

Curso

2016-2017

Guía Docente del Master en Energía



Facultad de Ciencias Físicas.
Universidad Complutense de Madrid

Fecha de actualización: 07/10/2016

Tabla de contenidos

1.	Estructura del Plan de Estudios.....	5
1.1.	Estructura general	5
1.2.	Asignaturas del Plan de Estudios.....	10
1.3.	Distribución esquemática por semestres	11
2.	Fichas de las Asignaturas de Primer Curso	12
2.1.	Conversión y Eficiencia Energética.....	12
2.2.	Energía Nuclear	17
2.3.	Sistemas y Reactores de Fisión.....	22
2.4.	Sistemas Solares Térmicos	27
2.5.	Energía Solar Fotovoltaica.....	33
2.6.	Sistemas Solares Fotovoltaicos.....	38
2.7.	Energía Eólica	43
2.8.	Almacenamiento y Pilas de Combustible.....	49
2.9.	Evaluación del Recurso Eolo-Solar.....	55
2.11.	Prácticas en Empresa.....	61
2.12.	Trabajo Fin de Master.....	65
3.	Competencias.....	69
4.	Cuadros Horarios.....	73
4.1.	Curso Único.....	73
6.	Calendario Académico y Fechas de Exámenes.....	75
6.1.	Calendario de Exámenes	76
6.2.	Calendario de Presentaciones	76
7.	Comisión de Coordinación del Master	77

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 Master 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 cinco Materias.

El Master 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.

Las enseñanzas se estructuran en 4 módulos: 2 obligatorios para todos los estudiantes (Prácticas en Empresas y Trabajo Fin de Master), que se corresponden con la materia y asignatura del mismo nombre, y otros tres que comprenden materias específicas de cada una de las Especialidades antes mencionadas, las cuales incluyen tanto asignaturas obligatorias como optativas. El estudiante tiene que cursar los 12 créditos de los dos módulos obligatorios, además de los 48 créditos restantes del itinerario o Especialidad elegida.

Cada itinerario o Especialidad comprende las 5 asignaturas de carácter obligatorio (30 créditos) y tres optativas (18 créditos) que el alumno deberá elegir de la oferta global de siete que ofrece el Master.

En el Primer Semestre, el alumno deberá cursar 4 asignaturas obligatorias del Módulo Básico, y elegir una de las dos asignaturas optativas del Módulo Avanzado que se ofertan en este Primer Semestre.

En el Segundo Semestre, el alumno deberá cursar la 5ª asignatura obligatoria del Módulo Básico, y elegir dos asignaturas optativas del Módulo Avanzado de las cinco que oferta el Master para este 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 Master son de 6 ECTS.

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

Las asignaturas obligatorias correspondientes al Módulo de Formación Básica (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 de Formación Avanzada (42 ECTS) son:

- Evaluación del Recurso Eolo-Solar
- Sistemas Solares Térmicos
- Sistemas Solares Fotovoltaicos
- Sistemas y Reactores de Fisión

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

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

- 30 ECTS del Módulo de Formación Básica
- 18 ECTS del Módulo de Formación Avanzada
- 6 ECTS de Módulo de Prácticas en Empresas
- 6 ECTS del Trabajo Fin de Master
- Evaluación del Recurso Eolo-Solar (Primer Semestre)

Y elegir dos de las siguientes en el Segundo Semestre:

- Sistemas Solares Térmicos
- Sistemas Solares Fotovoltaicos
- Sistemas y Reactores de Fisión

A continuación se describen brevemente los diferentes módulos:

- **Módulo de Formación Básica** (obligatorio, 60 ECTS). Se cursa en el primer semestre. Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos fundamentales sobre las principales fuentes de energía que constituyen la base de este Master, así como de los principios de conversión energética y sistemas de almacenamiento. Las asignaturas del módulo se muestran en la siguiente tabla:

Asignatura	ECTS	Especialidad Vinculada
Conversión y Eficiencia Energética	6	Todas
Energía Solar Fotovoltaica	6	Todas
Energía Nuclear	6	Todas
Almacenamiento y Pilas de Combustible	6	Todas
Energía Eólica	6	Todas
TOTAL : 30		

Seguidamente, se describen, de manera sinóptica, los aspectos más relevantes de dichas asignaturas.

- 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 Master
- 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 aquél 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
- **Módulo de Formación Avanzada** (optativo, 24 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. Se cursa en el Segundo Semestre y consta de las siguientes materias:

Asignatura	ECTS	Especialidad Vinculada	
Evaluación del Recurso Eolo-Solar	6	Renovables	General
Sistemas Solares Térmicos	6	Renovables	General

Sistemas Solares Fotovoltaicos	6	Renovables	General
Sistemas y Reactores de Fisión	6	Nuclear	General
TOTAL : 24			

Seguidamente, se describen, de manera sinóptica, los aspectos más relevantes de dichas asignaturas.

- Evaluación del Recurso Eolo-solar (optativa, 6 ECTS). Se considera esencial para un buen aprovechamiento tanto de la asignatura obligatoria “Energía Eólica” como de las optativas “Sistemas Solares Térmicos” y “Sistemas Solares Fotovoltaicos”, especialmente en el campo de las aplicaciones de la energía solar y eólica
- 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
- Sistemas y Reactores de Fisión (optativa, 6 ECTS). Básica para un especialista en el campo de la energía nuclear, especialmente en la parte correspondiente a la generación de energía eléctrica de gran capacidad

Especialidad de Energías Renovables o Energía General					
Módulo	Materias		Carácter	ECTS cursados	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 del Recurso Eolo-solar		6	1º
Prácticas en Empresas		Prácticas en Empresas	OBLIGATORIO	6	2º
Trabajo Fin de Master		Trabajo Fin de Master	OBLIGATORIO	6	2º
TOTAL: 60 ECTS					

Especialidad de Energía Nuclear					
Módulo	Materias		Carácter	ECTS cursados	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 y Reactores de Fisión	OPTATIVO	6	2º
		Sistemas Solares Térmicos o Fotovoltaicos		6	2º
	Simulación y predicción	Sistemas Solares Fotovoltaicos		6	1º
Prácticas en Empresas		Prácticas en Empresas	OBLIGATORIO	6	2º
Trabajo Fin de Master		Trabajo Fin de Master	OBLIGATORIO	6	2º
TOTAL: 60 ECTS					

1.2. Asignaturas del Plan de Estudios

Código	Primer Semestre	Módulo	Tipo	ECTS
606767	CONVERSIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	BÁSICO	OB	6
606764	ENERGÍA NUCLEAR		OB	6
606765	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		OB	6
606768	ALMACENAMIENTO Y PILAS DE COMBUSTIBLE		OB	6
606770	EVALUACIÓN DEL RECURSO EOLO-SOLAR		OPT	6

Código	Segundo Semestre	Módulo	Tipo	ECTS
606772	SISTEMAS Y REACTORES DE FISIÓN		OPT	6
606773	SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS		OPT	6
606774	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS		OPT	6
606766	ENERGÍA EÓLICA	BÁSICO	OB	6
606776	PRÁCTICAS EN EMPRESAS		OB	6
606777	TRABAJO FIN DE MASTER		OB	6

