

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO (PLAN 2009)

CÓDIGO 28803171

EL HIDRÓGENO COMO VECTOR  
ENERGÉTICO (PLAN 2009)

CÓDIGO 28803171

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

|                           |                                                                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la asignatura   | EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO (PLAN 2009)                                                 |
| Código                    | 28803171                                                                                        |
| Curso académico           | 2025/2026                                                                                       |
| Título en que se imparte  | MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL INDUSTRIAL |
| Tipo                      | CONTENIDOS                                                                                      |
| Nº ETCS                   | 5                                                                                               |
| Horas                     | 125.0                                                                                           |
| Periodo                   | ANUAL                                                                                           |
| Idiomas en que se imparte | CASTELLANO                                                                                      |

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Los datos actuales sobre consumos y reservas de combustibles fósiles indican que nos encontramos al final de una era en la que hemos dispuesto de una energía barata, abundante y fácilmente adaptable a todos los aspectos de nuestra vida, y que comienza otra en la que va a ser necesario dedicar los máximos esfuerzos y recursos a la búsqueda de fuentes de energía diferentes de los combustibles fósiles y al ahorro energético, entendiendo éste como una forma de utilización más inteligente de la energía, mediante la mejora de la eficiencia energética de los procesos industriales y domésticos de consumo. Se trata por tanto de sustituir un sistema energético muy adecuado pero que al final se acaba, por otro más compatible con el medio ambiente, del que se deriva una mayor diversificación energética, una menor dependencia en el suministro, el desarrollo de nuevas tecnologías, y en el que los recursos energéticos son mucho más abundantes y están más homogéneamente repartidos.

Las fuentes diferentes de los combustibles fósiles a las que nos acabamos de referir son las energías renovables y la fisión y fusión nucleares. Sin embargo, tanto las energías renovables como la fisión y la fusión nucleares también tienen sus inconvenientes: que son intermitentes, difícilmente almacenables en grandes cantidades y no pueden utilizarse directamente para el transporte, en el caso de las energías renovables; que soportan una oposición pública muy importante, en el de la fisión nuclear; y que necesitará de muchos años de investigación antes de estar disponible para la fusión.

Los anteriores inconvenientes hacen imprescindible un sistema energético intermedio o vector energético que sirva de nexo entre las fuentes de energía primaria a las que nos estamos refiriendo y los diferentes sectores de consumo.

La electricidad es uno de estos sistemas, puesto que puede producirse a partir de cualquier tipo de energía y es utilizable en la mayoría de los casos de forma eficiente y versátil a nivel de consumo final. No obstante, para determinadas aplicaciones sería más conveniente disponer de un combustible, y en otros casos, por el ejemplo el transporte aéreo, un combustible es del todo necesario. Si a ello unimos que la electricidad no es almacenable de forma conveniente y que da lugar a pérdidas significativas durante el transporte, resulta obvio que la electricidad no será el único vector energético en el futuro.

El hidrógeno es otro de esos sistemas energéticos intermedios o vector energético que puede ser el complemento ideal a la electricidad ya que presenta una serie de propiedades tales como ser fácilmente almacenable, transportable, no contaminante, puesto que durante su utilización no produce ningún tipo de contaminación, fácil de producir, renovable, independiente de los recursos primarios, aplicable de diversas formas y más eficiente que los combustibles actuales.

En relación con los títulos oficiales y condiciones de acceso y admisión a este Master en Investigación esta asignatura viene a profundizar y complementar tanto a nivel conceptual como de aplicación los conceptos adquiridos en otras asignaturas del Master, entre otras, en las referentes a las aplicaciones de las energías renovables para la producción de electricidad, ya que en la llamada Economía del Hidrógeno, éste se obtiene por electrolisis del agua.

Desde el punto de vista competencial con esta asignatura se pretende alcanzar la integración de los aspectos científicos y tecnológicos más avanzados del estudio del sistema energético del hidrógeno y, en general, del sistema sol/hidrógeno.

