Curso | 2026-2027

Guía Docente del Máster en Energía



Facultad de Ciencias Físicas

Universidad Complutense de Madrid

Versión 1.1 – 04/09/2026

Aprobada por la Junta de Facultad el 30 de junio de 2026

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos 2
1. Estructura del Plan de Estudios 3
1.1. Estructura general 3
1.2. Asignaturas Ofertadas del Plan de Estudios 7
2. Fichas de las Asignaturas de Primer Curso 8
Conversión y Eficiencia Energética 8
Energía Nuclear 13
Sistemas Solares Térmicos 18
Energía Solar Fotovoltaica 23
Sistemas Solares Fotovoltaicos 27
Energía Eólica 32
Almacenamiento y Pilas de Combustible 37
Evaluación de Recursos Renovables 42
Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía 47
Prácticas en Empresa 52
Trabajo Fin de Máster 55
3. Competencias 58
4. Cuadros Horarios 62
5. Calendario Académico 63
6. ANEXO. Enlaces de interés 65
Normas de matrícula y de permanencia 65
Reconocimiento de créditos 65
Otros enlaces 65
7. Calendario de Exámenes 66
8. Comisión de Coordinación del Máster 67
9. Control de cambios 68

1. Estructura del Plan de Estudios

1.1. Estructura general

El presente Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Máster en Energía se divide en dos Módulos, uno Básico y otro Avanzado. El Módulo Básico incluye asignaturas de dos Materias, en tanto que el Módulo Avanzado incluye asignaturas de tres Materias. Además, existen dos Módulos obligatorios, que son Trabajo Fin de Máster y Prácticas en Empresa, de 6 ECTS cada uno.

El Máster en Energía se organiza en un único curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante, donde se ha considerado que 1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante.

Existen tres itinerarios o Especialidades de carácter formativo: Especialidad de Energías Renovables, Especialidad de Energía Nuclear y Especialidad de Energía en General. El estudiante tiene que elegir obligatoriamente una de las tres especialidades. En cada especialidad el estudiante tiene que cursar 60 créditos, de los cuales 42 son obligatorios y 18 optativos.

En el primer semestre, el alumno deberá cursar las 4 asignaturas obligatorias del Módulo Básico que se ofertan en el primer semestre, más la única asignatura optativa del Módulo Avanzado que se oferta en el primer semestre.

En el segundo semestre, el alumno deberá cursar la 5ª asignatura obligatoria del Módulo Básico, el Trabajo Fin de Máster y las Prácticas en Empresa y elegir dos asignaturas optativas del Módulo Avanzado de las tres que oferta el Máster en el segundo semestre.

La selección de las asignaturas optativas estará condicionada por la Especialidad que el alumno quiera seguir, tanto en el primer como en el segundo semestre.

Todas las asignaturas del Máster son de 6 ECTS.

A continuación, se muestra la estructura general del plan de estudios, indicando la distribución de créditos necesaria para completar cada uno de los itinerarios.

Las asignaturas obligatorias correspondientes al Módulo Básico (30 ECTS) son:

- Conversión y Eficiencia Energética
- Energía Solar Fotovoltaica
- Energía Nuclear
- Almacenamiento y Pilas de Combustible
- Energía Eólica

Asimismo, las asignaturas optativas del Módulo Avanzado (42 ECTS) son:

- Evaluación de Recursos Renovables
- Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía

- Sistemas Solares Térmicos
- Sistemas Solares Fotovoltaicos
- Sistemas y Reactores de Fisión (*)
- Termodinámica Aplicada a Procesos Energéticos (*)
- Tecnología y Dispositivos Ópticos para la Energía (*)

(*) No se ofertan en el curso 2026-27.

Adicionalmente el Máster incluye dos Módulos, uno correspondiente a las Prácticas en Empresa y otro al Trabajo Fin de Máster, cada uno de los cuales tiene 6 ECTS.

En cada Especialidad el estudiante tendrá que cursar los siguientes créditos:

- 30 ECTS del Módulo Básico
- 18 ECTS del Módulo Avanzado
- 6 ECTS de Módulo de Prácticas en Empresa
- 6 ECTS del Trabajo Fin de Máster

Del Módulo Avanzado, el alumno debe cursar 18 ECTS. Para equilibrar la carga de trabajo del estudiante es recomendable elegir una en el primer semestre y dos en el segundo semestre:

- Evaluación de Recursos Renovables (primer semestre)
- Sistemas Solares Térmicos (segundo semestre)
- Sistemas Solares Fotovoltaicos (segundo semestre)
- Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía (segundo semestre)

A continuación, se describen brevemente los diferentes módulos:

- **Módulo Básico** (obligatorio, 30 ECTS). Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos fundamentales sobre las principales fuentes de energía que constituyen la base de este Máster, así como de los principios de conversión energética y sistemas de almacenamiento.
  - Conversión y Eficiencia Energética (obligatoria, 6 ECTS). Está relacionada con todos los procesos de conversión de energía y con la eficiencia con que dichos procesos se llevan a cabo, así como la forma de mejorar dicha eficiencia. Se trata, por tanto, de una asignatura esencial para el desarrollo del Máster.
  - Energía Solar Fotovoltaica (obligatoria, 6 ECTS). Se ocupa de desarrollar una de las fuentes de energía renovable básicas para el establecimiento de una matriz energética de generación eléctrica a nivel local y general. Se considera, pues, que es imprescindible para todo aquel especialista en el campo de la energía.
  - Energía Nuclear (obligatoria, 6 ECTS). Se trata de una materia que muestra la necesidad de contar con este tipo de energía a corto y medio plazo como

sustitutivo de los combustibles fósiles. Es, por consiguiente, parte fundamental de la formación en el campo de la energía.

  - Almacenamiento y Pilas de Combustible (obligatoria, 6 ECTS). Se considera también parte básica de la formación en el campo de la energía debido a las implicaciones que los sistemas de almacenamiento tienen en cualquier sistema energético, en particular en el sector del transporte. La enorme proyección de las pilas de combustible como solución a la generación de energías limpias, y su estrecha relación con los sistemas de almacenamiento motivan su inclusión en esta asignatura.
  - Energía Eólica (obligatoria, 6 ECTS). Constituye hoy en día una de las fuentes de energía con mayor potencial de desarrollo e impacto en la matriz energética de la sociedad moderna, por lo que se considera imprescindible incluirla como materia básica para la formación en el campo de la energía.

- **Prácticas en Empresa** (obligatorio, 6 ECTS). Dado el enfoque de este Máster, fundamentalmente profesionalizante, la parte correspondiente a la actividad profesional tendrá carácter obligatorio, a cuyo efecto, la estructura del Máster oferta como materia específica dicha actividad.

- **Trabajo Fin de Máster** (obligatorio, 6 ECTS). Ofrece a los estudiantes la oportunidad de desarrollar sus capacidades investigadoras en el área que le sea más afín. Estos trabajos tendrán una vocación tanto profesionalizante como investigadora, para lo cual la Comisión Coordinadora del Máster se ocupará de ofertar una cantidad significativa de Trabajos Fin de Máster propuestos y participados por empresas que fomenten la adquisición por parte de los alumnos de las destrezas necesarias en entornos laborales. El Trabajo Fin de Máster tiene una marcada orientación profesionalizante y se contempla como una forma directa para que el alumno pueda desarrollar su actividad dentro de un campo profesional.

- **Módulo Avanzado** (optativo, 24 ECTS a cursar 18 ECTS). Constituye la especialización del alumno en el campo de la energía seleccionado, General, Nuclear o Renovables, con opción a adquirir unos amplios conocimientos en cualquiera de las dos especialidades o en el campo de la energía en general. Seguidamente, se describen, de manera sinóptica, los aspectos más relevantes de las asignaturas que se ofertan en el curso 2026-27.

  - Evaluación de Recursos Renovables (optativa, 6 ECTS). Se considera esencial para un buen aprovechamiento de las asignaturas optativas Sistemas Solares Térmicos y Sistemas Solares Fotovoltaicos, así como de las aplicaciones de la energía hidroeléctrica.
  - Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía (optativa, 6 ECTS). Es una asignatura transversal que se puede aplicar a cualquiera de las especialidades del Máster, y se ocupa de los diferentes procesos energéticos desde el punto de vista de su optimización.
  - Sistemas Solares Térmicos (optativa, 6 ECTS). Esencial para el especialista en Energías Renovables, especialmente en el campo de las aplicaciones térmicas de baja temperatura y en centrales de generación termoeléctrica.

- Sistemas Solares Fotovoltaicos (optativa, 6 ECTS). Esencial para el especialista en Energías Renovables, especialmente en el campo de las aplicaciones eléctricas y en centrales de generación directa de electricidad.

Las especialidades se muestran en las siguientes tablas:

Especialidad de Energías Renovables					
Módulo	Materias	Asignaturas	Carácter	ECTS	Semestre
Básico	Fuentes de Energía	Energía Solar Fotovoltaica	OBLIGATORIO	6	1º
		Energía Nuclear		6	1º
		Energía Eólica		6	2º
	Procesos Energéticos	Conversión y Eficiencia Energética	OBLIGATORIO	6	1º
		Almacenamiento y Pilas de Combustible		6	1º
Avanzado	Sistemas y dispositivos	Sistemas Solares Térmicos	OPTATIVO	6	2º
		Sistemas Solares Fotovoltaicos		6	2º
	Simulación y predicción	Evaluación de Recursos Renovables		6	1º
Prácticas en Empresas		Prácticas en Empresas	OBLIGATORIO	6	2º
Trabajo Fin de Máster		Trabajo Fin de Máster	OBLIGATORIO	6	2º
TOTAL: 60 ECTS					

Especialidad de Energía General					
Módulo	Materias	Asignaturas	Carácter	ECTS	Semestre
Básico	Fuentes de Energía	Energía Solar Fotovoltaica	OBLIGATORIO	6	1º
		Energía Nuclear		6	1º
		Energía Eólica		6	2º
	Procesos Energéticos	Conversión y Eficiencia Energética	OBLIGATORIO	6	1º
		Almacenamiento y Pilas de Combustible		6	1º
Avanzado	Sistemas y dispositivos	Sistemas Solares Térmicos	OPTATIVO	6	2º
		Sistemas Solares Fotovoltaicos		6	2º
	Simulación y predicción	Evaluación de Recursos Renovables		6	1º
		Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía		6	2º
Prácticas en Empresas		Prácticas en Empresas	OBLIGATORIO	6	2º
Trabajo Fin de Máster		Trabajo Fin de Máster	OBLIGATORIO	6	2º
TOTAL: 60 ECTS					

1.2. Asignaturas Ofertadas del Plan de Estudios

Código	**Primer Semestre**	Módulo	Tipo	ECTS	Especialidad Vinculada
606767	CONVERSIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	BÁSICO	OB	6	Todas
606764	ENERGÍA NUCLEAR		OB	6	Todas
606765	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		OB	6	Todas
606768	ALMACENAMIENTO Y PILAS DE COMBUSTIBLE		OB	6	Todas
606770	EVALUACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES	AVANZADO	OPT	6	Renovables / General

Código	**Segundo Semestre**	Módulo	Tipo	ECTS	Especialidad Vinculada
606766	ENERGÍA EÓLICA	BÁSICO	OB	6	Todas
606769	PROYECTOS: MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA	AVANZADO	OPT	6	Nuclear / General
606773	SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS		OPT	6	Renovables / General
606774	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS		OPT	6	Renovables / General
606776	PRÁCTICAS EN EMPRESAS		OB	6	Todas
606777	TRABAJO FIN DE MÁSTER		OB	6	Todas

OB = Asignatura obligatoria
OPT = Asignatura optativa

2. Fichas de las Asignaturas de Primer Curso

Máster en Energía	curso 2026-2027

Ficha de la asignatura	CONVERSIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA		Código	606767
Materia	Procesos Energéticos	Módulo	Básico	
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre 1º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesora coordinadora	Cristina Rincón Cañibano		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	01.116.0 (1ª planta módulo este)	e-mail	crrincon@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	M: 16:30 - 17:30 X: 18:30 - 20:30	Luis Dinis Vizcaíno	Del 02/09/26 al 20/10/26	21	EMFTEL
		Cristina Rincón Cañibano	Del 21/10/26 al 15/12/26	22	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1 A2	Laboratorio de Energías Renovables / Aula de informática	M: 17:30 - 20:30 (cada grupo de laboratorio realizará 6 sesiones en semanas alternas, coordinadas con Energía Solar Fotovoltaica)	Cristina Rincón Cañibano	18 por grupo	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	**Horarios**	**e-mail**	**Lugar**
Cristina Rincón Cañibano	M: 13:30 - 14:30 X: 13:30 - 14:30	crrincon@ucm.es	Despacho 01.116.0
Luis Dinis Vizcaíno	L: 14:30 - 15:30 J: 11:30 - 12:30 V: 15:00 - 16:00 (+3 h no presenciales)	ldinis@ucm.es	Despacho 03.215.0

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

A la finalización de esta materia el alumno habrá adquirido el conocimiento necesario para comprender los fenómenos físicos relacionados con los procesos energéticos de los distintos tipos de energía. Asimismo, esta materia permitirá al alumno alcanzar el nivel de aprendizaje imprescindible para el conocimiento de la forma en que van a operar los diferentes dispositivos energéticos ligados a las fuentes de energía que se estudian en el Máster.
Por último, otro de los resultados fundamentales del aprendizaje de esta materia es la capacitación que el alumno adquiere en aquellos aspectos relativos a la forma de comportamiento de las fuentes de energía y los procesos tecnológicos que los caracterizan.

Competencias

CB6
CG01-CG03-CG05-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG20-CG21
CT3-CT4-CT6
CE8-CE10-CE13-CE16-CE17

Resumen

- Proporcionar al alumno una completa visión del sistema de energía global que rige en la actualidad en nuestro plantea
- Facilitar el acceso de los alumnos a los métodos y criterios por los cuales se establecen las reglas de funcionamiento de los llamados “sistemas energéticamente eficientes”
- Conocer los principios fundamentales que rigen los procesos de eficiencia energética
- Analizar el coste medioambiental que el uso de la energía fósil tiene sobre nuestro entorno y evaluar los costes subsidiarios derivados de su empleo frente a fuentes no convencionales
- Llevar a cabo una exhaustiva revisión de las distintas fuentes de energía desde el punto de vista de su eficiencia
- Establecer cuáles son los riesgos derivados del uso de las distintas fuentes de energía y sus repercusiones sobre nuestra seguridad
- Dar a conocer las principales tecnologías relacionadas con la eficiencia energética
- Estudiar los métodos de mejora de la eficiencia de los sistemas energéticos
- Analizar los sistemas de recuperación de la energía y su impacto sobre la eficiencia energética
- Conocer la normativa relacionada con los principios de eficiencia energética

Conocimientos previos necesarios

Se recomienda tener conocimientos de procesos termodinámicos y transferencia de calor y masa.