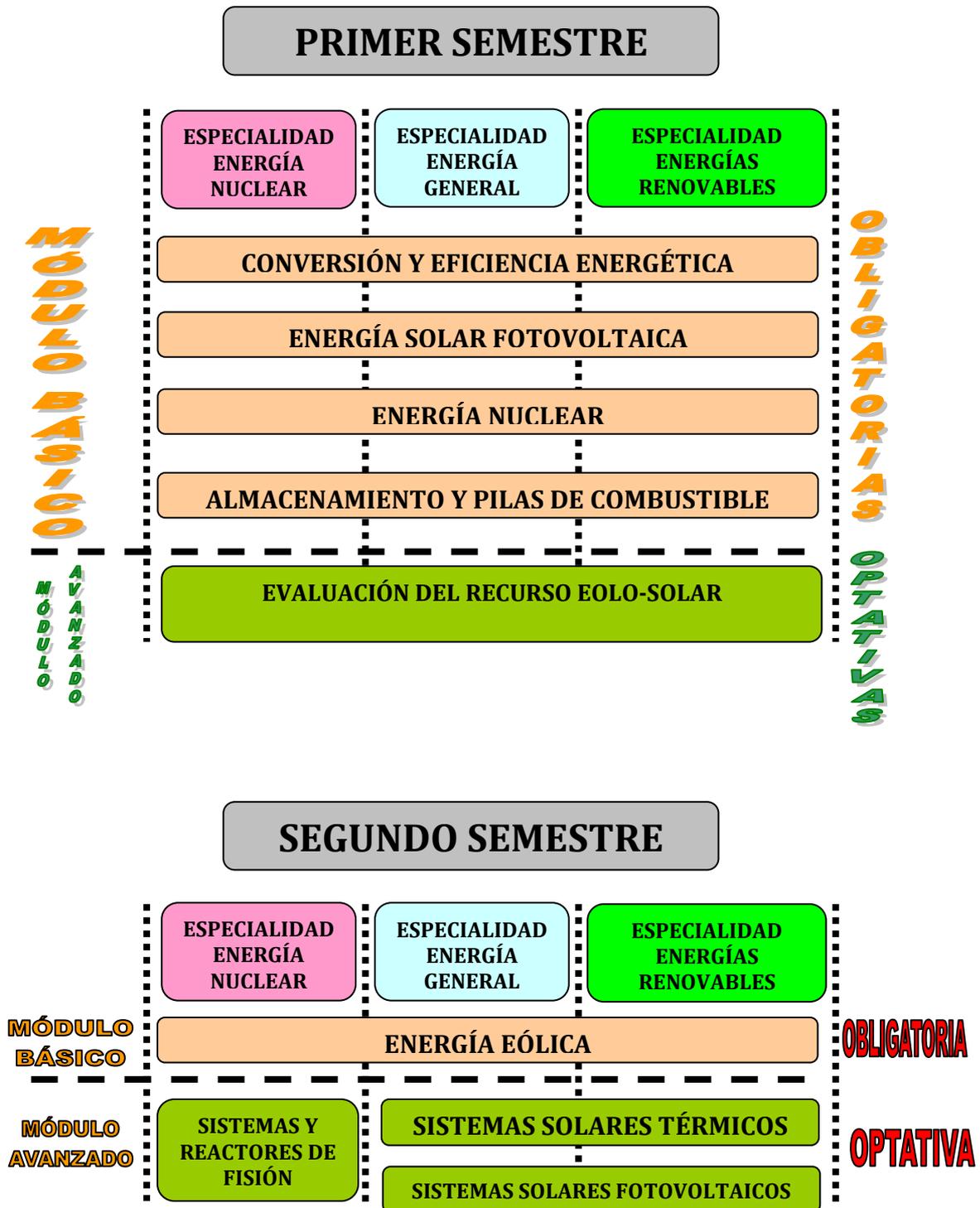
OB = Asignatura obligatoria

OI = Asignatura obligatoria de itinerario

OP = Asignatura optativa

El siguiente esquema muestra como se estructura el Master por semestres.

1.3. Distribución esquemática por semestres



2. Fichas de las Asignaturas de Primer Curso

2.1. Conversión y Eficiencia Energética



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Conversión y Eficiencia Energética			Código	606767
Materia:	Procesos Energéticos	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.5	0.45	1.05
Horas presenciales	60	37.5	4.5	18

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Armenta Déu			Dpto:	FAMN
	Despacho:	211	e-mail	cardeu@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	M,J X	19:00-20:30 16:00-17:30	Carlos Armenta Déu	06/10/2016-23/11/2016	24	FAMN
			Mohamed Khayet	27/09/2016-05/10/2016	7.5	FA-I
			Ana Lepe (ext)	24/11/2016-01/12/2016	6	Externo

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A	Aula 4A	M,X,J 19:00-20:30 06/10/2016- 23/11/2016	Carlos Armenta Déu	4.5	FAMN

A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	M,X,J 19:00-20:33 07/12/2016-12/01/2017	Carlos Armenta Déu	15.5	FAMN
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	M,X,J 19:00-20:36 07/12/2016-12/01/2017	Luis Dinis Vizcaíno	16	FAMN
A1-A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	M,X,J 19:00-20:30 17/01/2017-19/01/2017	Mohamed Khayet	4.5	FA-I

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
C. Armenta Déu Luis Dinis Mohamed Khayet	M,J:17.30-19.00	cardeu@fis.ucm.es ldinis@fis.ucm.es khayetm@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FAMN Sem. Dpto. FAMN Sem. Dpto. FA-I

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>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.</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al alumno una completa visión del sistema de energía global que rige en la actualidad en nuestro planeta • 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 <p>Conocer la normativa relacionada con los principios de eficiencia energética</p>

Resumen
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al alumno una completa visión del sistema de energía global que rige en la actualidad en nuestro planeta • 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: Tecnologías de generación: turbinas y microturbinas de vapor y gas. Aplicación a centrales de generación

Tema 5: Tecnologías de generación II: sistemas de cogeneración y ciclo combinado. Sistemas de recuperación de calor

Tema 6: Tecnologías de generación III: motores de combustión. Aplicación al sistema de transporte

Tema 7: Generación distribuida: integración en la red

Tema 8: Sistemas de distribución. Gestión de la demanda. Redes inteligentes

Tema 9: Fundamentos de Eficiencia Energética

Tema 10: Aplicación de la Eficiencia Energética a la tecnología de conversión

Tema 11: Eficiencia y Ahorro Energético: métodos y sistemas

Tema 12: Eficiencia Energética en la edificación

Tema 13: Energías Renovables y Eficiencia Energética

Tema 14: Gestión de la energía en el sector industrial: procesos y metodología. Normativa

Tema 15: Políticas energéticas y gestión de la energía. Análisis económico

Seminarios

Seminario 1: Conversión energética: centrales de generación

Seminario 2: Distribución de la energía

Seminario 3: Eficiencia Energética

Prácticas

Práctica 1: Conversión de energía en turbinas de vapor

Práctica 2: Generación de energía en turbinas hidroeléctricas

Práctica 3: Determinación del COP en máquinas

Práctica 4: Evaluación del factor de potencia I: máquinas y motores. Compensación de cargas reactivas

Práctica 5: Evaluación del factor de potencia II: sistemas de iluminación. Eficiencia y ahorro energético

Práctica 6: Evaluación energética de procesos con combustibles fósiles
 Práctica 7: Evaluación energética de procesos de recuperación de calor
 Práctica 8: Análisis energético de sistemas: operaciones con ciclos

Bibliografía

- 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 Goswami. 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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

- 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
- 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 y casos prácticos**
 - 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. 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:	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 resolución de casos prácticos
- La realización de proyectos de asignatura

La calificación media de los ejercicios resueltos en clase tendrá un peso específico del 10%

La calificación media de los casos prácticos tendrá un peso específico del 5%

La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25%

La calificación del proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%

Calificación final

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

$$C_f = 0.5E_x + 0.1P_b + 0.05C_p + 0.25P_r + 0.1P_y$$

donde C_f es la calificación final, P_b la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, C_p la calificación media de los casos prácticos resueltos, P_r , la calificación media de las prácticas de laboratorio, P_y la calificación del proyecto de asignatura, y E_x la nota del examen final.

Para superar la evaluación global será requisito alcanzar una calificación mínima de 3.5 puntos en el examen final.

2.2. Energía Nuclear



Máster en Energía (curso 2016-17)

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

	Total	Teóricos Seminarios	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS:	6.05	4	1	1
Horas presenciales	60.5	33	10	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	Elvira Moya Valgañón			Dpto:	FAMN
	Despacho:	212	e-mail	emoyaval@fis.ucm.es	

Grupo	Profesor	T/P*	Dpto.	e-mail
A	Elvira Moya Valgañón Oscar Moreno	T/P T/P	FAMN	emoyaval@fis.ucm.es osmoreno@fis.ucm.es

*: T: teoría, P: problemas L: laboratorio

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L,M,J	17:30-19:00	Elvira Moya Valgañón	26/09/2016-25/10/2016	20.5	FAMN
			Oscar Moreno	07/11/2016-12/12/2016	18	

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A	Aula 4A	3 17:30-19:00 26/10/2016- 03/11/2016	Elvira Moya Valgañón	4.5	FAMN	
A1	Laboratorio Física Nuclear	12	Paula Ibáñez.	5	FAMN	

		17:30-19:00 13/12/2016- 19/01/2017	Maylin Pérez Victoria Vedia Joaquín López Daniel Sánchez	5 2.5 2.5 2.5	
A2	Laboratorio Física Nuclear	12 17:30-19:00 13/12/2016- 19/01/2017	Paula Ibáñez. Maylin Pérez Victoria Vedia Joaquín López Daniel Sánchez	5 5 2.5 2.5 2.5	FAMN

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
A (T)	L,M,J	17:30 – 19:00	4 ^a	E. Moya (Sem. Dpto. FAMN) L,M: 19:00-20:30 Óscar Moreno (Sem. Dpto. FAMN) p.d.

