

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Ingeniería

Licenciatura de Ingeniería en Sistemas
Energéticos Sustentables



Programa de Estudios

Tecnología del Hidrógeno

Elaboró: Dr. Bernd Weber Fecha: Enero 2016
Dr. Iván Galileo Martínez Cienfuegos
Dra. Miriam Sánchez Pozos

Fecha de aprobación _____
H. Consejo Académico _____ H. Consejo de Gobierno _____



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación	3
II. Presentación	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	5
IV. Objetivos de la formación profesional	5
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización	6
VII. Acervo bibliográfico	9



PROGRAMA DE ESTUDIOS

I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de UA Seminario Curso taller Laboratorio Taller Práctica profesional Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa Escolarizada. Sistema rígido No escolarizada. Sistema virtual Escolarizada. Sistema flexible No escolarizada. Sistema a distancia No escolarizada. Sistema abierto Mixta (especificar).

Formación académica común Ingeniería Civil 2004 Ingeniería en Computación 2004 Ingeniería en Electrónica 2004 Ingeniería Mecánica 2004

Formación académica equivalente Unidad de Aprendizaje



II. Presentación del Programa

De acuerdo con el artículo 84 del Reglamento de Estudios Profesionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, se establece que el Programa de Estudios es un documento de carácter oficial que estructura y detalla los objetivos de aprendizaje y los contenidos establecidos en el plan de estudios, y que son esenciales para el logro de los objetivos del programa educativo y el desarrollo de las competencias profesionales que señala el perfil de egreso. Este es un documento normativo respecto a los principios y objetivos de los estudios profesionales, así como en relación con el modelo curricular y el plan de estudios de la carrera. Será de observancia obligatoria para autoridades, alumnos, y personal académico y administrativo.

El Hidrogeno es un gas incoloro, inodoro y no tóxico, pero en fase gaseosa es altamente reactivo, por lo que normalmente lo encontramos como parte de compuestos químicos tales como los hidrocarburos o agua. Actualmente se produce principalmente a partir de metano y es considerado un importante energético “no contaminante”.

Las tecnologías de hidrógeno están relacionadas con los diversos métodos de producción, almacenamiento y uso, esto último involucra tecnologías novedosas y en su combustión sólo libera vapor de agua.

El hidrógeno ha sido un combustible confiable por varios años, desde su uso como un gas doméstico hasta su empleo en los motores de los cohetes espaciales. Ahora, con el desarrollo de la celda de combustible, el hidrógeno representa grandes oportunidades en el sector eléctrico.

Esta Unidad de Aprendizaje (UA) es optativa y pertenece al sexto periodo del mapa curricular, se recomienda cursar una vez que se han aprobado las UAs de Introducción a la ingeniería de sistemas energéticos sustentables, Crítica del desarrollo sustentable y Química general. Para su desarrollo, la unidad de aprendizaje se estructura en cuatro unidades.

Conforme al modelo institucional, basado en la teoría constructivista, que involucra el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, se debe centrar la actividad de aprendizaje del alumno en tareas diseñadas por el docente, quien debe realizar el diseño didáctico, tanto de actividades individuales como de equipo, dando preferencia a trabajar sobre problemas, estudios de caso y proyectos a fin de que los alumnos apliquen conocimientos no sólo de la Unidad de Aprendizaje en cuestión sino también de otras.

De tal forma que con esta UA el alumno sea capaz de identificar y generar conocimientos sobre tecnologías energéticas enfocadas a propiciar un entorno sustentable.

Es muy importante tomar en cuenta que, en la medida de lo posible, toda la información proporcionada a los alumnos sea contextualizada y relacionada con la vida real, de tal forma que ayude al entendimiento de los conceptos y análisis de los mismos.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

Núcleo de formación:	Integral
Área Curricular:	Fuentes Renovables de Energía
Carácter de la UA:	Optativa

Al final del documento se anexa el mapa curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables, para ubicar de manera visual esta unidad de aprendizaje.

IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas relacionados con el aprovechamiento sustentable de la energía; dando prioridad a la no dependencia de los combustibles fósiles, al uso responsable y eficiente de las mejores tecnologías disponibles, y a la conveniencia de la utilización de las fuentes renovables de energía.

