

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos
Titulación	09AM - Master Universitario en Energía Solar Fotovoltaica
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
Semestre/s de impartición	Segundo semestre
Carácter	Obligatoria
Código UPM	93000655
Nombre en inglés	Pv system engineering

Datos Generales

Créditos	4	Curso	1
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Energía Solar Fotovoltaica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Energía Solar Fotovoltaica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimientos básicos de electricidad: ley de Ohm, leyes de Kirchoff

Competencias

CE 1 - Comprender, analizar y juzgar la relevancia de cualquier contribución en este campo, en relación con su entorno social, energético y científico-técnico.

CE 5 - Diseño, análisis, caracterización, planificación e instalación de componentes y sistemas fotovoltaicos de propósito general, autónomos o conectados a la red.

CG 2 - Liderazgo de equipos: realizar trabajos en equipo (como los de algunas de las actividades de evaluación de las asignaturas), integrarse en un grupo de investigación participando activamente en sus reuniones, colaborando con iniciativa propia en trabajos o proyectos de I+D+i; interaccionar con efectividad con los miembros del equipo de trabajo multidisciplinar

CG 5 - Gestión de la información: buscar y gestionar recursos bibliográficos adecuados con eficiencia, aprender a continuar los estudios de manera ampliamente autónoma como base para la futura actividad de investigación e innovación

CO 2 - Analizar, diseñar e implementar sistemas fotovoltaicos de complejidad media-alta

CO 3 - Diseñar y construir un prototipo funcional de un sistema fotovoltaico pasando por todas las fases del proceso dentro de un esquema de trabajo en equipo

CO 4 - Aplicar los servicios y herramientas disponibles en el mercado al diseño de sistemas fotovoltaicos

Resultados de Aprendizaje

RA1 - ? Conocer como se realiza un proyecto de ingeniería de sistemas fotovoltaicos

RA2 - ? Formación general sobre las aplicaciones, el uso práctico de los sistemas fotovoltaicos y una perspectiva sobre la tecnología fotovoltaica.

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Egido Aguilera, Miguel Angel (Coordinador/a)	203	miguel.egido@upm.es	L - 15:00 - 16:00 X - 15:00 - 16:00 J - 15:00 - 16:00
Caamaño Martin, Maria Estefania	204	estefania.cmartin@upm.es	M - 10:00 - 11:00

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Solórzano Del Moral, Jorge	jorge.solorzano@ies-def.upm.es	Instituto de Energía Solar

Descripción de la Asignatura

Principios fundamentales de la ingeniería de los sistemas fotovoltaicos. Se describen todos los elementos que componen un generador fotovoltaico, tanto autónomo como conectado a la Red Eléctrica, así como las aplicaciones más extendidas. Se describen las herramientas para el diseño de instalaciones fotovoltaicas. Como la asignatura es común para todos los alumnos del máster se pretende dotar a los alumnos de un conocimiento general sobre las aplicaciones, el uso práctico de los sistemas fotovoltaicos y una perspectiva sobre la tecnología fotovoltaica.

El enfoque metodológico está orientado a la realización de un proyecto de ingeniería de sistemas fotovoltaicos, que es el principal procedimiento para verificar los conocimientos adquiridos. La dinámica de la clase está basada, fundamentalmente, en la conferencia magistral, apoyada en medios audiovisuales. A lo largo del curso se propondrán ejercicios que ayuden a la comprensión de los diferentes elementos que integran una instalación fotovoltaica y de la interacción entre ellos. Se realizarán dos talleres prácticos centrados en los aspectos fundamentales de la asignatura: diseño de una asociación de módulos y estimación de la irradiación solar.

Temario

1. INTRODUCCIÓN: Presentación de la asignatura. Introducción a los sistemas fotovoltaicos: Tecnología, mercado, industria
2. RADIACIÓN SOLAR Movimiento sol-tierra. Componentes de la radiación. Fuentes de datos. Cálculo de la radiación sobre superficies inclinadas y arbitrariamente orientadas. Efecto de la orientación.
3. MÓDULO FOTOVOLTAICO: Asociación de células. Características eléctricas y físicas. Temperatura y radiación. Conexión de módulos. Dispersión de parámetros. Comportamiento con irradiancia no uniforme
4. ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO: instalaciones fotovoltaicas con almacenamiento. Tecnologías. Baterías de plomo-ácido. Baterías de litio
5. ELEMENTOS DE CONTROL Y GESTIÓN: Controlador de carga de baterías, Acondicionamiento de potencia: Convertidores DC/DC, convertidores DC/AC.
6. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS: Topologías. Características de la electrificación rural con sistemas fotovoltaicos. Sistemas domésticos. Bombeo. Sistemas Híbridos. Dimensionado. Fiabilidad.
7. SISTEMAS HÍBRIDOS: Tipología. Introducción a la generación eólica e hidráulica. Generadores Diesel. Diseño. Software HOMER.
8. GENERADORES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA. Parámetros de mérito. Tipos de módulos. Conceptos de diseño. Funcionalidad eléctrica y arquitectónica de módulos fotovoltaicos. Estudio de casos.
9. SEGURIDAD. Descripción de los riesgos: Personas, Equipos, Red. Metodología. Diseño de cableado y protecciones

