Guía docente
320046 - DSF - Diseño de Sistemas Fotovoltaicos

Última modificación: 02/04/2024

Unidad responsable: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa
Unidad que imparte: 710 - EEL - Departamento de Ingeniería Electrónica.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (Plan 2009). (Asignatura optativa).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: Joan Salaet Pereira

Otros: Jordi Zaragoza Bertomeu

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Transversales:
1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.
2. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.
3. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 3: Tener en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental al aplicar soluciones y llevar a cabo proyectos coherentes con el desarrollo humano y la sostenibilidad.
4. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 2: Contribuir a consolidar el equipo planificando objetivos, trabajando con eficacia y favoreciendo la comunicación, la distribución de tareas y la cohesión.
5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Después de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura se basa en el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas. Es decir, el estudiante trabaja y aprende en grupos base organizados durante todo el cuatrimestre para realizar problemas y prácticas. El formato de las clases
presenciales de 2h cada una es generalmente el siguiente: 1) Dudas de las sesiones anteriores, 2) Introducción y descripción del trabajo a realizar, 3) Trabajo en grupo; 4) Explicaciones y dudas generales; 5) Trabajo en grupo y 6) Preparación del trabajo que se debe hacer fuera de clase. El profesor no explica toda la materia, planifica el trabajo a realizar y aclara dudas que cada grupo encuentra a la hora de hacer los ejercicios.
Las sesiones de laboratorio se realizan con el mismo esquema de grupos cooperativos y con el formato descrito anteriormente.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al concluir la asignatura el estudiante debe tener suficiente capacidad como para:
· Reconocer cuáles son las limitaciones y las posibilidades de la Energía Solar Fotovoltaica.
· Valorar la importancia de la sostenibilidad y el compromiso social como ideas fundamentales para enderezar los principales problemas medioambientales y socioeconómicos generados a lo largo de los últimos 200 años.
· Utilizar una tercera lengua como vehículo de comunicación entre profesionales de diferentes ámbitos étnicos y culturales, superando fronteras reales e imaginarias.
· Recordar los aspectos más importantes de la radiación solar atmosférica y extraatmosfèrica, además de los principales parámetros que la caracterizan y los instrumentos utilizados para medirlos.
· Identificar las partes que componen una celda fotovoltaica y diferenciar las distintas generaciones de estos dispositivos.
· Explicar el efecto fotovoltaico e interpretar el significado de los parámetros característicos de una celda fotovoltaica (ISC, VOC, RS, Rp, Vm, Im, ...) además de la dependencia de éstos con la temperatura y la irradiancia.
· Describir la estructura de un módulo fotovoltaico y recordar la utilidad de los diodos de bloqueo y de paso para proteger las agrupaciones de módulos y evitar puntos calientes.
· Explicar el principio de funcionamiento de una celda electroquímica, comparar las diferentes tecnologías existentes de baterías, definir los parámetros característicos de estos componentes y calcular las capacidades requeridas según las aplicaciones que deben alimentar.
· Describir la estructura de una instalación fotovoltaica, tanto aislada de la red eléctrica como conectada a ella. Describir la funcionalidad de los diferentes elementos que componen estas instalaciones y hacer cálculos para el dimensionamiento de cables y elementos de protección.
· Recordar las diferentes normativas, reglamentaciones y subvenciones a nivel autonómico, estatal y europeo que aplican en los sistemas de generación de energía basados en recursos renovables en general y los fotovoltaicos en particular.
· Proyectar instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica y conectadas a ella, tanto desde la vertiente técnica (Dimensionamiento del campo de captadores, cables, protecciones, acumuladores, etc ...) como de gestión administrativa (Permisos, estudios de impacto ambiental, cálculo de costes y amortizaciones, etc ...).
· Desarrollar planes de mantenimiento para las instalaciones de generación fotovoltaicas y también planificar la distribución los equipos de medida y telemetría en las mismas.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	30,0	20.00
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	30,0	20.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

TEMA 1: INTRODUCCIÓN

Descripción:
1.1. Formas de aprovechamiento de la Energía Solar.
1.2. Pasado, presente y futuro de la Energía Solar Fotovoltaica (ESFV).
1.3. Campos de aplicación de la ESFV.
1.4. Ventajas e inconvenientes. Impacto ambiental.
1.5. Principales compañías mundiales.
1.6. Páginas web recomendadas

