaciones empleando sistemas fotovoltaicos

Descripción:
- Dimensionado de un sistema autónomo
o Ejemplos de diseño y cálculo de instalaciones fotovoltaicas para diferentes tipos de aplicaciones (sistemas residenciales, bombeo de agua, etc).
- Diseño y obtención de la energía producida a partir de sistemas fotovoltaicos conectados a red (GCPVS).
- Simulación de sistemas fotovoltaicos autónomos y conectados a la red, utilizando el programa (software) PVSOL.
- Video-presentacion de instalaciones fotovoltaicas.

Objetivos específicos:
Que los estudiantes adquieren los conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo un proyecto de sistemas autónomos y conectados a la red, así como que conozcan los diferentes tipos de instalaciones eléctricas fotovoltaicas con sus protecciones.

Actividades vinculadas:
2. Proyecto de sistemas autónomos y conectados a red.

Competencias relacionadas:
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-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-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-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.

Dedicación: 72h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h 20m
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h 20m
Actividades dirigidas: 7h
Aprendizaje autónomo: 49h

ACTIVIDADES

1. Ejercicios de Sistemas Fotovoltaicos

Descripción:
Resolución de ejercicios en clase de forma individual o en grupos pequeños con el asesoramiento del profesor y ejercicios para resolver individualmente.

Objetivos específicos:
Profundizar en los conocimientos teóricos y en su aplicación a la resolución de problemas relacionado con los sistemas fotovoltaicos.

Material:
- Ejemplos de problemas resueltos
- Enunciados de problemas con respuestas (autoaprendizaje)
- Enunciados de problemas a resolver (evaluación continua)

Entregable:
Resolución de los ejercicios propuestos para resolver en casa de forma individual o en pequeños grupos.

Competencias relacionadas:
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.

Dedicación: 34h
Aprendizaje autónomo: 22h
Actividades dirigidas: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

2. Proyecto de sistemas autónomos y conectados a red

Descripción:
Aprendizaje basado en el diseño y planificación de un proyecto, trabajando en grupos, para aplicar y ampliar conocimiento. Redacción de un informe, que describe el enfoque, los resultados y las conclusiones. Los estudiantes deben diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico autónomo o conectado a red.

Objetivos específicos:
El alumno adquirirá las habilidades para seleccionar y dimensionar los componentes y equipos más adecuados para un proyecto solar fotovoltaico, así como los pasos necesarios para llevarlo a cabo.

Material:
- Ejemplos de proyectos fotovoltaicos autónomos y conectados a la red.
- Programa informático: PVSOL.
- Presentación en video que muestra algunas instalaciones fotovoltaicas.

Entregable:
Informe del proyecto.

Competencias relacionadas:
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.

Dedicación: 55h
Grupo pequeño/Laboratorio: 8h
Aprendizaje autónomo: 37h
Actividades dirigidas: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Informes de laboratorio: 20 %.
Trabajo realizado en grupo: 30 %.
Rendimiento y calidad del trabajo en grupo: 10 %.
Prueba escrita de control de conocimientos: 30 %.
Participación en clase: 10 %.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Para la prueba escrita de control de conocimientos el estudiante podrá disponer sólo de un formulario y una calculadora programable.
Las nomas específicas de los trabajos individuales y en grupo se publicarán en la intranet docente.

BIBLIOGRAFÍA

Complementaria:

- Luque, A.; Hegedus, S. Handbook of photovoltaic science and engineering [en línea]. 2nd ed. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2011 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470974704. ISBN 9780470974704.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Planning and installing photovoltaic systems : a guide for installers, architects and engineers DGS - Deutsche Gesellschaft für Sonnenergie [en línea]. 3rd ed. London: Earthscan, 2013 [Consulta: 24/03/2023]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1323379. ISBN 9781849713436.
- Castañer Muñoz, Luis ; Silvestre Berges, Santiago. Modelling photovoltaic systems : using PSpice. Chichester: John Wiley & Sons, 2002. ISBN 9780470845271.
- Alonso Abella, Miguel. Sistemas fotovoltaicos : introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaicas. 2a ed. Madrid: Publicaciones Técnicas, 2005. ISBN 8486913128.
- Alcor Cabrerizo, Enrique. Instalaciones solares fotovoltaicas. 4a ed. Sevilla: PROGENSA, 2008. ISBN 9788495693457.
- Universität Kassel. Photovoltaic Systems Technology [en línea]. SS 2003. Kassel: Universität Kassel, 2003 [Consulta: 27/05/2019]. Disponible a: https://es.scribd.com/document/26768123/Photovoltaic-Systems-Technology-SS-2003.