



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53002017 - Energía Fotovoltaica

PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo 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.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002017 - Energía Fotovoltaica
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Julio Amador Guerra	A-030 (ETSIDI)	julio.amador@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/
Carmelo Carrero Lopez	A-154 (ETSIDI)	carmelo.carrero@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/

Luis Davila Gomez (Coordinador/a)	C-204 (ETSIDI)	luis.davila@upm.es	Sin horario. Ver tutorías de profesorado en http://programas.etsidi.upm.es/SOA/tutorias/
--------------------------------------	----------------	--------------------	---

* 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 Máster Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión
- Teoría de Circuitos
- Electrónica Básica
- Tecnología eléctrica

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.

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 - Ser capaz de aplicar conocimientos y capacidades a estudiar, analizar y auditar programas de optimización energética en los diferentes sectores industriales, residenciales, domésticos, plantas de potencia y a la industria térmica y de fluidos en general, en los ámbitos de la eficiencia, la diversificación y la reducción de su impacto en el medio ambiente.

CE10 - Evaluar el potencial energético de las fuentes de energía renovable: radiación solar, recurso eólico, recurso hidráulico, potencial energético de la biomasa, recurso energético marino, geotérmico, etc.; a partir de las bases de datos meteorológicas y recursos naturales.

CE11 - Analizar el comportamiento energético y control de los sistemas de energías renovables determinando y aplicando criterios innovadores de optimización energética, económica y ambiental, aplicando metodologías de diseño, simulación y análisis de los componentes y sistemas de energías renovables: solares, eólicos, hidráulicos, de biomasa, de energías marinas, geotérmicas y otras energías renovables; para contribuir a su desarrollo tecnológico y a su competitividad con otras tecnologías energéticas.

CG5 - Comprender el impacto de la Ingeniería Energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/español).

CT13 - Planifica. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

CT14 - Idea. Creatividad.

CT2 - Experimenta. Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar datos.

CT3 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT5 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CT6 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

CT9 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA121 - Utilizar criterios de eficiencia energética y tecnología disponible para mejorar los sistemas fotovoltaicos

RA122 - Conocer la situación actual y perspectivas de futuro del mercado solar

RA116 - Conocer las tecnologías y el funcionamiento de los componentes y subsistemas sistemas solares fotovoltaicos

RA118 - Realizar el análisis energético de módulos fotovoltaicos

RA117 - Ser capaz de evaluar y diseñar instalaciones de energía solar fotovoltaica

RA119 - Saber aplicar las herramientas específicas de cálculo y simulación para instalaciones fotovoltaicas

RA120 - Conocer los principales ámbitos de aplicación de la energía solar fotovoltaica (doméstico-residencial, agrícola, industrial) y la normativa correspondiente

RA50 - RA167 - Conocer las características principales de la radiación solar (distribución espectral, variación diaria y anual, mapas de radiación, etc.) y el análisis y tratamiento de datos de radiación solar

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo introducir la tecnología que permite la generación de energía eléctrica mediante sistemas solares fotovoltaicos. Para ello se estudiarán los fundamentos necesarios para la generación fotovoltaica, así como todos los elementos que intervienen en un sistema de este tipo. El alumno adquirirá los conocimientos necesarios para comprender el funcionamiento y realizar el diseño de plantas basadas en esta tecnología.

5.2. Temario de la asignatura

1. Radiación solar
 - 1.1. Conceptos generales
 - 1.2. Curvas de trayectorias solares
 - 1.3. Componentes de la radiación solar
 - 1.4. Radiación solar sobre superficies inclinadas
 - 1.5. Evaluación del recurso solar
2. Generación fotovoltaica
 - 2.1. Componentes de un sistema fotovoltaico
 - 2.2. Células fotovoltaicas
 - 2.3. Módulos fotovoltaicos
 - 2.4. Asociaciones de módulos fotovoltaicos
3. Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFVA)
 - 3.1. Introducción
 - 3.2. Configuraciones y partes constituyentes
 - 3.3. Acumuladores de energía
 - 3.4. Acondicionamiento de potencia
 - 3.5. Dimensionado de sistemas
4. Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red (SFVR)
 - 4.1. . Módulos fotovoltaicos para SFVR
 - 4.2. Generadores fotovoltaicos
 - 4.3. Inversores para conexión a red
 - 4.4. Asociación de módulos fotovoltaicos e inversor
 - 4.5. Acumuladores para SFVR
 - 4.6. Parámetros energéticos básicos
 - 4.7. Tipos de interconexión a red
 - 4.8. Sistemas fotovoltaicos en edificios
 - 4.9. Plantas fotovoltaicas

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	T1. Radiación Solar Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	T1. Radiación Solar Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	T1 y T2 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	T1. Radiación Solar Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T2. Generación Fotovoltaica Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	T2. Generación Fotovoltaica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	T1 y T2 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Control T1 y T2. Se realizará de forma presencial. Podrá ser telemático si lo obligan las condiciones EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
5	T3. SFV Autónomos Puntos 3.1, 3.2. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T3. SFV Autónomos Punto 3.2. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega Actividades T1 y T2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
6	T3. SFV Autónomos Punto 3.3. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T3. SFV Autónomos Punto 3.3 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	T3. SFV Autónomos Punto 3.4 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T3. SFV Autónomos Punto 3.4. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

8	<p>T3. SFV Autónomos Punto 3.5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>T3. SFV Autónomos Acondicionamiento de potencia Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p>T3. SFV Autónomos Punto 3.5 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Control SFVA. Se realizará de forma presencial. Podrá ser telemático si lo obligan las condiciones EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
10	<p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Sistemas fotovoltaicos. Visita virtual instalación FV y demos on-line. Trabajo con datos reales de la instalac. Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas</p>		
13	<p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T4. SFV conectados a red Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15				<p>Trab Dim. SFVR TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
16				

17				
----	--	--	--	--

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.

