

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Energía Solar Aplicada
Clave de la asignatura:	SEC-2407
SATCA1:	2-2- 4
Carrera:	Ingeniería Electromecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta las bases para que el Ingeniero Electromecánico tenga la capacidad de:

- Diseñar e implementar sistemas y dispositivos de sistemas solares fotovoltaicos y fototérmicos, utilizando estrategias para el uso eficiente de la energía en el sector productivo y de servicios apegado a normas y acuerdos nacionales e internacionales.
- Colaborar en proyectos de investigación para el desarrollo tecnológico, en el área de Energía Solar.

La asignatura de Energía Solar Aplicada se ocupa del diseño y la evaluación de dispositivos para aprovechar la radiación solar, y es una parte esencial para el diseño evaluación y desarrollo de proyectos enfocados a este tipo de energía, por lo cual, se incluye en el programa de Ingeniería Electromecánica.

Los conocimientos adquiridos, permiten al estudiante tener las herramientas para establecer su propia empresa de energía solar, con algún giro de investigación, desarrollo o gestión empresarial.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

La asignatura se organiza de la siguiente manera:

En el tema 1 se inicia con un panorama de la energía solar, su relación con el medio ambiente, conceptos básicos, unidades y parámetros de medición y un panorama nacional e internacional del recurso renovable. En el tema 2, se introduce el concepto de celdas y paneles fotovoltaicos, sus características, dimensionamiento y uso, así como los tipos de conexiones, técnicas de orientación, montaje y normatividad aplicable vigente. En el tema 3, se dan los fundamentos de la captación y conversión de la radiación solar térmica, propiedades de los materiales, conceptos de parámetros ópticos, tipos de colectores solares; diseño, dimensionamiento, instalación mantenimiento y normatividad vigente.

En el tema 4 se presentan las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica y fototérmica teniendo como base diferentes necesidades de consumo.

En las actividades de aprendizaje sugeridas para cada tema, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que resuelva los problemas teniendo como base necesidades del contexto.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su futuro profesional, de igual manera que aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Revisión del 15 al 19 de enero 2024 en Zacatepec de Hidalgo, Morelos.	Academia de Ingeniería Electromecánica	Establecer la nueva especialidad de Sistemas Electromecánicos Avanzados del PE de Ingeniería Electromecánica

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña, construye, instala, mantiene, dimensiona y opera sistemas solares fotovoltaicos y térmicos eficientes para aplicaciones específicas.

5. Competencias previas

• Comprende el fenómeno fotoeléctrico y la naturaleza cristalina de los semiconductores para entender el funcionamiento de dispositivos electrónicos que emplean estos principios • Implementa mediante el uso de estructuras de control, bibliotecas, funciones, arreglos y archivos programas que permitan una solución rápida a problemas donde intervienen sistemas de energía solar. • Analiza y diseña circuitos eléctricos para entender el funcionamiento de los dispositivos electrónicos. • Reconoce los parámetros físicos y atmosféricos que intervienen en la distribución del recurso solar y analiza esta distribución para detectar las zonas con mayor potencial solar. • Elabora proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión y de iluminación para usos generales de aplicación industrial y de servicios públicos, de acuerdo a la normatividad vigente. • Selecciona y utiliza los diferentes instrumentos de medición de variables mecánicas y eléctricas; apoyándose en las normas nacionales e internacionales vigentes. Además de utilizar los equipos de prueba para verificar el estado en que se encuentran las máquinas y equipos electromecánicos. • Aplica las leyes de la Termodinámica para análisis y evaluación de la energía en dispositivos y equipos que se comportan como sistemas cerrados. • Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de ecuaciones diferenciales.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1 Panorama nacional e internacional de la energía solar. 1.2 Fundamentos de radiación solar 1.3 Disponibilidad de la energía solar 1.4 Estimación y medición de la radiación solar 1.5 Geometría Solar 1.5.1 Ecuación de Cooper 1.5.2 Tipos de radiación y sus relaciones geométricas. 1.5.3 Cálculo de la irradiancia sobre una superficie. 1.5.4 Conversión de hora local a hora solar.
2	Sistemas fotovoltaicos	2.1 Celdas, módulos y arreglos fotovoltaicos: Características, eficiencia, curva tensión-corriente, punto de máxima potencia, conexión en serie y paralelo. 2.2 Sistemas fotovoltaicos. 2.2.1 Generación de energía en un sistema fotovoltaico. 2.2.2 Captación energética (Características y eficiencia). 2.2.3 Acumulación (tipos y criterios de selección). 2.2.4 Regulación y control (tipos y selección). 2.3 Sistemas autónomo e interconectado a la red. 2.4 Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico. 2.4.1 Demanda energética. 2.4.2 Energía disponible. 2.4.3 Cálculo de paneles, baterías y otros subsistemas. 2.5. Controladores de seguimiento del punto de máxima potencia 2.6 Instalación y mantenimiento de equipos fotovoltaicos. 2.7 Normatividad de los sistemas fotovoltaicos.
3	Sistemas Fototérmicos	3.1 Propiedades radiativas de los materiales 3.2 Definición de parámetros ópticos y leyes fundamentales. 3.3 Colectores solares planos 3.3.1 Eficiencia óptica 3.4 Colectores de concentración. 3.4.1 Índice de concentración 3.4.2 Eficiencia óptica 3.5 Diseño y dimensionamiento de sistemas térmicos 3.6 Instalación y mantenimiento de equipos solares térmicos. 3.7 Normatividad de los sistemas solares térmicos.

