



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Conservación y Almacenamiento de la Energía
Clave de la asignatura:	END-2101
SATCA¹:	<u>(2 – 3 – 5)</u>
Carrera:	Ing. Eléctrica, Ing. mecánica, Ing. Civil

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En la asignatura de Conservación y Almacenamiento de la Energía, el alumno conocerá los métodos de recuperación de energía que son aplicados en procesos industriales y en la producción de energía, así como de las tecnologías disponibles en el almacenamiento de energía. Este último, siendo un concepto prioritario para la mitigación de los impactos intermitentes de generación de energía a partir de recursos sustentables.

Desarrollará una comprensión en el funcionamiento de los ciclos termodinámicos para aumentar la eficiencia de la producción de potencia, así como de los métodos electroquímicos, mecánicos y eléctricos usados en dispositivos para la conversión y almacenamiento de energía. Estudiará la relevancia de cada tipo de tecnología de almacenamiento, así como su campo de aplicación, limitaciones tecnológicas, económicas y regulatorias.

Tendrá la capacidad de utilizar estos conceptos teóricos para mejorar procesos industriales e incrementar la eficiencia energética. Así como de diseñar sistemas de almacenamiento de energía utilizando análisis cuantitativos como son: el dimensionado del sistema, los requerimientos energéticos, el costo-beneficio, impacto ambiental, entre otros.

También aprenderá las habilidades básicas de sistemas de potencia, para modelar y analizar la red de distribución eléctrica, particularmente en los temas relacionados con la integración del almacenamiento energético de los dispositivos (generadores) de energía renovable, a la red del suministro eléctrico.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Intención didáctica

El temario está organizado en cinco unidades. Los contenidos conceptuales de la asignatura son: Energía, Almacenamiento Energético Químico y Electroquímico, Almacenamiento de Energía mecánica, Almacenamiento de Energía Térmica, y Sistemas de Redes.

En la primera unidad se introduce al estudiante el panorama energético existente mundial, los efectos del uso de energía, los métodos de recuperación de energía para reducir consumo e incrementar eficiencia (ej. ciclos termodinámicos y procesos de recuperación de calor). De igual manera, se analiza los impactos de la generación intermitente de energía a partir del uso de recursos sustentables, y la importancia de desarrollar tecnología para almacenar esta energía.

En la segunda unidad se describe los fundamentos de los procesos químicos y electroquímicos (oxidación/ reducción) en los cuales están basados varios dispositivos (ej. Baterías, celdas de combustible) para convertir y almacenar la energía. Se describe el campo de aplicación, la relevancia en el uso de energías renovables y sistema de transporte, las ventajas y desventajas de su uso.

En la tercera unidad se estudiará los conceptos básicos de los cuatro tipos de tecnología mecánica (más importantes) para el almacenamiento de energía: acumuladores hidráulicos, sistemas de aire comprimido, resortes y volante de inercia. El alumno evaluará en cada uno su campo de aplicación, costos e impacto ambiental.

En la cuarta unidad estudiará el funcionamiento de los dispositivos de almacenamiento térmicos (colectores solares, tanques de acumulación estacional, etc.), los cuales puede reducir el consumo energético de ya sea de procesos industriales o domésticos que requieran calor. El alumno comprenderá el proceso que se lleva a cabo de almacenar una energía directa o de recuperar el calor desechado a partir del funcionamiento de un generador termoeléctrico, u otro tipo de motor de combustión interna.

En la quinta unidad se abordará el tema de la implementación del sistema de almacenamiento con los dispositivos generadores de energía eléctrica a partir de los recursos renovables. Se estudiaría las características principales de los sistemas híbridos solar-eólico para incrementar el almacenamiento y poder disminuir la intermitencia de la generación de energía. Se analizará las ventajas e inconvenientes de la red eléctrica de operación de estos dispositivos, siendo estos de dos tipos: el sistema eléctrico aislado y sistema conectado a la red de distribución. Así como también las barreras económicas, tecnológicas y sociales existentes en nuestro país

