



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

**595010042 - Ingeniería Fotovoltaica**

### PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - 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.....	7
7. Recursos didácticos.....	10
8. Otra información.....	11
9. Adendas.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595010042 - Ingeniería Fotovoltaica
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Manuel Vazquez Lopez (Coordinador/a)	4205	manuel.vazquez@upm.es	Sin horario.
Luis Narvarte Fernandez	4218	luis.narvarte@upm.es	Sin horario.
Francisco Martinez Moreno		francisco.martinezm@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

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

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

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

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

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

RA481 - Dimensionar un sistema fotovoltaico autónomo

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

La asignatura 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. 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 presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2: La célula solar y el módulo fotovoltaico</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6	<b>Tema 3: Radiación solar</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 1: Caracterización de un módulo fotovoltaico</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3: Radiación solar</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Memoria de practicas: Practica 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
7	<b>Tema 3: Radiación solar</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3: Radiación solar</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
8		<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Examen parcial Temas 1, 2 y 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
10	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

11	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
12	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
13	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2 Modelado de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 3: Dimensionado Sistemas Fotovoltaicos Autonomos</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 4: Sistemas Fotovoltaicos Autónomos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Memoria Practica 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
15				<b>Memoria Práctica 2</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
16				
17				<b>Examen parcial: Temas 4 y 5. (Los alumnos que hayan suspendido el parcial se les hará un examen de recuperación)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00  <b>Examen final: Temas 1 a 5 y laboratorios. Podrán realizarse preguntas teóricas y sobre el laboratorio.</b> 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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Memoria de practicas: Practica 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	4.5 / 10	CG 10 CE EC03
8	Examen parcial Temas 1, 2 y 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4.5 / 10	CG 04 CE EC03
14	Memoria Practica 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	5%	4.5 / 10	CE EC03 CG 09 CE TEL12
15	Memoria Práctica 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	40%	4.5 / 10	CE EC03 CE EC04 CG 09 CG 10 CE TEL12
17	Examen parcial: Temas 4 y 5. (Los alumnos que hayan suspendido el parcial se les hará un examen de recuperación)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	25%	4.5 / 10	CG 04 CE EC03 CE EC04 CE EC05 CG 09 CG 10 CE TEL12

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final: Temas 1 a 5 y laboratorios. Podrán realizarse preguntas teóricas y sobre el laboratorio.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE EC05 CG 09 CG 10 CE TEL12 CG 04 CE EC03 CE EC04

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final: Temas 1 a 5 y laboratorios. Podrán realizarse preguntas teóricas y sobre el laboratorio.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	

## 6.2. Criterios de evaluación

Para la evaluación el alumno podrá elegir entre dos modalidades:

### 1) Modalidad A: Evaluación continua

La evaluación consiste en:

-Una prueba escrita, examen parcial, en la semana once donde se evalúan los resultados de aprendizaje relacionados con los Temas 1 a 3 con un peso del 25%.

- Memorias de Sesiones de Laboratorios con un peso del 50%. El profesor puede requerir la presencia del alumno para realizar preguntas acerca de la memoria o del trabajo de laboratorio en general.

-Un examen final:

-Para los alumnos que han superado el examen parcial (mínimo 4.5) se examinarán de los resultados de aprendizaje de los Temas 4 y 5 con un peso del 25%.

-Para los alumnos que no han superado el examen parcial se examinarán de los resultados de aprendizaje de todos los temas con un peso del 50%.

Para superar la asignatura son necesarios los siguientes requisitos:

- Obtener una puntuación mínima de al menos 4.5 en cada una de las pruebas.
- Obtener una nota igual o superior a 5.0 sobre un total de 10 en el conjunto de asignatura.

### 2) Modalidad B, Examen Final

En este examen se evaluarán tanto los resultados de aprendizaje de los Temas teóricos como de las sesiones de prácticas.

Para superar la asignatura es necesario obtener una nota igual o superior a 5.0 (sobre un total de 10) en el examen final de la asignatura.

## EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

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

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

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

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.

## 9. Adendas

---

- De acuerdo con las instrucciones del Consejo de Gobierno del 25 de junio de 2020 de la UPM y dada la persistencia de la situación sanitaria debida al COVID-19 se realizan las siguientes modificaciones: 1) Clases de teoría. Serán en su mayoría on-line salvo clase de contenido práctico donde la presencialidad suponga una ventaja como la primera clase de SFCR donde se visitará la instalación que se encuentra en la Escuela 2) Clases de laboratorio. Se realizarán de forma mixta. La práctica de caracterización de módulo fotovoltaico se realizará de forma presencial en grupos reducidos mientras que las practicas de simulación de sistemas fotovoltaicos se realizarán de forma semipresencial. En función del desarrollo de las prácticas se intercalarán sesiones presenciales para atender las necesidades de los alumnos de forma más eficaz. 3) Exámenes. Tanto los exámenes parciales como los finales se realizarán de forma presencial.