4	Aplicaciones de sistemas fotovoltaicos y térmicos	4.1 Aplicaciones de sistemas solares fotovoltaicos. 4.1.1 Aislados 4.1.2 Interconectados a la red 4.2 Aplicaciones de sistemas solares térmicos. 4.2.1 Secadores solares 4.2.2 Destiladores solares 4.2.3 Cocinas solares 4.2.4 Evaporadores 4.2.5 Refrigeración solar y climatización 4.2.6 Requerimientos de agua caliente en edificaciones 4.2.7 Potabilización de agua.
---	---	--

2. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Determina la radiación solar incidente sobre una superficie orientada desde el punto de vista analítico y experimental, utilizando modelos matemáticos y la instrumentación adecuada para conocer el potencial solar. Genéricas: Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	- Investigar los conceptos básicos de radiación solar incidente. - Realizar un mapa conceptual donde relacionen los conceptos básicos analizados con anterioridad y exponer ante el grupo. - Deducir las propiedades y características de la radiación solar. - Resolver y explicar la solución de problemas que involucren despejes de variables, análisis dimensional y conversiones de unidades de radiación solar. - Investigar y analizar la definición de constante solar. - Investigar y realizar un reporte acerca de las mediciones de radiación solar. - Resolver problemas de cálculo de la radiación solar. - Medir la radiación solar incidente. - Investigar la relación entre la producción de energía solar y los impactos sociales, técnicos, ambientales y económicos que se generan.
Sistemas Solares Fotovoltaicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Interpreta los principios de funcionamiento, eficiencia y rendimiento de las celdas y paneles solares, así como las normas de su construcción, montaje y mantenimiento para diseñar, dimensionar y seleccionar una planta eléctrica fotovoltaica. Genéricas: Capacidad de aplicar los conocimientos en	- Investigar y hacer un ensayo de los conceptos del efecto fotoeléctrico. - Realizar diálogo - discusión de ideas para comprender los conceptos básicos de los materiales semiconductores. - Investigar y realizar una clasificación de los materiales de construcción de las celdas. - Realizar diálogo - discusión de ideas para comprender los conceptos básicos de celdas, módulos y paneles solares. - Investigar y realizar conexiones de

la práctica. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	paneles solares. • Interpretar las características, eficiencia, curva tensión-corriente, punto de máxima potencia. • Investigar, hacer un resumen y analizar los conceptos básicos de la construcción de las plantas solares fotovoltaicas. • Resolver problemas que involucren el cálculo de la eficiencia en las plantas eléctricas solares. • Resolver problemas que involucren el cálculo de subsistemas fotovoltaicos: paneles y baterías. • Resolver problemas que involucren el cálculo de la capacidad necesaria para un sistema solar fotovoltaico. • Resolver problemas para calcular los rendimientos de un sistema interconectado. • Analizar e interpretar las curvas de tensión potencia y el punto de máxima eficiencia de una celda. • Investigar las normas de aplicación nacionales e internacionales para la instalación de un sistema solar fotovoltaico interconectado. • Analizar e interpretar la normatividad aplicable en sistemas fotovoltaicos. • Evaluar económicamente un sistema solar fotovoltaico a partir de una necesidad de consumo.
---	---

Sistemas Térmicos

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Interpreta los parámetros y características de la captación de la energía solar térmica, así como las leyes fundamentales de la radiación solar térmica para su aplicación en sistemas reales.	• Investigar y hacer un mapa conceptual para definir los elementos de un sistema solar térmico. • Analizar el concepto de Entalpía y Entropía. • Investigar y hacer un cuadro de clasificación del calor específico a presión y volumen constante. • Diálogo-discusión de ideas sobre la definición e importancia de la energía solar térmica.