De la misma manera, se sugiere en la asignatura, un enfoque hacia la realización de actividades de aprendizaje (lista no exhaustiva), con el propósito de desarrollar competencias instrumentales de tipo inducción-deducción y análisis, para que el alumno pueda demostrar originalidad al abordar y resolver un problema, llevando a cabo los métodos de organización, planeación y ejecución de actividades a un nivel profesional.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<p>Instituto Tecnológico de Mérida del 07 de marzo al 18 de Mayo 2017</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería Mecánica: Dr. Emmanuel Fernández Rodríguez M.C. Emiliano Alberto Canto Quintal M.C. Melchor de los Reyes Narváez Dr. Luis Ricalde Castellanos M.I. Silvio José Villajuana Cervantes Dr. Hugo Joel Carrillo Escalante Dr. Enrique Josué Chan y Díaz</p>	<p>Academia de Ingeniería Mecánica</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería Mecánica: Dr. Luis Ricalde Castellanos M.C. Emiliano Alberto Canto Quintal M.I. Silvio José Villajuana Cervantes Dr. Hugo Joel Carrillo Escalante Dr. Enrique Josué Chan y Díaz Dr. Joel Odelin Novelo Segura Ing. Juan Alberto González Santillán</p>	<p>Academia de Ingeniería Mecánica</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mérida del 10 de febrero al 21 de abril de 2021</p>	<p>Representantes de la Academia de Ingeniería Eléctrica: Roger Antonio Anguas Morales Agustín Flores Novelo Ángel Abraham Alcalá Caballero Artemio Alpizar Carrillo Beatriz A. García Cristiano Carlos Ruiz Casanova Francisco Ramos Díaz Javier David López Balam Javier Alejandro Naal Gil Nicté Ha Lara Díaz Rafael de Jesús Solís Noriega Rosendo Rodríguez Chávez Teresa Ramírez Hernández</p>	<p>Reunión Academia de Ingeniería Eléctrica</p>



4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Analizar las tecnologías de almacenamiento provenientes del aire comprimido, acumuladores (baterías), celdas de combustible, ultra capacitores, volantes de inercia, entre otros. También se describirá los desafíos existentes para la integración de los sistemas de almacenamiento con las redes del suministro eléctrico.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos generales de física y matemáticas. • Conocimiento básico del idioma inglés (escrito). • Conocer los conceptos y definiciones de la primera y segunda ley de la Termodinámica. • Conocer las relaciones termodinámicas de las sustancias puras, gases y mezcla de gases. • Conocer los fundamentos y aplicación de la entropía, energía, entalpia, exergía e irreversibilidad. • Realizar balance de los ciclos de potencia de vapor y gas (Rankine, Brayton y ciclo combinado) • Conocer los diversos dispositivos de generación de energía a partir de recursos renovables

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Energía	1.1 Recursos Renovables y No renovables 1.2 Energía y Calentamiento Global 1.3 Cogeneración 1.4 Ciclos de Vapor Binario 1.5 Conservación de la Energía en procesos de enfriamiento y calefacción doméstica 1.6 Conservación de la Energía en la distribución de Electricidad. 1.7 Impactos de la generación intermitente de energía a partir de recursos sustentables 1.8 Tecnologías para almacenar energía
2	Almacenamiento Químico y Electroquímico	2.1 Recursos bioenergéticos 2.2 Biocombustibles 2.3 Celdas voltaicas 2.4 Celdas de combustible 2.5 Almacenamiento en baterías y ultra capacitores 2.6 Aplicaciones de las baterías recargables
3	Almacenamiento de Energía Mecánica	3.1 Tecnología y aplicaciones de Aire Comprimido 3.2 Acumulador hidráulico



		3.3 Volante de Inercia 3.4 Resortes
4	Almacenamiento de Energía Térmica	4.1 Almacenamiento de energía solar 4.2 Tecnología de sal fundida 4.3 Sistemas de almacenamiento de energía térmica en acuíferos y de tipo subterránea
5	Sistema de Redes	5.1 Sistema Eléctrico aislado 5.2 Sistemas de Potencia híbrido (solar y eólico) 5.3 Integración del almacenamiento energético con el suministro eléctrico 5.4 Limitaciones económicas, tecnológicas y regulatorias.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Energía	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>El alumno estudiará los principios e importancia del uso, conservación y almacenamiento de la Energía.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo e integración en equipo. • Habilidades interpersonales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer y describir los tipos de tecnologías para almacenar la energía. • Realizar una investigación, en el cual el calor desechado por la planta termoeléctrica u otro motor de combustión interna pueda ser aprovechado para un proceso industrial. • Realizar ejercicios para calcular la potencia eléctrica y eficiencia energética de una planta de cogeneración. • Comprender la importancia del almacenamiento de energía. • Elaborar un trabajo escrito sobre los efectos del cambio climático en nuestro país.



