

# SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Curso 2013/2014

(Código: 68014054)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura optativa es ofertada tanto en el grado de Ingeniería Eléctrica como en los grados de Ing. Electrónica Industrial y Automática e Ing. en Tecnologías Industriales. Esta asignatura aborda el estudio de los sistemas solares fotovoltaicos como centrales que son de producción de energía eléctrica. Este tipo de centrales, que si bien consideradas de forma individual conllevan un volumen de producción de energía eléctrica no muy significativo, tienen gran importancia por la cantidad de pequeñas instalaciones existentes y, sobre todo, por la complejidad de los sistemas electrónicos de potencia que contienen.

El objetivo de esta asignatura es analizar los distintos tipos de sistemas e instalaciones fotovoltaicas existentes y los diferentes equipos electrónicos que en ellas se pueden encontrar, principalmente el inversor y las diferentes topologías del mismo utilizadas en estas instalaciones.

Además con esta asignatura se busca que el alumno desarrolle las siguientes competencias generales de la titulación de Grado: iniciativa y motivación; planificación y organización; capacidad para trabajar de forma autónoma; capacidad de análisis y síntesis; y finalmente, aplicación de los conocimientos a la práctica.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

De los objetivos indicados anteriormente y analizando las competencias específicas de cada una de las titulaciones en las que se oferta, se puede concluir que en el caso de los grados de Ing. Eléctrica e Ing. Electrónica se persigue que el ingeniero alcance la competencia disciplinar específica de poseer, comprender y tener capacidad para aplicar los fundamentos científicos y tecnológicos de la electrónica de potencia, mientras que en el grado de Ing. en Tec. Industriales se persigue lo mismo en relación a las instalaciones eléctricas.

Sistemas Fotovoltaicos que pertenece al área de Tecnología Electrónica dentro del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control, requiere de otras competencias correspondientes a materias de segundo y tercer curso, concretamente: de la asignatura Teoría de Circuitos (2º curso, 2º cuat.) en la que se enseñan las bases para el análisis de circuitos lineales y de la asignatura Fundamentos de Ingeniería Electrónica I (3º curso, 1º cuat.) en la que se estudian los componentes electrónicos básicos.

Sistemas Fotovoltaicos está además interrelacionada con otras asignaturas impartidas en los grados en los que se oferta, así complementa conocimientos adquiridos en todos ellos en asignaturas relacionadas con las instalaciones eléctricas mientras que en Ing. Eléctrica e Ing. Electrónica complementa además conocimientos adquiridos en asignaturas referentes a electrónica de potencia.

## 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Como ya se ha descrito previamente Sistemas Fotovoltaicos se apoya fuertemente en los conocimientos y competencias adquiridos en las asignaturas Teoría de Circuitos y Fundamentos de Ingeniería Electrónica I, por lo que es muy importante que el alumno haya cursado y estudiado las asignaturas anteriores. Sin esta base de conocimientos la asignatura presentará un alto nivel de dificultad a todo aquel alumno que la aborde por primera vez.

Con respecto a la asignatura de Teoría de Circuitos, resultará imprescindible el cálculo de magnitudes tanto en continua como en alterna, en régimen estacionario, y las leyes fundamentales que rigen dichos cálculos. De esta asignatura también



será imprescindible la aplicación de los citados elementos a los circuitos trifásicos. En relación con la otra asignatura será preciso tener muy claros los diferentes comportamientos de los componentes electrónicos especialmente en conmutación.

#### 4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con el estudio de esta asignatura el estudiante deberá ser capaz de analizar y comprender los diferentes bloques que pueden aparecer en las distintas estructuras existentes de sistemas eléctricos fotovoltaicos, todo de acuerdo a las competencias específicas indicadas anteriormente.

También debe adquirir el vocabulario técnico adecuado y conocer tanto los aspectos descriptivos como esquemáticos de estas instalaciones eléctricas y de los equipos electrónicos que en ellas aparecen.

