



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas
de Telecomunicación

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

595040042 - Ingeniería Fotovoltaica

PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	11
8. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	595040042 - Ingeniería Fotovoltaica
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
Centro responsable de la titulación	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Rita Hogan Teves De Almeida	A4202	rita.hogan@upm.es	Sin horario.
Laura Barrutia Poncela (Coordinador/a)	A3110	laura.barrutia@upm.es	Sin horario.
Luis Narvarte Fernandez	4218	luis.narvarte@upm.es	Sin horario.

Francisco Martinez Moreno	A4210	francisco.martinezm@upm.es	Sin horario.
Pablo Merodio Camara	A3109	pablo.merodio@upm.es	Sin horario.

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE EC03 - Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.

CE EC04 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CE EC05 - Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.

CE TEL12 - Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 09 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA482 - Comprender las diferentes funcionalidades de los elementos de un sistema fotovoltaico conectado a red

RA484 - Conocer la normativa relacionada con las instalaciones solares fotovoltaicas

RA477 - Comprender el efecto fotovoltaico y aplicar los conocimientos al funcionamiento de una célula solar

RA481 - Dimensionar un sistema fotovoltaico autónomo

RA478 - Comprender la curva característica de la célula y analizar la influencia de los diferentes parámetros que afectan a la curva característica

RA483 - Dimensionar un sistema fotovoltaico conectado a red y evaluar su producción

RA476 - Comprender la importancia de la energía solar fotovoltaica en el sistema energético actual

RA479 - Comprender y manejar la hoja característica del manual de un módulo fotovoltaico

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Ingeniería Fotovoltaica es una asignatura introductoria a la Energía Solar Fotovoltaica. Además de dar nociones básicas de radiación solar, el efecto fotovoltaico y el módulo fotovoltaico, se muestran las aplicaciones más importantes de los sistemas fotovoltaicos como son los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos y los Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red. Asimismo, se aprende a realizar dimensionados básicos de ambos tipos de instalaciones. También dispone de una parte práctica que ayuda a que el alumno adquiera los conocimientos propuestos en la asignatura.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción

1.1. La energía solar en el escenario energético actual

1.2. Normativa

2. La célula solar y el módulo fotovoltaico

2.1. El efecto fotovoltaico

2.2. Curva característica célula solar

2.3. El módulo fotovoltaico

3. Radiación solar

3.1. Energía y radiación solar

3.2. Radiación solar en la Tierra

3.3. Evaluación de la radiación solar en la superficie de la Tierra

3.4. Comparación de la energía solar recibida con el consumo energético a diferentes escalas (vivienda, central térmica, España)

4. Sistema fotovoltaicos conectados a red

4.1. Descripción

4.2. Elementos de un sistema fotovoltaico conectado a red

4.3. Dimensionado de los elementos de un sistema fotovoltaico conectado a red

4.4. Cálculo del punto de trabajo en función de las condiciones de operación

5. Sistemas fotovoltaicos autónomos

5.1. Descripción

5.2. Elementos de un sistema fotovoltaico autónomo

5.3. Dimensionado de un sistema fotovoltaico autónomo

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Introducción Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Practica 1: Caracterización de un módulo fotovoltaico Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 3: Radiación solar Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3: Radiación solar Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Memoria de practicas: Practica 1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
6	Tema 3: Radiación solar Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3. Radiación solar Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	Tema 3: Radiación solar Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3. Radiación Solar Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8				
9	<p>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Examen parcial (horario de clase) Temas 1, 2 y 3 SEMANA 9. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
10	<p>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>Tema 5: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Tema 5: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5: Sistemas Fotovoltaicos autónomos Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15		<p>Practica 3: Dimensionado Sistemas Fotovoltaicos Autonomos Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria Práctica 2 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p>

16				Memoria Practica 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
17				Examen parcial: Temas 4 y 5. Fecha: 29-05-2024. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen global: Temas 1 a 5 y laboratorios. Fecha: 29-05-2024. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Memoria de practicas: Practica 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	/ 10	CE EC03 CG 10
9	Examen parcial (horario de clase) Temas 1, 2 y 3 SEMANA 9.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE TEL12 CG 04 CG 09 CG 10
15	Memoria Práctica 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	03:00	40%	/ 10	CE EC03 CE EC04 CE TEL12 CG 09 CG 10
16	Memoria Practica 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	/ 10	CE EC03 CE TEL12 CG 09
17	Examen parcial: Temas 4 y 5. Fecha: 29-05-2024.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE TEL12 CG 04 CG 09 CG 10

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen global: Temas 1 a 5 y laboratorios. Fecha: 29-05-2024.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE TEL12 CG 04 CG 09 CG 10

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen global: Temas 1 a 5 y laboratorios. Podrán realizarse preguntas teóricas y sobre el laboratorio. Fecha: 10 Julio 2024	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC05 CE TEL12 CG 04 CG 09 CG 10

6.2. Criterios de evaluación

Para la evaluación el alumno podrá elegir entre dos modalidades:

Evaluación progresiva

La evaluación progresiva consiste en dos exámenes parciales, cuya fecha de realización y demás detalles figuran en el punto anterior. Para superar la asignatura son necesarios los siguientes requisitos:

1. Realizar las prácticas obligatorias, presentar las correspondientes memorias (con nota superior a cero en cada una de ellas) . La nota del Laboratorio representa el 50% de la asignatura.
2. Realizar los dos exámenes parciales, obteniendo una nota igual o superior a 4 puntos (sobre un total de 10) en cada uno de ellos. La nota de cada parcial representa el 25% de la asignatura.
3. Obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos sobre un total de 10 puntos en el conjunto de la asignatura.