Aplicar técnicas y tecnologías, con responsabilidad y Ética para el desarrollo sustentable, para el aprovechamiento de la energía y la preservación del medio ambiente.

Apoyar en el diseño de edificaciones sustentables y con bajo consumo energético.

Desarrollar aplicaciones que empleen la biomasa obtenida de residuos agrícolas y agroindustriales para generar energía directa.

Elaborar programas de ahorro y uso eficiente de la energía en el sector energético, social, e industrial.

Investigar sobre la problemática energética y plantear soluciones que contribuyan al desarrollo sustentable.

Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas y aplicaciones tecnológicas fotovoltaicas y foto térmicas, eólicas, y geotérmicas.

Objetivos del núcleo de formación:

Proveer al alumno/a de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones, tareas y resultados ligados directamente a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Comprender la naturaleza de las energías renovables (solar, bioenergía, geotérmica y eólica) así como los principios físicos, químicos y biológicos relacionados con éstas, incluyendo metodologías para su cuantificación en función del entorno físico, de tal forma que sea capaz de aplicar estos conocimientos para el desarrollo de sistemas de conversión que aprovechen de forma eficiente el recurso energético en uso.



V. Objetivo de la unidad de aprendizaje.

Conocer los fundamentos de las diferentes tecnologías de generación y aprovechamiento del hidrógeno como vector energético con el fin de establecer alternativas al abastecimiento de combustibles limpios y evaluar su viabilidad técnica y económica.

VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.

Unidad 1. El hidrogeno en el entorno de las energías renovables.

Objetivo: Describir los conceptos básicos relacionados con la producción y uso del hidrógeno como energético secundario y estratégico dentro de un contexto técnico-económico actual, así como para escenarios futuros y de desarrollo sustentable.

- Fuentes Renovables de Energía y sustentabilidad: generalidades
- ¿Qué es el Hidrógeno?
- Usos del Hidrógeno en los sectores de consumo: industrial, transporte, agropecuario, energético y terciario (residencial, comercial y servicios)
- Sistemas sustentables de producción, almacenamiento y uso del hidrógeno en escala pequeña y grande.
- Sistema económico del hidrógeno:
 - Mercados de hidrógeno y celdas de combustible.
 - Posibilidades de introducción de tecnologías alternas en el contexto del precio de energía eléctrica y precio de gas natural.
 - Situación técnica-económica actual del hidrógeno en México.

Unidad 2. Producción de Hidrogeno, uso industrial y uso residencial.

Objetivo: Describir los principales procesos de producción de hidrógeno y los usos que éste tiene en el ámbito actual (industrial) y en el futuro (residencial). Adicionalmente, aplicar los conocimientos adquiridos para el análisis energético, económico o de sustentabilidad de los diversos procesos de producción y uso.

- Procesos Termoquímicos.
 - Sistemas de conversión descentralizada de gas natural.
 - Gasificación: de hidrocarburos (gas natural, metanol, etanol, etc.), de combustibles sólidos (biomasa, carbón mineral, etc.).



- Reformación: con vapor de agua, autotérmica.
- Catálisis: descomposición catalítica, oxidación parcial catalítica.
- Procesos termocíclicos: pirólisis, termólisis, proceso Sabatier.
- Membranas inorgánicas.
- Procesos electroquímicos.
 - Electrólisis del agua
 - Sistemas de Foto-electrólisis: foto-ánodo/cátodo metálico, foto ánodo/foto-cátodo, ánodo metálico/foto-cátodo, híbridos.
- Procesos biológicos (biohidrógeno):
 - Procesos enzimáticos.
 - Microorganismos fotosintéticos.
 - Procesos fermentativos.
- Usos del hidrógeno:
 - Como materia prima en procesos de transformación: reducción de CO_2 y de especies nitradas, tratamiento de aguas, degradación de H_2S , síntesis de sustancias, etc.
 - Como energético: generación de energía eléctrica por combustión y en celdas de combustible.

Unidad 3. Almacenamiento del Hidrógeno y Celdas de Combustible.

Objetivo: Describir los fundamentos de las celdas de combustible y las formas de almacenamiento del hidrogeno, así como su aplicación en la construcción de dispositivos para su aprovechamiento. El alumno aplicará los conocimientos adquiridos para el análisis comparativa de los diversos procesos de almacenamiento y utilización.