Programa de la asignatura

Teoría
Tema 1: Fundamentos de conversión energética.
Tema 2: Transferencia de energía térmica: fenómenos y mecanismos.
Tema 3: Conversión de energía mediante ciclos termodinámicos.
Tema 4: Sistemas de recuperación de calor.
Tema 5: Tecnologías de generación:
a) Turbinas y microturbinas de vapor y gas. Aplicación a centrales de generación.
b) Sistemas de ciclo combinado y cogeneración.
c) Motores de combustión y motores eléctricos. Aplicación al sistema de transporte.
Tema 6: Generación distribuida: integración en la red.
Tema 7: Sistemas de distribución. Gestión de la demanda. Redes inteligentes.
Tema 8: Fundamentos de Eficiencia Energética: aplicación a la tecnología de conversión.
Tema 9: Eficiencia y Ahorro Energético: métodos y sistemas.
Tema 10: Energías Renovables y Eficiencia Energética: edificación.
Tema 11: Combustibles Alternativos. Almacenamiento Energético.
Tema 12: Sostenibilidad e Impacto Medioambiental.
Tema 13: Políticas y Estrategias Energéticas.

Seminarios
Seminario 1: Ciclo de Refrigeración mediante Simulación.
Seminario 2: Estudio de la Reversibilidad Termoeléctrica. Efecto Peltier y Efecto Seebeck.
NOTA: Los seminarios son optativos y su realización dependerá de la evolución de la asignatura.

Prácticas
Práctica 1: Evaluación de la eficiencia de diferentes tipos de Intercambiador de Calor.
Parte I. Experimental.
Parte II. Simulación (Aula Informática).
Práctica 2: Evaluación Potencia y Factor de Potencia de 2 sistemas diferentes.
Práctica 3: Bomba de Calor: Ciclo de Refrigeración. Ciclo Calor.
Práctica 4: “Autoconsumo – Generación Distribuida”.
Práctica 5: Simulación de un Ciclo Combinado (Aula Informática).

Bibliografía

- Transferencia de Calor, Yunus Çengel, 4ª edición, McGrawHill 2004
- Termodinámica, Yunus Çengel, 4ª edición, McGrawHill 2003
- CRC Handbook of Energy Efficiency. Edited by Frank Kreith and Ronald E. West. Ed. CRC Press. 1997
- Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy. Edited by Frank Kreith and D. Yogi Goswani. Ed. CRC Press. Taylor and Francis. 2007
- Eficiencia energética en los edificios. J.M. Fernández Salgado. Ed. Vicente Madrid. 2011
- Eficiencia energética eléctrica. Tomos I a IV. J.M. Merino. Ed. Summertown. 2000-2008
- Manual de eficiencia energética térmica en la industria. L.A. Molina. Ente Vasco de Energía. 2008
- Dispositivos y sistemas para ahorro de energía. P. Esquerra. Ed. Marcombo. 1988
- Energy efficiency: principles and practices. P. McLean-Conner. Ed. Pennwell Corp. 2009

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, tanto temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología

- Clases teóricas
  - Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo de la Eficiencia Energética y su relación con los procesos de conversión. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos.
- Ejercicios
  - Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y simulaciones por medio de métodos numéricos con el objetivo de verificar si el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado. Algunos de ellos serán entregables.
- Laboratorio
  - Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos trabajos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se ejecutarán en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso.
- Proyectos de la asignatura
  - Son simulaciones de proyectos reales relacionados con el mundo de la energía donde el profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos. Los proyectos se ejecutarán en grupos de 3-4 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso.
- Evaluación final
  - Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales

<table>
<tr><th colspan="3">Evaluación</th></tr>
<tr><th>Realización de exámenes</th><th>Peso</th><td>50%</td></tr>
<tr><td colspan="3">Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre. En caso de no llegar a 3.5 puntos en el examen se considerará que no se han adquirido las competencias y esta parte se calificará con 0 puntos.</td></tr>
<tr><th>Otras actividades de evaluación</th><th>Peso</th><td>50%</td></tr>
<tr><td colspan="3">Asimismo, se evaluará:
El trabajo realizado por el alumno en el laboratorio y el proyecto de asignatura.
Los ejercicios entregables.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Calificación final</th></tr>
<tr><td colspan="3">El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:
Cf = 0.50 Ex + 0.10 Ent + 0.30 Lab + 0.10 Py
Siendo:
Ex: calificación del examen final.
Ent: calificación promedio de los entregables.
Lab: Calificación del laboratorio de la asignatura.
Py: Calificación del proyecto de la asignatura.</td></tr>
</table>

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	ENERGÍA NUCLEAR		Código		606764
Materia	Fuentes de Energía	Módulo	Básico		
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre	1º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Óscar Moreno Díaz		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	03.239, 3ª planta	e-mail	osmoreno@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Días / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	L: 14:30 - 16:30 J: 16:30 - 18:30 (10/09 - 01/10) J: 16:30 - 17:30 (08/10 - 03/12)	Óscar Moreno Díaz	Todo el cuatrimestre	43	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio de Física Nuclear / Aula de informática	J: 17:30 - 20:30 (03/09) L: 17:30 - 20:30 (cada grupo realizará 6 sesiones en semanas alternas, coordinadas con Almacenamiento y Pilas de Combustible).	Paula Beatriz Ibáñez García	18	EMFTEL
A2			Joaquín López Herraiz	18	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Óscar Moreno Díaz	M: 16:30 - 19:30 (+3h no presenciales)	osmoreno@ucm.es	Despacho 03.239 (3ª planta)
Paula Beatriz Ibáñez García	X, J: 15:00 - 17:00 (+2h no presenciales)	pbibanez@ucm.es	Despacho 03.237 (3ª planta)

Joaquín López Herraiz	X, J: 11:00 - 14:00	jlopezhe@ucm.es	Despacho 03.235 (3ª planta)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Después de cursar esta materia el alumno habrá adquirido la formación básica necesaria en el campo de la energía, tanto para conocer los fundamentos relacionados con las principales fuentes de energía, sean convencionales o renovables, que constituyen actualmente el mix de la energía en España y el resto del mundo, como comprender los principales fenómenos relacionados con los dichos tipos de energía. Igualmente, el alumno se encontrará en condiciones de abordar el estudio, de manera más detallada y profunda, de todos los procesos relacionados con la energía nuclear, solar o eólica. Por otra parte, una vez finalizada esta parte del curso el alumno habrá alcanzado un elevado nivel de formación en aspectos específicos directamente relacionados con los diferentes campos de la energía que estudia esta materia.

Competencias
CB6 CG03-CG05-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG19-CG20-CG21 CT3-CT4-CT6 CE2-CE3-CE4-CE5-CE6-CE10-CE18

Resumen
La asignatura de Energía Nuclear se centra en el desarrollo de los siguientes contenidos: ● Comprensión de los fenómenos y estructuras que tienen lugar en las escalas de los núcleos atómicos y las partículas. ● Conocimiento de la diversidad de reacciones nucleares que tienen lugar de forma natural, así como de sus aplicaciones para usos prácticos en nuestra sociedad. ● Conocimiento en profundidad de los balances energéticos en los procesos nucleares.

Conocimientos previos necesarios
Se recomienda tener conocimientos básicos de física cuántica.

Programa de la asignatura
Teoría ● Tema 1: Introducción: El núcleo atómico y sus componentes, interacciones fundamentales, leyes de conservación, clasificación de partículas. ● Tema 2: Propiedades globales de los núcleos relacionadas con procesos energéticos: tamaños, masas y energías de ligadura. Curva de energía de ligadura por nucleón, estabilidad nuclear y abundancia isotópica. ● Tema 3: Desintegraciones radiactivas en procesos energéticos: alfa, beta y gamma. Ley general de desintegración, vida media, desintegración multimodal y vida media parcial. Cadenas radiactivas y equilibrio secular. Dosimetría, protección radiológica, efectos de la exposición a la radiactividad. Radiactividad ambiental. ● Tema 4: Reacciones nucleares con impacto en procesos energéticos: tipos, cinemática, balance energético. Sección eficaz microscópica y macroscópica.

- Tema 5: Generación de energía nuclear por reacciones de fisión: fisión espontánea, inducida y en cadena, secciones eficaces de dispersión de neutrones (elástica, inelástica, fisión inducida y captura radiativa), materiales fisibles, fisionables y fértiles, distribución de masas y energías en los productos de fisión, factor de multiplicación en reacciones en cadena.
- Tema 6: Las centrales nucleoeléctricas: tipos, componentes, funcionamiento, ciclo del combustible nuclear, gestión de residuos nucleares. La energía nuclear en la actualidad, en España y en el mundo.
- Tema 7: Generación de energía nuclear por reacciones de fusión: barrera coulombiana, confinamiento, balance energético. Fusión estelar. Fusión nuclear como fuente futura de energía, proyecto ITER.

Prácticas

Laboratorio de física nuclear:

- Desintegraciones nucleares: alfa, beta, gamma.
- Radiaciones nucleares y radiactividad natural.
- Detectores y blindajes.

Laboratorio de informática:

- Simulación numérica de un reactor nuclear.

Bibliografía

- Fundamentos de física nuclear e introducción a la energía nuclear:

  - K. S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons, 1988.

  - W. S. C. Williams, *Nuclear and Particle Physics*. Oxford University Press, 2003.

  - W. N. Cottingham, D. A. Greenwood, *An Introduction to Nuclear Physics*. Cambridge University Press, 2004.

  - G. F. Knoll, *Radiation Detection and Measurement*. John Wiley & Sons, 1989.

- Energía nuclear:

  - D. Bodansky, *Nuclear Energy*. Springer, 2004.

  - R. L. Jaffe, W. Taylor, *The Physics of Energy*. Cambridge University Press, 2018.

  - J. A. Fay, D. S. Golomb, *Energy and the Environment*. Oxford University Press, 2002.

  - R. Wolfson, *Nuclear Choices. A citizen's Guide to Nuclear Technology*. The MIT Press, 1993.

- Introducción a la física nuclear y de partículas, energía de fusión:

  - O. Moreno, *Fundamentos cuánticos de la estructura de la materia*. Ediciones Complutense, 2025.

  - O. Moreno, *La energía de las estrellas. De los núcleos atómicos a los núcleos estelares.* Colección Un paseo por el Cosmos. RBA, 2016.

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus virtual UCM con los contenidos de la asignatura.

- Página web del laboratorio de la asignatura.
- Sitios web de interés con material bibliográfico, proyectos e informes relacionados con la energía nuclear, artículos de investigación, bases de datos de propiedades nucleares, organismos nacionales e internacionales de energía nuclear, etc.

Metodología
● Clases teóricas Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos en el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos básicos en el campo de la energía nuclear. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos. Los desarrollos matemáticos en la pizarra son también esenciales para la adecuada comprensión de la utilización de los conceptos. ● Ejercicios Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y simulaciones por medio de métodos numéricos con el objetivo de verificar si el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado. ● Laboratorio Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos casos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se ejecutarán en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso. ● Proyectos de asignatura Son temas relacionados con el mundo de la energía nuclear donde el profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos. Los proyectos se ejecutarán en grupos de 3-4 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso. ● Evaluación final Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	60%
Evaluación final: se realizará un examen al final del cuatrimestre.		
Otras actividades de evaluación	**Peso:**	40%
Asimismo, se evaluarán: ● Problemas resueltos o trabajos realizados fuera de las horas de clase: 20%. ● Prácticas de laboratorio (trabajo en el laboratorio e informes): 20%.		

Calificación final
El resultado final de la evaluación de la asignatura se obtiene de la siguiente fórmula: $C = 0.60\ Ex + 0.20\ Pb + 0.20\ Pr$ donde C es la calificación final, Ex es la nota del examen final, Pb es la calificación media de los problemas resueltos o trabajos realizados fuera de las horas de clase y Pr es la calificación media de las prácticas de laboratorio.

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS			Código	606773
Materia	Sistemas y Dispositivos	Módulo	Avanzado		
Carácter	Optativo	Curso	1º	Semestre	2º

	Total	Teoría	Prácticos	Laboratorio
Créditos ECTS:	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Jorge Contreras Martínez		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	01.111	e-mail	jcontr01@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	L: 15:00 - 17:00 X: 16:00 - 17:00	Jorge Contreras Martínez	Del 25/01/2027 al 08/03/2027	22	EMFTEL
		Daniel Vázquez Moliní	Del 10/03/2027 al 05/05/2027	21	Óptica

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	J: 14:30 - 17:30 del 11/02/2027 al 08/04/2027 semanas alternas	Jorge Contreras Martínez	12	EMFTEL
	Laboratorio de Óptica, 1ª planta	J: 14:30 - 17:30 del 22/04/2027 al 06/05/2027 semanas alternas	Daniel Vázquez Moliní	6	Óptica
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	J: 14:30 - 17:30 del 18/02/2027 - 01/04/2027 semanas alternas	Loreto García Fernández	12	EMFTEL
	Laboratorio de Óptica, 1ª planta	J: 14:30 - 17:30 del 15/04/2027 al 29/04/2027 semanas alternas	Daniel Vázquez Moliní	6	Óptica

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Jorge Contreras Martínez	M: 10:00 - 13:00 (+3h online)	jcontr01@ucm.es	111, 1ª Planta módulo este

Daniel Vázquez Moliní	M: 16:00 - 19:00 (+3h online)	dvazquez@ucm.es	Sem. Dpto. Óptica
Loreto García Fernández	L: 12:30 - 14:00 J: 10:00 - 11:30 (+3h online)	loreto.garcia@ucm.es	1.108.0, 1ª planta módulo este

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Cuando se haya completado esta materia el alumno conocerá en profundidad los sistemas y dispositivos relacionados con el campo de la energía en función de la especialidad por la que se haya decantado, sea ésta nuclear o renovable, caso de seleccionar una especialización concreta, o bien pudiendo conocer de ambos tipos si se decanta por una opción híbrida.
Por otro lado, esta materia capacitará al alumno en la compresión general de los principios fundamentales de funcionamiento de los sistemas y dispositivos, nucleares o renovables, así como sus formas y modos de operación, lo que le permitirá en el futuro abordar el análisis del comportamiento de dichos sistemas con objeto bien de trabajar en la mejora de su comportamiento, bien en la obtención de energía de la manera más eficiente posible.
Finalmente, se debe indicar que esta materia habilitará al alumno para poder trabajar en el campo de la energía a nivel práctico, dado el enfoque eminentemente aplicado que presentan la práctica totalidad de los contenidos impartidos. Esto supone una ventaja evidente desde el punto de vista profesionalizante, y un valor añadido a la formación del alumno y a su nivel de aprendizaje.