Entre las competencias que se pretenden alcanzar en esta asignatura podemos señalar:

- Gestión y manejo de bibliografía especializada y organización documental de la misma.
- Destreza en la escritura de artículos técnicos a partir de los conocimientos adquiridos y de las propias experiencias en investigación desarrolladas.
- Aptitudes proyectuales en Ingeniería en los campos de aplicación de la asignatura.

Esta asignatura forma parte del Módulo II que corresponde a los contenidos específicos optativos de itinerario o especialidad "Energías Renovables". Esta asignatura, junto a las demás incluidas en el mismo itinerario, constituye la oferta de contenidos específicos que permiten al estudiante particularizar o diseñar según sus interés su formación investigadora. Teniendo en cuenta la lógica relación que hay entre los contenidos de las asignaturas que forman cada especialidad, cada itinerario se ha definido como una materia que está compuesta por seis asignaturas, de 5 ECTS cada una, de las que el estudiante debe elegir y cursar cuatro.

## **REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA**

Los conocimientos previos para cursar esta asignatura corresponden a asignaturas de grado universitario relacionadas con los temas que abarca.

## EQUIPO DOCENTE

|                    |                                                                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre y Apellidos | RUBEN SANTIAGO LORENZO (Coordinador de asignatura)                                        |
| Correo Electrónico | rlorenzo@ieec.uned.es                                                                     |
| Teléfono           | 91398-7961                                                                                |
| Facultad           | ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES                                                  |
| Departamento       | INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA |
| Nombre y Apellidos | JESUS ANGEL REMIRO HERNANDEZ                                                              |
| Correo Electrónico | jaremiro@ieec.uned.es                                                                     |
| Teléfono           | 91398-6496                                                                                |
| Facultad           | ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES                                                  |
| Departamento       | INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA |
| Nombre y Apellidos | VANESA CALVINO CASILDA                                                                    |
| Correo Electrónico | vcalvino@ieec.uned.es                                                                     |
| Teléfono           | 91398-6498                                                                                |
| Facultad           | ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES                                                  |
| Departamento       | INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA |

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los alumnos se lleva a cabo, principalmente, mediante la tutorización virtual, por correo electrónico, por teléfono o presencial

En periodo lectivo los martes de 10:00 a 14:00 h

**D. Rubén Santiago Lorenzo 913987961; rlorenzo@ieec.uned.es**

**Dña. Gema M<sup>a</sup> Muñoz Serrano 913986491; gmunoz@ieec.uned.es**

**D. Jesús Ángel Remiro Hernández 913986496; jaremiro@ieec.uned.es**

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química Aplicada a la Ingeniería, situado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, C/ Juan del Rosal, 12, 28040-Madrid.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación

de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### **Competencias Generales:**

CG3 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en español como lengua propia

CG4 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en inglés como lengua extranjera

CG5 - Ser capaz de tomar decisiones

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos

CG7 - Adquirir habilidades en investigación

CG8 - Adquirir habilidades para la creatividad

CG9 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos

CG10 - Adquirir la capacidad de comunicación

### **Competencias Específicas:**

CE2 - Ser capaz de analizar la información científica y técnica

CE3 - Conocer los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE5 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CE6 - Ser capaz de planificar actividades de investigación

CE7 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos en el ámbito científico y tecnológico

CE8 - Adquirir habilidades para la elaboración y exposición de informes científicos

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

El objetivo primordial de esta asignatura es que el alumno analice los problemas de toda índole derivados de la utilización del petróleo, y del próximo agotamiento de sus reservas, y comprenda la necesidad de desarrollar un nuevo sistema energético que sea inagotable y no presente ninguno de los inconvenientes de los combustibles fósiles.

Este nuevo sistema energético, única alternativa en la actualidad de carácter sostenible a los combustibles fósiles, es el Sistema Sol –Hidrógeno en el que el hidrógeno es obtenido a partir de energías renovables para después utilizarlo mediante pilas de combustible.

Como objetivos más concretos de la asignatura podemos citar:

- Comprender los inconvenientes medioambientales geopolíticos y sociales de la utilización de los combustibles fósiles.

