



## Guía docente

# 295810 - 295HY031 - Ingeniería de Sistemas de Pilas de Combustible de Baja Temperatura

Última modificación: 02/10/2025

**Unidad responsable:** Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
**Unidad que imparte:** 729 - MF - Departamento de Mecánica de Fluidos.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS MECÁNICAS (Plan 2024). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN SISTEMAS DE HIDRÓGENO Y TECNOLOGÍAS HABILITADORAS (HYSET) (Plan 2024). (Asignatura optativa).  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS PARA SISTEMAS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (Plan 2025). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Inglés

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:** ATTILA PETER HUSAR

**Otros:** Primer cuatrimestre:  
ATTILA PETER HUSAR - Grup: M11  
VICENTE RODA SERRAT - Grup: M11

## CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos de ingeniería química, termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos e ingeniería de procesos.



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

---

### Conocimientos:

- K4. Identificar metodologías para el estudio de impacto ambiental de un sistema eléctrico distribuido con fuente renovable y relacionarlo con el proceso de descarbonización de la generación energética.
- K2. Identificar las particularidades estructurales y funcionales, y la normativa aplicable, de los sistemas eléctricos descentralizados.
- K.06. Identificar las técnicas, componentes y materiales más adecuados para el desarrollo de aplicaciones avanzadas en el ámbito mecánico.
- K.01. Interpretar críticamente los principios físicos que gobiernan el comportamiento de sistemas y aplicaciones avanzadas en los ámbitos de diseño mecánico, procesos de fabricación, resistencia de materiales, mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor.
- K.08. Identificar herramientas de análisis de datos para caracterizar, sintetizar, explicar y predecir el comportamiento de sistemas físicos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.09. Identificar dispositivos de medición apropiados para la caracterización del comportamiento de sistemas de interés en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.04. Interpretar correctamente documentación técnica asociada al diseño de instalaciones, procesos y productos, en el contexto de proyectos de investigación y desarrollo en el ámbito mecánico.
- K.05. Identificar tecnologías emergentes (tanto del ámbito mecánico como en el de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación) aplicables en el desarrollo de proyectos mecánicos.
- K.02. Identificar las ecuaciones fundamentales que gobiernan los fenómenos físicos asociados a problemas complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K.07. Definir modelos analíticos, experimentales y/o computacionales apropiados para el estudio de problemas relevantes en el ámbito de la ingeniería mecánica.
- K01. Conceptualizar, analizar, diseñar, dimensionar, optimizar y explotar tecnologías y procesos del hidrógeno, con una visión centrada tanto en la tecnología como en la sistémica.
- K02. Profundizar en el conocimiento de los estándares asociados a la seguridad de trabajar con hidrógeno, la integración de sistemas asociados a las tecnologías de hidrógeno y el conocimiento de las potencialidades del mercado.

### Habilidades:

- S3. Estimar el impacto y las necesidades de nuevos modelos de consumo eléctrico, relacionándolo con el cambio de modelo energético derivado de la descarbonización de las fuentes de energía.
- S.02. Aplicar correctamente las técnicas analíticas, computacionales y/o experimentales que mejor se adecúen al análisis de un caso o proyecto en el ámbito mecánico.
- S.08. Integrar conocimientos de diferentes áreas del ámbito mecánico en el diseño y desarrollo de proyectos, sistemas y soluciones de ingeniería.
- S.04. Incorporar criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en las etapas de diseño, planificación, ejecución y operación de proyectos de ingeniería.
- S.05. Analizar críticamente los resultados del análisis de un proceso o producto, teniendo en cuenta las limitaciones de las técnicas aplicadas.
- S.07. Diseñar sistemas de producción/operación flexible que permitan mejorar el desempeño de procesos industriales.
- S.01. Aplicar de forma global las técnicas experimentales, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos en el desarrollo de proyectos de ingeniería mecánica, así como de las especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento en cada etapa del proceso.
- S.03. Aplicar el uso de técnicas avanzadas de simulación numérica y prototipado virtual en la solución de problemas mecánicos complejos.
- S04. Comprender las tecnologías digitales avanzadas, de modo que puedan ser aplicadas con perspectiva crítica, en contextos diversos, en situaciones académicas, profesionales, sociales o personales, por ejemplo: análisis de datos, modelado multiescala, análisis tecnoeconómico, análisis de sistemas ambientales.
- S01. Comunicarse eficazmente de forma oral, escrita y gráfica con otras personas sobre el aprendizaje, la elaboración del pensamiento y la toma de decisiones, y participar en debates, haciendo uso de las habilidades interpersonales, como la escucha activa y la empatía, que favorecen el trabajo en equipo.
- S02. Educar a profesionales bien formados y entusiastas con un amplio conocimiento multidisciplinar de las tecnologías y los sistemas del hidrógeno; su formación tiene lugar en un entorno internacional y multicultural para estimular la colaboración global para afrontar los retos complejos de la transición energética.
- S03. Desarrollar la capacidad de contribuir a la innovación en instituciones y organizaciones empresariales nuevas o existentes, mediante la participación en proyectos creativos y tener capacidad para aplicar competencias y conocimientos sobre emprendimiento, organización y desarrollo empresarial de base tecnológica.



#### Competencias:

C1. Integrar los valores de la sostenibilidad, entendiendo la complejidad de los sistemas, con el fin de emprender o promover acciones que restablezcan y mantengan la salud de los ecosistemas y mejoren la justicia, generando así visiones para futuros sostenibles.