Competencias

CB4-CB6-CB7-CB8-CB10
CG02-CG03-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG15-CG19-CG20-CG21
CT1-CT3-CT4-CT7-CT8
CE1-CE6-CE8-CE15-CE16

Resumen

- Desarrollar los fundamentos básicos de la conversión térmica solar de manera que el alumno alcance el nivel de conocimientos necesario para comprender los fenómenos que tienen lugar en los sistemas solares térmicos
- Familiarizar al alumno con los principales tipos de sistemas solares térmicos que existen en la actualidad y que se utilizan como elementos de conversión de la energía solar en energía térmica
- Hacer comprender al alumno los principios de funcionamiento de los principales dispositivos que conforman los sistemas solares térmicos
- Estudiar las características de los sistemas solares térmicos y su influencia en los procesos de conversión energética
- Conocer la estructura de los diferentes sistemas solares térmicos
- Dar a conocer las diferentes aplicaciones en las que los sistemas solares térmicos intervienen
- Poner en contacto al alumno con sistemas y dispositivos solares térmicos y potenciar sus habilidades técnicas y prácticas en la operación de tales sistemas y dispositivos
- Establecer una sinergia entre el mundo académico y el profesional que permita al alumno mejorar su formación y conocer directamente los desarrollos tecnológicos y sistemas que operan en la sociedad
- Integrar el proceso de formación del alumno en las nuevas tendencias y desarrollos a través del contacto con las modernas líneas de trabajo, tanto científicas como profesionales, que se están desarrollando en la sociedad

- Conseguir que el alumno alcance un nivel de conocimientos teórico-prácticos en el campo de la conversión solar térmica que le habilite para el desarrollo de la profesión tanto en el ámbito científico como en el profesional

Conocimientos previos necesarios

Asignatura de Evaluación de Recursos Renovables del primer cuatrimestre del Máster en Energía.

Programa de la asignatura

Teoría
Tema 1: Fundamentos ópticos de sistemas solares: geometría plana y aproximación paraxial, Sistemas de imagen y óptica no formadora de imagen. Parámetros de evaluación
Tema 2: Sistemas de encauzamiento y concentración. Sistemas reflexivos y refractivos. Aberraciones ópticas
Tema 3: Propiedades ópticas de sistemas de concentración. Parámetros de optimización. Tolerancias. Cálculo de sistemas
Tema 4: Diseño de sistemas por trazado de rayos: técnicas de simulación y generación de modelos
Tema 5: Tratamiento superficial: teoría de multicapas. Tecnologías de tratamiento y caracterización de superficies
Tema 6: Captadores solares térmicos de placa plana: ecuaciones de balance energético
Tema 7: Captadores solares de concentración: balance de energía
Tema 8: Energía Solar Térmica y Edificación: Arquitectura Bioclimática

Seminarios
Seminario 1: Procesos ópticos en sistemas solares: Simulación de sistemas complejos. Desarrollo de algoritmos de optimización
Seminario 2: Arquitectura Bioclimática: Sistemas pasivos
NOTA: Los seminarios son optativos y su realización dependerá de la evolución de la asignatura.

Prácticas
Práctica 1: Diseño conceptual. Configuración básica del sistema
Práctica 2: Medida de factores de concentración
Práctica 3: Estimación de aberraciones
Práctica 4: Evaluación del comportamiento térmico de un sistema solar de placa plana
Práctica 5: Evaluación del comportamiento térmico de un sistema solar de concentración
Práctica 6: Evaluación del comportamiento de un sistema solar de tubos de vacío
Práctica 7: Evaluación energética de procesos de sistemas pasivos: aplicación a la Arquitectura Bioclimática.

Bibliografía

- Solar Engineering of Thermal Processes. John A. Duffie and William A. Beckman. Ed. John Wiley and Sons, 3rd ed. 2006
- Principles of Solar Engineering. Yogi Goswani, Frank Kreith and Jan. F. Kreider. Ed. Taylor and Francis, 2nd ed. 2000
- Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica: (adaptada al código técnico de la edificación y al nuevo RITE). José María Fernández Salgado. Ed. Madrid Vicente. 2010
- Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques. Zekai Sen. Springer
- Solar Thermal Energy Storage. H.P. Garg, S.C Mullik and V.K. Bhargava. Ed. Kluwer Ac. Pub. 1985

- Physics and Technology of Solar Energy: Solar Thermal Applications v. 1: Volume I: Solar Thermal Applications. H.P. Garg et al. Ed. Kluwer Ac. Pub. 1987
- Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Soteris A. Kalogirou. Ed. Academic Press. 2009
- Energía solar térmica y de concentración: manual práctico de diseño, instalación y mantenimiento adaptado al Código Técnico de Edificación (CTE) y al nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), Antonio Madrid Vicente, Ed. Madrid Vicente. 2009
- Manual de energía solar térmica: diseño y cálculo de instalaciones. Luis J. Cañada Rivera. Ed. UPV. 2008

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología

- Clases teóricas
  - Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo de la Energía Solar Térmica y su relación con la generación de calor a partir de esta fuente renovable. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos
- Ejercicios
  - Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y simulaciones por medio de métodos numéricos con el objetivo de verificar si el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado
- Prácticas
  - Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos casos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se ejecutarán en subgrupos de 3 personas
- Proyectos de asignatura

- Son simulaciones de proyectos reales relacionados con el mundo de la energía donde el profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos. Los proyectos se ejecutarán en grupos de 3-4 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso

- Evaluación final
  - Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales

LABORATORIOS

En las prácticas de laboratorio se desarrollarán prácticas pensadas para que el alumno las pueda realizar utilizando pequeño material facilitado por la asignatura y las utilidades como son las cámaras de los móviles y su aplicación a la medida de iluminancia.

Se llevarán a cabo sesiones explicativas. Se hará una demostración práctica por parte del profesor sobre un equipo de prácticas. Se proporcionarán datos a los alumnos. Se planteará un caso práctico sencillo basado en la temática de la práctica que el alumno deberá resolver utilizando los datos proporcionados y empleando la metodología explicada en la sesión de clase. El alumno elaborará un informe sobre la resolución del caso práctico.

La realización de las prácticas es requisito para la evaluación de la asignatura.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	50%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	50%

Asimismo, se evaluará

- Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase
- Las prácticas de laboratorio
- La realización del proyecto de asignatura

Calificación final

El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:

$$C_f = 0.5\ Ex + 0.2\ Pb + 0.15\ Py + 0.15\ Pr$$

donde

- C_f es la calificación final.
- Pb la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase.
- Py la calificación del proyecto de asignatura.
- Pr la calificación media de las prácticas de laboratorio.
- Ex la nota del examen final.

Se considerará que se han adquirido las competencias de la asignatura si se obtiene Ex >= 4.0 (sobre 10) y Pr >= 4.0 (sobre 10). En caso de no obtenerse esta calificación mínima, se calificarán estas partes como Ex = 0.0 y Pr = 0.0.

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA			Código	606765
Materia	Fuentes de Energía	Módulo	Básico		
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre	1º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Eric García Hemme		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	3.205	e-mail	eric.garcia@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	M: 15:30 - 16:30 X: 14:30 - 16:30	Eric García Hemme	Todo el cuatrimestre	43	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1 A2	Lab. Electrónica Aula de Informática	M: 17:30 - 20:30 (cada grupo de laboratorio realizará 6 sesiones en semanas alternas, coordinadas con Conversión y Eficiencia Energética)	Eric García Hemme Ignacio Mártil de la Plaza	18 por grupo	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Eric García Hemme	L: 10:00 - 12:00 M: 10:00 - 11:00 (+3h no presenciales)	eric.garcia@ucm.es	Despacho 3.205
Ignacio Mártil de la Plaza	V: 10:00 - 13:00 (+3h no presenciales)	imartil@ucm.es	Despacho 3.109.3

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Después de cursar esta materia el alumno habrá adquirido la formación básica necesaria en el campo de la energía, tanto para conocer los fundamentos relacionados con las principales fuentes de energía, sean convencionales o renovables, que constituyen actualmente el mix de la energía en España y el resto del mundo, como comprender los principales fenómenos relacionados con dichos tipos de energía. Igualmente, el alumno se encontrará en condiciones de abordar el estudio, de manera más detallada y profunda, de todos los procesos relacionados con la energía nuclear, solar o eólica. Por otra parte, una vez finalizada esta parte del curso el alumno habrá alcanzado un elevado nivel de formación en aspectos específicos directamente relacionados con los diferentes campos de la energía que estudia esta materia.

Competencias

CB6

CG03-CG05-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG19-CG20-CG21

CT3-CT4-CT6

CE2-CE3-CE4-CE5-CE6-CE10-CE18

Resumen

La estructura de la asignatura de Energía Solar Fotovoltaica se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:

- Conceptos básicos de Física de semiconductores y de Física de dispositivos de Unión
- Fundamentos físicos de los dispositivos fotovoltaicos
- Análisis detallado de las propiedades físicas de los distintos tipos de células solares existentes en la actualidad
- Fundamentos físicos de los dispositivos de alta eficiencia
- Tecnologías de fabricación de dispositivos fotovoltaicos

Conocimientos previos necesarios

Es imprescindible haber cursado o tener conocimientos significativos de Física de semiconductores y de Física de dispositivos electrónicos

Programa de la asignatura

TEORÍA

1. Introducción a la energía solar fotovoltaica

Interés de la Energía Solar Fotovoltaica. Situación actual de la Energía Solar Fotovoltaica. Perspectivas de futuro. El mercado de la Energía Solar Fotovoltaica.

2. Fundamentos de física de semiconductores

Bandas de energía en semiconductores. Semiconductores en equilibrio. Semiconductores fuera del equilibrio. Absorción de luz en semiconductores.

3. Física de los dispositivos de unión

Unión PN ideal. Unión PN real. Conceptos básicos de heteroestructuras.

4. Física de los dispositivos fotovoltaicos

Efecto fotovoltaico. Estructura de una célula solar. Parámetros característicos. Dispositivos reales: efectos térmicos, efectos de iluminación, efectos de resistencias parásitas. Reglas de diseño de células solares: perdidas ópticas por reflexión, pérdidas por recombinación, diseño del contacto frontal.

5. Materiales para dispositivos fotovoltaicos

Introducción. Dispositivos de semiconductores cristalinos y multicristalinos: c-Si, mc-Si, células HIT. Dispositivos de lámina delgada: a-Si:H, CdTe, Cu (GaxIn1-x) Se2.

6. Dispositivos de alta eficiencia y nuevos conceptos

Generaciones de dispositivos fotovoltaicos. Células de multi-unión. Dispositivos basados en semiconductores de banda intermedia. Dispositivos basados en pozos cuánticos.

7. Tecnologías de fabricación de células solares

Técnicas de crecimiento de cristales semiconductores. Tecnologías de lámina delgada. Ruta de fabricación de células solares de Si.

PRÁCTICAS

Práctica Nº 1. Medidas I-V en oscuridad. Corrientes de saturación. Factor de idealidad. Resistencias serie y paralelo. Modelo de doble diodo.

Práctica Nº 2. Medidas I-V en iluminación. Corriente en cortocircuito. Tensión de circuito abierto. Punto de máxima potencia. Factor de curva. Eficiencia.

Práctica Nº 3. Introducción al programa PC1D para simulación de dispositivos fotovoltaicos.

Práctica Nº 4. Simulación de una célula solar de homounión.

Práctica Nº 5. Simulación de una célula solar de multiunión.

Bibliografía

1.- Stephen J. Fonash. “Solar cell Device Physics” (2nd Edition) Academic Press, 2010

2.- A. Goetzberger, J. Knobloch and B. Voss “Crystalline Silicon Solar Cells” (2nd Edition) J. Wiley, 1998

3.- Handbook of Photovoltaic Science and Engineering (2nd Edition). A. Luque and S. Hegedeus (editors). J. Wiley, 2011

4.- T. M. Razykov et al. "Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects" Solar Energy 85 (2011) 1580

5.- V. Avrutin, N. Izyumskaya and H. Morkoç "Semiconductor solar cells: Recent progress in terrestrial applications" Superlattices and Microstructures 49 (2011) 337

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, tantos temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología
Se desarrollarán las siguientes actividades formativas: - Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos, aplicaciones y ejercicios - Prácticas de laboratorio En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra o proyecciones con ordenador. Para las lecciones teóricas se facilitarán lecturas recomendadas a realizar por el alumno previamente a ver el tema en clase, y enunciados de ejercicios a realizar por el alumno. Las lecturas previas recomendadas para las lecciones teóricas y los enunciados de los ejercicios se facilitarán a los alumnos con antelación suficiente en el Campus Virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	70%
Evaluación final: se llevará a cabo un examen al final del cuatrimestre. En caso de no alcanzarse una nota mínima de 4 puntos, la nota de exámenes se calificará con 0 puntos.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	30%
Se evaluarán las prácticas de laboratorio. La calificación de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 30%. Para que se califiquen estas actividades serán condiciones necesarias haber realizado todas las tareas de laboratorio, incluyendo la asistencia a todas las sesiones de laboratorio, así como la entrega de todas las memorias de prácticas, obteniendo una calificación media de al menos 5 puntos. En caso contrario, la nota de laboratorio será de 0 puntos.		
Calificación final		
El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula: $Cf = 0.70\ Ex + 0.30\ Pr$ donde Cf es la calificación final, Ex la nota de exámenes y Pr la calificación del laboratorio. La calificación de la convocatoria extraordinaria se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.		