Objetivos de la asignatura

- Formar al alumno en los fundamentos físicos de la Energía Nuclear
- Dotar al alumno de la capacidad de análisis para la resolución de problemas y casos prácticos
- Facilitar al estudiante el acceso a los conocimientos esenciales para el desarrollo de su actividad profesional en el campo de la Energía Nuclear
- Adquirir las habilidades necesarias para el tratamiento de los fenómenos y procesos en Energía Nuclear

Breve descripción de contenidos

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

- Comprensión de los fenómenos y estructuras que tienen lugar a las escalas femtoscópicas
- Conocimiento de la diversidad de reacciones nucleares que tienen lugar de forma natural en el cosmos, 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 previos de Mecánica Cuántica

Programa de la asignatura

Teoría

- Tema 1: Femtofísica. El núcleo atómico y sus componentes. Interacciones

fundamentales. Leyes de conservación. Clasificación de partículas

- Tema 2: Desintegraciones radiactivas de los núcleos. Ley general de desintegración. Desintegración multimodal y vida parcial. Modos de desintegración
- Tema 3: Efectos de la exposición a la radioactividad. Protección radiológica. Normativa. Aplicaciones
- Tema 4: Abundancias isotópicas y estabilidad nuclear. Masas, tamaños y energías de ligadura. Curva de energía de ligadura. Fisión y fusión. Valle de estabilidad
- Tema 5: Reacciones nucleares. Cinemática. Balance energético en sistemas laboratorio y centro de masas. Sección eficaz micro y macroscópica. Clasificación de reacciones nucleares. Formación de resonancias
- Tema 6: Reacciones de fusión nuclear. Balance energético y barrera coulombiana. Fusión termonuclear en el Sol. Nucleosíntesis primordial y estelar. Fusión nuclear como fuente futura de energía. Proyecto ITER
- Tema 7: Reacciones de fisión inducidas por neutrones. Secciones eficaces de dispersión de neutrones: de dispersión elástica a fisión inducida y captura radiativa. Materiales fisibles y fisionables. El factor K. Reacciones en cadena. Balances energéticos y distribución asimétrica de masas. Motivación de la Energía Nuclear

Prácticas

- Práctica 1: Interacción radiación-materia
- Práctica 2: Radiaciones ionizantes
- Práctica 3: Detectores

Bibliografía

****Introductory Nuclear Physics / P.E. Hodgson, E.Gadioli, E. Gadioli Erba**

Editorial: Oxford Science Publications, 2003

****Introduction to Nuclear Reactions / G.R. Satchler**

Editorial: The Macmillan Press LTD, 1980

****Nuclear Energy / David Bodansky**

Editorial: Springer, 2004

****The Physics of Nuclear Reactions / W.M. Gibson**

Editorial: William Colwes, G.B., 1980

**** introductory Nuclear Physics / Kenneth S. Krane**

Editorial: John Wiley & Sons, 1988

Recursos en internet

Los recursos de la asignatura en internet serán:

- Aula Virtual con los contenidos de la asignatura.
- 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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

- 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
- 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 3 personas
- 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 subgrupos de 3 personas
- 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: (50-80%)	60%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre		
Otras actividades de evaluación	Peso: (10-80%)	40%
<p>Asimismo, se evaluará</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase • Las prácticas de laboratorio • La realización de proyectos de asignatura <p>La calificación media de los ejercicios resueltos en clase tendrá un peso específico del 10%</p> <p>La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 20%</p> <p>La calificación del proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%</p>		
Calificación final		
<p>El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:</p> $C_f = 0.6E_x + 0.1P_b + 0.2P_r + 0.1P_y$ <p>donde C_f es la calificación final, P_b la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, P_r, la calificación media de las prácticas de laboratorio, P_y la calificación del proyecto de asignatura, y E_x la nota del examen final</p>		

2.3. Sistemas y Reactores de Fisión



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Sistemas y Reactores de Fisión			Código	606772
Materia:	Sistemas y dispositivos	Módulo:	Avanzado		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Prácticas	Laboratorio
Créditos ECTS:	6.05	4	2.05	
Horas presenciales	60.5	33	10	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	Luis Mario Fraile Prieto			Dpto.:	FAMN
	Despacho:	230 (3ª)	e-mail	lmfraile@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L,M,X	19:00 - 20:30	Daniel Sánchez Parcerisa	15/02 a 22/02 2017	8.5	FAMN
			Joaquín López Herraiz	27/02 a 06/03 2017	8.5	
			Oscar Moreno Díaz	07/03 a 09/05 2017	16	

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A1	Aula 4A	Problemas	Oscar Moreno Díaz	4	FAMN	
			Daniel Sánchez Parcerisa	3		
			Joaquín López Herraiz	3		
A1	Laboratorio de Física Nuclear, 3ª planta	Últimas 4 semanas del semestre	Joaquín López Herraiz	8.75	FAMN	
			Daniel Sánchez Parcerisa	8.75		

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Joaquín López Herraiz	Consultar con profesor	herraiz@nuclear.fis.ucm.es	Despacho 225 3ª planta

Oscar Moreno Díaz	Consultar con profesor	osmoreno@mit.edu	Despacho 229 3ª planta
Daniel Sánchez Parcerisa	Consultar con profesor	dsparcerisa@ucm.es	Despacho 230 3ª planta

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

- Conocer y comprender los procesos nucleares más relevantes para la producción de energía mediante fisión
- Comprender los principios básicos de la tecnología de centrales nucleares
- Entender el ciclo de combustible, los procedimientos de gestión de residuos, y de análisis de seguridad de reactores de fisión.
- Identificar los distintos tipos de reactores de fisión, y sus características fundamentales.
- Desarrollar las habilidades prácticas necesarias relevantes en producción de energía nuclear, así como en dosimetría y radioprotección.
- Conocer la influencia de la energía fisión en el entorno energético presente y futuro
- Comprender los retos científicos y tecnológicos que representa el desarrollo de nuevos tipos de reactores de fisión y establecer las posibles mejoras en relación con los de las generaciones actuales.

Resumen

La estructura de la asignatura de Sistemas y reactores de Fisión desarrolla los contenidos básicos siguientes:

- Principios generales de la producción de energía eléctrica mediante fisión nuclear
- Principios físicos puestos en juego en los reactores de fisión nuclear
- Tipos de reactores nucleares
- Ciclo de combustible, seguridad y gestión de residuos

Conocimientos previos necesarios

Conocimientos de la asignatura obligatoria "Energía Nuclear"

Programa de la asignatura

1. Energía nuclear y fisión nuclear
 - a. Energía nuclear de fisión. Desarrollo histórico
 - b. Análisis de la fisión. Productos de fisión
 - c. Energía liberada en la fisión
2. Reacciones en cadena y neutrónica
 - a. Criticalidad y factor de multiplicación
 - b. Neutrónica y cinética de reactores
 - c. Procesos físicos en un reactor: fisión, absorción y moderación
 - d. Ecuación de transporte
 - e. Ecuación de difusión
 - f. Cinética de reactores
 - g. Control de reactores. Materiales de control y venenos de reactores
3. Centrales nucleares
 - a. Tipos de reactores: generalidades
 - b. Reactores de agua ligera. PWR y BWR
 - c. Reactores convertidores y regeneradores

- d. Termohidráulica
 - e. Sistema principal
 - f. Sistemas auxiliares
 - g. Sistemas de control
 - h. Diseño de contención
4. El ciclo de combustible
 - a. Tipos de ciclo de combustible
 - b. Uranio enriquecido y primera fase del ciclo
 - c. Operación
 - d. Segunda fase del ciclo
 - e. Disponibilidad de uranio y otros combustibles nucleares
 - f. Reprocesado
 5. Residuos radiactivos
 - a. Clasificación y origen
 - b. Tratamiento de los residuos
 - c. Análisis de riesgos de los residuos nucleares
 - d. Aspectos legislativos
 - e. Almacenamiento de residuos. Almacenamiento temporal. Almacenamiento geológico profundo
 - f. El almacenamiento de residuos en el mundo
 6. Elementos de seguridad nuclear
 - a. Principios básicos
 - b. Análisis determinista
 - c. Análisis probabilístico
 - d. Incidentes y accidentes
 7. Análisis de accidentes nucleares
 - a. Repaso histórico. Riesgos comparados frente a otras fuentes de energía
 - b. El accidente de la Isla de las Tres Millas
 - c. Chernobyl
 - d. Fukushima
 8. Sistemas avanzados y futuros
 - a. Reactores futuros: generalidades
 - b. Reactores de III generación
 - c. Reactores de IV generación
 - d. ADS
 - e. Sistemas subcríticos
 - f. Reactores de alta temperatura refrigerados por gas
 - g. Reactores de metal líquido
 - h. Perspectivas de la energía nuclear de fusión (confinamiento magnético e inercial)
 9. Armamento nuclear y medidas antiproliferación
 - a. Material para explosivos nucleares. Uranio y plutonio. Diferencias entre el combustible nuclear y el material para armamento nuclear
 - b. Explosivos de fisión. Masa crítica
 - c. Explosivos term nucleares. Explosivos fisión-fusión-fisión
 - d. Medidas antiproliferación
 - e. El tratado de no proliferación. La OIEA