- Razonar las ventajas e inconvenientes de las diversas alternativas posibles a dichos combustibles y valorar especialmente el sistema hidrógeno/ pilas de combustible.
- Profundizar en cada una de las etapas de la alternativa hidrógeno/ pilas de combustible: producción, transporte, almacenamiento, aplicaciones del hidrógeno como vector energético, conceptos básicos de pilas de combustible, tipos y aplicaciones energéticas de las pilas de combustible.
- Comparar las características relacionadas con la seguridad y la toxicología del hidrógeno en relación al gas natural y a la gasolina.
- Resaltar la mejora en cuanto a eficiencia energética que suponen las pilas de combustible respecto a las plantas de energía eléctrica tradicionales.
- Comprender los fundamentos teóricos y de aplicación de las pilas de combustible.
- Analizar las ventajas e inconvenientes de cada uno de los tipos de pila de combustible.

## CONTENIDOS

### 1. Agotamiento de energías no renovables

- 1.1. Carbón, petróleo, gas natural y energía nuclear: agotamiento y limitaciones
- 1.2. Utilización actual de las energías no renovables.
  - 1.2.1. Generación eléctrica
  - 1.2.2. Transporte
  - 1.2.3. Industria y agricultura
- 1.3. Problemas de sostenibilidad asociados al uso de energías no renovables

### 2. Energías renovables

- 2.1. Tipos de energía renovable.
- 2.2. Utilización actual de las energías renovables
  - 2.2.1. Generación eléctrica
  - 2.2.2. Transporte
  - 2.2.3. Industria y agricultura

### 3. El hidrógeno como vector energético

3.1. Alternativa al vector electricidad actual: el hidrógeno

3.2. Procedencia del hidrógeno: colores

3.3. Propiedades y seguridad en su uso como combustible

### 4. Formas de obtención y usos industriales del hidrógeno

4.1. Formas de producción de hidrógeno

4.1.1. Reformado de gas natural

4.1.2. Gasificación de carbón

4.1.3. Gasificación/fermentación de biomasa

4.1.4. Electrolisis

4.2. Usos industriales del hidrógeno

### 5. Problemática actual en la generación eléctrica. Papel del hidrógeno.

5.1. Intermitencia en producción de electricidad a partir de energías renovables. Oportunidad de emplear hidrógeno.

5.1.1. Alternativas en el almacenamiento y transporte de hidrógeno.

5.2. Abandono progresivo de fuentes fósiles.

5.2.1. Captura, conversión y almacenamiento de CO<sub>2</sub>

5.2.2. Gasificación de carbón integrada en ciclos combinados

5.3. Electrólisis y pilas de combustible. Ciclo básico del hidrógeno

### 6. Papel del hidrógeno en el sector transporte

6.1. Requerimientos de la industria

6.2. Estado actual de las tecnologías en el uso automovilístico

6.2.1. Alternativas

6.2.2. Motores de combustión interna con hidrógeno

### 7. Producción de hidrógeno verde

7.1 Principios básicos de la electrolisis

7.2 Tipos de electrolizadores

7.3 Nuevas formas de producción de hidrógeno verde



## 8. Pilas de combustible

8.1 Principios básicos de las pilas de combustible

8.2 Tipos de pilas de combustible

8.3 Perspectivas de futuro

## 9. Nuevas oportunidades del hidrógeno

9.1 Almacenamiento y distribución de hidrógeno. Corredores de hidrógeno

9.2 Otros vectores energéticos asociados al hidrógeno

9.3 Otros sectores

## METODOLOGÍA

La asignatura “El hidrógeno como vector energético” tiene las siguientes características generales como consecuencia de impartirse en la UNED.