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS			Código	606774
Materia	Sistemas y Dispositivos	Módulo	Avanzado		
Carácter	Optativo	Curso	1º	Semestre	2º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Enrique San Andrés Serrano		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	03.111.0	e-mail	esas@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	M: 14:30 -16:30 X: 18:00 -19:00	Enrique San Andrés Serrano	Todo el cuatrimestre	43	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1 A2	Laboratorio de Electrónica, sótano, módulo este	J: 14:30 - 17:30 (a partir del 11/02/27; cada grupo de laboratorio realizará 6 sesiones en semanas alternas, coordinadas con Sistemas Solares Térmicos)	Enrique San Andrés Serrano	18 por grupo	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Enrique San Andrés Serrano	L: 12:00 - 14:00 V: 11:30 - 12:30	esas@ucm.es	03.111.0
	L: 9:00 - 11:00 V: 12:30 - 13:30	esas@ucm.es	Virtuales a través de las herramientas del CV

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Cuando se haya completado esta materia el alumno conocerá en profundidad los sistemas y dispositivos relacionados con el campo de la energía nuclear o renovable, caso de seleccionar

una especialización concreta, o bien pudiendo conocer de ambos tipos si se decanta por una opción híbrida.
Por otro lado, esta materia capacitará al alumno en la compresión general de los principios fundamentales de funcionamiento de los sistemas y dispositivos, nucleares o renovables, así como sus formas y modos de operación, lo que le permitirá en el futuro abordar el análisis del comportamiento de dichos sistemas con objeto bien de trabajar en la mejora de su comportamiento, bien en la obtención de energía de la manera más eficiente posible.
Finalmente, se debe indicar que esta materia habilitará al alumno para poder trabajar en el campo de la energía a nivel práctico, dado el enfoque eminentemente aplicado que presentan la práctica totalidad de los contenidos impartidos. Esto supone una ventaja evidente desde el punto de vista profesionalizante, y un valor añadido a la formación del alumno y a su nivel de aprendizaje.

Competencias

CB4-CB6-CB7-CB8-CB10

CG02-CG03-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG15-CG19-CG20-CG21

CT1-CT3-CT4-CT7-CT8

CE1-CE6-CE8-CE15-CE16

Resumen

La estructura de la asignatura de Sistemas Solares se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:

- Desarrollo de los fundamentos teórico-prácticos de la conversión fotovoltaica.
- Estudio y análisis de los procesos de la conversión fotovoltaica, así como sus implicaciones en los distintos tipos de aplicaciones derivados (generación de energía eléctrica).
- Descripción de los principios de funcionamiento de los principales sistemas y dispositivos de la conversión fotovoltaica en sus distintos rangos de energía (bajo, medio y alto).
- Manejo y operación de sistemas solares fotovoltaicos con y sin seguimiento solar, para aplicaciones domésticas y de servicios.
- Caracterización de procesos de conversión solar fotovoltaica y utilización de los mismos en distintas aplicaciones.

Conocimientos previos necesarios

Será necesario tener conocimientos básicos de teoría de circuitos y electrónica.

Será recomendable haber cursado la asignatura de Evaluación del Recurso Eolo-solar del primer cuatrimestre del Máster Universitario en Energía.

Programa de la asignatura

Teoría

- Tema 1: Introducción. Componentes de un sistema fotovoltaico. Cálculo de productividad y dimensionado básico de sistemas fotovoltaicos.
- Tema 2: Paneles fotovoltaicos. Modelo simple del panel. Caracterización de paneles: curva de respuesta y de potencia. Efectos de sombra en la respuesta de los paneles.
- Tema 3: Conexión directa a carga. Controladores de carga de batería. Conversores DC-DC. Seguimiento del punto óptimo.
- Tema 4: Inversores. Caracterización y propiedades.

- Tema 5: Sistemas seguimiento solar y concentración.
- Tema 6: Instalaciones fotovoltaicas. Conexionado del generador. Sombreado. Criterios de diseño del *Balance of System.*

Prácticas

- Práctica 1: Introducción al laboratorio de Sistemas Fotovoltaicos.
- Práctica 2: Caracterización de un panel fotovoltaico.
- Práctica 3: Circuitos para conversión DC-DC.
- Práctica 4: Reguladores fotovoltaicos de carga de baterías.
- Práctica 5: Inversores para fotovoltaica aislada.
- Práctica 6: Operación de sistemas solares fotovoltaicos con circuitos de carga continua y de carga alterna.
- Práctica 7: Sistema fotovoltaico con inyección a red.

Bibliografía

- *Fundamentals of Solar Cells and Photovoltaic Systems Engineering.* Marta Victoria, Academic Press, 2025.
- *Photovoltaic Systems Engineering*. 3rd ed. R. A. Messenger and J. Ventre. CRC Press, 2012.
- *Planning & Installing Photovoltaic Systems* 2nd ed. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. 2008.
- *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering* 2nd ed. A. Luque and S. Hegedus. John Wiley & Sons. 2011.
- *Power Electronics.* 3rd ed. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. John Wiley & Sons. 2003.
- *Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems* 1st Ed. R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodríguez. John Wiley & Sons. 2011
- *Ingeniería Fotovoltaica*. E. Lorenzo. Progensa, 2014.
- *Energía Solar Fotovoltaica***.** O. Perpiñán. 2012. Libro disponible bajo licencia Creative Commons en http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf
- *Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos*. E. Lorenzo. Progensa, 2006.

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, tanto temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología
● Clases teóricas ● Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo de la Energía Fotovoltaica y su relación con la generación de energía eléctrica a partir de esta fuente renovable. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos ● Ejercicios ● Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y/o simulaciones con el objetivo de verificar si el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado. ● Prácticas ● Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico y materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos casos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se ejecutarán en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos matriculados en el curso. ● Evaluación final ● Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	60%
Evaluación final: se llevará a cabo un examen al final del cuatrimestre. En caso de que la calificación de este examen sea inferior a 5 puntos entonces *Ex* se calificará con 0 puntos.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	40%
Además, se evaluará: ● Los problemas y actividades que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase ● Las prácticas de laboratorio, evaluadas mediante una prueba final. Para que se evalúe esta prueba final, es necesario la entrega de las memorias de todas las prácticas. La media ponderada de las calificaciones de los problemas a realizar fuera de las horas de clase tendrá un peso del 20% y la de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 20%.		
Calificación final		
El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula: $Cf = 0.6\ Ex + 0.20\ Pb + 0.20\ Pr$		

donde Cf es la calificación final, Ex la nota del examen final, Pb la calificación media ponderada de los problemas y actividades resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, y Pr la calificación de las prácticas de laboratorio.

Máster en Energía curso 2026-2027

Ficha de la asignatura	ENERGÍA EÓLICA			Código	606766
Materia	Fuentes de Energía	Módulo	Básico		
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre	2º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Jorge Contreras Martínez		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	01.111 (3ª Sur)	e-mail	jcontr01@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	M: 16:30 - 18:30 X: 17:00 - 18:00	Jorge Contreras Martínez	Del 26/01/2027 al 17/02/2027 y del 16/03/2027 al 05/05/2027	31	EMFTEL
		Ignacio López Fernández	Del 23/02/2027 al 10/03/2027	12	Externo

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta	J: 17:30 - 20:30 (6 sesiones)	Jorge Contreras Martínez	18	EMFTEL
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta	J: 17:30 - 20:30 (2 sesiones) M: 18:30 - 20:30 (6 sesiones)	Jorge Contreras Martínez	18	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Jorge Contreras Martínez	M: 10:00 - 13:00 (+3h online)	jcontr01@ucm.es	01.111, 1ª Planta Módulo Este
Ignacio López Fernández	6 h online L-J	nacholopezfdez@gmail	

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Después de cursar esta materia el alumno habrá adquirido la formación básica necesaria en el campo de la energía, tanto para conocer los fundamentos relacionados con las principales fuentes de energía, sean convencionales o renovables, que constituyen actualmente el mix de la energía en España y el resto del mundo, como comprender los principales fenómenos relacionados con los dichos tipos de energía. Igualmente, el alumno se encontrará en condiciones de abordar el estudio, de manera más detallada y profunda, de todos los procesos relacionados con la energía nuclear, solar o eólica. Por otra parte, una vez finalizada esta parte del curso el alumno habrá alcanzado un elevado nivel de formación en aspectos específicos directamente relacionados con los diferentes campos de la energía que estudia esta materia.

Competencias
CB6 CG03-CG05-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG19-CG20-CG21 CT3-CT4-CT6 CE2-CE3-CE4-CE5-CE6-CE10-CE18

Resumen
● Conocer los fundamentos que rigen el comportamiento del viento desde un punto de vista físico, estableciendo las ecuaciones que rigen dicho comportamiento y los mecanismos y parámetros de control de la transformación de energía ● Familiarizar al alumno con el proceso de conversión de la energía eólica, su relación con la Física y su influencia en el Medio Ambiente ● Conocer los elementos y dispositivos de un sistema de generación eólica, así como sus características y principios de funcionamiento ● Aprender a determinar la respuesta de un sistema eólico, especialmente desde el punto de vista de la generación de energía, así como determinar los factores que influyen sobre dicha respuesta y su incidencia en la conversión en energía eléctrica ● Familiarizar al alumno con los modernos métodos numéricos para determinar la generación de energía eléctrica a partir del viento ● Conocer las diferentes técnicas y procesos tecnológicos para la transformación de la energía del viento en energía eléctrica ● Permitir acceder al conocimiento de la influencia que sobre el Medio Ambiente tienen los distintos procesos y sistemas utilizados, así como los mecanismos para limitar dicha influencia ● Desarrollar un proceso metodológico que permita al alumno establecer criterios para un correcto diseño y dimensionado de un parque eólico ● Formar al alumno en las técnicas básicas y avanzadas para el estudio y desarrollo de proyectos de Energía Eólica que puedan ser utilizados en el campo profesional ● Dotar al alumno de los conocimientos y habilidades necesarias para poder llevar a cabo tareas específicas en el campo de la energía eólica dentro del ámbito de las empresas del sector

Programa de la asignatura

<u>Teoría</u>
● Tema 1: Características del recurso eólico. Evaluación del recurso eólico. Ley de Betz. Potencial. Estudio de perfiles aerodinámicos. Perfil vertical de viento. Distribución de velocidades.
● Tema 2: Métodos y procesos estadísticos.
  ○ Distribuciones de Wiebull y Rayleigh.
  ○ Bases de datos y proceso de filtrado.
  ○ Metodologías CFD para análisis eólico.
● Tema 3: Aerodinámica.

  - Fundamentos: Teoría del momento lineal. Teoría del movimiento de rotación:
  - Mecánica de Fluidos.
  - Aspectos mecánicos y dinámicos: combinación de perfiles en rotores.
- Tema 4: Aerogeneradores. Tipos y características. Curva y coeficiente de potencia. Diseño y elementos. Configuración y aplicaciones.
- Tema 5: Generación de energía. Métodos de cálculo. Clases de aerogeneradores Emplazamiento: clasificación. Sistemas y subsistemas de control.
- Tema 6: Aplicaciones de los aerogeneradores.
- Tema 7: Aspectos económicos.
- Tema 8: Impacto medio ambiental.

Prácticas
- Práctica 1: Medición de velocidad de viento.
- Práctica 2: Medición en túnel de viento. Caracterización del recurso eólico.
- Práctica 3: Determinación del perfil de velocidades en la pala de un aerogenerador
- Práctica 4: Caracterización de un aerogenerador de eje horizontal.
- Práctica 5: Evaluación de las fuerzas de sustentación en perfiles alares.
- Práctica 6: Medida de la fuerza de empuje sobre aerogeneradores.

Bibliografía

- Wind Energy Explained. Theory, Design and Application. J. F. Manwell, J.G. McGowan y A.L. Rogers. Ed. John Wiley and Sons
- Wind Energy Handbook. T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe y E. Bossanyi. Ed. John Wiley and Sons. 2ª Ed.
- Wind Energy Engineering. Pramod Jain. Ed. McGraw-Hill
- Wind Energy Explained. J.F. Manwell, J.C. McGowan and A.L. Rogers. John Wiley and Sons
- Energía Eólica. Miguel Villarrubia. Ed.CEAC
- Wind Energy. Fundamentals, Resource Analysis and Economics. Mathew Sathyajith Springer
- Wind and Solar Power Systems. Design, Analysis and Operation. Mukund R. Patel. Ed. Taylor and Francis
- Wind Turbines. T. Al-Shemmeri. Bookbook.com
- Small Wind Turbines. Analysis, Design and Application. David Wood, Springer
- Técnicas numéricas en Ingeniería de Fluidos, Jesús Manuel Fernández Oro. Ed. Reverté
- Elements of Computational Fluid Dynamics. John D. Ramshaw. Ed. Imperial College Press
- Mecánica de Fluidos. Fundamentos y Aplicaciones. Yunus A. Çengel y John M. Cimbala Ed. McGraw Hill.

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, tanto temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología

- Clases teóricas
  - Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el

programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo de la Eficiencia Energética y su relación con los procesos de conversión. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos

    - Las clases teóricas se impartirán en modo presencial
- Prácticas
    - Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos casos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se ejecutarán en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso
    - Las prácticas se impartirán en modo presencial.
- Proyecto de asignatura
    - El proyecto refleja una situación directamente relacionada con el campo de la energía, similar a lo que acontece actualmente; se ejecutará en grupos de 3-4 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso
- Caso práctico de evaluación
    - Es un problema real de los que se presentan hoy en día relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente donde el profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos
- Evaluación final
    - Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	50%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre. En el examen se evaluarán tanto los conocimientos del alumno en la parte teórica como las competencias adquiridas en la parte práctica de la asignatura y su capacidad para resolver situaciones concretas relativas al temario de la asignatura. La calificación se obtendrá mediante la siguiente fórmula: $Ex = 0.5\ Cpe + 0.5\ Py$ donde Ex es la calificación de exámenes, Cpe, la calificación del caso práctico de evaluación y Py la calificación del proyecto de asignatura. En caso de no llegar a una calificación mínima de 3.5 puntos en el examen final, esta parte se calificará con 0 puntos.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	50%
Asimismo, se evaluará		

- El trabajo realizado por el alumno en casos prácticos
- Las prácticas de laboratorio
- El proyecto de asignatura

Calificación final

El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:

$$Cf = 0.5\ Ex + 0.25\ Cpa + 0.25\ Lab$$

donde Cf es la calificación final, Ex la calificación de exámenes, Cpa, la calificación del caso práctico de asignatura y Lab la calificación media de los informes de las prácticas de laboratorio.

