



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
Código: 31939
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
Nivel: Posgrado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Acumulación de energía y Pilas de Combustible/ Energy storage and Fuel Cells

1.1. Código / Course number

31939

1.2. Materia / Content area

ACUMULACIÓN DE ENERGÍA/ ENERGY STORAGE

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

1.4. Nivel / Course level

Máster / Master (second cycle)

1.5. Curso / Year

1º / 1st

1.6. Semestre / Semester

Anual / Annual

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching materia

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Los requisitos previos pedidos para poder cursar el Máster

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es obligatoria / Attendance is mandatory



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
 Código: 31939
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
 Nivel: Posgrado
 Tipo: Formación Obligatoria
 Nº de créditos: 6 ECTS

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Pilar Ocón Esteban (COORDINADORA)
 Departamento de / **Department of**: Química Física Aplicada
 Facultad / **Faculty**: Ciencias
 Despacho - Módulo / **Office - Module**: 02-605
 Teléfono / **Phone**: +34 91 497 2435
 Correo electrónico/**Email**: pilar.ocon@uam.es
 Página web/**Website**: www.uam.es/pilarocon
 Horario de atención al alumnado/**Office hours**:

1.11. Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Objetivos del curso / **Course objectives**

Transversales

- T1-Capacidad de análisis y síntesis de un problema de investigación.
- T2- Concebir y diseñar experimentos para probar hipótesis de trabajo
- T3- Saber comunicar conclusiones, conocimientos y las razones últimas que los sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- T4- Saber buscar información relevante a través de la red, el uso de bases de datos bibliográficas y la lectura crítica de trabajos científicos. Discriminar el grado de fiabilidad de una fuente de información respecto a otra para una información concreta.
- T5- Capacidad de organización y análisis de la información recogida.
- T6- Saber realizar la exposición oral y escrita de los resultados de la investigación.
- T7-Capacidad de comprensión y análisis de problemáticas energéticas generales.

Específicas

Se pretende que el alumno adquiriera las siguientes competencias específicas:

E4.1-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.

Resultados del aprendizaje

- R4.1-Adquirir base conceptual en referencia al hidrógeno y las Pilas de Combustible.
- R4.2- Conocer los materiales y estructuras del aprovechamiento de la energía solar para la generación de hidrógeno.

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

Asignatura 1: Acumulación de energía y Pilas de Combustible



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
 Código: 31939
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
 Nivel: Posgrado
 Tipo: Formación Obligatoria
 Nº de créditos: 6 ECTS

1. Procesos electroquímicos en acumulación de energía. Cinética electroquímica. Técnicas instrumentales de corriente continua y alterna aplicada a la conversión y acumulación de energía.
2. Acumulación de Energía Eléctrica
 Acumulación química y electroquímica. Componentes básicos de las baterías. Características generales. Normativa de seguridad y mantenimiento. Aplicaciones tradicionales y aplicaciones avanzadas. Dimensionado de instalaciones
 -Acumulación de energía eléctrica y magnética. Almacenamiento Capacitivo/Supercondensadores. Tipos. Diseño y características. Aplicaciones.
 -Almacenamiento inductivo/bobinas superconductoras.
3. Acumulación de energía mecánica.
 - Energía potencial: Almacenamiento de aire comprimido. Bombeo hidroeléctrico.
 - Energía cinética: Volante de inercia.
4. Acumulación de Energía Térmica
 Principios generales. Calor sensible. Calor latente. Almacenamiento termoquímico .
5. Conversión electroquímica de la energía.
 Principios básicos. Elementos constitutivos de una pila de combustible.
6. Pila en operación. Eficiencia. Reacciones fundamentales: Oxidación de hidrogeno. Reducción de oxígeno.
7. Tipos de Pilas.:Alcalinas, Poliméricas, Metanol directo, Acido fosfórico, Carbonatos fundidos y Oxido sólido.
8. Pilas de combustible de Membrana polimérica (PEM).Material electródico: Electrocatalizadores de base Pt bi y trimetalicos. Generación de agua. Efectos de desactivación.
9. Aplicaciones. Sistemas estacionarios. Vehículos. Sistemas portátiles.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Bibliografía

- *Electrochemical Methods: Theory and Applications*. A.J Bard and R. Faulkner
- *Principles of Electrochemistry*. J. Koryta and J. Dvorak. Ed. Wiley 1987
- *Handbook of Batteries and Fuel Cells* D.Linden , McGraw-Hill Book Company 1984
- *Acumuladores electroquímicos* J. Fullea Editorial McGraw-Hill 1994
- *Modern Batteries* C.A.Vincent Ed. Edward Arnold 1984
- *Batteries* H.A.Kiehne et al Expert Verlag 1989
- *El vehículo Eléctrico*, J.Fullea, F.Trinidad, J.C. Amasorrain, M.Sanzberro(1997) Editorial McGraw-Hill
- Revistas
- *Review on thermal energy storage with phase change materials and applications*, A.Sharma et al.Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 318-345
- *On the performance of supercapacitors with electrodes based on carbon nanotubes and carbon activated material—A review*, Vasile V.N. Obreja *Physica E*: 40, (2008) 2596-2605.
- *Design, demonstrations and sustainability impact assessments for plug-in hybrid electric vehicles*, Thomas H. Bradley and Andrew A. Frank, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 2009, 115-128.