- Es una asignatura “a distancia virtualizada”. A la virtualización se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e.
- Dado que el trabajo autónomo del estudiante es mayoritario, la carga de trabajo que le supondrá la asignatura dependerá fundamentalmente de sus circunstancias personales y laborales. A través de los foros generales del curso virtual y del contacto personal mediante el correo electrónico, se les guiará y aconsejará sobre el ritmo de trabajo que debe llevar para que el seguimiento de la asignatura sea lo más regular y constante posible.
- Además de esos recursos de comunicación individuales, se fomentará la comunicación a través de los demás recursos educativos técnicos y de comunicación de los que dispone el modelo de la UNED como, por ejemplo, videoconferencias, programas de radio y/o televisión, presentaciones y conferencias en reservorios digitales, etc.

La planificación temporal de la asignatura incluye una serie de actividades que, junto con las ayudas del profesor, tienen por objeto que el alumno alcance todos y cada uno de los objetivos fijados y a la vez le sirvan para desarrollar las competencias marcadas en la planificación.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo

Duración del examen 120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora no programable

Criterios de evaluación

Ajuste de las respuestas a lo indicado en los enunciados correspondientes

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC 5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC 10

Nota mínima en el examen para sumar la PEC 4

Comentarios y observaciones

### TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2 Examen de desarrollo

Preguntas desarrollo

Duración del examen 120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora no programable

Criterios de evaluación

Según se indica en enunciados

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC 5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC 10

Nota mínima en el examen para sumar la PEC 4

Comentarios y observaciones

### CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad Si

Descripción

Cuatro o cinco ejercicios sobre los distintos apartados del temario.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 80%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

Cuatro o cinco cuestiones sobre los temas acordados en cada PEC

Criterios de evaluación

Se indican en los propios enunciados

Ponderación de la PEC en la nota final

10%

Fecha aproximada de entrega

Al concluir el curso y según se indique en tareas

Comentarios y observaciones

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si, no presencial

Descripción

Trabajo final de la asignatura y otros posibles ejercicios

Criterios de evaluación

Según se indica en enunciados

Ponderación en la nota final

10%

Fecha aproximada de entrega

Al finalizar el curso y conforme a lo indicado en tareas

Comentarios y observaciones

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?****PECs 10%****TFA y ejercicios adicionales 10%****Prueba presencial 80%****BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

La bibliografía básica para el seguimiento de esta asignatura aparecerá indicada en algunas de las herramientas del Curso Virtual de la misma al inicio del curso académico, que se irá actualizando en cada convocatoria. Así mismo, se indicarán una serie de recursos bibliográficos y enlaces a la web que, sin ser tan importantes para el seguimiento de la asignatura, representarán una forma puntual de poder aclarar en unos casos, y de extender o completar en otros, los conocimientos que debe adquirir el alumno a lo largo del curso.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Existen numerosos libros y monografías en el mercado y en las bibliotecas universitarias sobre los diversos temas tratados en esta asignatura que pueden ser consultados y utilizados como bibliografía complementaria para preparar la asignatura y profundizar en aquellos temas concretos que deseen. A modo de ejemplo señalamos:

- “Energy”. Its use and the Environment. Roger A. Hinrichs and Merlin H. Kleibarh, Fourth Edition Brooks Cole. USA. 2005.
- “Renewable Energy”. Power for a sustainable future. Godfrey Boyle (Editor). Second Edition. Oxford University Press. USA. 2004.
- “The Hydrogen Economy”. Opportunities and challenges. Michael Ball and Martin Wietschel. Cambridge University Press. USA. 2009.
- “Fuel Cells: From Fundamentals to Applications”. Supramariam Srinivasan. Springer Verlag. USA. 2006.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

La plataforma aLF de e-Leaming de la UNED proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

La videoconferencia se contempla como una posibilidad de comunicación bidireccional síncrona con los estudiantes, tal y como se recoge en el modelo metodológico de educación a distancia propio de la UNED. La realización de videoconferencias se anunciará a los estudiantes con antelación suficiente en el curso virtual de la asignatura.

Todo lo anterior, se complementará con la visita a instalaciones industriales o de investigación, así como con el visionado de vídeos relacionados con los temas de la asignatura.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,..)?**

No hay prácticas de laboratorio

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.