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	ALMACENAMIENTO Y PILAS DE COMBUSTIBLE	Código	606768
Materia	Procesos Energéticos	Módulo	Básico
Carácter	Obligatorio	Curso	1º
		Semestre	1º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesora coordinadora	V. María Barragán García	Dpto.	EMFTEL
	Despacho: 01.113	e-mail:	vmabarra@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Horario	Profesor	Periodo	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	L: 16:30 - 17:30 X: 16:30 - 18:30	V. María Barragán García	Todo el cuatrimestre	43	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1 A2	Laboratorio Física Térmica, 3ª planta, Módulo Central Norte	L*: 17:30 - 20:30 (cada grupo de laboratorio realizará 6 sesiones en semanas alternas, coordinadas con Energía Nuclear). * Excepto los lunes festivos 2/11 y 9/11, que se trasladan a los jueves 5/11 y 12/11 en horario 10:00 - 13:00.	Jorge Contreras V. María Barragán	12 24	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
V. M. Barragán	L: 11:30 - 13:00 M: 12:30 - 14:00 (+3h no presenciales L-J)	vmabarra@ucm.es	Despacho 01.113.0, 1ª planta, módulo este
Jorge Contreras	M: 10:00 - 13:00 (+3h no presenciales)	jcontr01@ucm.es	Despacho 01.111.0, 1ª planta, módulo este

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
A la finalización de esta materia el alumno habrá adquirido el conocimiento necesario para comprender los fenómenos físicos relacionados con los procesos energéticos de los distintos tipos de energía. Asimismo, esta materia permitirá al alumno alcanzar el nivel de aprendizaje imprescindible para el conocimiento de la forma en que van a operar los diferentes dispositivos energéticos ligados a las fuentes de energía que se estudian en el Máster. Por último, otro de los resultados fundamentales del aprendizaje de esta materia es la capacitación que el alumno adquiere en aquellos aspectos relativos a la forma de comportamiento de las fuentes de energía y los procesos tecnológicos que los caracterizan.

Competencias
CB6 CG01-CG03-CG05-CG06-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG20-CG21 CT3-CT4-CT6 CE8-CE10-CE13-CE16-CE17

Resumen
● Conocer y comprender los mecanismos del almacenamiento de energía eléctrica y su aplicación a los procesos de conversión de energía. ● Desarrollar las habilidades prácticas necesarias para aplicar los procesos de almacenamiento de energía en sistemas convencionales y de energías renovables. ● Comprender la importancia de los sistemas de almacenamiento en el entorno energético actual y futuro. ● Ser capaz de establecer los mecanismos de correspondencia entre generación, almacenamiento y distribución de energía, así como de poder aplicar dichos mecanismos a los sistemas actuales que utilizan fuentes de energía, tanto convencionales como renovables. ● Conocer los campos de aplicación de los distintos sistemas de almacenamiento y saber desarrollar protocolos de actuación para una correcta aplicación con vistas a una mayor eficiencia en el uso de estos sistemas. ● Identificar los distintos tipos de pilas de combustible, su campo de aplicación y sus características fundamentales. ● Conocer la influencia en el entorno energético actual y futuro. ● Adquirir un conocimiento completo de los diferentes procesos que tienen lugar en los distintos tipos de pilas de combustible, con objeto de poder mejorar la eficiencia de dichos sistemas. ● Conocer las ventajas y limitaciones que imponen los distintos tipos de pilas de combustible. ● Comprender los retos científicos y tecnológicos que representa el desarrollo de nuevos tipos de pilas de combustible y establecer las posibles mejoras en relación con los procesos energéticos e industriales que las utilizan.

Conocimientos previos necesarios
Se recomienda tener conocimientos de procesos termodinámicos y transferencia de calor y masa, así como de fundamentos de conversión eléctrica y electroquímica.

Programa de la asignatura
Teoría Tema 1. Conceptos básicos. Tema 2. El hidrógeno y las pilas de combustible. Tema 3: Fundamentos del hidrógeno.

Tema 4. Termodinámica de las pilas de combustible.

Tema 5. Principios físico-químicos de las pilas de combustible.

Tema 6. Tipos de pilas de combustible. Caracterización.

Tema 7. Aplicaciones de las pilas de combustible.

Tema 8. Principios y fundamentos del almacenamiento eléctrico.

Tema 9. Tipos de acumuladores eléctricos. Caracterización.

Tema 10. Aplicaciones de la acumulación eléctrica.

Prácticas

Se realizarán 6 sesiones de laboratorio que abarcarán distintas temáticas de la asignatura:

- Generación de hidrógeno mediante electrolizadores.
- Almacenamiento de hidrógeno.
- Caracterización de pilas/stacks de pilas de combustible.
- Carga/descarga de acumuladores eléctricos.

Bibliografía

- Handbook of Batteries. *David Linden and Thomas B. Reddy*. Ed. McGraw-Hil, 3ª Ed.
- Fundamentals of Renewable Energy Processes. *Aldo Vieira da Rosa*. Academic Press, 2º Ed.
- Fuel Cells. From Fundamentals to Applications. *S. Srinivasan*. Springer.
- Handbook of Hydrogen Storage. *Michael Hirscher*. John Wiley and Sons VCH
- Fundamentos de Electródica. Cinética electroquímica y sus aplicaciones. *José M. Costa*. Alhambra Universidad
- Advanced Batteries. *Robert A. Huggins*. Springer
- Storage Batteries. *George W. Vinal*. John Wiley and Sons, 4ª Ed.
- Modern Batteries. *Colin A. Vincent*. Ed. Arnold
- Acumuladores electroquímicos. Fundamentos, Nuevos Desarrollos y Aplicaciones. *José Fullea García*. Ed. McGraw-Hill.
- Fuel Cell Handbook. *EG&G Technical Services, Inc.*. DOE.
- Fuel Cell Technology Handbook. *Gregor Hoogers*. CRC Press
- Celdas de Combustible. *F.J. Rodríguez Varela, O. Solorza Feria y E. Hernández Pacheco*. Ed. Sociedad Mexicana del Hidrógeno
- Énergie Solaire et Stockage d'Énergie. *R. Dumon*. Ed. Masson
- Sustainable Thermal Storage Systems Planning Design and Operations. *Lucas Hyman*. Ed. McGraw-Hill
- Thermal Energy Storage: Systems and Applications. *I. Dincer and Marc A. Rosen*. Ed. John Wiley and Sons, 2ª Ed.

Recursos en internet
Los recursos de la asignatura en internet serán: ● Campus Virtual con los contenidos de la asignatura: temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc. ● Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología
• Clases teóricas o Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el contenido de la asignatura. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos. • Ejercicios o Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y/o simulaciones con el objetivo de verificar si el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado. • Prácticas de laboratorio o Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental con vistas a la resolución de dichos casos prácticos. Las prácticas estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Se ejecutarán en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos matriculados en el curso. • Entregables o Son problemas y casos prácticos que el alumno deberá resolver de forma individual en horario fuera de clase y entregar en los plazos establecidos. • Evaluación final o Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	50%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre. En caso de que la calificación de este examen sea inferior a 4 puntos entonces Ex se calificará con 0 puntos.		

Otras actividades de evaluación	Peso	50%

Asimismo, se evaluarán:

- Entregables que el estudiante debe resolver fuera de clase (peso del 25%)
- Prácticas de laboratorio (peso del 25%). La asistencia a todas las sesiones de laboratorio y la entrega de todos los informes requeridos son obligatorias para que esta actividad sea evaluada. En caso contrario Pr se calificará con 0 puntos.

Calificación final

El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:

$$Cf = 0.50\ Ex + 0.25\ En + 0.25\ Pr$$

donde Ex es la calificación sobre 10 obtenida en el examen final, En es la calificación media sobre 10 obtenida en los entregables y Pr es la calificación media sobre 10 obtenida en las prácticas de laboratorio.

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	EVALUACIÓN DE RECURSOS RENOVABLES			Código	606770
Materia	Simulación y Predicción	Módulo	Avanzado		
Carácter	Optativo	Curso	1º	Semestre	1º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesor coordinador	Jorge Contreras Martínez		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	1.111.0, 1ª planta módulo este	e-mail	jcontr01@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	M: 14.30 - 15:30 J: 14:30 - 16:30	Luis Durán Montejano	3/9/26 - 24/9/26 10/11/26 - 15/12/26	25.5	FTA
		Jorge Contreras Martínez	3/9/26 29/9/25 - 05/11/26	17.5	EMFTEL

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1 A2 A3	Aula Informática	26/11/26, 03/12/26 17:30 - 20:30	Luis Durán Montejano	6	FTA
		8/10/26 17:30 - 20:30	Jorge Contreras Martínez	3	EMFTEL
A1	4ª planta, módulo central sur, acceso azotea	29/09/26, 30/09/26 12:00 - 13:30	Jorge Contreras Martínez	3	EMFTEL
	Laboratorio Energías Renovables. 3ª planta, módulo central	15/10/26, 05/11/26 17:30 - 20:30	Jorge Contreras Martínez	6	EMFTEL
A2	4ª planta, módulo central sur, acceso azotea	06/10/26, 07/10/26 12:00 - 13:30	Jorge Contreras Martínez	3	EMFTEL

	Laboratorio Energías Renovables. 3ª planta, módulo central	22/10/26, 12/11/26 17:30 - 20:30	Mohamed Khayet Souhaimi	6	EMFTEL
A3	4ª planta, módulo central sur, acceso azotea	13/10/26, 14/10/26 12:00 - 13:30	Jorge Contreras Martínez	3	EMFTEL
	Laboratorio Energías Renovables. 3ª planta, módulo central	29/10/26, 19/11/26 17:30 - 20:30	Mohamed Khayet Souhaimi	6	EMFTEL

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	**Horarios**	**e-mail**	**Lugar**
Luis Durán Montejano	M: 9:00 - 12:00 (+3h online)	luduran@ucm.es	Despacho 4.228.0, 4ª planta módulo oeste
Jorge Contreras Martínez	M: 10:00 - 13:00 (+3h online)	jcontr01@ucm.es	Despacho 1.111.0, 1ª planta, módulo este.
Mohamed Khayet Souhaimi	M: 12:15 - 14:00 X: 12:15 - 13:30 (+3h online)	khayetm@fis.ucm.es	Despacho 1.106.0, 1ª planta módulo este

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Los principales resultados que se obtienen con el desarrollo de esta materia incluyen la capacidad del alumno de poder establecer las hipótesis de partida sobre las que se basan los procesos bajo los que fundamentalmente operan los diferentes sistemas de conversión energética. Asimismo, con el curso de esta materia se alcanza una capacidad de análisis y evaluación de los principios básicos sobre los que se asienta el diseño y dimensionado de sistemas energéticos, sean de carácter nuclear, solar o eólico. Por otra parte, entre los resultados del aprendizaje se incluye la capacidad del alumno de poder evaluar los recursos energéticos en el campo de las Energías Renovables, fundamentalmente solar e hidráulica, una de las herramientas fundamentales en las que se basa la predicción del recurso energético renovable en estos campos, y que representa un elemento imprescindible en el planteamiento del diseño, concepción, desarrollo y ejecución de nuevas plantas energéticas. Igualmente, durante el desarrollo de esta parte de la materia, el alumno adquirirá una elevada capacidad para modelizar procesos energéticos en cualquiera de sus vertientes y modalidades, lo que constituye un elemento fundamental en el mundo actual, ya que debido al elevado coste de los sistemas energéticos, especialmente los de gran potencia, se hace imprescindible una fase previa de modelado para evaluar el diseño y dimensionado de dichos sistemas, para lo cual el conocimiento de los procesos de simulación es fundamental. A la finalización de esta materia el alumno se encontrará, pues, en condiciones de poder plantear las bases para una evaluación, con un elevado grado de precisión, del recurso energético; al mismo tiempo, el alumno habrá adquirido la capacitación necesaria para poder establecer una metodología adecuada para poder predecir el comportamiento de distintos sistemas energéticos, estén éstos asociados a una única fuente de energía o sean de carácter híbrido.

Competencias

CB8-CB10

CG01-CG11-CG12-CG14-CG15-CG19-CG22

CT3-CT4-CT6-CE10-CE18

Resumen
● Conocer y comprender los fundamentos en los que se basa la evaluación del recurso solar, eólico e hidráulico ● Establecer la relación del recurso energético solar, eólico e hidráulico con la Física ● Aprender a evaluar el recurso solar, eólico e hidráulico para su empleo en las diversas aplicaciones que utilizan estos tipos de fuente de energía renovable ● Familiarizar al alumno con las modernas metodologías de predicción y estimación del recurso solar, eólico e hidráulico, así como con los modernos métodos numéricos de evaluación de este tipo de recursos ● Dar a conocer al alumno las herramientas necesarias para determinar la forma de aplicar el valor del recurso solar, eólico e hidráulico en aplicaciones energéticas ● Desarrollar las habilidades necesarias para poder establecer de forma práctica el valor del recurso energético hidráulico, eólico y solar con la mayor precisión posible para cualquier ubicación y período de tiempo ● Conocer los sistemas, elementos y dispositivos para la medida y determinación del recurso hidráulico, eólico y solar ● Dotar al alumno de los conocimientos y habilidades necesarias para poder llevar a cabo tareas específicas en el campo de la energía hidráulica, eólica y solar dentro del ámbito de las empresas del sector dedicadas a la evaluación y prospección del recurso solar, eólico e hidráulico

Programa de la asignatura
Teoría ● Tema 1: Fundamentos físicos del recurso solar. ● Tema 2: Distribución espectral. Constante solar. Irradiancia solar ● Tema 3: Medida y evaluación del recurso solar ● Tema 4: Fundamentos físicos del recurso eólico ● Tema 5: Medida y evaluación del recurso eólico ● Tema 6: Variabilidad y predicción del recurso renovable ● Tema 7: Conceptos fundamentales de fluidos ● Tema 8: Principio de Bernouilli. Ecuación general de la energía ● Tema 9: Pérdidas de energía ● Tema 10: Turbomáquinas: bombas y turbinas ● Tema 11: Recursos hídricos. Sistemas de aprovechamiento energético a partir del recurso hídrico marino. Prácticas ● Práctica 1: Caracterización del recurso solar. Medición de irradiancia solar global, difusa y directa sobre plano horizontal e inclinado ● Práctica 2: Dispositivos de medida. Métodos de calibración ● Práctica 3: Introducción a la dinámica de fluidos computacional (CFD) ● Práctica 4: Caracterización del funcionamiento de una turbina Pelton para generación hidroeléctrica ● Práctica 5: Generación de energía hidroeléctrica en corriente continua y alterna ● Práctica 6: Sistemas de generación y recuperación de energía hidroeléctrica: sistema de impulsión y sistema de bombeo

- Práctica 7: Evaluación de las pérdidas de carga en un sistema hidráulico
- Práctica 8: Evaluación del recurso renovable

Bibliografía

- Solar Radiation. M. Iqbal. Academic Press.
- Solar Engineering of Thermal Processes. John A. Duffie y William A. Beckman. Ed. John Wiley and Sons. 2ª Ed.
- Solar Radiation Data. B. Bourges. EU Eufrat Project.
- Caracterización de la Radiación Solar como Recurso Energético. Serie Ponencias. Ed. CIEMAT.
- Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques. Zekai Sen. Springer.
- Wind resource assessment: a practical guide to developing a wind project. Brower, M. John Wiley & Sons (2012).
- Técnicas numéricas en ingeniería de fluidos. J.M. Fernández Oro. Ed. Reverté.
- Mecánica de Fluidos. Frank M. White Ed. McGraw Hill.
- Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones. Yunus A. Çengel y John M. Cimbala. Ed. McGraw Hill (2006).
- Fox and McDonald´s. Introduction to Fluid Mechanics, P.J. Pritchard, John Wiley & Sons, Inc. (2011).

