



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93001308 - Tecnología Eléctrica De Los Sistemas Fotovoltaicos

PLAN DE ESTUDIOS

09BP - Master Universitario En Energia Solar Fotovoltaica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93001308 - Tecnología Eléctrica de los Sistemas Fotovoltaicos
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09BP - Master Universitario en Energia Solar Fotovoltaica
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Daniel Fernandez Muñoz (Coordinador/a)	A-216	daniel.fernandezm@upm.es	Sin horario. Sin horarios. Contactar por email para concertar las tutorías.
Jose Jesus Fraile Ardanuy	A-215	jesus.fraile.ardanuy@upm.es	Sin horario. Sin horario. Contactar por email para concertar las tutorías

Benito Artaloytia Encinas	A-216	benito.artaloytia@upm.es	Sin horario. Sin horario. Contactar por email para concertar las tutorías
David Jimenez Bermejo	A-209	david.jimenezb@upm.es	Sin horario. Sin horario.Contactar por email para concertar las tutorías

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

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

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos de física general y circuitos eléctricos

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB10 - 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.

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - 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

CB9 - 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

CE1 - Comprender, analizar y juzgar la relevancia de cualquier contribución en este campo, en relación con su entorno social, energético y científico-técnico.

CE5 - Diseñar, análisis, caracterización, planificación e instalación de componentes y sistemas fotovoltaicos de propósito general, autónomos o conectados a la red.

CE7 - Analizar, diseñar e implementar sistemas fotovoltaicos de complejidad media-alta

CE9 - Aplicar los servicios y herramientas disponibles en el mercado al diseño de sistemas fotovoltaicos

CG5 - 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

CG7 - Trabajo en contextos internacionales: Llevar a cabo un proceso sustancial de investigación con seriedad e integridad académicas, integrado en un grupo de I+D+i con proyección internacional

CG8 - 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

CG9 - Comunicar juicios, y conocimientos a audiencias especializadas y no especializadas, de una manera razonada, clara y sin ambigüedades

CT4 - 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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA8 - RA3 ? RA53 ? Conocer los componentes de los sistemas fotovoltaicos

RA20 - RA46 - Adiestrar al alumno en el trabajo en equipo

RA21 - RA47 - Aprender a argumentar convincentemente

RA14 - RA4 - Capacidad para analizar los resultados

RA15 - RA5 - Relacionar los principios básicos con los aspectos prácticos

RA16 - RA27 - Capacidad crítica para analizar los diferentes modelos en términos de principios básicos de la física

RA26 - Conocer la definición y concepto de energía

RA41 - RA21 - Aplicar los conocimientos adquiridos en ingeniería eléctrica de los sistemas fotovoltaicos

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura consiste en proporcionar a los alumnos los conceptos clave de la ingeniería eléctrica que necesitarán para poder desarrollar los proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas, tanto a nivel de autoconsumo como a nivel de comunidades energéticas locales y grandes centrales fotovoltaicas. A lo largo del curso se realizarán prácticas de laboratorio que complementarán los conceptos aprendidos en el aula. Esquemáticamente, el temario incluye:

1. Introducción a los sistemas eléctricos de potencia
2. Distribución de energía eléctrica en baja tensión

3. Cálculo de sección de conductores.
4. Protecciones eléctricas
5. Modelado de generadores y transformadores. El sistema por unidad.
6. Parámetros de línea de transmisión
7. Flujo de potencia en sistemas eléctricos
8. Estabilidad del sistema eléctrico.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas eléctricos de potencia
2. Distribución de energía eléctrica en baja tensión
3. Cálculo de sección de los conductores
4. Protecciones eléctricas
5. Modelado de generadores y transformadores. Sistema por Unidad
6. Parámetros de línea de transmisión
7. Flujo de potencia en los sistemas eléctricos
8. Estabilidad del sistema eléctrico

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación de la asignatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Sistema eléctrico de potencia (I): Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Lectura de la bibliografía. Sistema Eléctrico de potencia y centrales de generación eléctrica Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
2	<p>Sistema eléctrico de potencia (II) Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Visita virtual al Centro de Control de Energías Renovables de Red Eléctrica de España (CECRE) Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Lectura de la bibliografía Instalaciones eléctricas Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
3	<p>Distribución en BT Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Cálculo de la sección de los conductores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Visita al Centro de Transformación de la Escuela Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Lectura de la bibliografía instalaciones eléctricas. Cálculo de la sección de los conductores Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Informe sobre CEGRE/CECOEL TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 04:00</p>
5	<p>Cálculo de la sección de los conductores (II) Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Programas de cálculo de sección de conductores Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Informe Visita CT TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
6	<p>Casos prácticos de cálculo de sección de conductores Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Introducción a las protecciones eléctricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Lectura de la bibliografía instalaciones eléctricas. Protecciones eléctricas Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Informe Identificación de CT en vivienda TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>