Genéricas: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de investigación Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	• Investigación documental sobre las propiedades radiactivas de los materiales, para realizar una exposición en clase. • Analizar el significado real del efecto invernadero y la eficiencia de los sistemas solares térmicos. • Resolver problemas de cálculo de eficiencia térmica y coeficientes de operación en sistemas solares térmicos. • Investigar y realizar un resumen sobre las características del cuerpo negro. • Establecer la importancia de modelar los procesos de los sistemas solares térmicos. • Describir los elementos de la instalación de un sistema solar térmico • Diseñar y dimensionar un sistema solar térmico a partir de una necesidad de consumo. • Evaluar energética y económicamente un sistema solar térmico a partir de una necesidad de consumo. • Resumir las normas de mantenimiento de un sistema solar térmico a partir de una necesidad de consumo.
Aplicaciones de Sistemas Solares Fotovoltaicos y Térmicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Evalúa e implementa sistemas y dispositivos que utilicen la energía solar para su utilización en diferentes situaciones de acuerdo a las necesidades reales del entorno social. Genéricas: Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión Capacidad de investigación Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	• Investigar los diferentes ejemplos de aplicación de los sistemas solares térmicos así como su dimensionamiento. • Describir los diferentes tipos de aplicaciones de la energía solar térmica y fotovoltaica a través de un mapa conceptual. • Exposición de proyectos industriales y de investigación.

3.Práctica(s)

- Mediciones de la Radiación Solar
- Identificación y análisis de los componentes de un sistema fotovoltaico
- Operación básica de un sistema fotovoltaico autónomo, identificación de los diferentes regímenes de operación
- Operación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica, identificación del régimen de seguimiento del punto de máxima potencia.
- Modelado en paquetes computacionales
- Evaluación de las características de la tensión generada por un sistema fotovoltaico: tensión de salida y rendimiento espectral.
- Evaluación energética de un sistema solar térmico seleccionado.
- Diseño y construcción de un sistema fotovoltaico.
- Diseño y construcción de un dispositivo de energía térmica.

4. 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.

5. Evaluación por competencias

- Observación del desempeño del alumno durante la realización trabajos e investigaciones encomendadas
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de solución de problemas prácticos, así como las conclusiones obtenidas, mediante rúbricas y listas de cotejo.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos evaluada mediante rúbricas.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas experimentales.
- Implementación del seguimiento del punto de máxima potencia en un sistema fotovoltaico piloto.
- Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para una aplicación pecuaria
- Verificación del modo de operación en isla, de acuerdo a procedimientos de norma mediante la realización de prácticas.
- Desarrollo de un proyecto de asignatura sobre diseño de un sistema solar térmico y de un sistema solar fotovoltaico.
- Elaboración de manual de problemas de dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos.

6. Fuentes de información

1. Duffie, J.A. & Beckman, W.A (2013) *Solar Engineering of Thermal Processes*. USA: Wiley
2. Carta, J. A. (2009). *Centrales de energías renovables: Generación eléctrica con energías renovables*. Madrid: Pearson-UNED.
3. Kalogirou, S.A. (2009) *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Academic Press
4. Goswami, D.Y., Kreith, F. & Kreider, J. (2000) *Principles of Solar Engineering*. USA: Taylor & Francis
5. ASHRAE. *Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors: ANSI/ASHRAE 93-1986*. USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
6. Asociación Nacional de Energía Solar (2013) México: <http://www.anes.org/anes/index.php>
7. Veritas,B., Méndez Muñiz, J.M. y Cuervo Garcia,R. (2012). *Energía Solar Fotovoltaica*. Fundación Confetemal.
8. Veritas,B., Méndez Muñiz, J.M. y Cuervo Garcia,R. (2012). *Energía Solar Térmica*. Fundación Confetemal.