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, tanto temas teóricos como ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
- Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, centros, congresos, etc.

Metodología

- Clases teóricas
    - Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo de la evaluación y predicción del recurso hidráulico, eólico y solar con vistas a su aplicación en los sistemas de conversión térmica, fotovoltaica y eólica. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos.
- Problemas
    - Los ejercicios consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico y/o simulaciones por medio de métodos numéricos con el objetivo de verificar si el alumno

es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas a situaciones prácticas que requieran de una cuantificación numérica en la solución del problema planteado.

- Proyecto
    - Simulación de proyectos reales relacionados con la evaluación de los recursos energéticos. El profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos.
- Prácticas
    - Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico donde el alumno se familiarizará con el manejo de equipos e instrumental de laboratorio, así como de herramientas informáticas, con vistas a la resolución de casos prácticos. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos de la misma.
- Evaluación final
    - Se trata de una prueba de control que evalúa el conjunto de conocimientos del alumno sobre el conjunto global de la asignatura. Las pruebas de evaluación son individuales.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	50%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre. Se considerará que se han adquirido las competencias teóricas de la asignatura si se obtiene Ex >= 4.0 (sobre 10). En caso de no obtenerse esta calificación mínima, se calificará esta parte como Ex = 0.0.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	50%
Asimismo, se evaluarán las siguientes actividades individuales y/o en grupo: • Pb: los problemas y/o casos prácticos resueltos por el alumno (10%) • Py: desarrollo del proyecto de la asignatura (10%) • Pr: las prácticas de laboratorio (30%) Para demostrar la adquisición de las competencias prácticas de la asignatura será condición necesaria la asistencia a todas las sesiones de laboratorio, así como la obtención de una nota mínima en las actividades propuestas: Pb >= 5.0 (sobre 10), Py >= 5.0 (sobre 10) y Pr >= 5.0 (sobre 10). En caso de no cumplir estas condiciones, estas actividades se calificarán como Pb = Py = Pr = 0.0, respectivamente.		
Calificación final		
El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula: $Cf = 0.5\ Ex + 0.1\ Pb + 0.1\ Py + 0.3\ Pr$ donde • Cf es la calificación final • Pb es la calificación media de los problemas y/o casos prácticos resueltos por el alumno • Py es la calificación del proyecto de la asignatura • Pr es la calificación media de las prácticas de laboratorio • Ex es la nota del examen final		

Máster en Energía	curso 2026-2027	

Ficha de la asignatura	PROYECTOS: MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA			Código	606769
Materia	Simulación y Predicción	Módulo	Avanzado		
Carácter	Optativa	Curso	1º	Semestre	2º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	4	1	1
Horas presenciales	61	33	10	18

Profesora coordinadora	Matilde Santos Peñas		Dpto.	ACYA
	Despacho	Informática nº 334	e-mail	msantos@ucm.es

Teoría / Prácticas - Detalle de horarios y profesorado					
Aula	Día / Horario	Profesor	Periodo / Fechas	Horas	Dpto.
Sem. 3.4	L: 17:00 - 19:00 X: 15:00 - 16:00	Matilde Santos Peñas	Todo el cuatrimestre	21.5	ACYA
		Clara López González	Todo el cuatrimestre	21.5	ACYA

Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A1	Aula informática 2	J: 14:30 - 17:30 (2 semanas) J: 17:30 - 20:30 (4 semanas)	Matilde Santos Peñas	9	ACYA
			Clara López González	9	ACYA

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Matilde Santos Peñas	X, V: 10:00 - 12:00 (+2h a través del CV)	msantos@ucm.es	Informática, nº 334
Clara López González	X, J: 11:00 - 12:30 (+3h a través del CV)	claraisl@ucm.es	02.225.0, 2ª planta, módulo central

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Los principales resultados que se obtienen con el desarrollo de esta materia incluyen la capacidad del alumno de poder establecer las hipótesis de partida sobre las que se basan los procesos bajo los que fundamentalmente operan los diferentes sistemas de conversión energética. Asimismo, con

el curso de esta materia se alcanza una capacidad de análisis y evaluación de los principios básicos sobre los que se asienta el diseño y dimensionado de sistemas energéticos, sean de carácter nuclear, solar o eólico. Por otra parte, entre los resultados del aprendizaje se incluye la capacidad del alumno de poder evaluar los recursos energéticos en el campo de las Energías Renovables, fundamentalmente solar e hidráulica, una de las herramientas fundamentales en las que se basa la predicción del recurso energético renovable en estos campos, y que representa un elemento imprescindible en el planteamiento del diseño, concepción, desarrollo y ejecución de nuevas plantas energéticas. Igualmente, durante el desarrollo de esta parte de la materia, el alumno adquirirá una elevada capacidad para modelizar procesos energéticos en cualquiera de sus vertientes y modalidades, lo que constituye un elemento fundamental en el mundo actual, ya que debido al elevado coste de los sistemas energéticos, especialmente los de gran potencia, se hace imprescindible una fase previa de modelado para evaluar el diseño y dimensionado de dichos sistemas, para lo cual el conocimiento de los procesos de simulación es fundamental. A la finalización de esta materia el alumno se encontrará, pues, en condiciones de poder plantear las bases para una evaluación, con un elevado grado de precisión, del recurso energético; al mismo tiempo, el alumno habrá adquirido la capacitación necesaria para poder establecer una metodología adecuada para poder predecir el comportamiento de distintos sistemas energéticos, estén estos asociados a una única fuente de energía o sean de carácter híbrido.

Competencias

CB8-CB10

CG01-CG11-CG12-CG14-CG15-CG19-CG22

CT3-CT4

CE1-CE6-CE8-CE15-CE16

Resumen

La asignatura Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:

1. Sistemas y modelos: Tipos de modelos, ejemplos. Aplicaciones.
2. Obtención de modelos: modelado e identificación. Bond graphs
3. Construcción de modelos: representación, linealización, verificación y validación.
4. Simulación. Introducción. Simulación continua y discreta. Fases de la simulación
5. Análisis de resultados y documentación de la simulación
6. Herramientas de simulación. Distribuciones
7. Áreas de aplicación.
8. Ejemplos en el ámbito de los sistemas energéticos.

Conocimientos previos necesarios

No se requieren conocimientos previos específicos sobre simulación, aunque facilitará mucho el aprovechamiento de la asignatura el saber trabajar con alguna herramienta computacional de simulación como el programa Matlab/Simulink u otro similar, así como ser capaz de trabajar con ecuaciones diferenciales para definir los modelos.

Programa de la asignatura

Teoría

Tema 1: Sistemas y modelos: Tipos de modelos, ejemplos. Aplicaciones.

Tema 2: Obtención de modelos: modelado e identificación. Bond graphs

Tema 3: Construcción de modelos: representación, linealización, verificación y validación.

Tema 4: Simulación. Introducción. Simulación continua y discreta. Fases de la simulación

Tema 5: Análisis de resultados y documentación de la simulación

Tema 6: Herramientas de simulación. Distribuciones.

Tema 7: Áreas de aplicación y ejemplos en el ámbito de los sistemas energéticos.

Prácticas:

Se propondrán una serie de prácticas para que el alumno se familiarice con las herramientas de simulación

- Práctica 1: Obtención de modelos de sistemas continuos
- Práctica 2: Simulación de sistemas continuos
- Práctica 3: Obtención de modelos de sistemas discretos
- Práctica 4: Simulación de sistemas discretos
- Práctica 5: Simulación de sistemas estocásticos
- Práctica 6: Simulación de elementos y recursos de energía

Proyecto:

Desarrollo y simulación de un sistema relacionado con el ámbito de la energía y su análisis.

Las prácticas se realizarán con el programa Matlab/Simulink, disponible en la UCM para su uso académico.

Bibliografía

Bibliografía básica

1. Apuntes de la asignatura elaborados por la profesora (disponibles en el campus virtual).
2. Atherton, Derek P., Borne, P., Concise encyclopedia of modelling and simulation, 1992, Pergamon Press.
3. Kheir, Naim A., Systems modelling and computer simulation, 1996, Marcel Dekker.

Complementaria (se puede descargar gratuitamente)

1. Modeling and simulation of energy systems: A review. Subramanian, A.S.R., Gundersen, T. and Adams, T.A., 2018. Processes, 6(12), p.238. https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-519-5
2. Simulation modeling and analysis (Vol. 3). Law, A.M., Kelton, W.D. and Kelton, W.D., 2000. New York: McGraw-Hill. https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/index.pdf
3. Modelado y Simulación de un Sistema Conjunto de Energía Solar y Eólica para Analizar su Dependencia de la Red Eléctrica. Mikati, M., M. Santos, C. Armenta. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI 9.3 (2012): 267-281. DOI: https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.05.010
4. Introduction to Modeling and Simulation with MATLAB® and Python. Gordon, S.I. and Guilfoos, B., 2017. CRC Press (ebook)
5. Electric grid dependence on the configuration of a small-scale wind and solar power hybrid system. Mikati, M., M. Santos, C. Armenta. Renewable energy 57 (2013): 587-593. https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.02.018
6. Energy systems modeling for twenty-first century energy challenges, Stefan Pfenninger, Adam Hawkes, James Keirstead, Renewable and Sustainable Energy Reviews 33 (2014):74-86. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.003.

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

1. Campus Virtual con los contenidos de la asignatura: temas teóricos, transparencias, artículos científicos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos, etc.
2. Enlaces a sitios de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente, artículos de investigación, bases de datos, congresos, recursos audiovisuales, etc.

Metodología

Clases teóricas

Estas clases tienen como objetivo la transmisión de conocimientos al alumno sobre los aspectos más relevantes de cada uno de los distintos temas incluidos el programa de la asignatura, para que aquél pueda alcanzar el nivel necesario de conocimientos en el campo del modelado y la simulación. Estas clases se llevarán a cabo con el apoyo de medios audiovisuales, de modo que el alumno pueda realizar un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua, mejorando así el aprovechamiento de las clases y aumentando la asimilación de conocimientos. También se usará la pizarra y algunas demostraciones que se mostrarán a través del computador.

Casos prácticos

Consisten en el análisis de casos que reflejan hasta cierto punto la realidad, y que el alumno deberá abordar con iniciativa, donde se plantearán resoluciones de situaciones de índole práctica basadas en los contenidos teóricos.

También los estudiantes analizarán artículos científicos de modelado y/o simulación de sistemas y lo presentarán y discutirán de manera oral en clase.

Prácticas

Las prácticas de laboratorio consistirán en ejercicios de tipo práctico con herramientas computacionales. Las prácticas, como se puede comprobar en el programa de la asignatura, estarán relacionadas directamente con los contenidos teóricos de la misma. Las prácticas podrán realizarse de forma individual (preferentemente) o en grupos de 2 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso. El objetivo es que permitan adquirir habilidades con las herramientas de simulación para realizar el proyecto final de la asignatura.

Proyectos de asignatura

Son casos prácticos relacionados con el mundo de la energía y el medio ambiente donde el profesor planteará situaciones concretas que el alumno deberá resolver aplicando los conocimientos adquiridos. Se realizará un proyecto final de forma individual. Para el proyecto contarán con asesoramiento individual.

Evaluaciones parciales de control

Se evaluará la posible presentación y discusión de artículos científicos y casos prácticos relacionados con la asignatura. También se tendrá en cuenta la asistencia a las clases y la realización de las prácticas.

Evaluación final

Se evaluará de forma individual el desarrollo y la presentación de un proyecto de simulación en el ámbito de los sistemas de energía.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso:**	70%
Evaluación final: se llevará a cabo al final del cuatrimestre y consistirá en el desarrollo de un proyecto original de modelado y simulación relacionado con los sistemas de energía. Cada estudiante realizará una presentación oral de un pequeño proyecto de simulación original realizado por el alumno. De dicho proyecto se debe entregar una memoria en formato artículo científico que refleje el desarrollo, realización, resultados, análisis y bibliografía y el código desarrollado.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	30%
La realización individual de las prácticas computacionales y otras tareas que se puedan requerir, se evaluarán mediante la entrega de una memoria escrita que refleje el desarrollo, realización, resultados, análisis y comentarios de cada práctica, o en el laboratorio. Se realizará la presentación por parte de cada alumno de dos artículos científicos, que debe resumir y comentar.		
Calificación final		
• La participación en las clases, fundamentalmente la presentación y discusión de artículos científicos sobre aplicaciones en el ámbito energético de modelos y su simulación (10%) • La realización de las prácticas y ejercicios por escrito (20%) • Proyecto: memoria en formato artículo y presentación (70%)		

Máster en Energía curso 2026-2027

Ficha de la asignatura	PRÁCTICAS EN EMPRESA		Código	606776
Materia	Prácticas en Empresas	Módulo	Avanzado	
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre 2º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	0	6	
Horas presenciales	150	0	150	

Profesor coordinador	Óscar Moreno Díaz		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	03.239	e-mail	osmoreno@ucm.es

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno habrá aprendido a realizar actividades directamente relacionadas con el campo profesional dentro de las líneas de acción que se lleven a cabo en las empresas en la cual realice sus prácticas externas. Dentro de estas actividades, habrá aprendido la manera de ejecutar las acciones enfocadas a un fin concreto, con una metodología propia del campo profesional, y donde los aspectos prácticos priman sobre cualquier otro tipo de interés. Como resultado de ello, el alumno habrá adquirido una formación práctica de carácter profesionalizante muy elevada, lo que permitirá abordar sus futuras tareas en el campo de la energía, dentro del sector empresarial, de manera ventajosa. Además, el alumno se habrá familiarizado con la forma de trabajo en empresas dentro del sector de la energía, lo que le aportará un conocimiento particular de lo que se espera de quien vaya a integrarse dentro de dicha estructura profesional.

