

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Ingeniería

Licenciatura de Ingeniería en Sistemas
Energéticos Sustentables



Programa de Estudios

Sistemas para el Almacenamiento de la Energía

Elaboró: Dr. Bernd Weber
Dr. Iván Galileo Martínez Cienfuegos
Dra. María Dolores Duran García

Fecha: Enero 2016

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	6
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización	7
VII. Acervo bibliográfico	9



PROGRAMA DE ESTUDIOS

I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte **Facultad de Ingeniería**

Licenciatura **Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables**

Unidad de aprendizaje **Sistemas para el Almacenamiento de la Energía** Clave **L43920**

Carga académica **3** **1** **4** **7**
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9** **10**

Seriación **Transferencia de Calor** **Calentamiento Solar de fluidos**
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de UA Curso ☒ Curso taller ☐
Seminario ☐ Taller ☐
Laboratorio ☒ 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

Ingeniería Civil 2004
Ingeniería en Computación 2004
Ingeniería en Electrónica 2004
Ingeniería Mecánica 2004

Unidad de Aprendizaje



II. Presentación

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.

La electricidad y principalmente la energía producida por los sistemas renovables, actualmente son poco competitivas, económicamente hablando y presentan un comportamiento aleatorio, por lo que la necesidad de mejora técnica, económica y de abasto han impulsado el desarrollo e investigación en sistemas para la conservación en la medida de lo posible la energía, ya sea en forma de electricidad, calor, etc. con el objetivo de poder ser liberada (en la misma forma en que se recolecta o en otra diferente) y poder ser usada en el momento en que se requiera.

El objetivo de esta Unidad de Aprendizaje (UA) dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables es la de estudiar y comprender las formas de almacenamiento de energía actuales, sus ventajas, características, limitaciones y entender su potencial en un futuro, principalmente en cuanto a fuentes de energías renovables se refiere.

Esto implica trabajar en procesos multidisciplinarios entre temas de ingeniería básica y ciencias que permiten entender y proponer actuales y futuras implementaciones en el área de almacenamiento de energía.

La UA pertenece al séptimo periodo del mapa curricular. Esta UA requiere conocimientos previos de cálculo y ecuaciones diferenciales, además de los conocimientos adquiridos en las UAs que la anteceden.

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:

Sustantivo

Área Curricular:

Fuentes Renovables de Energía

Carácter de la UA:

Obligatoria

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:

Desarrollar en el alumno/a el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.

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 y aplicar las diferentes tecnologías para el almacenamiento y aprovechamiento de la energía eléctrica y térmica con el fin de resolver problemas de abasto energético a partir de fuentes renovables de energía.



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

Unidad 1. Introducción al almacenamiento de energía.

Objetivo: Evaluar los sistemas de almacenamiento energético como importante factor para satisfacer la demanda de energía actual de tal forma que según las características de demanda de fuentes secundarias de energía llegar a calcular la reserva mínima requerida.

- Sistemas de generación de electricidad.
 - Características de la demanda.
 - Estructura de una curva de demanda.
 - Características de la oferta.
- El almacenamiento como parte de un sistema eléctrico.
 - Balances de energía y potencia.
 - Modelos matemático y econométrico para el almacenamiento.
- Ejemplos de aplicaciones.
 - Cargas estáticas de un sistema de almacenamiento.
 - Almacenamiento de uso común.
 - Almacenamiento y transporte.
 - Cargas dinámicas de un sistema de almacenamiento.

Unidad 2. Técnicas de almacenamiento de energía.

Objetivo: Dimensionar sistemas de almacenamiento energético, según el sector de consumo a partir del conocimiento de las características de las diferentes opciones tecnológicas de almacenamiento.

- Almacenamiento térmico:
 - Medios de almacenamiento.
 - Contención de medios: recipientes de acero y de concreto; cavidades subterráneas; acuíferos de alta temperatura.
 - Extracción de potencia: acumulador de presión variable; acumulador de expansión; acumulador de desplazamiento.
 - Almacenamiento térmico en una planta generadora de electricidad.
 - Evaluación económica.



- Almacenamiento en volante de inercia: principios de funcionamiento; el problema de la recuperación de energía; principales aplicaciones.
- Almacenamiento por bombeo de agua: generalidades; sistemas de producción de potencia; almacenamiento centralizado; ejemplos.
- Almacenamiento por gases comprimidos: principios básicos; sistemas de generación de potencia; ejemplos industriales.
- Hidrógeno y otros combustibles sintéticos: consideraciones generales; medios sintéticos; producción y almacenamiento de hidrógeno; sistemas híbridos.
- Almacenamiento con sistemas electroquímicos: consideraciones generales; acumuladores; celdas de combustible; régimen térmico; generación de potencia.
- Almacenamiento en banco de condensadores: antecedentes teóricos; tipos de condensadores; generación de potencia.
- Almacenamiento con superconductores magnéticos: principios básicos; bobinas superconductoras; sistemas criogénicos; extracción de potencia; problemas de seguridad y medioambientales.
- Autoalmacenamiento de energía en el sistema eléctrico: el sistema eléctrico como volante de inercia; interconexión de súper-redes.
- Comparación de técnicas de almacenamiento.

Unidad 3. Consideraciones del sistema de potencia

Objetivo: Revisar a detalle los sistemas de potencia para el almacenamiento de energía, sus principales características, aplicaciones, parámetros de manejo, y costos.

- Integración de sistemas de almacenamiento.
 - Problemas de aplicación.
 - Funciones de costos.
 - Limitaciones del sistema.
 - Criterios de diseño.
- Efecto del almacenamiento de energía en regímenes transitorios de generación de electricidad.
 - Problemas de aplicación.
 - Descripción de modelos.
 - Análisis de estado estacionario.
 - Parámetros de almacenamiento para asegurar la estabilidad en transitorios.