Prácticas

Práctica 1: Matriz de combustible: el estándar de las centrales españolas

Práctica 2: Comparación BWR y PWR: matrices de combustible, consumos y recargas

Práctica 3: Cálculo de envenenamiento por Xe y productos de fisión

Práctica 4: El reactor tipo CANDU

Práctica 5: Propuesta de diseño de reactor: un estudio de reactores de Generación IV y reactores de espectro rápido.

Bibliografía

- *Nuclear Energy. Principles, practices and prospects.* David Bodansky, Springer, 2nd edition, ISBN 978-0-387-50099-5
- *Fundamentals of Nuclear Reactor Physics.* Lewis, Elsevier, ISBN 978-0123706317.
- *Radiation detection and measurement.* Glenn F. Knoll. John Wiley & Sons (2^a), ISBN 978-0-471-07338-3
- *Ingeniería de Reactores Nucleares.* Samuel Glasstone y Alexander Sesonske. Ed. Reverté.
- *Nuclear Reactor Physics.* Weston M. Stacey. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., ISBN 978-3-527-40679-1.
- *World Energy Outlook 2014,* International Energy Agency, ISBN 978-92-64-20804-9.
- *The elements of neutron interaction theory.* Anthony Foderaro. MIT Press Classic. ISBN 0-262-56160-3.

Recursos en internet

- Campus Virtual con los contenidos de la asignatura, temas teóricos, ejercicios, cuestionarios, problemas, prácticas, proyectos y aplicaciones.
- Página web de la asignatura.
- Enlaces a páginas de interés, tales como referencias bibliográficas, proyectos relacionados con reactores de fisión y fusión, artículos de investigación, organismos internacionales, programas de simulación, y congresos del campo.

Metodología

- Clases teóricas: 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. Las clases discurren con apoyo de medios audiovisuales, de modo que se garantiza un seguimiento adecuado de las explicaciones del profesor sin necesidad de tomar notas de manera continua.
- Ejercicios: consistirán en aplicaciones prácticas de carácter numérico con objeto 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: ejercicios de tipo práctico con sistemas materiales relacionados con el tema, y simulaciones por medio de métodos numéricos, donde el alumno se familiarizará con el manejo de instrumental y paquetes de simulación y computación. Las prácticas estarán relacionadas directamente con los contenidos de la asignatura. Las prácticas se realizan en grupos de 2-3 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso.
- Visitas externas: consisten en visitas de campo a instalaciones de centrales de generación, plantas de combustible y laboratorios de investigación en fisión y datos nucleares.
- Seminarios: impartidos por especialistas externos a la UCM sobre temas de actualidad correspondientes a los apartados del temario.
- Evaluación final: 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:	70%
Evaluación final: se llevará a cabo una al final del cuatrimestre		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%

Se evaluarán también:

- Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase, con un peso de 10%
- Las prácticas de laboratorio, con un peso de 20%

Calificación final

El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula: $C_f = 0.7Ex + 0.1Pb + 0.2Pr$, donde C_f es la calificación final, Pb la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, Pr , la calificación media de las prácticas de laboratorio y Ex la nota del examen final

2.4. Sistemas Solares Térmicos



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Sistemas Solares Térmicos			Código	606773
Materia:	Sistemas y Dispositivos	Módulo:	Avanzado		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4	1	1
Horas presenciales	60.5	33	10	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Armenta Déu			Dpto:	FAMN
	Despacho:	211	e-mail	cardeu@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A Aula 15	L,M,X	17:30-19:00	Daniel Vázquez Molini	14/02/2017-15/02/2017 20,21,27 y 28/02/2017 06,07,13,14/03/2017	15	Óptica
4A	L,M,X	17:30-19:00	Carlos Armenta Déu M ^{ra} Cruz de Andrés Mohamed Khayet	20/03/2017-29/03/2017 18/04/2017-24/04/2017 09/05/2017-16/05/2017	9 4.5 4.5	FAMN FAMN FA-I

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A	Aula 15 Aula 1	L,M,X 17:30-19:00 22/02/2016 01,08,15/03/2017	Daniel Vázquez Molini	6	Óptica
A	Aula 4A	L,M,X 17:30-19:00 03/04/2017- 05/04/2017	Carlos Armenta Déu	4	FAMN

A1	Laboratorio de Óptica, 1ª planta	L8,22,29/05/2017 14:30-16:00 J1/06/2017	Daniel Vázquez Molini	5	Óptica
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	J 11,18,25/05/2017 14:30-16:00	Luis Dinis Vizcaíno	4.5	FAMN
A1	Laboratorio de Física Aplicada I, 1ª planta	M,X 17:30-20:30 10,23/05/2017	Mohamed Khayet	6	FA-I
A2	Laboratorio de Óptica, 1ª planta	X10,17,24/05/2017 17:30-19:00 J1/06/2017	Daniel Vázquez Molini	5	Óptica
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	X31/05/2017 14:30-16:00 J1/06/2017 14:30-17:30	Carlos Armenta Déu	4.5	FAMN
A2	Laboratorio de Física Aplicada I, 1ª planta	M,X 17:30-20:30 24,30/05/2017	Mohamed Khayet	6	FA-I
A1-A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 17:30-19:00 25,26/04-03/05	M.Cruz de Andrés	5	FAMN

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
C. Armenta Déu	M,J:14:30-16:00	cardeu@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FAMN
M.C. de Andrés	M,J:14:30-16:00	mcandres@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FAMN
L. Dinis	M,J:14:30-16:00	ldinis@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FAMN
D. Vázquez	M:16:00-19:00	dvazquez@ucm.es	Sem. Dpto. Óptica
M. Khayet	M,X: 16:00-17:30	khayetm@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FA-I

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>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.</p> <p>Por otro lado, esta materia capacitará al alumno en la comprensión 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.</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

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 del Recurso Eolo-solar de Primer Cuatrimestre del Máster Universitario 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

Tema 9: Aplicaciones de sistemas solares térmicos

Seminarios

Seminario 1: Procesos ópticos en sistemas solares: Simulación de sistemas complejos. Desarrollo de algoritmos de optimización

Seminario 2: Métodos de cálculo de sistemas solares térmicos de baja temperatura

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 captador solar de geometría semiesférica

Práctica 6: Evaluación del comportamiento de un sistema solar de tubos de vacío

Práctica 7: Evaluación del comportamiento de un sistema de desalación con apoyo solar térmico

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 Goswami, 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, 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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

- 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/casos prácticos

<ul style="list-style-type: none"> ○ 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. Los proyectos se ejecutarán en grupos de 3-4 personas, en función del número de alumnos presentes en el curso <ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación final <ul style="list-style-type: none"> ○ 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. Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación igual o superior a 3.5 en el examen final.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<p>Asimismo, se evaluará</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase ● Las prácticas de laboratorio ● La resolución de casos prácticos ● La realización de proyectos de asignatura <p>La calificación media de los ejercicios resueltos en clase tendrá un peso específico del 10%</p> <p>La calificación media de los casos prácticos tendrá un peso específico del 5%</p> <p>La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25%</p> <p>La calificación del proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%</p>		
Calificación final		
<p>El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:</p> $C_f = 0.5Ex + 0.05C_p + 0.1P_b + 0.25Pr + 0.1Py$ <p>donde C_f es la calificación final, P_b la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, C_p la calificación media de los casos prácticos resueltos, Pr, la calificación media de las prácticas de laboratorio, Py la calificación del proyecto de asignatura, y Ex la nota del examen final.</p> <p>Para superar la evaluación global será requisito alcanzar una calificación mínima de 3.5 puntos en el examen final.</p>		