Resumen

La estructura de la asignatura de Prácticas en Empresas se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:

- Conocimiento y comprensión de la forma de trabajo de las empresas, así como su manera de enfrentar la resolución de los problemas y casos prácticos.
- Interacción entre el alumno y la empresa para una adecuada aplicación de los conocimientos adquiridos y un correcto aprendizaje de los problemas cotidianos con los que las empresas abordar el desarrollo de actividades en el campo de la energía.
- Poner al alumno en contacto con empresas del sector de la energía para su formación con carácter profesional.
- Familiarizar al alumno con la metodología de trabajo de las empresas.
- Dar a conocer a los estudiantes la forma particular de abordar la resolución de problemas dentro de la empresa.
- Introducir al alumno en las modernas técnicas de trabajo en el campo de la energía en estrecha colaboración con el personal de la empresa.

- Dar la oportunidad al maestrante adquirir una formación complementaria dentro del campo profesional.
- Permitir al alumno interactuar con la empresa de acogida y poder aportar sus ideas para la resolución de problemas concretos, si fuera el caso.

Competencias
CB5-CB7-CB8-CB10 CG04-CG06-CG07-CG08-CG14-CG16-CG17 CT1-CT2-CT3-CT4-CT5-CT7-CT8 CE14

Programa de la asignatura
Prácticas Aquellas que se derivan del plan de trabajo establecido por la empresa, de acuerdo con las directrices generales del Máster y con la aprobación del tutor del alumno y/o de la Dirección del Máster.

Bibliografía
La que se indique en el centro de realización de las prácticas.
Recursos en internet
Los que se indiquen en el centro de realización de las prácticas.

Procedimiento de matriculación
Para la asignatura Prácticas en Empresa, la matrícula se realiza igual que para el resto de las asignaturas (automatrícula). Durante el primer cuatrimestre tiene lugar el proceso de asignación de prácticas. Para la gestión del mismo el/la coordinador/a de la titulación informará sobre las ofertas existentes y los estudiantes contactarán con las empresas para llegar a acuerdos. Si no se llega a ningún acuerdo, la Comisión de Calidad del Máster realizará la asignación. El protocolo de asignación deberá pasar por la plataforma GIPE de gestión, por lo que es altamente recomendable darse de alta al inicio de curso. Una vez realizada la asignación, debe rellenarse un documento llamado "anexo del estudiante" en el que se recogen las condiciones académicas y profesionales de las prácticas. Este anexo debe ser firmado por un tutor en la empresa, un tutor académico de la UCM y el propio alumno. Una vez acordada la práctica y firmado el anexo, el alumno deberá entregarlo a la Vicedecana de Movilidad, Prácticas y Empleabilidad quien lo remitirá a Secretaría de Alumnos para su grabación en GEA.

Metodología
El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente: 1. La coordinación del Máster establecerá contacto con las empresas y centros colaboradores para evaluar la disponibilidad de acogida en cuanto a número de alumnos que podrían ser acogidos por cada una de las empresas o centros para la realización de las prácticas.

2. La coordinación del Máster realizará la asignación de prácticas a los alumnos en función de la oferta existente y las preferencias de los propios alumnos y las empresas, dirimiendo los posibles conflictos en cuanto a la selección de las prácticas ofertadas.
3. La coordinación del Máster facilitará el contacto del alumno con la empresa o centro, en función de la práctica seleccionada por el mismo, y proporcionará a éste las directrices para el desarrollo de su actividad.

El objetivo formativo de las Prácticas en Empresas es familiarizarse con el entorno profesional, realzando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral. Cada alumno en prácticas tendrá un tutor en la institución externa. También se le asignará un profesor de la titulación que actuará como tutor e informará sobre la adecuación de las tareas asociadas con las prácticas a los objetivos formativos del Máster.

Evaluación		
Informe del tutor	**Peso**	30%
El tutor de la empresa procederá a evaluar el trabajo desarrollado por el estudiante y emitirá el informe correspondiente con su valoración.		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	70%
Se valorará tanto la calidad del trabajo desarrollado por el alumno como su defensa ante el tribunal evaluador con un peso conjunto del 70%, dividido en dos partes: ● Memoria escrita del trabajo: 40%. ● Defensa del trabajo ante el tribunal: 30%.		

Calificación final
El resultado final de la evaluación global de la asignatura se obtendrá de la siguiente fórmula: $C_f = 0.40\ M + 0.30\ D + 0.30\ Inf$ donde C_f es la calificación final, M es la calificación de la memoria escrita, D es la calificación de la defensa del trabajo ante el tribunal, e Inf es la calificación del informe del tutor o responsable.

Máster en Energía curso 2026-2027

Ficha de la asignatura:	TRABAJO FIN DE MÁSTER			Código	606777
Materia	Trabajo Fin de Máster	Módulo	Avanzado		
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Semestre	2º

	Total	Teoría	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS	6	0	6	
Horas presenciales	150	0	150	

Profesor coordinador	Óscar Moreno Díaz		Dpto.	EMFTEL
	Despacho	03.239	e-mail	osmoreno@ucm.es

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

El alumno habrá aprendido a llevar a cabo un planteamiento general de un problema concreto, analizar la situación relativa a dicho problema dentro del contexto global del campo de la energía en que se enmarca, buscar soluciones para la resolución del problema mencionado, aplicar dichas soluciones siguiendo una metodología establecida, con unas pautas de comportamiento dadas y unos criterios generales, analizar los resultados derivados de la aplicación de la metodología aplicada y verificar si los resultados obtenidos han alcanzado los objetivos planteados y han permitido solucionar el problema.
Asimismo, el alumno habrá adquirido una capacidad propia para el desarrollo de actividades a partir de conocimientos previos de una manera profesionalizante, de modo que el desarrollo de su trabajo se encuadre dentro de las líneas características y los procesos metodológicos que se ejecutan en el sector de la energía.
Al mismo tiempo, como resultado de la realización del Trabajo Fin de Máster, el alumno habrá alcanzado un grado de formación de carácter profesionalizante muy elevado, dadas las particularidades que configurarán las actividades relacionadas con el Trabajo Fin de Máster, donde se primarán los aspectos prácticos y los trabajos enfocados a la obtención de resultados con aplicación directa al campo de la energía.

Resumen

La estructura de la asignatura de Trabajo Fin de Máster se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:

- Conocimiento y comprensión de los protocolos y procedimientos para realizar un trabajo de I+D+i dentro del campo de la energía.
- Planteamiento del problema, análisis de la manera más adecuada de enfrentar su resolución, y desarrollo de las tareas necesarias para la consecución de los objetivos planteados.
- Interacción entre el alumno y su Tutor o Director de TFM para una adecuada aplicación de los conocimientos adquiridos y una correcta ejecución de las distintas actividades enfocadas a la obtención de los resultados esperados.

Competencias
CB4-CB5-CB6-CB7-CB8-CB9-CB10 CG02-CG03-CG04-CG05-CG06-CG07-CG08-CG09-CG10-CG11-CG12-CG13-CG14-CG15-CG17-CG18-CG21-CG23 CT2-CT4-CT6 CE1-CE10-CE14-CE15

Conocimientos previos necesarios
Para la presentación y defensa del TFM es recomendable haber completado los créditos docentes correspondientes a la Especialidad elegida, así como haber llevado a cabo de manera satisfactoria las Prácticas en Empresa.

Programa de la asignatura
• Planteamiento del Problema. • Análisis de soluciones. • Documentación y búsqueda bibliográfica. • Protocolo de actuaciones de carácter práctico. • Montaje del sistema experimental, si procede. • Desarrollo de las actividades de I+D+i relativas al tema. • Obtención de resultados. • Análisis de resultados teórico-experimentales. • Conclusiones. • Elaboración de la Memoria. • Elaboración de la presentación para defensa del Trabajo Fin de Máster.

Bibliografía
La que indiquen los directores y/o tutores del trabajo.
Recursos en internet
Los que indiquen los directores y/o tutores del trabajo.

Procedimiento de matriculación y asignación de TFM
Para la asignatura Trabajo de Fin de Máster, la matrícula se realiza igual que para el resto de las asignaturas (automatrícula). Durante el primer cuatrimestre tiene lugar el proceso de asignación de TFM. Para la gestión del mismo el/la coordinador/a de la titulación informará sobre las ofertas de TFM existentes, que se publicarán en la página web del Máster y los estudiantes contactarán con los posibles tutores para llegar a acuerdos. Si no se llega a ningún acuerdo, la Comisión de Calidad del Máster realizará la asignación. Una vez realizada la asignación, debe rellenarse un compromiso de tutorización en el que el estudiante y los tutores/as se comprometen a llevar a cabo el trabajo. Este documento debe ser firmado por todos los tutores/as y el propio alumno.

Metodología
El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente: ● La coordinación del Máster establecerá contacto con las empresas y centros colaboradores para conocer si existe, por parte de dichas empresas, oferta de temas que pudieran ser constitutivos de Trabajo Fin de Máster, de acuerdo con los requisitos que esta actividad académica impone. ● La coordinación del Máster establecerá contacto con el profesorado y personal universitario e investigador relacionado con el desarrollo del Máster, para conocer si existe, por parte de dicho personal, oferta de temas que pudieran ser constitutivos de Trabajo Fin de Máster, de acuerdo con los requisitos que esta actividad académica impone. ● La coordinación del Máster elaborará, en estrecho contacto con todos los mencionados anteriormente, personal universitario e investigador, centro y empresas colaboradores, un catálogo de los Trabajos Fin de Máster que los alumnos podrán llevar a cabo; dicho catálogo estará clasificado por Especialidad y sector energético. ● La coordinación del Máster realizará la asignación de trabajos a los alumnos en función de la oferta existente y las preferencias de los propios alumnos, dirimiendo los posibles conflictos en cuanto a la selección de los trabajos ofertados. ● La coordinación del Máster facilitará el contacto del alumno con la empresa o centro, cuando sea necesario, en función del trabajo seleccionado por el mismo, y proporcionará a éste las directrices para el desarrollo de su actividad.

Evaluación		
Realización de exámenes	**Peso**	0%
No procede		
Otras actividades de evaluación	**Peso**	100%
La evaluación de la materia se realizará en función de los siguientes criterios: ● Grado de innovación del trabajo realizado, con un peso del 5%. ● Calidad de la memoria presentada, atendiendo a los objetivos planteados, resultados obtenidos, adecuación del trabajo a la temática del Máster y conclusiones personales, con un peso del 55%. ● Informe del tutor y/o director del trabajo, con un peso del 10%. ● Defensa del trabajo, atendiendo a la exposición y respuestas a las preguntas de los miembros del tribunal, con un peso del 30%.		
Calificación final		
El resultado final de la evaluación global de la asignatura se obtendrá de la siguiente fórmula: $C_f = 0.05\ I + 0.55\ M + 0.10\ Inf + 0.30\ D$ donde C_f es la calificación final, I es la valoración del grado de innovación, M es la puntuación de la memoria, Inf es la valoración del informe del tutor y/o director y D es la calificación de la defensa del trabajo.		

3. Competencias

APC	Almacenamiento y Pilas de Combustible
CEE	Conversión y Eficiencia Energética
EN	Energía Nuclear
ERR	Evaluación de Recursos Renovables
ESF	Energía Solar Fotovoltaica
TPE	Termodinámica de Procesos Energéticos
EE	Energía Eólica
SST	Sistemas Solares Térmicos
SSF	Sistemas Solares Fotovoltaicos
TDOE	Tecnología y Dispositivos Ópticos para la Energía
MSSE	Proyectos: Modelado y Simulación de Sistemas de Energía
SRF	Sistemas y Reactores de Fisión
PE	Prácticas en Empresa
TFM	Trabajo Fin de Máster

	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10
APC			■				
CEE			■				
EN			■				
ERR					■		■
ESF			■				
TPE			■				
EE			■				
SST	■		■	■	■		■
SSF	■		■	■	■		■
TDOE	■		■	■	■		■
MSSE					■		■
SRF	■		■	■	■		■
PE		■		■	■		■
TFM	■	■	■	■	■	■	■

	CG01	CG02	CG03	CG04	CG05	CG06	CG07	CG08	CG09	CG10	CG11
APC	■		■		■	■				■	■
CEE	■		■		■	■				■	■
EN			■		■	■				■	■
ERR	■										■
ESF			■		■	■				■	■
TPE	■		■		■	■				■	■
EE			■		■	■				■	■
SST		■	■			■				■	■
SSF		■	■			■				■	■
TDOE		■	■			■				■	■
MSSE	■										■
SRF		■	■			■				■	■
PE				■		■	■	■			
TFM		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CG21	CG22	CG23
APC	■	■	■						■	■		
CEE	■	■	■						■	■		
EN	■	■	■					■	■	■		
ERR	■		■	■				■			■	
ESF	■	■	■					■	■	■		
TPE	■	■	■						■	■		
EE	■	■	■					■	■	■		
SST	■	■	■	■				■	■	■		
SSF	■	■	■	■				■	■	■		
TDOE	■	■	■	■				■	■	■		
MSSE	■		■	■				■			■	
SRF	■	■	■	■				■	■	■		
PE			■		■	■						
TFM	■	■	■	■		■	■			■		■

	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
APC			■	■		■		
CEE			■	■		■		
EN			■	■		■		
ERR			■	■				
ESF			■	■		■		
TPE			■	■		■		
EE			■	■		■		
SST	■		■	■			■	■
SSF	■		■	■			■	■
TDOE	■		■	■			■	■
MSSE			■	■				
SRF	■		■	■			■	■
PE	■	■	■	■	■		■	■
TFM		■		■		■		

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE8	CE10	CE13	CE14	CE15	CE16	CE17	CE18
APC							■	■	■			■	■	
CEE							■	■	■			■	■	
EN		■	■	■	■	■		■						■
ERR								■						
ESF		■	■	■	■	■		■						■
TPE							■	■	■			■	■	
EE		■	■	■	■	■		■						■
SST	■					■	■				■	■		
SSF	■					■	■				■	■		
TDOE	■					■	■				■	■		
MSSE								■						
SRF	■					■	■				■	■		
PE										■				
TFM	■							■		■	■			