Actividades vinculadas:
Actividad 1. Grupo grande: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 3h

TEMA 2: LA RADIACIÓN SOLAR

Descripción:
2.1. La radiación solar extraatmosfèrica. Constante solar.
2.2. Irradiancia e irradiación.
2.3. Propagación atmosférica. Radiación directa y difusa. Masa de aire.
2.4. Rotación y traslación de la Tierra. Sistemas de referencia. Modelo geocéntrico.
2.5. Radiación sobre superficies horizontales e inclinadas. Hora pico solar.
2.6. Medida, elaboración y presentación de los datos de radiación solar. TMY.
2.7. Técnicas de orientación de los colectores solares.

Actividades vinculadas:
Actividad 2. Sesión de laboratorio: Consulta de bases de datos de radiación solar (Atlas de radiación solar de Cataluña, PVGIS, etc.). Comprobación del impacto de las técnicas de orientación de los captadores en la radiación recogida en diferentes latitudes.
Actividad 3. Grupo medio: Técnicas de inclinación de módulos. Seguidores solares.
Actividad 4. Grupo grande: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 19h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 11h

TEMA 3: LA CELA SOLAR

Descripción:
3.1. Semiconductores: mecanismos de generación y recombinación.
3.2. Fotogeneración, bandgap y longitud de onda. Gap directo e indirecto.
3.3. La unión PN bajo iluminación. Característica I - V ideal.
3.4. La celda real. Estructura básica. Resistencias serie y paralelo.
3.5. Características eléctricas: Isc, Voc, PMP, Rendimiento, IQE y EQE.
3.6. Influencia de la irradiancia y la temperatura. Condiciones STC.
3.7. Celdas cristalinas de 1 ª generación (Si y GaAs). Mono y policristalinas.
3.8. Celdas de 2 ª generación. Película delgada y a-Si. TCO.
3.9. Tercera generación: celdas tándem y dye-sensitized. Nuevas tendencias.

Actividades vinculadas:
Actividad 5. Grupo medio: Resolución de ejercicios.
Actividad 6. Grupo mediano. Sesión audiovisual (tecnologías de celdas).
Actividad 7. Sesión de laboratorio. Obtención de curvas I-V y P-V en celdas reales.

Dedicación: 31h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 17h

TEMA 4: EL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Descripción:
4.1. Asociación de celdas serie y paralelo. Efectos de mismatch.
4.2. Puntos calientes, diodos de bloqueo y de paso.
4.3. El módulo fotovoltaico. Construcción. Estructura. Protecciones.
4.4. Interpretación de los valores de placa. Datasheets.
4.5. Consideraciones térmicas. Noctis.
4.6. Degradación y defectos más habituales.
4.7. Asociación de módulos serie y paralelo. Arrays.
4.8. El generador fotovoltaico. Cables. Combinadores. Protecciones.

Actividades vinculadas:
Actividad 8. Grupo medio: Resolución de ejercicios.
Actividad 9. Grupo mediano: Sesión audiovisual (fabricación de módulos FV).
Actividad 10. Grupo grande: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 22h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Aprendizaje autónomo: 15h

TEMA 5: ACUMULADORES DE ENERGIA

Descripción:
5.1. Introducción. Baterías y acumuladores. Utilización en sistemas fotovoltaicos.
5.2. La celda electroquímica. Reacciones de carga y descarga.
5.3. Parámetros relevantes en una batería o acumulador. Circuito equivalente.
5.4. Tecnología Pb-ácido. Baterías SLI y tubulares. Aplicación a sistemas FV.
5.5. Baterías Ni-Cd sinterizadas y pocket plate. Características.
5.6. Tecnologías Ni-MH, Li-ion y Li-polímero. Ventajas e inconvenientes.
5.7. Reguladores de batería. Seguimiento del punto de máxima potencia.
5.8. Mantenimiento de acumuladores. Normas. Cámaras de baterías.
5.9. Nuevas tendencias. Pilas de hidrógeno, y supercondensadores.