2.5. Energía Solar Fotovoltaica



MÁSTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

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

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4	0.9	1.1
Horas presenciales	60.5	33	9	18.5

Profesor/a Coordinador/a:	Ignacio Martil de la Plaza			Dpto:	FA III
	Despacho:	109	e-mail	imartil@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
5	L X, J	19.00-20.30 14.30-16.00	Ignacio Mártil de la Plaza	Primer cuatrimestre	33	FA III

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A	Aula 4A	6	Ignacio Mártil	9	FA-III
A1	Lab. Electrónica Aula 15	12 X 02/11/2016 en adelante J:03/11/2016 en adelante 14:30-16:00	Ignacio Martil	18.5	FA-III
A2	Lab. Electrónica Aula 15	12 X 02/11/2016 en adelante J:03/11/2016 en adelante 14:30-16:00	Eric García-Hemme	18.5	FA-III

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Ignacio Mártil de la Plaza	M, J, V (10.00-13.00)	imartil@fis.ucm.es	Despacho 119

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>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.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 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 2.- Resolver problemas y aplicaciones en el ámbito de la energía solar fotovoltaica con diversas técnicas. Análisis comparativo y discusión de resultados 3.- Valorar y contrastar aspectos novedosos en el campo de la investigación en energía solar fotovoltaica 4.- Demostrar la capacidad de trabajar en el mundo empresarial del sector de la energía solar fotovoltaica o en el campo de la investigación en dicho ámbito 5.- Desarrollar capacidad de análisis y de diseño básico de células solares

Resumen
<p>La estructura de la asignatura de Energía Solar Fotovoltaica se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 - Técnicas de caracterización 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: pérdidas 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 (GaIn_{1-x}) Se₂.

6. Dispositivos de alta eficiencia

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, 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

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:	65%
Evaluación final: se llevará a cabo un examen al final del cuatrimestre		
Otras actividades de evaluación	Peso:	35%
<p>Asimismo, se evaluará:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase. La calificación media de los problemas tendrá un peso específico del 10% - Las prácticas de laboratorio. La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25% 		
Calificación final		
<p>El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:</p> $\mathbf{Cf=0.65Ex+0.25Pr+0.1Pb}$ <p>donde Cf es la calificación final, Pb la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, Pr, la calificación media de las prácticas de laboratorio, y Ex la nota del examen final</p>		

2.6. Sistemas Solares Fotovoltaicos



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Sistemas Solares Fotovoltaicos			Código	
Materia:	Sistemas y Dispositivos	Módulo:	Avanzado		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	3.3	1	1.75
Horas presenciales	61	33	10	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	Enrique San Andrés			Dpto:	FA-III
	Despacho:	205	e-mail	esas@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
	L, M, X	16:00-17:30	Enrique San Andrés	14 febrero al 9 de mayo	45	FA-III

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A1	Laboratorio de Electrónica, sótano, módulo este	M 14:30 - 17:30 J 16:00 a 19:00 Del 11 al 30 de mayo	Enrique San Andrés	9	FA-III	
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	M 14:30 - 17:30 J 16:00 a 19:00 Del 11 al 30 de mayo	Carlos Armenta Déu Luis Dinis Vizcaíno	4.5 4.5	FAMN	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
Enrique San Andrés	M,J: 9:30-11:30	esas@ucm.es	D. 205 módulo central

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar los fundamentos básicos de la conversión fotovoltaica de manera que el alumno alcance el nivel de conocimientos necesario para comprender los fenómenos que tienen lugar en los sistemas solares fotovoltaicos • Familiarizar al alumno con los principales tipos de sistemas solares fotovoltaicos que existen en la actualidad y que se utilizan como elementos de conversión de la energía solar en energía fotovoltaica • Hacer comprender al alumno los principios de funcionamiento de los principales dispositivos que conforman los sistemas solares fotovoltaicos • Estudiar las características de los sistemas solares fotovoltaicos y su influencia en los procesos de conversión energética • Conocer la estructura de los diferentes sistemas solares fotovoltaicos • Dar a conocer las diferentes aplicaciones en las que los sistemas solares fotovoltaicos intervienen • Poner en contacto al alumno con sistemas y dispositivos solares fotovoltaicos 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 fotovoltaica que le habilite para el desarrollo de la profesión tanto en el ámbito científico como en el profesiona

Resumen
<p>La estructura de la asignatura de Sistemas Solares se basa en el desarrollo de los siguientes contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: Dispositivos para la transmisión y conversión de la energía. Fundamentos de electricidad.
- Tema 4: Conexión directa a carga. Controladores de carga de batería. Conversores DC-DC. Seguimiento del punto óptimo.
- Tema 5: Inversores. Caracterización y propiedades.
- Tema 6: Sistemas seguimiento solar y concentración.
- Tema 7: Huertos solares y parques fotovoltaicos. Diseño y características.
- Tema 8: Conceptos económicos. Normativa fotovoltaica.

Prácticas

- Práctica 1: Caracterización de un panel fotovoltaico.
- Práctica 2: Conversores DC-DC
- Práctica 3: Evaluación del comportamiento de un panel fotovoltaico comercial
- Práctica 4: Operación de un sistema fotovoltaico en corriente continua: uso de reguladores
- Práctica 5: Manejo de inversores. Curva de eficiencia.
- Práctica 6: Operación de sistemas solares fotovoltaicos con circuitos de carga continua y de carga alterna.
- Práctica 7: Determinación del factor de sombras mediante el sistema *Solar Pathfinder*.

- Práctica 8: Circuitos solares sencillos. Baliza solar.

Bibliografía

- *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.
- *Modelling Photovoltaic Systems using PSPICE* 1st Ed. L. Castañer, S. Silvestre. John Wiley & Sons. 2002.
- *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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

- 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 simulaciones por medio de métodos numéricos y/o mediante PSPICE 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.
- 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 al final del cuatrimestre. Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación igual o superior a 4 en el examen final.

Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
--	--------------	-----

Además se evaluará

- Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase
- Las prácticas de laboratorio

La media ponderada de las calificaciones de los problemas a realizar fuera de las horas de clase tendrá un peso del 25% y la de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 15%.

Calificación final

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

$$C_f = 0.6Ex + 0.25Pb + 0.15Pr$$

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

2.7. Energía Eólica



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

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

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.5	0.6	1
Horas presenciales	60.5	37.5	6	17.5

Profesor/a	Carlos Armenta Déu			Dpto:	FAMN
Coordinador/a:	Despacho:	211 (3ª Sur)	e-mail	cardeu@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L,X M	14:30-16:00	Carlos Armenta Déu	14/02/2017-05/04/2017	27	FAMN
		19:00-20:30	Jorge Contreras	18/04/2017-03/05/2017	9	ext

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado					
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.
A	Aula 4A	4	Carlos Armenta Déu	7	FAMN
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 17:30-19:00 08/05/2017-31/05/2017	Carlos Armenta Déu	18	FAMN
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 17:30-19:00 08/05/2017-31/05/2017	Javier Jarillo	9	FAMN
			Elena Beltrán	9	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Carlos Armenta Déu Jorge Contreras	L,X: 14.30-17.30 V: 14.30-17.30	cardeu@fis.ucm.es jorge.contreras@jcmbenergy.com	Seminario Dpto. FAMN

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>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</p>

Resumen
<ul style="list-style-type: none"> • 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

Conocimientos previos necesarios

Evaluación del Recurso Eolo-solar (asignatura de Primer Cuatrimestre del Master Universitario en Energía)

Programa de la asignatura

Teoría

- Tema 1: Características del recurso eólico: Potencial
- Tema 2: Aerodinámica. Teoría del momento lineal: Ley de Betz. Estudio de perfiles aerodinámicos. Teoría del movimiento de rotación: combinación de perfiles en rotores
- Tema 3: Aerogeneradores. Tipos y características. Curva y coeficiente de potencia. Diseño y elementos. Configuración y aplicaciones
- Tema 4: Generación de energía. Métodos de cálculo. Clases de aerogeneradores Emplazamiento: clasificación. Sistemas y subsistemas de control
- Tema 5: Métodos numéricos de simulación para generación eólica: lineales, de segundo orden, estadísticos
- Tema 6: Parques eólicos: diseño y dimensionado. Aspectos técnicos y tecnológicos. Sistemas “on-shore” y “off-shore”
- Tema 7: Proyectos: aspectos económicos, medioambientales y legislativos