C.03. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito mecánico, y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

C.02. Trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

C.01. Identificar la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar, para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad y utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

C.04. Asegurar, en el contexto de su competencia profesional, el cumplimiento de normas éticas, directrices profesionales y legislación vigente en el ámbito del respeto a los derechos fundamentales, considerando la reducción de las desigualdades, la perspectiva de género y los principios de accesibilidad, inclusión y no discriminación en el diseño de soluciones técnicas y en la gestión de proyectos y equipos de trabajo.

C.05. Plantear soluciones científicas y tecnológicas avanzadas a retos industriales complejos en el ámbito de la ingeniería mecánica.

C05. Plantear soluciones científicas y tecnológicas avanzadas a retos industriales complejos en el ámbito de la energía y basado en el hidrógeno como vector.

C02. Trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

#### METODOLOGÍAS DOCENTES

- Conferencias: conocimientos expuestos por profesores o ponentes invitados.
- Sesiones participativas: resolución colectiva de ejercicios, debates y dinámicas de grupo, con el profesor y otros alumnos del aula; exposición en el aula de una actividad de forma individual o en pequeños grupos.
- Trabajo teórico/práctico tutelado: actividad en el aula, realizada individualmente o en pequeños grupos, con el asesoramiento y supervisión del profesor.
- Asignación de tareas de extensión reducida: realización de tareas de extensión reducida, individualmente o en grupos.
- Trabajos en grupo de extensión amplia: diseño, planificación y realización de un proyecto o trabajo en casa de extensión amplia por parte de un grupo de alumnos, y redacción de un informe que debe incluir el planteamiento, los resultados y las conclusiones.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Desarrollar habilidades científicas y técnicas para diseñar y probar pilas de combustible de baja temperatura, y sentar las bases para su implementación, optimización y/o modificación.
- Desarrollar criterios técnicos para definir y seleccionar un sistema de pilas de combustible de baja temperatura con la participación de otros dispositivos energéticos (procesamiento de combustible, hibridación con otros dispositivos de almacenamiento de energía, por ejemplo, baterías).
- Identificar los problemas y puntos débiles de las pilas de combustible de membrana electrolítica polimérica (PEMFC), células, pilas, componentes de equilibrio de la planta y configuraciones de sistemas, y aportar soluciones de ingeniería.
- Desarrollar habilidades científicas para desarrollar nuevas ideas relacionadas con las pilas de combustible de baja temperatura.

#### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00
Horas grupo pequeño	21,0	14.00
Horas grupo grande	21,0	14.00

**Dedicación total:** 150 h



## CONTENIDOS

### Tema 1. Introducción

**Descripción:**

Economía del hidrógeno, pilas de combustible fundamentales.

**Dedicación:** 3h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h

Aprendizaje autónomo: 2h 30m

### Tema 2. Termodinámica y cinética electroquímica Termodinámica y cinética electroquímica

**Descripción:**

Características de funcionamiento de las células. Pérdidas termodinámicas y electroquímicas. Rendimiento eléctrico y rechazo de calor. Variables de rendimiento de las células.

**Dedicación:** 7h 10m

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 5h 10m

### Tema 3. Tipos de pilas de combustible y componentes

**Descripción:**

Membrana electrolítica de polímero (PEM). Menta Directo (PEM DMPEM). PEM de alta temperatura. Componentes de la célula, componentes de la pila, ventajas y desventajas del diseño.

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 18h

### Tema 4. Caracterización y efecto de las condiciones de funcionamiento en el rendimiento de las pilas de combustible

**Descripción:**

Descripción: Definición de las condiciones de funcionamiento, Cuáles son las variables que pueden manipularse para cambiar el rendimiento, Cuáles son las compensaciones.

**Dedicación:** 28h 30m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 20h 30m

### Tema 5. Degradación de las pilas de combustible PEMFC y DMFC

**Descripción:**

Descripción: Definición de las condiciones de funcionamiento, Cuáles son las variables que pueden manipularse para cambiar el rendimiento, Cuáles son las compensaciones.

**Dedicación:** 17h 50m

Grupo grande/Teoría: 5h

Aprendizaje autónomo: 12h 50m



## Tema 6. Diseño de sistemas

**Descripción:**

Tipos de sistemas, disyuntivas en el diseño

**Dedicación:** 17h 50m

Grupo grande/Teoría: 5h

Aprendizaje autónomo: 12h 50m

## Tema 7. Estrategias y diseño de sistemas de control

**Descripción:**

Tipos de estrategias de control, compromiso

**Dedicación:** 28h 30m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 20h 30m

## Tema 8. Aplicaciones de las pilas de combustible

**Descripción:**

Tema 8. Aplicaciones de las pilas de combustible

**Dedicación:** 21h 40m

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 15h 40m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluación continua (2 exámenes; 30% cada examen escrito), informes de laboratorio (20%) y proyecto final en grupo (20%).

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Los exámenes escritos son individuales. El laboratorio y los proyectos se realizan en grupo.

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- O'Hayre, Ryan P. Fuel cell fundamentals. Third edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, [2016]. ISBN 9781119113805.
- Dicks, Andrew L.; Rand, D. A. J. Fuel cell systems explained. Third edition. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2018. ISBN 111870696X.
- Fuel cell handbook. Seventh edition. Virginia: National Energy Technology Laboratory, [2016]. ISBN 9781365101137.
- Barbir, Frano. PEM fuel cells : theory and practice. Amsterdam: Elsevier Academic, 2005. ISBN 9780120781423.
- Santhanam, K. S. V.; Press, Roman J.; Miri, Massoud J.; Bailey, Alla V.; Takacs, Gerald A. Introduction to hydrogen technology. Second edition. John Wiley & Sons, 2017. ISBN 9781119265542.