Cronograma

Horas totales: 44 horas y 15 minutos

Horas presenciales: 33 horas y 15 minutos (32%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p>Introducción a los sistemas fotovoltaicos Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Mecánica del movimiento sol-tierra Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p>Herramientas para el cálculo de la Radiación solar Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios de cálculo de la Radiación solar Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p>Cálculo de la irradiación incidente en una superficie determinada Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 3	<p>Módulo fotovoltaico Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Análisis del efecto del punto caliente en un módulo Duración: 03:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 4	<p>Almacenamiento eléctrico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Módulo fotovoltaico Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 5	<p>Elementos del sistema Fotovoltaico Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 6	<p>Sistemas fotovoltaicos autónomos. Dimensionado Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 7	<p>Generadores fotovoltaicos conectados a la red</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Diseño de un generador fotovoltaico de conexión a red</p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p> <p>Análisis sobre: a) baterías OPZs, OPZv y Li-Ion; b) Conexión serie-paralelo de baterías; c) estrategias de seguimiento; d) Generación distribuida - plantas fotovoltaicas; y e) Topologías de inversores</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 8	<p>Sistemas híbridos</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p>Diseño de sistemas híbridos con HOMER</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 10	<p>Seguridad en instalaciones fotovoltaicas</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11	<p>Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>

Semana 12				<p>Trabajo final de Diseño de un Sistema Híbrido autónomo</p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p> <p>Presentación del trabajo final</p> <p>Duración: 00:15</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p>Trabajo final</p> <p>Duración: 10:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p> <p>Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 13				
Semana 14				
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Cálculo de la irradiación incidente en una superficie determinada	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	3%		CE 5
3	Análisis del efecto del punto caliente en un módulo	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	2%		CO 2
7	Diseño de un generador fotovoltaico de conexión a red	04:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	5%		CO 3, CG 2, CG 5, CE 5
7	Análisis sobre: a) baterías OPZs, OPZv y Li-Ion; b) Conexión serie-paralelo de baterías; c) estrategias de seguimiento; d) Generación distribuida - plantas fotovoltaicas; y e) Topologías de inversores	01:00	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%		CG 2, CG 5, CE 1
11	Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura	01:00	Evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	35%	4 / 10	CE 1, CO 2
12	Trabajo final de Diseño de un Sistema Híbrido autónomo	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	45%	4 / 10	CO 3, CG 2, CG 5, CE 5, CO 4, CO 2
12	Presentación del trabajo final	00:15	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%	4 / 10	CG 2, CG 5
12	Trabajo final	10:00	Evaluación sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	60%	4 / 10	CO 3, CG 5, CE 1, CE 5, CO 4, CO 2
12	Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura	01:00	Evaluación sólo prueba final	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	40%	4 / 10	

Criterios de Evaluación

La calificación del trabajo final se realiza atendiendo a los siguientes criterios.

- Viabilidad de la instalación energética.
- Adecuación de los cálculos y estimaciones.
- Resolución completa de todas las condiciones impuestas en el enunciado.

La entrega de todos los trabajos para la evaluación continua tiene que realizarse antes del 22 de febrero. En caso contrario el alumno tendrá que pasar al procedimiento de evaluación final.

La entrega del Trabajo final hay que realizarla antes del 29 de febrero a las 14 horas. Aquellos alumnos que no entreguen en la fecha indicada se considerará que no se han presentado.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	Alojamiento de las presentaciones para las clases magistrales. Apuntes: Radiación Solar, Módulo Fotovoltaico, Baterías y Controladores de carga. Applet funcionamiento de la célula solar Applet para cálculos de irradiación
Applied Photovoltaics. S.R. Wenham, M.A. Green, M.E. Watt, R. Corkish. Ed. Earthscan, 2007	Bibliografía	
Planning and Installing Photovoltaic Systems: A Guide for Installers, Architects and Engineers. Earthscan, 2007	Bibliografía	