Prácticas

- Práctica 1: Caracterización de un aerogenerador de eje horizontal en régimen de viento constante
- Práctica 2: Caracterización de un aerogenerador de eje horizontal en régimen de viento variable
- Práctica 3: Control de orientación del rotor de un aerogenerador. Determinación del ángulo de guiñada
- Práctica 4: Caracterización del comportamiento de un aerogenerador de eje vertical

- Práctica 5: Evaluación de las fuerzas de sustentación en perfiles alares
- Práctica 6: Determinación de la fuerza de sustentación en rotores aerodinámicos. Medida de la fuerza de empuje sobre aerogeneradores
- Práctica 7: Determinación del efecto de turbulencias sobre el comportamiento de un aerogenerador: pérdida de energía por obstáculos naturales y artificiales
- Práctica 8: Operación con sistemas de transmisión en aerogeneradores: sistema de control de acoplamiento
- Práctica 9: Gestión de bases de datos: optimización de emplazamientos
- Práctica 10: Proyecto de diseño y dimensionado de un parque eólico

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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

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

La calificación media de los problemas tendrá un peso específico del 10%

La calificación media de la resolución de casos prácticos tendrá un peso específico del 5%

La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25%

El proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%

Calificación final

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

$$C_f = 0.5Ex + 0.1Pb + 0.05Cp + 0.25Pr + 0.1Py$$

donde C_f es la calificación final, Pb la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, Cp , la calificación media de la resolución de casos prácticos, Pr , la calificación media de las prácticas de laboratorio, Py la calificación del proyecto de asignatura, y Ex la nota del examen final.

Para superar la evaluación global será requisito alcanzar una calificación mínima de 3.5 puntos en el examen final.

2.8. Almacenamiento y Pilas de Combustible



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Almacenamiento y Pilas de Combustible			Código	606768
Materia:	Procesos Energéticos	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4	1	1
Horas presenciales	60.5	33	10	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	V. María Barragán García			Dpto:	FAI
	Despacho:	113	e-mail	vmabarra@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L,M,J	16:00-17:30	Carlos Armenta Déu	26/09/2016-13/10/2016	10.5	FAMN
4A	L,M,J	16:00-17:30	V. María Barragán García	17/10/2016-29/11/2016	22	FAI

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A	Aula 4A	8	Carlos Armenta Déu	3	FAMN	
			V. María Barragán García	6	FAI	
			José Fullea	1.5	Ext.	
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	J 10:00-13:00 10,17/11/16	Carlos Armenta Déu	6	FAMN	
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	J 10:00-13:00 24/11/16 01/12/16	Luis Dinis Vizcaíno	6	FAMN	

A2	Laboratorio Física Térmica, 3ª planta, módulo Central Norte	J 10:00-13:00 15,22/12/16	V.M. Barragán García	11.5	FAI
A2	Laboratorio Física Térmica, 3ª planta, módulo Central Norte	L,M 16:00-19:00 12-20/12/16	V.M. Barragán García	11.5	FAI

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	Horarios	e-mail	Lugar
C. Armenta Déu	M,J:14:30-16:00	cardeu@fis.ucm.es	Sem. Dpto. FAMN
V.M. Barragán García	L: 14:30-15:30 M:13:30-15:30	vmabarra@ucm.es	Deapacho 113

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
<p>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.</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 un 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 plantea 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.

Resumen
<ul style="list-style-type: none"> • 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 un 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: Fundamentos de la acumulación eléctrica

Tema 2: Tipos de acumuladores: estructura, componentes y características. Parámetros de operación

Tema 3: Procesos de carga y descarga. Capacidad. Factor de corrección. Rendimiento

Tema 4: Aplicaciones de la acumulación eléctrica

Tema 5: El vehículo eléctrico (Conferencia invitada)

Tema 6: El hidrógeno y las pilas de combustible

Tema 7: Almacenamiento, transporte y distribución del hidrógeno

Tema 8: Termodinámica de las pilas de combustible

Tema 9: Principios físico-químicos de las pilas de combustible

Tema 10: Tipos de pilas de combustible: estructura, componentes y caracterización

Tema 11: Aplicaciones de las pilas de combustible al campo de la energía: transporte y almacenamiento. Pilas de combustible y energías renovables

Seminarios

Seminario 1: Almacenamiento eléctrico

Seminario 2: Pilas de combustible

Prácticas

Práctica 1: Caracterización de acumuladores: procesos de carga y descarga. Corrección de la capacidad

Práctica 2: Respuesta operacional de acumuladores eléctricos

Práctica 3: Caracterización de un electrolizador

Práctica 4: Almacenamiento de hidrógeno en pilas de combustible

Práctica 5: Caracterización de una pila de combustible PEM

Práctica 6: Caracterización de una pila de combustible de metanol directo

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 Electrónica. 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

El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:

- 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 en el campo del almacenamiento eléctrico y de las pilas de combustible, así como de su relación con la generación de energía. 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 2-3 personas
- Proyectos de asignatura y casos prácticos
 - 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. 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:	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 resolución de casos prácticos
- La realización de proyectos de asignatura

La calificación media de los ejercicios resueltos en clase tendrá un peso específico del 10%

La calificación media de los casos prácticos tendrá un peso específico del 5%

La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25%

La calificación del proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%

Calificación final

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

$$C_f = 0.5Ex + 0.1Pb + 0.05Cp + 0.25Pr + 0.1Py$$

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

Para superar la evaluación global será requisito alcanzar una calificación mínima de 3.5 puntos en el examen final.

2.9. Evaluación del Recurso Eolo-Solar



MASTER EN ENERGÍA (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Evaluación del Recurso Eolo-Solar			Código	606770
Materia:	Simulación y Predicción	Módulo:	Avanzado		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	4.3	0.75	1
Horas presenciales	60.5	37.5	6	17.5

Profesor/a Coordinador/a:	Jesús Fidel González Rouco			Dpto:	FTAA-II
	Despacho:	4 (Bª Oeste)	e-mail	fidelgr@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
4A	L,M X	14:30-16:00 17:30-19:00	Fidel González	26/09/2016-22/11/2016	30	FTAA-II
			Jorge Contreras	23/11/2015-29/11/2016	4.5	ext
			Carlos Armenta Déu	30/11/2016-05/12/2016	3	FAMN

Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado						
Grupo	Lugar	Sesiones	Profesor	Horas	Dpto.	
A	Aula 4A		Fidel González	6	FTAA-II	
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 14:30-16:00 12/12/2016 - 10/01/2017	Carlos Armenta Déu	12	FAMN	
A1	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 14:30-	Luis Dinis Vizcaíno	5.5	FAMN	

		16:00 11/01/2017 - 18/01/2017			
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 14:30- 16:00 12/12/2016 - 19/12/2016	Luis Dinis Vizcaíno	5.5	FAMN
A2	Laboratorio Energías Renovables, 3ª planta, módulo Central Sur	L,M,X 14:30- 16:00 20/12/2016 - 18/01/2017	Jorge Contreras	12	FAMN

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Fidel González	J:11-13 y 14-16	fidelgr@ucm.es	Ala Oeste, Plta. Baja
Jorge Contreras	Pte.	jorge.contreras@jcmbluenergy.com	Seminario Dpto. FAMN
Carlos Armenta Déu	L,M,X: 13-14	cardeu@fis.ucm.es	Seminario Dpto. FAMN

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 Eolo-solar, 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.