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	Control T1 y T2. Se realizará de forma presencial. Podrá ser telemático si lo obligan las condiciones	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	/ 10	CT3 CT10 CT5 CT14 CE10 CB9 CT7
5	Entrega Actividades T1 y T2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	/ 10	CT3 CT10 CT5 CT14 CE10 CB9 CT7 CT12
9	Control SFVA. Se realizará de forma presencial. Podrá ser telemático si lo obligan las condiciones	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	35%	/ 10	CT10 CT11 CT5 CT8 CT13 CT14 CG5 CB9 CB10 CT1 CE1 CT2 CT7 CT12 CE11
15	Trab Dim. SFVR	TI: Técnica del tipo Trabajo	No Presencial	00:00	35%	/ 10	CT3 CT10 CT11 CT4 CT5 CT6 CT8 CT9 CT13 CT14

		Individual					CG5 CB9 CB10 CT1 CE1 CT2 CT7
--	--	------------	--	--	--	--	--

7.1.2. Prueba evaluación global

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	100%	5 / 10	CT3 CT10 CT11 CT4 CT5 CT6 CT8 CT9 CT13 CT14 CE10 CG5 CB9 CB10 CT1 CE1 CT2 CT7 CT12 CE11

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación progresiva

La opción de evaluación progresiva para la asignatura de Energía Solar Fotovoltaica comprende el control del aprendizaje a lo largo del curso, y abarcará todos los contenidos del programa.

A lo largo del curso los alumnos entregarán una serie de trabajos, prácticas y tareas que consisten en la resolución de ejercicios o casos prácticos de dimensionado de sistemas que se les plantean. Siempre que el tamaño del grupo lo permita, los trabajos son individuales. Se contempla además la realización de controles parciales, al finalizar cada uno de los bloques temáticos del curso.

El conjunto de tareas, trabajos, ejercicios y controles parciales realizados durante el curso tienen un peso dado por la siguiente fórmula:

Nota asignatura = 0,3x (Trabajos y/o control) Radiación y Generación + 0,35x Notas (Trabajos y/o control) SFVA + 0,35 x Notas (Trabajos y/o control) SFVCR

Para superar la asignatura se debe obtener una nota final mayor o igual a cinco puntos.

Convocatoria extraordinaria

Para la evaluación correspondiente a la convocatoria extraordinaria de la asignatura (Convocatoria de Julio) se realizará un examen global teórico-práctico, que comprenderá preguntas de teoría y problemas o la resolución de un caso práctico de dimensionado, de forma que se abarquen todos los contenidos esenciales de la asignatura. Los alumnos deberán haber asistido a las sesiones de prácticas en las fechas programadas. La calificación del examen será sobre 10 puntos y será necesario obtener un mínimo de 5 puntos para aprobar la asignatura. No obstante, para poder aplicar la fórmula anterior se debe obtener una calificación mínima de 3 puntos sobre 10 en cada una de las tres partes de la calificación. Si la calificación de alguna de ellas es inferior a 3 puntos, la calificación final de la asignatura será "Suspenso", con una nota máxima de 4,5 puntos.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ursula Eiker	Bibliografía	Solar Technologies for Buildings, Ed. Wiley&Sons, 2001.
Antonio Luque y Steven Hegedus	Bibliografía	Handbook of photovoltaic science and engineering. Ed. Wiley&Sons, 2003.
Fullea J.	Bibliografía	Acumuladores Electroquímicos. Ed. McGraw Hill, 1994.
CIEMAT	Bibliografía	Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Serie ponencias. CIEMAT, Madrid, 2008
Meseger, R.; Ventre, J.	Bibliografía	Photovoltaics Systems Engineering. Ed CRC Press, 2000.
Pilar Pereda	Bibliografía	Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares. Guía de Asistencia Técnica 17, Ed. Fundación Cultural COAM, 2006.
Alfonso Aranda y Abel Ortego (coordinadores)	Bibliografía	Integración de energías renovables en edificios. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011.
John A. Duffie, William A. Beckman	Bibliografía	Solar Engineering of Thermal Processes. Ed. John Wiley & Sons, 2013.
Código Técnico de la Edificación	Bibliografía	Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básicos DB HE-4 y DB HE-5, 2013.
Laboratorio y Instalación de Fotovoltaica ETSIDI	Equipamiento	
Aula de Informática y SW de Diseño y análisis de sistemas solares	Equipamiento	

Asignatura en plataforma Moodle	Recursos web	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)	Recursos web	http://www.idae.es/
Portal de la Energías Renovables (CIEMAT)	Recursos web	http://www.energiasrenovables.ciemat.es/index.php?pid=1000

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Además de promover de forma genérica, como parte de una institución pública de enseñanza, una "Educación de Calidad" (ODS4), los contenidos y fin último de la asignatura entroncan directamente con los objetivos:

ODS7 "Energía asequible y no contaminante"

ODS11 "Ciudades y comunidades sostenibles"

Debido al COVID-19 o a cualquier otra circunstancia sobrevenida, el desarrollo de las actividades puede sufrir modificaciones a lo largo del curso.