- Localización de los sistemas de almacenamiento.
- Optimización del almacenamiento en sistemas de generación eléctrica.
 - Regímenes de almacenamiento en la generación de electricidad.
 - Criterios para optimización.
 - Algunos algoritmos de optimización.

Unidad 4. Almacenamiento de energía con energías renovables.

Objetivo: Estudiar algunos sistemas empleados en el almacenamiento de energía obtenida a través de fuentes renovables y sus principales características.

- Sistemas aislados
- Sistemas interconectados a red.
- Almacenamiento en biomasa.
 - Biomasa viva.
 - Animales.
 - Biocombustibles.



VII. Acervo bibliográfico

Básico

Ter-Garzarian, A.G., (2011). Energy Storage for Power Systems. 2nd Edition, United Kingdom. The Institution of Engineering and Technology. ISBN: 978-1849192194.

Huggins, R., (2010). Energy Storage. USA, Springer. ISBN: 9781441910233.

Complementario

(Ed.) Kadellis, J.K., (2010). Stand-alone and hybrid wind energy systems: Technology, Energy Storage and Applications. Woodhead Publishing Series in Energy. United

Kingdom, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. ISBN-10: 1845695275, ISBN-13: 978-1845695279. CRC Press ISBN-10: 1439801436 ISBN-13: 978-1439801437.

(Eds.) Barnes, F.S.; Levine, J.G., (2011). Handbook of Large Energy Storage Systems. Mechanical and Aerospace Engineering Series. USA, CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN-10: 1420086006, ISBN-13: 978-1420086003.

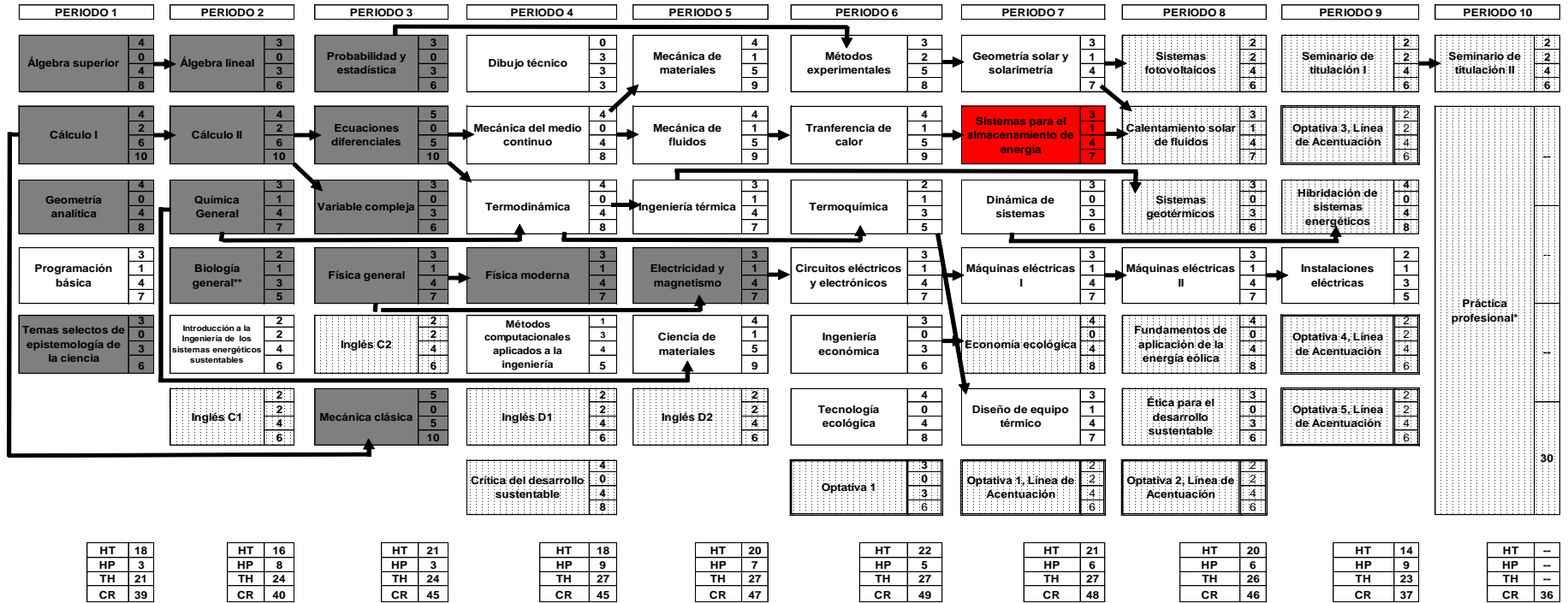
Zito, R., (2010). Energy Storage: A New Approach. Canada, John Wiley & Sons, Inc. and Scrivener Publishing LLC. ISBN-10: 0470625910, ISBN-13: 978-0470625910.

F. Jarabo et al., (1991). El Libro de las Energías Renovables. 2^a Edición, Madrid, S. A. de Publicaciones Técnicas. ISBN-10: 8486913012, ISBN-13: 9788486913014.

Centro de Investigación en Energía Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). Energías Renovables 25 Años de la UNAM en Temixco. Centro de Investigación en Energía. ISBN: En trámite. <http://xml.cie.unam.mx/xml/sacad/libros/EnergiasRenovables-25AñosdeUNAMenTemixco.pdf>



MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTABLES



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 Seriado con Microbiología

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico obligatorio:	53
cursar y acreditar 15 UA	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:	--
cursar y acreditar 6 UA	--
	--
	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