Todos estos conocimientos deberían facilitarle tanto el manejo práctico de las instalaciones existentes como el ser capaz de diseñar a grandes rasgos sistemas de generación de energía eléctrica de este tipo.

#### 5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

El programa de la asignatura ordena los contenidos en tres bloques o Unidades Didácticas, correspondiéndose cada uno de sus apartados con uno o más de los apartados o capítulos que aparecen en los dos libros que constituyen la bibliografía básica: Centrales de Energías Renovables (CER) y Electrónica de Potencia (EP).

En la primera unidad se tratan en primer lugar y como introducción una serie de aspectos básicos en relación con la energía, recursos energéticos, tecnologías para su explotación, economía y medioambiente. A continuación se analiza el principio de funcionamiento de la célula solar como elemento básico que es, los parámetros y valores que la definen y los circuitos eléctricos equivalentes que se utilizan para su estudio. Puesto que estas células no aparecen aisladas sino formando paneles se plantea el conocer los parámetros y valores que los definen y los factores que influyen en su rendimiento, y para ello previamente se analiza la radiación solar incidente: ángulos que definen la posición solar, componentes de la radiación solar, etc. Finalmente se estudia de forma breve el diagrama de bloques de la instalación fotovoltaica completa como presentación de las dos unidades temáticas siguientes.

En la segunda unidad se estudian las baterías como componentes pasivos de potencia cuya función es almacenar parte de la energía producida por el generador fotovoltaico, así como los convertidores CC/CC encargados de la adaptación de las características de la energía eléctrica en CC que hay a la salida del generador fotovoltaico, a las condiciones del resto de la instalación, principalmente las de la batería o para el seguimiento del PMP.

En la tercera unidad se estudian los inversores no autónomos, equipos electrónicos que permiten la conexión de la central fotovoltaica a la red eléctrica general, así como los inversores autónomos en el caso de una central no conectable a la red general o con una red propia sin más generadores a ella conectados. Finalmente y como conclusión de todo el conjunto se analizan los costes de esta energía, su impacto medioambiental y la situación actual de la tecnología de las plantas fotovoltaicas.

##### Unidad Didáctica I

- I.1 Aspectos básicos sobre explotación de recursos energéticos (CER, caps. 1 a 4)
- I.2 Célula solar (CER, cap. 6)
- I.3 Radiación solar y electricidad fotovoltaica (CER, caps. 5 y 6)
- I.4 Diseño de sistemas fotovoltaicos (CER, cap. 6)
- I.5 Convertidores electrónicos (EP, cap. 20)

##### Unidad Didáctica II

- II.1 Baterías (EP, cap. 8)
- II.2 Equipos cargadores de baterías (EP, cap. 20)
- II.3 Convertidores CC/CC (EP, cap. 10)

##### Unidad Didáctica III

- III.1 Inversores no autónomos (EP, cap. 13)
- III.2 Inversores autónomos (EP, caps. 15 y 16)
- III.3 Costes, impacto y estado actual de la tecnología (CER, cap. 6)

#### 6.EQUIPO DOCENTE



- [FERNANDO YEVES GUTIERREZ](#)
- [MANUEL ALONSO CASTRO GIL](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La asignatura Sistemas Fotovoltaicos tiene las siguientes características generales:

- Es una asignatura "a distancia" según modelo metodológico implantado en la UNED. Al efecto se dispondrá de los recursos incorporados al Curso virtual de la asignatura al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e.
- En general, el trabajo autónomo es una parte muy importante de la metodología "a distancia" por lo que es aconsejable que cada estudiante establezca su propio ritmo de estudio de manera que pueda abordar el curso de forma continuada y regular.
- La asignatura es de carácter teórico pero con directa aplicación práctica, por lo que los planteamientos teóricos irán seguidos de las correspondientes aplicaciones en forma de ejercicios y problemas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el alumno debe abordar el estudio de la asignatura comenzando por una lectura detenida de la Guía de Estudio y el progresivo estudio de cada uno de los capítulos de los textos base. En ellos encontrará los objetivos que se persiguen en cada tema, ejemplos resueltos a lo largo de la exposición de la teoría y una colección de ejercicios propuestos al final del capítulo. Es muy importante que se ejercite en la resolución de problemas y que realice las actividades propuestas, en particular, la colección de los problemas sugeridos para cada tema o el conjunto de ejercicios evaluables que constituyen las pruebas de evaluación a distancia.