- Almacenamiento y distribución de hidrógeno:
 - Como gas.
 - Como líquido.
 - En sólidos (hidruros metálicos, alanatos y borohidruros, materiales base carbono, zeolitas y estructuras metal-óxido, etc.).
- Celdas de combustible:



- Principio de funcionamiento: termodinámica de la celda de combustible.
- Tipos de celdas de combustible: PEMFC, AFC, PAFC, MCFC, SOFC, etc.

Unidad 4. Aplicaciones tecnológicas, regulación y perspectivas.

Objetivo: Comprender y analizar las principales aplicaciones tecnológicas, así como las normas y reglamentos de regulación para el uso adecuado del hidrógeno.

- Aplicaciones estacionarias.
- Aplicaciones a vehículos.
- Compresores de hidrógeno y estaciones de servicio.
- Aplicaciones para sistemas “No break” de tiempo extendido.
- Aplicaciones en la aeronáutica.
- Aplicaciones en la náutica.
- Seguridad y normativa.
- Situación actual:
 - Nacional.
 - Internacional.
 - Expectativas.

VII. Acervo bibliográfico

Básico

Gandia, L.; Arzamedi, G.; Dieguez, P. (2013). Renewable Hydrogen Technologies - Production, Purification, Storage, Applications and Safety. Elsevier. ISBN: 978-0444563521

Sørensen, B. (2012). Hydrogen and Fuel Cells - Emerging Technologies and Applications (2nd Edition). Elsevier. ISBN: 978-0123877093.



Poggi, H.; Martínez, A.; Pineda, J.; Caffarel, S. (2009). Libro de Ciencia y Tecnología N° 2: Tecnologías Solar-Eólica-Hidrógeno-Pilas de Combustible como Fuentes de Energía. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. México. ISBN: 978-6079506506.

Complementario

Altmann, M.: *Towards an European Hydrogen Roadmap, Hydrogen in Europe*, College of Europe, Bruges (Belgium), June 23-24, 2004 ([W 12]).

Beretta, G.P., Colombo, E., Pedrocchi, E.: *Competitive Energy Carriers for Transportation: a Comparison Between Electricity and Hydrogen, Proceedings of ASME-ATI International Conference on Energy: Production, Distribution and Conservation*, Milan, Italy, May, 2006.

Bornemann, H.J.: *Hybrid Power. An European Perspective, 2nd DOE/UN Workshop and Int'l Conference on Hybrid Power Systems*, 2002.

Escudero, M.J.: *Pilas de combustible: fundamentos*, Curso de combustibles alternativos para el sector del transporte: biocombustibles y pilas, Instituto de Estudios de la Energía, 16 a 20 de junio de 2003.

Escudero, M.J.: *Pilas de combustible de alta temperatura (MCFC, SOFC)*, Curso de combustibles alternativos para el sector del transporte: biocombustibles y pilas, Instituto de Estudios de la Energía, 16 a 20 de junio de 2003.

