

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Energía solar fotovoltaica

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Energía solar fotovoltaica
<b>Titulación</b>	09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Tercer semestre
<b>Módulos</b>	Intensificación-investigación en telecomunicación
<b>Materias</b>	Electrónica II
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	93000837
<b>Nombre en inglés</b>	Photovoltaic solar energy

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación 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

Aunque esta asignatura no requiere de asignaturas previas específicas, si necesita conocimientos básicos comunes a cualquier ingeniería: nociones de física y química, elementos básicos de circuitos: ley de ohm, dispositivos pasivos, leyes de kircho

## Competencias

---

CE15 - Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

CE16 - Capacidad para la elaboración, dirección, coordinación, y gestión técnica y económica de proyectos sobre: sistemas, redes, infraestructuras y servicios de telecomunicación, incluyendo la supervisión y coordinación de los proyectos parciales de su obra aneja; infraestructuras comunes de telecomunicación en edificios o núcleos residenciales, incluyendo los proyectos sobre hogar digital; infraestructuras de telecomunicación en transporte y medio ambiente; con sus correspondientes instalaciones de suministro de energía y evaluación de las emisiones electromagnéticas y compatibilidad electromagnética.

CG1 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CG3 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG4 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG5 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CT2 - Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinares.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA135 - Conocer y dominar herramientas para la resolución de problemas fundamentales de optimización.

RA130 - Capacidad de entender y seleccionar las diferentes alternativas de suministro de energía

RA166 - Analizar, diseñar e implementar sistemas fotovoltaicos de media a alta complejidad

RA167 - Diseño y construcción de un prototipo funcional de un sistema fotovoltaico a través todas las etapas del proceso dentro de un trabajo en equipo

RA168 - Aplicar los servicios y herramientas disponibles en el mercado al diseño de sistemas fotovoltaicos

RA165 - Diseño, análisis, caracterización, planificación e instalación de sistemas fotovoltaicos: independientes o conectados a la red eléctrica



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación  
**PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Egido Aguilera, Miguel Angel (Coordinador/a)	203	miguel.egido@upm.es	M - 10:00 - 12:00 J - 10:00 - 12:00 V - 09:00 - 11:00
Caamaño Martin, Maria Estefania	204	estefania.cmartin@upm.es	X - 12:00 - 13:00

**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

---

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. ENERGÍA. Sistema energético actual. Consecuencias: Efecto invernadero, lluvia ácida, deforestación, tensiones sociales. Nociones sobre las diferentes energías renovables.
3. 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. Sombreados: Centrales, autónomos, edificios.
4. MÓDULO FOTOVOLTAICO: Célula Solar: Funcionamiento eléctrico básico. Características físicas. Temperatura y radiación. Módulo Fotovoltaico. Características eléctricas y físicas. Conexión de módulos.
5. SISTEMA FOTOVOLTAICO: Elementos que integran un generador fotovoltaico: Almacenamiento, Controlador de carga, 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. 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.
8. SEGURIDAD. Descripción de los riesgos: Personas, Equipos, Red. Metodología. Diseño de cableado y protecciones

## Cronograma

**Horas totales:** 56 horas y 15 minutos

**Horas presenciales:** 45 horas y 15 minutos (29%)

**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><b>Introducción a los sistemas fotovoltaicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Mecánica del movimiento sol-tierra</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p><b>Herramientas para el cálculo de la Radiación solar</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios Radiación solar</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Cálculo de la irradiación incidente en una superficie determinada</b> Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 3	<p><b>Módulo fotovoltaico</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Módulo fotovoltaico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 4	<p><b>Sistema Fotovoltaico</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistema fotovoltaico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Módulo fotovoltaico</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Análisis del efecto del punto caliente en un módulo</b> Duración: 03:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p>
Semana 5	<p><b>Elementos del sistema Fotovoltaico</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 6	<p><b>Topologías de sistemas fotovoltaicos autónomos. Dimensionado</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 7	<p><b>Generadores fotovoltaicos conectados a la red</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Diseño de sistemas conectados a la red</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Diseño de un generador fotovoltaico de conexión a red</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 8	<p><b>Seguridad en instalaciones fotovoltaicas</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 9				<p><b>Trabajo final de Diseño de un Sistema Híbrido autónomo</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad no presencial</p> <p><b>Presentación del trabajo final</b></p> <p>Duración: 00:15</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Energía: Generalidades</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 11	<p><b>Otras energías renovables</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 12				<p><b>Prueba mediante test sobre conocimientos básicos de la asignatura</b></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%		CG2, CT5, CG4
4	Análisis del efecto del punto caliente en un módulo	03:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	2%		CE15, CT4, CG4, CG2, CT5
7	Diseño de un generador fotovoltaico de conexión a red	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	5%		CT4, CG1, CG2, CT6
8	Prueba, mediante test, sobre conocimientos básicos de la asignatura	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CG1, CG3, CG2, CT6, CT5
9	Trabajo final de Diseño de un Sistema Híbrido autónomo	00:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	45%	4 / 10	CE15, CT2, CG1, CG3, CG4, CT3, CG2, CT6, CT7, CT5
9	Presentación del trabajo final	00:15	Evaluación continua y sólo prueba final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%	4 / 10	CT4, CG4
12	Prueba mediante test sobre conocimientos básicos de la asignatura	01:00	Evaluación sólo prueba final	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	50%	4 / 10	CT2, CG1, CG4, CT3, CG2, CT6, CT7, CT5

## 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.

## 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	
Energías. Vaclav Smil. Ed. Crítica, 2001.	Bibliografía	

## Otra Información

---

La metodología aplicada en esta signatura es la de aprendizaje dasado en proyectos.