## 8.EVALUACIÓN

Para el seguimiento y evaluación del estudiante se utilizan las siguientes herramientas:

### a) Evaluación continua

La evaluación continua supone un aspecto muy importante dentro de un proceso general de aprendizaje de EEES y en particular es una herramienta fundamental para fomentar el autoaprendizaje. En esta asignatura, se pone a disposición de los estudiantes un proceso de evaluación continua basado en la resolución de cuestiones y problemas similares a los que encontrará en la Prueba Presencial. Esta colección de problemas constituyen las denominadas Pruebas de Evaluación a Distancia. Su carácter es voluntario y su fin es incentivar, temporizar y facilitar el estudio de la asignatura. Estas pruebas se realizarán a lo largo del cuatrimestre, con la supervisión del tutor y del Equipo Docente.

### b) Prueba presencial

Existen dos convocatorias de examen presencial, en junio y en septiembre, según el calendario oficial de pruebas presenciales publicado por la UNED. La prueba presencial consta de 4 cuestiones de tipo teórico-práctico y todas ellas con la misma puntuación de 2,5 puntos. La prueba tiene una duración de dos horas y el estudiante no podrá utilizar ningún tipo de material para su realización, permitiéndose únicamente el uso de calculadora no programable. En caso de que el estudiante esté en desacuerdo con la nota obtenida, deberá contactar por correo electrónico para solicitar la revisión del examen, conforme al proceso establecido por la UNED, que se hará de forma particular para cada caso.

### d) Criterios de Evaluación

Para aprobar la asignatura será imprescindible aprobar la prueba presencial. En la nota final de la asignatura se tendrán en cuenta la superación de la prueba de evaluación a distancia, el informe del tutor y la nota obtenida en la prueba presencial.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788483226001

Título: CENTRALES DE ENERGÍAS RENOVABLES: GENERACIÓN ELÉCTRICA CON ENERGÍAS RENOVABLES (2ª)

Autor/es: Carta, J. A. ;

Editorial: PEARSON-UNED

Buscarlo en Editorial UNED



Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

ISBN(13): 9788497323970

Título: ELECTRÓNICA DE POTENCIA. COMPONENTES, TOPOLOGÍAS Y EQUIPOS (1ª)

Autor/es: Gualda Gil, Juan Andrés ; Martínez García, Salvador ;

Editorial: THOMSON PARANINFO,S.A.

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

#### Comentarios y anexos:

El primer texto, Centrales de Energía Renovables, realizado en parte por profesores de esta ETSI Industriales, analiza el sistema energético dividiéndolo en dos grandes bloques temáticos. En el primero de ellos se abordan aspectos básicos generales sobre: la energía, los recursos energéticos, las tecnologías para explotación de la energía, así como los aspectos económicos y medioambientales del uso de la energía. En el segundo se diseccionan cada una de de las fuentes de energía renovables conocidas en la actualidad: energía solar térmica, energía solar fotovoltaica, energía eólica, energía hidráulica, energía de la biomasa, energía geotérmica, energía de las olas y energía de las mareas.