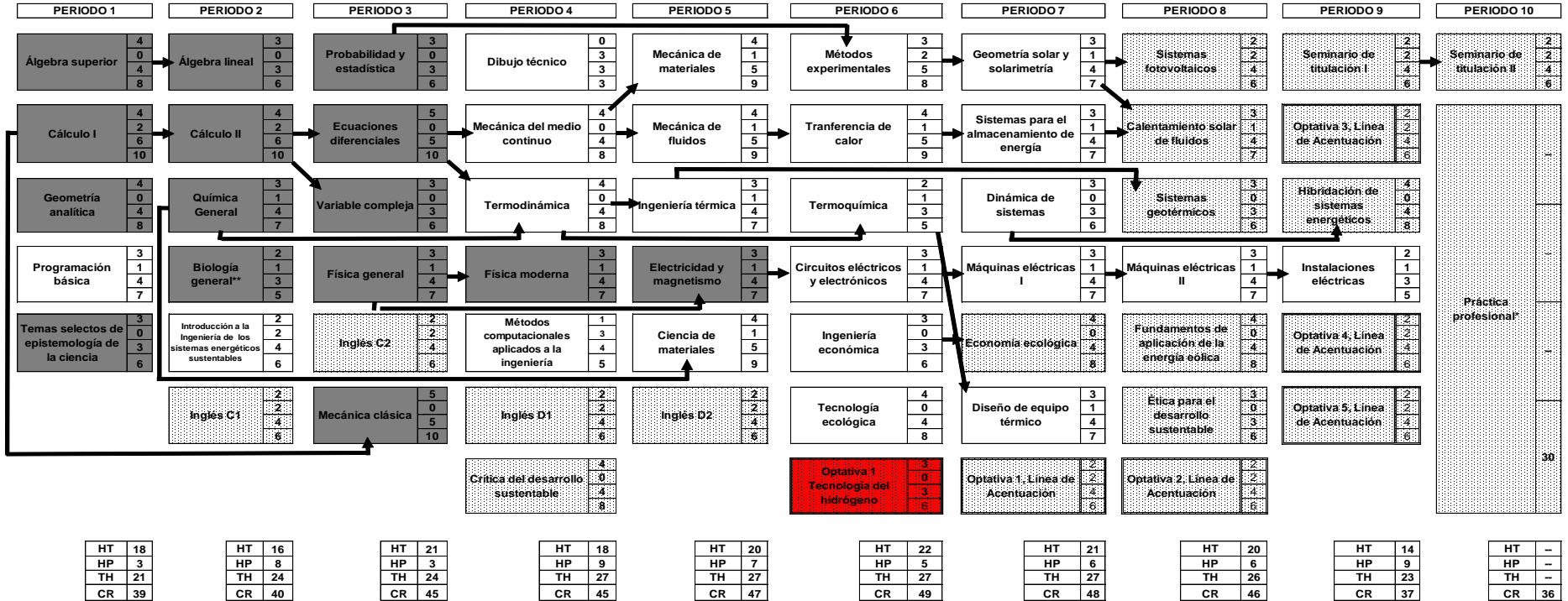
Ferreira, P.: *Procesado de combustibles para su utilización en pilas de combustible*, Curso de combustibles alternativos para el sector del transporte: biocombustibles y pilas, Instituto de Estudios de la Energía, 16 a 20 de junio de 2003.

García, F.: *Generación de electricidad e hidrógeno a partir de la gasificación de carbón y secuestro de CO₂*, Aulas de conocimiento de la energía, "Ciclo del Hidrógeno", Club Español de la Energía, 8 de marzo de 2006.

González, A.: *Ilusión y realidad del hidrógeno: la Plataforma Europea del Hidrógeno*, Aulas de conocimiento de la energía, "Ciclo del Hidrógeno", Club Español de la Energía, 14 de febrero de 2006.



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTABLES



HT	18
HP	3
TH	21
CR	39

HT	16
HP	8
TH	24
CR	40

HT	21
HP	3
TH	24
CR	45

HT	18
HP	9
TH	27
CR	45

HT	20
HP	7
TH	27
CR	47

HT	22
HP	5
TH	27
CR	49

HT	21
HP	6
TH	27
CR	48

HT	20
HP	6
TH	26
CR	46

HT	14
HP	9
TH	23
CR	37

HT	-
HP	-
TH	-
CR	36

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	Horas teóricas
	Horas prácticas
	Total de horas
	Créditos

- Obligatorio, Núcleo Básico
- Obligatorio, Núcleo Sustantivo
- Obligatorio, Núcleo Integral
- Optativo, Núcleo Integral

- ➔ 31 Líneas de seriación
- * Actividad académica
- ** UA Seriada con Microbiología

Núcleo Básico obligatorio:	53
cursar y acreditar 15 UA	7
	60
	113

Núcleo Sustantivo obligatorio:	68
cursar y acreditar 23 UA	24
	92
	160

Núcleo Integral obligatorio:	39
cursar y acreditar 14 UA + 1*	15
	54
	123

Núcleo Integral optativo:	15
cursar y acreditar 6 UA	6
	21
	36

Total del Núcleo Básico:	15 UA para cubrir 113 créditos
--------------------------	--------------------------------

Total del Núcleo Sustantivo:	23 UA para cubrir 160 créditos
------------------------------	--------------------------------

Total del Núcleo Integral:	20 UA + 1* para cubrir 159 créditos
----------------------------	-------------------------------------

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA Obligatorias	52 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
UA Optativas	6
UA a Acreditar	58 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
Créditos	432