

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Sistemas conectados a la red eléctrica

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Sistemas conectados a la red eléctrica
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	Optativa
Código UPM	93000661
Nombre en inglés	Grid connected power plants. technical and legal normative

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

Conocimiento de los sistemas eléctricos en general: corriente DC y AC, sistemas de distribución monofásicos y trifásicos, regulación de frecuencia y tensión, seguridad eléctrica: choque eléctrico y medidas de protección.

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 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

CG 9 - Comunicar juicios, y conocimientos a audiencias especializadas y no especializadas, de una manera razonada, clara y sin ambigüedades

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

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

Resultados de Aprendizaje

RA89 - Conocer las herramientas específicas de ingeniería para diseñar y evaluar sistemas fotovoltaicos

RA91 - Conocimiento de los principios básicos de generación, transporte y distribución de electricidad

RA53 - Conocer los componentes de los sistemas fotovoltaicos

RA47 - Aprender a argumentar convincentemente

RA48 - Aplicar los servicios y herramientas disponibles en el mercado al diseño de sistemas fotovoltaicos

RA90 - Capacidad de análisis de curvas I-V de módulos y sistemas fotovoltaicos

RA60 - Conocer las herramientas necesarias para el diseño, análisis y evaluación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica

RA21 - Aplicar los conocimientos adquiridos en Ingeniería eléctrica de los sistemas fotovoltaicos

RA3 - Conocer las herramientas de simulación más utilizadas para células y sistemas fotovoltaicos

RA29 - Conocimiento de los principios básicos de generación, transporte y distribución de la energía solar fotovoltaica.

RA30 - Conocimiento de las medidas de seguridad en centrales fotovoltaicas

RA31 - Conocimiento de las particularidades de la ESF en la red.

RA32 - Capacidad para analizar y medir las curvas i-v de células solares.

RA50 - Formación general sobre las aplicaciones, el uso práctico de los sistemas fotovoltaicos y una perspectiva sobre la tecnología fotovoltaica.

RA51 - Aprender a caracterizar sistemas fotovoltaicos

RA52 - Conocer los aspectos prácticos de la instalación

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Lorenzo Pigueiras, Antonio-p.eduardo (Coordinador/a)	Sede Campus Sur	antonio.lorenzo@upm.es	V - 15:30 - 17:00

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

Descripción de la Asignatura

Los sistemas conectados a la red representan más del 90% del mercado mundial actual (que en 2015 superó los 50 GW). De ellos, algo más de la mitad son centrales multimegavatio conectadas a las redes de transmisión de electricidad en Alta Tensión. El resto son sistemas relativamente pequeños, en la escala de los kW, conectados a las redes de distribución de Media y Baja Tensión.

Los sistemas fotovoltaicos deben proporcionar la energía que se espera de ellos (lo que obliga a conocer, por un lado, los métodos de estimación de la producción, y, por otro lado, los métodos de caracterización). Su tiempo de vida debe ser superior a 20 años (lo que obliga a conocer los mecanismos de envejecimiento normal, y las anomalías capaces de acelerarlo). Y deben respetar las normativas que regulan el funcionamiento del sistema eléctrico particular al que están conectados (protecciones, márgenes de frecuencia y tensión, regulación de potencia activa y reactiva)

La asignatura pretende acercar a los alumnos a la realidad de estos sistemas fotovoltaicos a provechando la experiencia y disponibilidad de medios derivada de los servicios de consultoría y ensayo que el Grupo de Sistemas Fotovoltaicos del Instituto de Energía Solar viene prestando a las empresas del sector. Además de conocer de cerca los problemas que enfrenta la ingeniería práctica de los sistemas fotovoltaicos, esta actividad le permite disponer de instalaciones monofásicas y trifásicas que operan normalmente pero que están preparadas para su utilización docente; amplia colección de módulos fotovoltaicos representativos de la oferta actual del mercado; equipamientos de ensayo de módulos fotovoltaicos (trazadores de curvas, técnicas de observación mediante imágenes infrarrojas y de electroluminiscencia), etc. El grueso de este equipamiento está situado en la sede del Instituto en el Campus Sur de la UPM (sito en Vallecas) por lo que es en este campus donde se imparten la mayoría de las clases, ya que un objetivo primordial de esta asignatura es acercar a los alumnos a la realidad del mercado, para lo que las clases incluyen el ingrediente de visitas y prácticas frecuentes a estos equipamientos.