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
 Código: 31939
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
 Nivel: Posgrado
 Tipo: Formación Obligatoria
 Nº de créditos: 6 ECTS

- *Electrical integration of renewable energy into stand-alone power supplies incorporating hydrogen storage*, M. Little, M.Thomson and D.Infield, International Journal of Hydrogen Energy 32, (10-11) (2007) 1582-1588.
- *Operation conditions of batteries in PV applications* , Andreas Jossen, Juergen Garche and Dirk Uwe Sauer, Solar Energy 76 (6) (2004) 759-769.
- Renewable energy. Its physics, engineering, environmental impacts, economics & planning*. B. Sorensen. Elsevier 2004.
- Renewable energy resources. Basic principles and applications*. G. N. Tiwari and M. K. Ghosal. Alpha Science. 2005.
- Fuel cell fundamentals*. R. P. O'Hare, S. W. Cha, W. Colella, F. B. Prinz. Jhon Wiley & Sons, Inc. 2006.
- Understanding Batteries*. R. M. Dell, D.A.J. Rand Ed RSC Papersback 2001.
- Advances in fuel cells*. T.S. Zhao, K.D. Krever, T. Van Nguyen, Elsevier 2007.
- Hydrogen and fuel cells. Emerging thecnologies and applications*. B. Sorensen. Elsevier 2005.
- PEM fuel cells. Theory and practice*. F. Barbir. Elsevier 2005.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en gran grupo
 - Seminarios
 - Talleres
 - Estudio de casos
 - Docencia virtual en red
 - Debate
 - Trabajo práctico en aula de informática, biblioteca, laboratorio...
 - Tutoría programada (individual o en pequeño grupo)
 - Aprendizaje basado en problemas
 - congresos, visitas a centros de interés...
1. Clases teóricas: exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema. En las sesiones se utilizará material audiovisual (presentaciones, transparencias...) disponible en la página de docencia en red. Estos esquemas no pueden sustituir en ningún caso a las lecturas obligatorias detalladas en la guía docente.
 2. Clases prácticas: resolución por parte de los alumnos de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor. Se contemplan tres tipos de clases prácticas:
 - a) Corrección de ejercicios: exposición oral por parte de los alumnos de ejercicios resueltos durante el tiempo de estudio personal.



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
 Código: 31939
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
 Nivel: Posgrado
 Tipo: Formación Obligatoria
 Nº de créditos: 6 ECTS

- b) Talleres de ejercicios: realización de ejercicios en el aula bajo la supervisión del profesor. Los alumnos podrán utilizar el material teórico de que dispongan.
 - c) Controles: pruebas breves de conocimiento para evaluar el grado de aprendizaje de la materia en distintos momentos del semestre.
3. Tutorías programadas: sesiones en grupos pequeños para seguimiento y corrección de trabajos. Las tutorías programadas estarán reflejadas en el cronograma del curso y se anunciarán con dos semanas de antelación en la página de docencia en red.
 4. Seminarios: sesiones monográficas sobre aspectos del temario o tareas encomendadas al estudiante. Si es preciso recurrir a fuentes documentales in situ, se realizarán en la biblioteca o el aula de informática. Los seminarios estarán reflejados en el cronograma del curso y se anunciarán con dos semanas de antelación en la página de docencia en red.
 5. Estudio personal: aprendizaje autónomo académicamente dirigido por el profesor a través de las tareas publicadas en la página de docencia en red.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	50 h	50% = 75 horas
	Clases prácticas	(33%)	
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	15 h (10%)	
	Seminarios	3 h (2%)	
	Realización del examen final	3 h (2%)	
No presencial	Estudio semanal (equis tiempo x equis semanas)	60 h (40%)	50% 75 h
	Preparación del examen	15 h (10%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	



Asignatura: Acumulación de Energía y Pilas de Combustible
 Código: 31939
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Electroquímica. Ciencia y Tecnología
 Nivel: Posgrado
 Tipo: Formación Obligatoria
 Nº de créditos: 6 ECTS

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

La evaluación se realizara mediante la presentación de trabajos escritos (20%), se realizara evaluación continua (15%). En los casos que se crea conveniente se realizarán exámenes escritos al final de las asignaturas (45%). También se valorarán los trabajos de grupo y experimentales realizados por los estudiantes (20%).
 En la convocatoria extraordinaria se evaluarán únicamente aquellas actividades suspendas en la convocatoria ordinaria.

5. Cronograma* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1			
2			
3			
n			