En el segundo texto se presenta un campo de la tecnología electrónica de alto grado de complejidad, el de la Electrónica de Potencia. En este libro se presta atención no solo a la descripción de los numerosos equipos y aplicaciones, sino también a la sistematización de las topologías y a la comparación mediante tablas de sus ventajas e inconvenientes. Asimismo, se atiende a los circuitos de protección y control, ya que de ellos depende la fiabilidad y la adecuación de las funciones a la aplicación. Se describe un amplio número de aplicaciones de la Electrónica de Potencia con una profundidad acorde a una obra general como ésta y se aporta a lo largo de ella una notable documentación fotográfica, de circuitos y de detalles prácticos. Se incorporan además referencias de libros de libros, artículos y páginas web y problemas resueltos pormenorizados que facilitan el estudio y la reflexión autónoma sobre los temas principales.

## 10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780849317934

Título: PHOTOVOLTAIC SYSTEMS ENGINEERING (2ª)

Autor/es: Messenger, R.A. ;

Editorial: CRC Press

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



ISBN(13): 9788495693310

Título: ELECTRICIDAD SOLAR FOTOVOLTAICA, VOL. II: RADIACIÓN SOLAR Y DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS (1ª)

Autor/es: Lorenzo Pigueiras, Eduardo ;

Editorial: PROMOTORA GENERAL DE ESTUDIOS, S.A. (PROGENSA)

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## Comentarios y anexos:

El primer libro, escrito por un catedrático de la ETSI de Telecomunicación de Madrid, es un libro de nivel avanzado destinado a todos aquellos ingenieros o estudiantes de ingeniería que deseen profundizar en los aspectos fundamentales que rigen el comportamiento de la radiación solar y los generadores solares, aclarando conceptos que no son siempre perfectamente comprendidos por los ingenieros y proyectistas de plantas fotovoltaicas.

El segundo libro, ya en su 2ª edición, ofrece unas amplias bases prácticas de ingeniería para el diseño de sistemas fotovoltaicos. Expone de forma clara y rápida todos los componentes de un sistema fotovoltaico para luego profundizar, desde todos los aspectos posibles (mecánico, eléctrico, electrónico, económico,...), en cada uno de ellos.

## 11.RECURSOS DE APOYO

Como materiales adicionales para el estudio de la asignatura se ofrece en el curso virtual:

- Esta guía de estudio y la guía didáctica de la asignatura.
- Pruebas de evaluación a distancia.
- Enunciados y soluciones de ejercicios teórico-prácticos que el alumno puede usar como ejercicios de autoevaluación, incluyendo exámenes resueltos de anteriores convocatorias.
- Lista de preguntas frecuentes, que recogen dudas de años anteriores.

## 12.TUTORIZACIÓN

La enseñanza a distancia utilizada para el seguimiento de esta asignatura, que garantiza la ayuda al alumno, dispone de los siguientes niveles de tutorización:

1. Tutores en los centros asociados. Los tutores serán los encargados del seguimiento y control de las pruebas que constituyen la evaluación continua del alumno.
2. Tutorías presenciales o virtuales en el centro asociado correspondiente.
3. Entorno Virtual. A través de la plataforma ALF el equipo docente de la asignatura pondrá a disposición de los alumnos diverso material de apoyo en el estudio así como el enunciado de las pruebas de evaluación a distancia. Dispone además de foros donde los alumnos podrán plantear sus dudas para que sean respondidas por los tutores o por el propio equipo docente. Es el soporte fundamental de la asignatura, y supone la principal herramienta de comunicación entre el equipo docente, los tutores y los alumnos, así como de los alumnos entre sí.
4. Guardia de la asignatura. Existe un horario de atención de consultas, tanto para los profesores tutores como para los alumnos, por parte de los profesores del equipo docente de la sede central, y exclusivamente para resolver situaciones especiales. El horario de atención telefónica será los lunes por la tarde de 13:00 a 17:00 horas en el teléfono 91 398 64 75. También se atenderán ese tipo de consultas enviadas por correo electrónico a [fyeves@ieec.uned.es](mailto:fyeves@ieec.uned.es), debiendo hacer constar claramente el nombre y código de la asignatura.