Listado de competencias

CB4 - Desarrollar una capacidad de análisis y síntesis adecuada para el planteamiento de situaciones concretas en el campo profesional en el que se va a llevar a cabo su actividad.
CB5 - Valorar la capacitación para el desempeño de la actividad profesional en el campo de trabajo de manera óptima.
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.
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.
CG01 - Demostrar una comprensión sistemática de los distintos fenómenos asociados a los procesos energéticos, así como el manejo de las habilidades y métodos básicos de trabajo relacionados con dicho campo.
CG02 - Demostrar la capacidad de concebir, diseñar, organizar, planificar y poner en práctica procesos de trabajo o de desarrollo tecnológico.
CG03 - Conocer las bases de un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el campo de la energía.
CG04 - Aplicar las habilidades adquiridas para desempeñar sus funciones en el campo de la energía dentro de un marco profesional.
CG05 - Demostrar la capacidad de comunicarse con sus colegas en el campo profesional de la energía, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento.
CG06 - Identificar la capacidad de incorporarse en contextos profesionales a los avances científicos y tecnológicos dentro de una sociedad basada en el conocimiento.
CG07 - Demostrar las habilidades para utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en las actividades desarrolladas. Adquirir la capacidad para mantener, utilizar y preservar la integridad de los estudios que, por su naturaleza, estén sujetos a confidencialidad.
CG08 - Utilizar los conocimientos adquiridos para realizar tareas de carácter profesionalizante tuteladas, que cumpla con los criterios éticos que requiere la investigación en el campo de la energía.
CG09 - Demostrar el nivel de competencia necesario para poder transferir los conocimientos adquiridos y desarrollos realizados dentro de un proceso de transferencia de tecnología en el marco de las actividades profesionales.
CG10 - Demostrar la capacidad de comprender lo que es la ciencia y la investigación científica, su historia y sus métodos, así como los conceptos básicos de lógica de la ciencia (hechos, teorías, hipótesis, verificación, etc.).
CG11 - Analizar y comparar información procedente de revisiones bibliográficas.
CG12 - Elaborar hipótesis, recolectar y valorar de forma crítica la información para la resolución de problemas, siguiendo un método establecido de carácter científico-tecnológico.
CG13 - Conocer, valorar críticamente y saber utilizar las fuentes de información para obtener, organizar, interpretar y comunicar la información científica y tecnológica en el campo de la energía.
CG14 - Conocer las distintas metodologías aplicables al campo de la energía y sus aplicaciones.
CG15 - Aplicar los diferentes modelos de análisis de datos pertinentes según el diseño de la investigación y desarrollo dentro de los distintos ámbitos del campo de la energía.
CG16 - Conocer los principios éticos aplicables al desarrollo de la actividad profesional.
CG17 - Conocer los principales métodos utilizados en el campo específico de la especialidad correspondiente.
CG18 - Demostrar capacidad de juicio crítico, creativo, orientado a la realización de trabajos científico-tecnológicos en la especialidad correspondiente.
CG19 - Elaborar una revisión crítica bibliográfica de la especialidad correspondiente.
CG20 - Conocer, valorar críticamente y saber utilizar las fuentes de información para obtener, organizar, interpretar y comunicar la información en la especialidad correspondiente.
CG21 - Elaborar hipótesis específicas en el campo de conocimiento especializado.
CG22 - Conocer los principales modelos aplicables a la investigación en la especialidad correspondiente
CG23 - Demostrar la capacidad de realizar un trabajo tutelado, que suponga la puesta en práctica de todas las competencias generales y las específicas de los módulos 1 y 2.
CT1 - Demostrar habilidades para la elaboración de informes básicos de carácter técnico.
CT2 - Elaborar y defender informes científicos y técnicos.
CT3 - Demostrar capacidad de trabajo en equipo.

CT4 - Demostrar capacidad de autoaprendizaje.
CT5 - Demostrar compromiso ético con las funciones de carácter profesional que se lleven a cabo.
CT6 - Demostrar capacidad para comunicar resultados de forma oral y escrita.
CT7 - Demostrar adecuación suficiente para el desarrollo profesional de la actividad.
CT8 - Demostrar motivación por las actividades científicas y tecnológicas de carácter profesionalizante.
CE1 - Demostrar capacidad de explicar el problema energético a la sociedad valorando las diferentes alternativas dependiendo del contexto rural, urbano o residencial.
CE2 - Identificar las propiedades estáticas y dinámicas de los núcleos, de su composición y de sus interacciones (fuerte, débil y electromagnética).
CE3 - Describir los procesos nucleares más relevantes para la producción de energía: desintegraciones alfa, beta y gamma; reacciones, fusión y fisión.
CE4 - Definir las técnicas experimentales relevantes en producción de energía nuclear, así como de dosimetría y radioprotección.
CE5 - Describir los principios básicos de la tecnología de centrales nucleares, ciclo de combustible, gestión de residuos, y análisis de seguridad de reactores nucleares.
CE6 - Discutir las distintas alternativas de la conversión fotovoltaica, específicamente la elección de la tecnología de células solares más adecuada como por ejemplo silicio monocristalino, policristalino o amorfo, o bien otros materiales en lámina delgada.
CE8 - Comprender, analizar, diseñar y dimensionar los sistemas de consumo que requieran sistemas complementarios de acumulación de energía en cualquiera de sus formas. Valorar el sistema solar hidrógeno como método de almacenamiento de energía solar.
CE10 - Resolver problemas y aplicaciones en el ámbito de la energía con diversas técnicas. Análisis comparativo y discusión de resultados.
CE13 - Controlar la formulación matemática y las herramientas actuales de resolución de fenómenos de transferencia de calor y masa.
CE14 - Demostrar la capacidad de trabajar en el mundo empresarial del sector energético o en el mundo de la investigación.
CE15 - Valorar y contrastar aspectos novedosos en el campo de la investigación en energía.
CE16 - Analizar las transformaciones energéticas implicadas en procesos para hacerlos más sostenibles energéticamente, bien mejorando la eficiencia o utilizando recursos energéticamente alternativos.
CE17 - Desarrollar capacidad de análisis y diseño básico de pilas de combustible.
CE18 - Valorar el panorama actual de la energía eólica y de los principios básicos de un sistema eólico.

4. Cuadros Horarios

Resumen de los horarios del PRIMER SEMESTRE

<table>
<tr><th></th><th>LUNES</th><th>MARTES</th><th>MIÉRCOLES</th><th>JUEVES</th></tr>
<tr><td>14:30 - 15:00</td><td>EN</td><td>ERR</td><td>ESF</td><td>ERR</td></tr>
<tr><td>15:00 - 15:30</td><td>EN</td><td>ERR</td><td>ESF</td><td>ERR</td></tr>
<tr><td>15:30 - 16:00</td><td>EN</td><td>ESF</td><td>ESF</td><td>ERR</td></tr>
<tr><td>16:00 - 16:30</td><td>EN</td><td>ESF</td><td>ESF</td><td>ERR</td></tr>
<tr><td>16:30 - 17:00</td><td>APC</td><td>CEE</td><td>APC</td><td>EN</td></tr>
<tr><td>17:00 - 17:30</td><td>APC</td><td>CEE</td><td>APC</td><td>EN</td></tr>
<tr><td>17:30 - 18:00</td><td rowspan="5">Laboratorio APC / EN
alternativamente
10 semanas *</td><td rowspan="5">Laboratorio CEE / ESF
alternativamente
12 semanas</td><td>APC</td><td>EN (10/09 - 01/10)</td></tr>
<tr><td>18:00 - 18:30</td><td>APC</td><td>EN</td></tr>
<tr><td>18:30 - 19:00</td><td>CEE</td><td rowspan="4">Laboratorio ERR
9 semanas **</td></tr>
<tr><td>19:00 - 19:30</td><td>CEE</td></tr>
<tr><td>19:30 - 20:00</td><td>CEE</td></tr>
<tr><td>20:00 - 20:30</td><td>CEE</td></tr>
</table>

* Adicionalmente 2 sesiones
(5/11, 12/11) laboratorio APC
J: 10:00 - 13:00

** Adicionalmente 6 sesiones
laboratorio ERR
M, X: 12:00 - 13:30

Resumen de los horarios del SEGUNDO SEMESTRE

<table>
<tr><th></th><th>LUNES</th><th>MARTES</th><th>MIÉRCOLES</th><th>JUEVES</th></tr>
<tr><td>14:30 - 15:00</td><td></td><td>SSF</td><td></td><td rowspan="5">Laboratorio MSSE
2 semanas

Laboratorio SST / SSF
alternativamente
12 semanas</td></tr>
<tr><td>15:00 - 15:30</td><td>SST</td><td>SSF</td><td>MSSE</td></tr>
<tr><td>15:30 - 16:00</td><td>SST</td><td>SSF</td><td>MSSE</td></tr>
<tr><td>16:00 - 16:30</td><td>SST</td><td>SSF</td><td>SST</td></tr>
<tr><td>16:30 - 17:00</td><td>SST</td><td>EE</td><td>SST</td></tr>
<tr><td>17:00 - 17:30</td><td>MSSE</td><td>EE</td><td>EE</td><td rowspan="5">Laboratorio EE
8 semanas

Laboratorio MSEE
4 semanas</td></tr>
<tr><td>17:30 - 18:00</td><td>MSSE</td><td>EE</td><td>EE</td></tr>
<tr><td>18:00 - 18:30</td><td>MSSE</td><td>EE</td><td>SSF</td></tr>
<tr><td>18:30 - 19:00</td><td>MSSE</td><td rowspan="4">Laboratorio EE
6 semanas</td><td>SSF</td></tr>
<tr><td>19:00 - 19:30</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19:30 - 20:00</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>20:00 - 20:30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

5. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases primer semestre	Del 2 de septiembre al 15 de diciembre de 2026
Exámenes primer semestre (diciembre-enero)	Del 16 al 18 de diciembre de 2026 y del 11 al 20 de enero de 2027
Entrega de actas	8 de febrero de 2027
Clases segundo semestre	Del 21 de enero al 18 de marzo de 2027 y del 30 de marzo al 7 de mayo de 2027
Exámenes segundo semestre (mayo)	Del 10 al 28 de mayo de 2027
Entrega de actas	9 de junio de 2027
Exámenes convocatoria extraordinaria (junio)	Del 14 al 25 de junio de 2027
Entrega de actas	9 de julio de 2027

Nótese que cada ficha indica el número de horas de que consta la asignatura, por lo que en algunas el final de las clases podría ser anterior al final del periodo lectivo.

Festividades y días no lectivos	
12 de octubre	Fiesta Nacional
1 de noviembre	Festividad de Todos los Santos (trasladado al 2 de noviembre)
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
15 de noviembre	San Alberto Magno (trasladado al 13 de noviembre)
6 de diciembre	Día de la Constitución Española (trasladado al 7 de diciembre)
8 de diciembre	Inmaculada Concepción
28 de enero	Santo Tomás de Aquino (trasladado al 29 de enero)
1 de mayo	Día del Trabajo
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 21 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 19 al 29 de marzo	Vacaciones de Semana Santa

Las festividades de la Comunidad de Madrid para el año 2027 podrían modificarse.

Calendario académico 2026-2027

(Aprobado en Junta de Facultad de 24/03/2026)

Septiembre 2026

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Octubre 2026

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Noviembre 2026

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Diciembre 2026

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
	1	2	3	4	5	6
7	8	R	R	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Enero 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Febrero 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Marzo 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Abril 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Mayo 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
					1	2
3	4	5	R	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Junio 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Julio 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Agosto 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Septiembre 2027

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sá	Do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

1 Acto bienvenida estudiantes grado

0 Festivos

Periodos examen

No lectivos (con posibilidad de actividad académica)

No lectivos a todos efectos.

[ ] Inicio/fin de periodos de clases.

Periodo clases 1er semestre: 2-sep al 15-dic inclusive

Periodo clases 2o semestre: 21-ene al 7-may inclusive

Entrega actas

Parciales GIM

Parciales GF

Defensa TFG

R Dias recuperación

	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	tot.	ex.
1Q	11	14	15	15	14	69	11
2Q	13	14	14	15	13	69	15
						Extraord.:	10

6. ANEXO. Enlaces de interés

A continuación, se muestran algunos enlaces que pueden ser de utilidad para los alumnos de la titulación. La mayoría de ellos se pueden consultar en la página web de la secretaría de Físicas https://fisicas.ucm.es/secretaria-de-estudiantes.

También puede consultarse la normativa general de la UCM en los enlaces https://www.ucm.es/normativauniversidadcomplutense, https://www.ucm.es/estudiar y https://www.ucm.es/master.

Normas de matrícula y de permanencia

Normativa general de la UCM:
- Instrucciones de matrícula para estudios ofertados en la UCM: https://www.ucm.es/matricula-estudios-oficiales
- Anulación de matrícula https://www.ucm.es/anulacion-de-matricula-1
- Normas de permanencia https://www.ucm.es/permanencia-en-la-universidad

Normativa específica de la Facultad de Ciencias Físicas:
- Matrícula de Máster https://fisicas.ucm.es//matricula-master
- Modificación de matrícula https://fisicas.ucm.es/modificacion-de-matricula-master

Reconocimiento de créditos

Los estudiantes que soliciten reconocimiento de créditos de asignaturas superadas en otros estudios, están obligados a matricularlas marcando en la automatrícula el carácter de la asignatura como R (Reconocimiento), abonando así el 25% del importe de la matrícula.

https://www.ucm.es/solicitud-reconocimiento-creditos-master

Dicho reconocimiento puede obtenerse por:

- Asignaturas cursadas y superadas en otros estudios universitarios oficiales https://www.ucm.es/continuar-estudios-iniciados-en-el-extranjero
- Estudios universitarios no oficiales
- Experiencia profesional y laboral

Otros enlaces

- Unidad de Igualdad UCM: https://www.ucm.es/unidaddeigualdad/
- Defensoría Universitaria: https://www.ucm.es/defensoria-universitaria

7. Calendario de Exámenes

Consultar la página web de la Facultad de Ciencias Físicas:

https://fisicas.ucm.es/examenes

7.1 Calendario de Presentaciones

Consultar las páginas web del Máster en Energía:

https://www.ucm.es/masterenergia

https://www.ucm.es/estudios/master-energia

8. Comisión de Coordinación del Máster

Departamento, Centro o Empresa	Nombre del miembro de la Comisión
Coordinación	Óscar Moreno Díaz
Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica	Mª Vicenta Barragán García
	Eric García Hemme
	Enrique San Andrés Serrano
Física de la Tierra y Astrofísica	Luis Durán Montejano
Óptica	Daniel Vázquez Moliní
Arquitectura de Computadores y Automática	Matilde Santos Peñas
Externo (Reacción Uptheworld)	Sergio Pedrosa Salgueiro

9. Control de cambios

Versión	Fecha de modificación	Cambio efectuado	Secciones afectadas	Páginas
v0	22/05/2026	Versión provisional. Pendiente de aprobación por Junta de Facultad		
v1	02/07/2026	Aprobada por Junta de Facultad		
v1.1	04/09/2026	Modificación horario primer cuatrimestre, asignaturas ERR y ESF.	2, 4	23, 42, 62