Actividades vinculadas:
Actividad 11. Grupo medio: Resolución de ejercicios.
Actividad 12. Sesión de laboratorio: Baterías y reguladores de carga.
Actividad 13. Grupo mediano: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 21h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 12h

TEMA 6: SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS

Descripción:
6.1. Esquema de una instalación aislada. Consumos cc y ca. Onduladores.
6.2. Técnicas de ahorro energético. Diseño climático y consumo responsable.
6.3. Evaluación de las cargas de consumo. Consumo corregido.
6.4. Dimensionamiento del acumulador. Autonomía (System availability).
6.5. Cálculo del campo de captación. Inclinación y orientación. Sombras.
6.6. Herramientas informáticas para el dimensionamiento de instalaciones.
6.7. Cables. Elementos de protección y de maniobra. Recomendaciones.
6.8. Sistemas híbridos. Hybrid indicator.
6.9. Ejemplos. Vivienda aislada. Sistema de comunicaciones. Extracción de agua.
6.10. Subvenciones y ayudas para el aprovechamiento de la energía solar.
6.11. Mantenimiento de instalaciones autónomas.

Actividades vinculadas:
Actividad 14. Sesión de laboratorio: Montaje de una instalación autónoma.
Actividad 15. Grupo medio: Resolución de ejercicios.
Actividad 16. Grupo grande: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 29h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 17h

TEMA 7: SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA PÚBLICA.

Descripción:
7.1. Normativa y reglamentaciones de aplicación.
7.2. Instalaciones domésticas. Sincronización con la red. Modo isla.
7.3. Estimación de la producción energética. Medida y facturación.
7.4. Centrales fotovoltaicas. Aspectos específicos.
7.5. Fases del proyecto de una central fotovoltaica. Cálculo de instalaciones.
7.6. Protecciones y telemedida en centrales solares. Mantenimiento.
7.7. Fachadas fotovoltaicas. BIPV. Consideraciones térmicas.
7.8. Cálculo de amortizaciones y reducción de emisiones. Beneficios sociales.

Actividades vinculadas:
Actividad 17. Grupo medio: Resolución de ejercicios.
Actividad 18. Sesión de laboratorio: Diseño de una central fotovoltaica.
Actividad 19. Grupo grande: Evaluación de los conocimientos adquiridos en el módulo.

Dedicación: 25h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 15h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación del nivel de conocimientos impartidos por parte del estudiante se hará en base a su actividad desarrollada tanto en el grupo grande como en el mediano y el pequeño. En el primer caso se realizarán dos exámenes, uno al final del primer bimestre (módulos 1, 2 y 3) y el otro al final del segundo (módulos 4, 5 y 6). Así mismo, su actividad en el grupo mediano será evaluada mediante la corrección de diversos ejercicios que el alumno tendrá que ir entregando en línea (vía Atenea) durante el curso. Finalmente, su actividad en el grupo pequeño será evaluada mediante los informes (entregados por los grupos) de las sessiones de laboratorio. El impacto de cada acto de evaluacón será, en porcentaje, el siguiente:

Examen Bimestre 1: 25%
Examen Bimestre 2: 30%
Ejercicios en línea: 15%
Informes de laboratorio: 30%

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

La mayoría de las actividades implican el trabajo colaborativo de los alumnos y alumnas. Sólo las actividades 1, 4, 10, 13, 16 y 19 tienen un carácter puramente individual. Para realizar la actividad 18 el estudiante debe haber completado todo el itinerario de actividades previas.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Messenger, R; Ventre J. Photovoltaic systems engineering. Boca Raton: CRC Press, 2000. ISBN 0849320178.
- Alonso, M. Sistemas fotovoltaicos: introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaicas. 2ª ed. Madrid: Publicaciones Técnicas, 2005. ISBN 8486913128.

Complementaria:

- Wenham, S. R. [et al.]. Applied photovoltaics. 2nd ed. London: Earthscan, 2007. ISBN 9781844074013.
- Luque, A.; Hegedus, S. (eds.). Handbook of photovoltaic science and engineering [en línea]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011 [Consulta: 09/05/2022]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470974704. ISBN 9780470974704.