*Los alumnos que hayan superado el laboratorio, pero no se hayan presentado al primer parcial o que, habiéndose presentado, no hayan obtenido una nota igual o superior a 4 puntos (sobre un total de 10) o quieran volver a

examinarse de esta parte de la asignatura, podrán examinarse del examen global (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 40% de la calificación en el temario correspondiente a cada

parcial.

*Los alumnos que no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales o en el temario correspondiente a cada parcial en el examen global, no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

* El laboratorio es una actividad obligatoria, evaluable y NO recuperable. Si no se realiza durante el periodo lectivo, el alumno no podrá aprobar la asignatura ni en el periodo ordinario ni en el periodo extraordinario.

* A los alumnos que hayan superado el laboratorio, pero no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales, se les guardará la nota de laboratorio de manera indefinida (consultar la guía de cada año por si hubiera algún cambio).

Examen Global

Para superar la asignatura, son necesarios los siguientes requisitos:

1.- Realizar el examen final (un único examen con contenido de ambos parciales), debiendo obtener al menos un 40% de la calificación en el temario correspondiente a cada parcial.

2.- Obtener una nota igual o superior a 5,0 puntos (sobre un total de 10,0) en el conjunto de la asignatura. La nota del Laboratorio representa el 50% de la asignatura y la del examen global un 50% de la asignatura.

* Los alumnos que no hayan obtenido una calificación mínima requerida en el temario correspondiente a cada parcial en el examen global, no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

* A los alumnos que hayan superado el laboratorio, pero no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales, se les guardará la nota de laboratorio de manera indefinida (consultar la guía de cada año por si hubiera algún cambio).

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará mediante un examen escrito que podrá incluir los contenidos impartidos tanto en las clase de teoría como en el laboratorio.

*Los alumnos que no hayan obtenido una calificación mínima requerida en el temario correspondiente a cada parcial de la convocatoria extraordinaria, no podrán obtener una calificación mayor que 4.0 puntos (sobre un total de 10) en la asignatura.

* A los alumnos que hayan superado el laboratorio, pero no hayan obtenido una calificación mínima requerida en alguna de las pruebas parciales, se les guardará la nota de laboratorio de manera indefinida (consultar la guía de cada año por si hubiera algún cambio).

* El laboratorio es una actividad obligatoria, evaluable y NO recuperable. Si no se realiza durante el periodo lectivo, el alumno no podrá aprobar la asignatura ni en el periodo ordinario ni en el periodo extraordinario.

Ante la comprobación fehaciente de copia en una prueba de evaluación, ésta se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados. Si la comprobación se produce durante el desarrollo de la prueba, ésta se podrá interrumpir inmediatamente para el estudiante o estudiantes implicados. El Tribunal de la asignatura o el Director del Departamento podrán elevar al Rector los hechos para que puedan tomarse, en su caso, las medidas disciplinarias correspondientes (A.12).

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre) y en el artículo 13 del referido estatuto en el punto d) especifica que es deber del estudiante universitario "abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad".

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro: Ingeniería Fotovoltaico. E. Lorenzo. Editorial Progensa	Bibliografía	
Transparencias de la asignatura	Bibliografía	
Normativa del sector fotovoltaico	Bibliografía	
Documentos divulgativos y profesionales	Bibliografía	
Ordenador, proyector de video y pizarra	Equipamiento	

Equipamiento necesario para caracterizar módulo fotovoltaico	Equipamiento	Módulo, multimetros, fuente de luz y accesorios auxiliares
Equipamiento necesario para modelar un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red	Equipamiento	Herramienta software que permite modelar un Sistema Fotovoltaico conectado a red
Herramienta dimensionado Sistema Fotovoltaico autónomo	Equipamiento	Ordenadores y herramienta SW de dimensionado
Apuntes de teoría de cada tema. E.Lorenzo	Otros	Apuntes de la asignatura que se pueden consultar en Moodle.

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Se ha asumido en esta guía que el formato de enseñanza será completamente presencial, quedando sujeta a las modificaciones oportunas en el caso de fuerza mayor.

Los contenidos impartidos en esta asignatura están relacionados con diferentes objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adoptada por la ONU. Entre ellos nos gustaría destacar:

6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Asegurar un acceso universal y equitativo a este recurso vital es una de las metas del organismo internacional que además considera que tenga un precio asequible para todos. Uno de los usos de la energía solar fotovoltaica en países en vías de desarrollo es el de bombeo de agua y potabilización de aguas que es parte de los contenidos de la asignatura.

7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

El uso de la energía solar fotovoltaica es una energía limpia y renovable por lo que su implantación ayudará a aumentar la participación de las energías renovables en el mix energético mundial.

8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.

La energía solar fotovoltaica es una energía distribuida por lo que el empleo necesario para su instalación y mantenimiento es local aumentando el empleo local.

12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Como energía renovable no utiliza fuentes de energía finitas por lo que es una producción sostenible

13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

La generación de energía eléctrica mediante solar fotovoltaica no emite gases de efecto invernadero contribuyendo a combatir los efectos del cambio climático.