7	<p>Protecciones eléctricas Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Lectura de la bibliografía instalaciones eléctricas. Medida de tierras Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
8	<p>Cálculo de protecciones Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Práctica de verificación de instalaciones y protecciones eléctricas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p>Modelado de generadores y transformadores. Sistema por unidad Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Programación para cálculo de sistemas pu Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Informe Protecciones eléctricas y cálculo de secciones TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
10	<p>Parámetros de línea de transmisión Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Flujo de potencia en sistemas eléctricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad RETO Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
11	<p>Flujo de potencia en sistemas eléctricos (II) Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Estabilidad del sistema eléctrico Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Simulación de flujo de cargas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p>Estabilidad del sistema eléctrico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Actividad RETO - Presentación PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Actividad RETO - Informe TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p>

13	Visita instalaciones Iberdrola Duración: 04:00 VP: Viaje de prácticas			Informe simulación flujo de cargas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
14				
15				
16				
17				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30 Exposición oral PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:30

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Informe sobre CEGRE/CECOEL	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	04:00	10%	0 / 10	CB7 CB8 CG9
5	Informe Visita CT	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB6 CB7 CB8 CB10 CG9 CE1
6	Informe Identificación de CT en vivienda	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	0 / 10	CB7 CB8 CB10 CT4 CE9
9	Informe Protecciones eléctricas y cálculo de secciones	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	15%	0 / 10	CB6 CB9 CB10 CG8 CG9
12	Actividad RETO - Presentación	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	30%	0 / 10	CB7 CB9 CG5 CG8 CG9 CT4 CE1
12	Actividad RETO - Informe	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	20%	0 / 10	CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG7 CG9 CT4

13	Informe simulación flujo de cargas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CG5 CG7 CG8 CE1 CE5 CE7 CE9
----	------------------------------------	---	---------------	-------	-----	--------	---

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	75%	5 / 10	CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG5 CG7 CG8 CG9 CT4 CE1 CE5 CE7 CE9
17	Exposición oral	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	25%	5 / 10	CB6 CB8 CB9 CG9 CE1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CB6 CB7 CB8 CB9 CB10 CG5 CG7 CG8 CG9 CT4 CE1 CE5 CE7

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación Progresiva

La evaluación de la asignatura se realizará a través de los informes que deberán entregar los alumnos con el siguientes pesos:

1. Asistencia y participación activa en el aula **10%**
2. Resolución y entrega de informes individuales **40%**
3. Elaboración, entrega y presentación del trabajo de la ACTIVIDAD RETO **50%**

Evaluación Global

En el caso de estudiantes que se presenten únicamente a la evaluación final, para aprobar la asignatura deberán realizar un examen final que se comprenderá de una exposición oral y de un examen escrito. Esta evaluación proporcionará el 100% de la calificación.

Evaluación Extraordinario

Para el caso de aquellos estudiantes que se presenten únicamente a la evaluación final, tendrán que realizar un examen final para aprobar la asignatura. Esta evaluación proporcionará el 100% de la calificación.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Electrical Power Essentials (2nd edition)", Pieter Schavemaker et al. Wiley 2017	Bibliografía	
"Power System Analysis (3rd edition)", Hadi Saadat, PSA Publishing, 2017	Bibliografía	
"Electric Power Systems. A first course", Ned Mohan.	Bibliografía	
"Introducción a las Instalaciones Eléctricas. 3ª ed.", Jesús Fraile Mora, Servicio Publ. E. Caminos, 2002	Bibliografía	
"Sistemas de energía eléctrica", Fermín Barrero González. Editorial Paraninfo	Bibliografía	
Laboratorio de máquinas eléctricas	Equipamiento	
"Instalaciones eléctricas en baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje". Colmenar Santos, Antonio / Hernandez Martin, Juan Luís. 2008. Editorial RA-MA.	Bibliografía	
"Manual de Instalaciones Eléctricas". Diego Carmona Fernández (Universidad de Extremadura) . Editorial Abecedario. 2005.	Bibliografía	
"Instalaciones Eléctricas". A.J. Conejo, L.M. Arroyo, F. Milano y otros. Editorial McGrawHill. 2007	Bibliografía	

"Reglamento Eletrotecnico de Baja Tensión". Teoría y Cuestiones Resueltas. Ángel Lagunas Marqués. Editorial ThonsonParaninfo. 2004.	Bibliografía	
MATLAB	Recursos web	https://es.mathworks.com/
Red Eléctrica de España	Recursos web	http://www.ree.es/es/

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por la ONU, que se muestran a continuación. Además, la ACTIVIDAD RETO permitirá la colaboración durante la asignatura con Iberdrola, entidad externa a la UPM, que aportará su experiencia en el sector de las energías renovables.

3. Salud y Bienestar.

3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos, contaminación del aire, del agua y del suelo.

7. Energía asequible y no contaminante:

7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.

7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.

7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación para facilitar el acceso a la investigación y a las tecnologías limpias.

7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo.

11. Ciudades y comunidades sostenibles.

11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a transportes seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos, en particular mediante transporte público, y mejorar la seguridad vial.

11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales

12. Producción y consumo responsable

12.6 Alentar en especial las grandes empresas, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes.

13. Acción por el clima

13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales

17. Alianzas para lograr los objetivos