..

Temario

1. El módulo fotovoltaico: constitución y manejo de módulos comerciales.
2. Seguridad eléctrica y sus implicaciones en el diseño de generadores fotovoltaicos
3. El inversor fotovoltaico: constitución y manejo de inversores comerciales
4. Regulación de los sistemas eléctricos y sus implicaciones en el diseño de sistemas fotovoltaicos
5. Caracterización y evaluación de sistemas fotovoltaicos

Cronograma

Horas totales: 45 horas

Horas presenciales: 45 horas (43.3%)

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>Presentación de la asignatura y de los equipamientos experimentales que se utilizarán a lo largo del curso</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Visita a los sistemas conectados a la red de las sedes del IES</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Ejercicio tipo test sobre generalidades de los sistemas fotovoltaicos y de los sistemas eléctricos que el alumno debe conocer para asimilar esta asignatura</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 2	<p>Constitución y comportamiento a la intemperie de los módulos fotovoltaicos</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Diagnóstico del estado de salud de módulos fotovoltaicos con diferentes periodos de exposición al Sol</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 3	<p>Manejo ingenierail de módulos fotovoltaicos, utilizando la información que proporcionan sus fabricantes</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Medidas de corriente y tensión de módulos fotovoltaicos a Sol real</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Ejercicios sobre el comportamiento de los módulos fotovoltaicos en diferentes condiciones de iluminación y temperatura</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 4	<p>Seguridad eléctrica: choque eléctrico y medidas de protección</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p>Configuraciones eléctricas de generadores fotovoltaicos: flotantes y puestas a tierra</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Medida de tensiones de operación y corrientes de fuga en varios generadores fotovoltaicos</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 6			<p>Ejercicios de cálculo de corrientes de fuga y resistencia de aislamiento de generadores fotovoltaicos. Relación con la norma IEC 61215</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 7		<p>Funcionamiento de inversores fotovoltaicos: observación de formas de onda y métodos de vigilancia de aislamiento</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

Semana 8				<p>Presentación del diseño de un generador fotovoltaico concreto</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 9	<p>Regulación de los sistemas eléctricos: protecciones, control de frecuencia y tensión, huecos de tensión</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 10	<p>Constitución de centrales fotovoltaicas de gran porte</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11		<p>Estudio experimental de un sistema trifásico conectado a la red</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
Semana 12				<p>Presentación del diseño de un sistema fotovoltaico completo</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 13				
Semana 14				<p>Examen final sobre la totalidad de la materia impartida</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
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
8	Presentación del diseño de un generador fotovoltaico concreto	02:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	50%	5 / 10	CE 1
12	Presentación del diseño de un sistema fotovoltaico completo	02:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	50%	5 / 10	CE 5, CG 5, CG 9
14	Examen final sobre la totalidad de la materia impartida	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CE 5

Criterios de Evaluación

En las presentaciones se atenderá, a partes iguales, a la corrección técnica de los diseños presentados y a la claridad de la presentación (material gráfico, unidades, orden de la exposición, etc.)

El examen final se compondrá de dos partes. Una primera, tipo test y sobre asuntos muy básicos, que deberá ser aprobada necesariamente para poder presentarse a la segunda parte. La segunda parte consiste en la resolución de algunos problemas sobre generadores y sistemas fotovoltaicos. El peso de estas partes en la nota del examen final será de 20 y 80, respectivamente.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Sistemas conectados a la red en la sede del Instituto en el Camus Sur de la UPM	Equipamiento	Dos sistemas monofásicos de 5 kW cada uno. Un sistema trifásico de 20 kW.
Trazadores de curvas I-V	Equipamiento	Trazadores de curvas I-V sencillos y dobles
Ingeniería fotovoltaica	Bibliografía	Libro de la colección "Electricidad Solar Fotovoltaica" de Progensa y cuyo autor es Eduardo Lorenzo
Documentación técnica de módulos e inversores fotovoltaicos	Recursos web	Catálogos de módulos e inversores fotovoltaicos de diferentes fabricantes

Otra Información

Esta asignatura se complementa particularmente bien con la denominada "Laboratorio de simulación de células y sistemas fotovoltaicos". En concreto, tanto el generador como el sistema fotovoltaico referidos en los ejercicios de presentación pueden ser los mismos en ambas asignaturas.