<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Liderazgo. 	
<p>2. Almacenamiento Químico y Electroquímico</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>El alumno conocerá dispositivos basados en procesos tanto químicos como electroquímicos que a su vez permiten la acumulación de la energía.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo e integración en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las técnicas de oxidación/reducción, así como también los procesos foto electroquímica y fotovoltaica. • Entender el principio de funcionamiento y de las celdas y baterías. • Realizar un reporte escrito sobre las aplicaciones de las baterías, e identificar las barreras tecnológicas e impacto ambiental. • Participar en discusiones de grupo sobre los temas tratados.



<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Liderazgo. 	
<p>3. Almacenamiento de Energía mecánica</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>El alumno comprenderá los conceptos y funcionamiento de dispositivos mecánicos como las bombas, compresores, volantes y resortes, los cuales son componentes muy usados en los procesos industriales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo e integración en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Liderazgo. 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumno podrá cuantificar los requerimientos energéticos de sistemas de producción de energía y evaluar los costos y beneficios al implementar sistemas de almacenamiento de energía de tipo mecánico. • Identificar los componentes principales de un sistema de almacenamiento hidroeléctrico. • Realizar un análisis cuantitativo de los requerimientos energéticos eléctricos de nuestro estado, así como seleccionar el tipo de almacenamiento mecánico más viable. • Comprender los problemas asociados con la intermitencia energética de los recursos renovables



4. Almacenamiento de Energía Térmica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>El alumno comprenderá los conceptos y funcionamiento de los colectores solares, así como de la acumulación estacional de energía térmica a través de tanques, acuíferos, y balsas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Conocimientos básicos de la carrera. • Comunicación oral y escrita en su propia lengua. • Habilidades básicas de manejo de la computadora. • Habilidad de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo • Capacidad crítica y autocrítica. • Trabajo e integración en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. • Liderazgo. 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumno podrá cuantificar los requerimientos energéticos de sistemas de producción de energía, evaluar los costos y beneficios de implementar sistemas de almacenamiento de energía. • Determinar la viabilidad en la instalación de colectores solares en el sector doméstico, en termino de costos de inversión y tiempo de recuperación. • Investigar las tecnologías emergentes de acumulación térmica para aplicaciones de refrigeración. • Realizar un reporte sobre la implementación de sistemas híbridos a partir de la energía solar
5. Sistema de Redes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la viabilidad económica entre un sistema generador de energía



El alumno conocerá la red eléctrica de operación de los dispositivos generadores de energía por recursos renovables.

Genéricas:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Conocimientos básicos de la carrera.
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua.
- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Habilidad de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Solución de problemas.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo e integración en equipo.
- Habilidades interpersonales.
- Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Liderazgo.

con sistema eléctrico aislado e interconectado a la red de suministro eléctrico.

- Elaborar una investigación sobre las barreras técnicas, tecnológicas y ambientales de los sistemas híbridos.
- Participar en discusiones sobre los desafíos y limitaciones políticas que enfrenta el uso de energías renovables.
- Presentar algunos sistemas y proyectos ahorradores de energía eléctrica.

8. Práctica(s)

En relación con las prácticas, se sugiere que el alumno forme equipos de trabajo y proponga actividades a realizar, para fomentar los principios de la investigación. En ese sentido, el alumno demostrara una buena comprensión de las capacidades de los métodos teóricos presentados en la asignatura para resolver problemas aplicados en situaciones reales. Se propone las siguientes prácticas:

- Comparación de la Eficiencia energética entre una máquina de vapor a ciclo combinado, y en modo de cogeneración.
- Identificación de los componentes de un sistema térmico solar (Colector solar).



- Calcular la eficiencia de un sistema de colector solar estático y giratorio (seguimiento al sol), y comparar el tiempo de recuperación de los costos de inversión, si este es aplicado para el calentamiento de agua en el sector doméstico.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- A través de pruebas escritas, al finalizado de cada unidad didáctica.
- Elaboración de ensayos sobre problemas relacionados a la materia.
- Presentación digital (en grupo) sobre un tema o problema.
- Reportes técnicos sobre actividades de aprendizaje y/o visitas industriales realizadas en el curso.



11. Fuentes de información

1. Nag P. K. (2013) Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill Education Pvt. Ltd.
2. Yunus A. Cengel, Michael A. Boles (2006) Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw-Hill Higher education.
3. Yasar Demirel (2016) Energy: Production, Conversion, and Coupling, Springer International Publishing.
4. Frank S. Barnes, Jonah. G. Levine. Large Energy Storage System Handbook, CRC press, 2017.