- Conocer y comprender los fundamentos en los que se basa la evaluación del recurso Eolo-solar
- Establecer la relación del recurso energético eólico y solar con la Física
- Aprender a evaluar el recurso eólico y solar 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 Eolo-solar, 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 Eolo-solar en aplicaciones energéticas
- Desarrollar las habilidades necesarias para poder establecer de forma práctica el valor del recurso energético 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 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 eólica y solar dentro del ámbito de las empresas del sector dedicadas a la evaluación y prospección del recurso Eolo-solar

Resumen

- Conocer y comprender los fundamentos en los que se basa la evaluación del recurso Eolo-solar
- Establecer la relación del recurso energético eólico y solar con la Física
- Aprender a evaluar el recurso eólico y solar 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 Eolo-solar, 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 Eolo-solar en aplicaciones energéticas
- Desarrollar las habilidades necesarias para poder establecer de forma práctica el valor del recurso energético 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 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 eólica y solar dentro del ámbito de las empresas del sector dedicadas a la evaluación y prospección del recurso Eolo-solar

Conocimientos previos necesarios

Ninguno

Programa de la asignatura

Teoría

- Tema 1: Fundamentos físicos del recurso solar. Relaciones astronómicas. Magnitudes
- Tema 2: Fundamentos físicos del recurso eólico. Circulación global. Parámetros característicos
- Tema 3: Ecuación del tiempo: evaluación de la irradiancia solar
- Tema 4: Distribución espectral. Constante solar
- Tema 5: Tipos de irradiancia solar. Absorción atmosférica. Albedo

- Tema 6: Irradiancia solar sobre plano horizontal e inclinado. Coeficientes de radiación
- Tema 7: Series temporales. Variabilidad. Coeficientes
- Tema 8: Correlaciones y modelos. Mapas solares
- Tema 9: Dinámica atmosférica: capa límite
- Tema 10: Efectos de la capa límite sobre el recurso eólico
- Tema 11: Evaluación del recurso eólico. Métodos y procesos estadísticos
- Tema 12: Bases de datos y proceso de filtrado
- Tema 13: Dispositivos de medida. Métodos de calibración

Prácticas

- Práctica 1: Determinación de la constante de un piranómetro solar
- Práctica 2: Medición de irradiancia solar: global, difusa y directa
- Práctica 3: Medición sobre plano horizontal, inclinado y orientado
- Práctica 4 Medición de velocidad de viento. Calibración de sensores
- Práctica 5 Medición en túnel de viento. Caracterización del recurso eólico
- Práctica 6 Manejo y tratamiento de bases de datos

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
- Energía Eólica, **Miguel Villarrubia**. Ed. CEAC
- Técnicas numéricas en ingeniería de fluidos. **J.M. Fernández Oro**. Ed. Reverté
- Mecánica de Fluidos. **Frank M. White** 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		
<p>El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 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 • Ejercicios <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 • Evaluación final <ul style="list-style-type: none"> ○ 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		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<p>Asimismo, se evaluará</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los problemas que el alumno debe resolver fuera de las horas de clase • El trabajo realizado por el alumno en casos prácticos • Las prácticas de laboratorio • El proyecto de asignatura <p>La calificación media de los problemas tendrá un peso específico del 10%</p> <p>La calificación media de la resolución de casos prácticos tendrá un peso específico del 5%</p> <p>La calificación media de las prácticas de laboratorio tendrá un peso específico del 25%</p> <p>El proyecto de asignatura tendrá un peso específico del 10%</p>		
Calificación final		

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

$$C_f = 0.5Ex + 0.1Pb + 0.05Cp + 0.25Pr + 0.1Py$$

donde C_f es la calificación final, Pb la calificación media de los problemas resueltos por el alumno fuera de las horas de clase, Cp , la calificación media de la resolución de casos prácticos, Pr , la calificación media de las prácticas de laboratorio, Py la calificación del proyecto de asignatura, y Ex la nota del examen final

2.11. Prácticas en Empresa



Master en Energía (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Prácticas en Empresa	Código	606776	
Materia:	Prácticas en Empresas	Módulo:	Avanzado	
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre: 2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	0	6	
Horas presenciales	150	0	150	

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Armenta Déu	Dpto:	FAMN	
	Despacho: 211	e-mail	cardeu@fis.ucm.es	

Grupo	Profesor	T/P*	Dpto.	e-mail
A	Carlos Armenta Déu	P	FAMN	cardeu@fis.ucm.es

*: Pr: Prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
A (T)	n.p.	n.p.		n.p.

Grupo	Horarios de laboratorio		Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Lugar
A (P)	n.p.	n.p.	n.p.

LAS PRÁCTICAS EN EMPRESA SE PODRÁN REALIZAR EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL COMIENZO DEL SEGUNDO CUATRIMESTRE Y LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO, PUDIENDO LLEVARSE A CABO EN EL PERÍODO DE VERANO, MESES DE JULIO Y AGOSTO, EN FUNCIÓN DE LA OFERTA DE PLAZAS Y LA DISPONIBILIDAD DE PUESTOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL MASTER

Objetivos de la asignatura

- 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

Breve descripción de contenidos

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 abordan el desarrollo de actividades en el campo de la energía

Conocimientos previos necesarios

Ninguno

Programa de la asignatura

Prácticas

Aquellas que se derivan del plan de trabajo establecido por la empresa, de acuerdo a las directrices generales del master y con la aprobación del tutor del alumno y/o de la Dirección del Master

Programa de la asignatura: distribución horaria

Prácticas: (150 horas).

La asignatura incluirá una charla inicial y otra final que servirán de orientación al alumno para enfocar la forma de plantear las actividades que se vayan a realizar

<p>durante el período de prácticas en la empresa, así como a la hora de elaborar la memoria de actividades objeto de evaluación.</p> <p>Igualmente, se podrán incluir algunas conferencias relativas a la forma más efectiva de aprovechar el desarrollo de la prácticas en empresa.</p>
Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • La que fuere necesario
Recursos en internet
<ul style="list-style-type: none"> • Los que fueran necesarios

Metodología
<p>El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La coordinación del Master 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 • La coordinación del Master elaborará, en estrecho contacto con las empresas y centros, un catálogo de prácticas que los alumnos podrán llevar a cabo; dicho catálogo estará clasificado por empresa y sector energético • La coordinación del Master realizará la asignación de prácticas 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 las prácticas ofertadas • La coordinación del Master 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 • La coordinación solicitará a la empresa el Anexo del Estudiante de forma previa al inicio de las prácticas, requisito imprescindible para la realización de las mismas • La oferta de prácticas podrá ser realizada por el propio alumno, si estuviera interesado en realizar dichas prácticas con una empresa concreta, y tuviera un acuerdo previo con dicha empresa. En ese caso, la coordinación del Master seguirá el mismo protocolo que para aquellas ofertas realizadas por la propia coordinación. Este tipo de ofertas, a diferencia de las anteriores que figurarán como abiertas, aparecerá como “pre-asignada” • La oferta pública de prácticas se cubrirá enteramente, bien por selección entre los alumnos que hubieran elegido una oferta determinada, bien por asignación entre aquellos que no hubieran realizado ninguna selección o no tuvieran oferta disponible

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso	0%
No procede		

Otras actividades de evaluación	Peso	100%
<p>La evaluación de la materia se realizará en función de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la memoria. Se valorará tanto la calidad del trabajo desarrollado por el alumno como la defensa de dicho trabajo frente al tribunal evaluador • Informe del tutor o responsable de la empresa o centro <p>La evaluación de la memoria tendrá un peso específico del 80%, dividido en dos partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memoria del trabajo ejecutado: 50% • Defensa del trabajo realizado: 30% • El informe del tutor o responsable se evaluará con un 20% 		
Calificación final		
<p>El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:</p> $C_f = 0.5M + 0.3D + 0.2Inf$ <p>donde C_f es la calificación final, M es la calificación de la memoria de actividades, D es la calificación media de la defensa del trabajo realizado, e Inf, la calificación del informe del tutor o responsable</p>		

2.12. Trabajo Fin de Master



Master en Energía (curso 2016-17)

Ficha de la asignatura:	Trabajo Fin de Master	Código	606777		
Materia:	Trabajo Fin de Master	Módulo:	Avanzado		
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
Créditos ECTS:	6	0	6	
Horas presenciales	150	0	150	

Profesor/a Coordinador/a:	Carlos Armenta Déu	Dpto:	FAMN	
	Despacho: 211	e-mail	cardeu@fis.ucm.es	

Grupo	Profesor	T/P*	Dpto.	e-mail
A	Todos los del Master Personal externo de empresas colaboradoras	Pr	Todos	

*: Pr: Prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
A (T)	n.p.	n.p.		n.p.

Grupo	Horarios de laboratorio		Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Lugar
A (P)	n.p.	n.p.	n.p.

