

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

**ASIGNATURA**

Ingeniería eléctrica de los sistemas fotovoltaicos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

BORRADOR

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Ingeniería eléctrica de los sistemas fotovoltaicos
<b>Titulación</b>	09AM - Master Universitario en Energía Solar Fotovoltaica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Primer semestre
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	93000656
<b>Nombre en inglés</b>	Electrical engineering

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	4	<b>Curso</b>	1
<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 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 de física general y circuitos eléctricos

## 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 1 - Uso de la lengua inglesa: comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa; redactar en inglés informes y artículos científico-técnicos usando herramientas informáticas; realizar exposiciones públicas en inglés de trabajos, resultados y conclusiones de investigación, por ejemplo, en las asignaturas del Máster o en congresos de carácter mayoritariamente internacional o en estancias en centros extranjeros, todo ello con la ayuda de medios informáticos audiovisuales

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 8 - Aplicar metodologías, procedimientos, herramientas y normas del estado del arte para la creación de nuevos componentes tecnológicos; Construir nuevas hipótesis y modelos, evaluarlos y aplicarlos a la resolución de problemas

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

## Resultados de Aprendizaje

---

RA30 - Conocimiento de las medidas de seguridad en centrales fotovoltaicas

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

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Sanchez Urdiain, Carolina	A-215	carolina.sanchez@upm.es	M - 10:30 - 12:30
Fraile Ardanuy, Jose Jesus (Coordinador/a)	A-209	jesus.fraile.ardanuy@upm.es	M - 12:00 - 13:00 J - 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.

BORRADOR

## Descripción de la Asignatura

---

El objetivo de esta asignatura consiste en proporcionar a los alumnos unos fundamentos básicos sobre la ingeniería eléctrica: desde la generación, transporte, distribución hasta su consumo final.

Para ello se estudiarán, en primer lugar, las herramientas básicas del análisis de circuitos de corriente alterna trifásica y se describirán los sistemas de aparcamiento y protección, para poder dimensionar y diseñar las instalaciones fotovoltaicas. Se describirá también cómo funciona el sistema eléctrico de potencia a los que se conectarán las plantas fotovoltaicas.

Posteriormente, se presentarán los conceptos fundamentales de las máquinas eléctricas: transformadores, motores asíncronos y alternadores.

Por último, se realizará una introducción a la electrónica de potencia, presentando los dispositivos más utilizados en los distintos tipos de convertidores: ac-dc, dc-dc y dc-ac, haciendo un especial énfasis en los inversores tanto para aplicaciones aisladas como conectadas a red.

## Temario

---

1. Energía Eléctrica. Generalidades
2. Sistemas trifásicos. Generación, transporte y distribución desde las plantas FV
3. Sistemas eléctricos. Protecciones de las instalaciones FV y de la red eléctrica convencional
4. Estudio de los principales equipos en instalaciones FV: el transformador y otras máquinas eléctricas
5. Electrónica de potencia. Fundamentos y principios básicos.
6. Convertidores ac-dc, dc-dc y dc-ac. El inversor FV. Métodos de control en aplicaciones aisladas y conectadas a red.

## Cronograma

**Horas totales:** 42 horas

**Horas presenciales:** 38 horas (36.5%)

**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	<b>Introducción. Sistema eléctrico de potencia</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Circuitos de C.A. trifásica</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega y exposición trabajo sistema eléctrico de potencia</b> Duración: 00:30 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 3	<b>Resolución de problemas circuitos trifásicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica de circuitos monofásicos y trifásicos. Medida de potencia y corrección del factor de potencia</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Estudio práctica de circuitos</b> Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 4	<b>Introducción a las instalaciones eléctricas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Ejercicio Circuitos de corriente alterna trifásica</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 5	<b>Aspectos generales de las máquinas eléctricas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega trabajo instalaciones eléctricas</b> Duración: 01:00 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 6	<b>Máquinas eléctricas: Transformadores</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	<b>Resolución de problemas de transformadores</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica transformadores</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Estudio de la práctica del transformador</b> Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 8	<b>Máquinas eléctricas: máquina asíncrona</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica de máquina asíncrona</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Estudio de la práctica de máquina asíncrona</b> Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial

Semana 9	<p><b>Máquinas eléctricas: máquina asíncrona</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicio de transformadores</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p><b>Resolución de problemas de máquinas asíncronas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 11	<p><b>Máquinas eléctricas: Alternador</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicio máquina asíncrona</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 12	<p><b>Introducción a la Electrónica de potencia. Dispositivos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Electrónica de potencia. Rectificador</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>Electrónica de potencia. Inversor</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14				<p><b>Prácticas de Simulación PSIM</b> Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad no presencial</p> <p><b>Examen Electrónica de Potencia</b> Duración: 01:30 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen Final</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>

**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	Entrega y exposición trabajo sistema eléctrico de potencia	00:30	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	5%	5 / 10	CG 1, CG 5, CG 9
3	Estudio práctica de circuitos	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG 8, CG 9, CE 1, CE 5
4	Ejercicio Circuitos de corriente alterna trifásica	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	5 / 10	CG 8, CE 5
5	Entrega trabajo instalaciones eléctricas	01:00	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	5%	5 / 10	CG 5
7	Estudio de la práctica del transformador	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG 8, CE 1, CE 5
8	Estudio de la práctica de máquina asíncrona	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG 5, CG 9, CE 1
9	Ejercicio de transformadores	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	5 / 10	CG 8, CG 9, CE 1, CE 5
11	Ejercicio máquina asíncrona	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	10%	5 / 10	CG 8, CG 9, CE 1, CE 5
14	Prácticas de Simulación PSIM	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	10%	5 / 10	CG 8, CG 9, CE 1, CE 5
14	Examen Electrónica de Potencia	01:30	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	10%	5 / 10	CG 8, CG 9, CE 1, CE 5
17	Examen Final	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG 1, CG 5, CG 8, CG 9, CE 1, CE 5

## Criterios de Evaluación

Se ponderarán las distintas actividades desarrolladas por el alumno durante el curso, según el siguiente baremos:

1. 50% de la nota asociado a los exámenes, que son ejercicios de síntesis de los conocimientos adquiridos.
2. El restante 50 % de la nota final se asocian a los ejercicios planteados en clase, durante el desarrollo de la asignatura.



## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Circuitos Eléctricos	Bibliografía	Fraile Mora, J. Circuitos Eléctricos. 1ª ed., Ed. Pearson, 2012
Máquinas Eléctricas	Bibliografía	Fraile Mora, J. Máquinas Eléctricas. 6ª ed., Mc Graw Hill, 2008
Instalaciones eléctricas	Bibliografía	Fraile Mora, J. Introducción a las Instalaciones Eléctricas. 3ª ed., Servicio Publ. E. Caminos, 2002
Problemas circuitos	Bibliografía	Fraile Mora, J.; Problemas de Circuitos Eléctricos. Ed. Pearson, 2013
Problemas máquinas eléctricas	Bibliografía	Fraile Ardanuy, J.; Fraile Mora, J.; Problemas de Máquinas Eléctricas. 1ª ed., Mc Graw Hill, 2005
Laboratorio de máquinas eléctricas	Equipamiento	
Electrónica de potencia	Bibliografía	Martínez García, S. y Gualda Gil, J. A. Electrónica de Potencia. Thomson, 2006
Power Electronics	Bibliografía	Mohan, U.R. Power Electronics, John Wiley and Sons, 2003
PSIM	Recursos web	<a href="http://powersimtech.com/products/psim/">http://powersimtech.com/products/psim/</a>
MATLAB	Recursos web	<a href="https://es.mathworks.com/">https://es.mathworks.com/</a>
Red Eléctrica de España	Recursos web	<a href="http://www.ree.es/es/">http://www.ree.es/es/</a>