Objetivos de la asignatura

- Familiarizar al alumno con la metodología de trabajo en temas de I+D+i relativos al campo de la energía
- Dar a conocer a los estudiantes la forma particular de abordar la resolución de problemas dentro del campo de acción de un proyecto de I+D+i
- Introducir al alumno en las modernas técnicas de trabajo en el campo de la energía en estrecha colaboración con el personal de la universidad y la empresa
- Dar la oportunidad al maestrante adquirir una formación complementaria a los trabajos y actividades realizados en las Prácticas en Empresas
- Permitir al alumno continuar con su tarea de investigación y desarrollo para alcanzar un conocimiento y capacitación profesional lo más elevado posible que le cualifique debidamente para el ejercicio de su profesión y la ejecución de tareas tanto de carácter profesional como investigador

Breve descripción de contenidos

La estructura de la asignatura de Trabajo Fin de Master 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

Conocimientos previos necesarios

Se requerirá haber completado los créditos docentes correspondientes a la Especialidad elegida, así como haber llevado a cabo de manera satisfactoria las Prácticas en Empresas, especialmente si el Trabajo Fin de Master se configura como una continuación de dichas prácticas

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 Master

Programa de la asignatura: distribución horaria
<u>Prácticas:</u> (150 horas).
Bibliografía
<ul style="list-style-type: none"> • La que fuera necesaria
Recursos en internet
<ul style="list-style-type: none"> • Los que fueran necesarios

Metodología
<p>El proceso metodológico que se planea seguir es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La coordinación del Master 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 Master, de acuerdo a los requisitos que esta actividad académica impone • La coordinación del Master establecerá contacto con el profesorado y personal universitario e investigador relacionado con el desarrollo del Master, para conocer si existe, por parte de dicho personal, oferta de temas que pudieran ser constitutivos de Trabajo Fin de Master, de acuerdo a los requisitos que esta actividad académica impone • La coordinación del Master elaborará, en estrecho contacto con todos los mencionados anteriormente, personal universitario e investigador, centro y empresas colaboradores, un catálogo de los Trabajos Fin de Master que los alumnos podrán llevar a cabo; dicho catálogo estará clasificado por Especialidad y sector energético • La coordinación del Master realizará la asignación de prácticas 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 Master 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 • La oferta de TFM podrá ser realizada por el propio alumno, si estuviera interesado en realizar un Trabajo Fin de Master determinado con una institución, centro, entidad o empresa concreta, y tuviera un acuerdo previo. En ese caso, la coordinación del Master seguirá el mismo protocolo que para aquellas ofertas realizadas por la propia coordinación. Este tipo de ofertas, a diferencia de las anteriores que figurarán como abiertas, aparecerá como “pre-asignada” • La oferta pública de TFM se cubrirá enteramente, bien por selección entre los alumnos que hubieran elegido una oferta determinada, bien por asignación entre aquellos que no hubieran realizado ninguna selección o no tuvieran oferta disponible

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso	0%
No procede		
Otras actividades de evaluación	Peso	100%
<p>La evaluación de la materia se realizará en función de los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grado de innovación del trabajo realizado • Calidad de la Memoria presentada, atendiendo a los objetivos planteados, resultados obtenidos, adecuación del trabajo a la temática del Master y conclusiones personales incluidas en la Memoria • Informe del Tutor o Director del trabajo • Defensa del trabajo, atendiendo a la exposición y respuestas a las preguntas de los miembros del Tribunal <p>La valoración de cada uno de los apartados será como sigue:</p> <p>Innovación: 5% Memoria: 55% Informe: 10% Defensa: 30%</p>		
Calificación final		
<p>El resultado final de la evaluación global de la asignatura responde a la siguiente fórmula:</p> $C_f = 0.05I + 0.55M + 0.1Inf + 0.3D$ <p>donde C_f es la calificación final, I la valoración del grado de innovación, M la puntuación de la Memoria, Inf, la valoración del Informe del Tutor o Director y D la calificación de la defensa del trabajo</p>		

3. Competencias

APC	Almacenamiento y Pilas de Combustible
CEE	Conversión y Eficiencia Energética
EN	Energía Nuclear
ERES	Evaluación del Recurso Eolo-solar
ESF	Energía Solar Fotovoltaica
TPE	Termodinámica de Procesos Energéticos
EOL	Energía Eólica
SST	Sistemas Solares Térmicos
SFV	Sistemas Solares Fotovoltaicos
TDOE	Tecnología y Dispositivos Ópticos para la Energía
MSPE	Modelización y Simulación de Procesos Energéticos
SRF	Sistemas y Reactores de Fisión
PE	Prácticas en Empresa
TFM	Trabajo Fin de Master

	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9	CB10
APC							
CEE							
EN							
ERES							
ESF							
TPE							
EOL							
SST							
SFV							
TDOE							
MSPE							
SRF							
PE							
TFM							

	CG01	CG02	CG03	CG04	CG05	CG06	CG07	CG08	CG09	CG10	CG11
APC											
CEE											
EN											
ERES											
ESF											
TPE											
EOL											
SST											
SFV											
TDOE											
MSPE											
SRF											
PE											
TFM											

	CG12	CG13	CG14	CG15	CG16	CG17	CG18	CG19	CG20	CG21	CG22	CG23
APC												
CEE												
EN												
ERES												
ESF												
TPE												
EOL												
SST												
SFV												
TDOE												
MSPE												
SRF												
PE												
TFM												

	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
APC								
CEE								
EN								
ERES								
ESF								
TPE								
EOL								
SST								
SFV								
TDOE								
MSPE								
SRF								
PE								
TFM								

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE8	CE10	CE13	CE14	CE15	CE16	CE17	CE18
APC														
CEE														
EN														
ERES														
ESF														
TPE														
EOL														
SST														
SFV														
TDOE														
MSPE														
SRF														
PE														
TFM														

Listado de competencias

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 inculcadas 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

CB5 - Valorar la capacitación para el desempeño de la actividad profesional en el campo de trabajo de manera óptima

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

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 electromagnéticas)
- 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

4.1. Curso Único

1º SEMESTRE - GRUPO ÚNICO

Aula 4A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
14:30	ERES	ERES	ESF	ESF	
15:00					
15:30					
16:00	APC	APC	CE	APC	
16:30					
17:00					
17:30	EN	EN	ERES	EN	
18:00					
18:30					
19:00	ESF	CE		CE	
19:30					
20:00					

EN	ENERGÍA NUCLEAR	OBLIGATORIA
ESF	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	OBLIGATORIA
CE	CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA	OBLIGATORIA
APC	ALMACENAMIENTO Y PILAS DE	OBLIGATORIA
ERES	EVALUACIÓN RECURSO EOLO-SOLAR	OPTATIVA

5. 2º SEMESTRE - GRUPO ÚNICO

Aula 4A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
14:30	EOL	SRF	EOL	SRF	
15:00					
15:30					
16:00	SFV	SFV	SFV	SRF	
16:30					
17:00					
17:30	SST	SST	SST		
18:00					
18:30					
19:00		EOL			
19:30					
20:00					

SRF	SISTEMAS Y REACTORES DE FISIÓN	OPTATIVA
SFV	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS	OPTATIVA
EOL	ENERGÍA EÓLICA	OBLIGATORIA
SST	SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS	OPTATIVA

NOTA: En el mes de Mayo, en el cual se llevarán a cabo las prácticas de las asignaturas de SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS Y ENERGÍA EÓLICA, el horario de estas dos asignaturas se permutará, quedando pues de la siguiente manera:

SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS (Prácticas): L,M, X 14.30 h a 16 h

ENERGÍA EÓLICA (Prácticas): L, M, X 17.30 h a 19 h

6. Calendario Académico y Fechas de Exámenes

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 26* de septiembre al 22 de diciembre de 2016 y del 9 de enero al 20 de enero de 2017
Exámenes Primer Semestre (febrero):	del 23 de enero al 13 de febrero de 2017
Clases Segundo Semestre:	del 14 de febrero al 6 de abril de 2017 y del 18 de abril al 2 de junio de 2017
Exámenes Segundo Semestre (junio):	del 5 al 27 de junio de 2017
Exámenes Septiembre	del 1 al 19 de septiembre de 2017

**La apertura del curso académico se celebrará el día 26 de septiembre, siendo día lectivo.*

Festividades y días no lectivos	
12 de octubre	Fiesta Nacional
1 de noviembre	Festividad de Todos los Santos
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
14 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
8 de diciembre	Festividad Inmaculada Concepción
27 de enero	Santo Tomás de Aquino
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 23 de diciembre al 6 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 7 al 17 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 17 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano

Calendario de Exámenes

6.1. Calendario de Exámenes

Consultar la web de la Facultad de Ciencias Físicas

6.2. Calendario de Presentaciones

Consultar la web del Master en Energía

7. Comisión de Coordinación del Master

<i>Departamento, Centro o Empresa</i>	<i>Nombre del miembro de la Comisión</i>
Coordinación	Carlos Armenta Déu
Física Aplicada I	Mohamed Khayet Souhaimi
Física Aplicada III	Ignacio Martil de la Plaza
Física Atómica, Molecular y Nuclear	Luis Mario Fraile Prieto
Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica II	Francisco Valero Rodríguez
Óptica	Daniel Vázquez Molini
Arquitectura de Computadores y Automática	Matilde Santos Peñas
JCM Bluenergy	Jorge Contreras Martínez

