

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Instalación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos
Clave de la asignatura:	PRh-1703
SATCA¹	2-5-7
Carrera:	Profesional Asociado en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil de egreso del Profesional Asociado en Energías Renovables las competencias y habilidades en lo referente a la instalación y mantenimiento de los equipos comerciales de sistemas fotovoltaicos.

La asignatura, contribuye a que el estudiante se involucre en la problemática energética actual y, gracias a sus prácticas y contenido en lo pertinente a la instalación y mantenimiento, sea capaz de aportar mejoras en el aprovechamiento de energías limpias como lo es la energía solar fotovoltaica.

Esta asignatura se relaciona con los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Introducción a las Energías Renovables, Desarrollo Sustentable y Sistemas Fotovoltaicos, permitiendo que el contenido de la asignatura se centre en desarrollar las habilidades del perfil del egresado en lo pertinente a la adquisición de las herramientas prácticas necesarias para el desarrollo e implementación de proyectos relacionados con la localización y distribución de energía solar.

Intención didáctica

El contenido de la asignatura está dividido en 6 temas.

El tema 1 aporta conocimientos básicos sobre la generación de energía por medio de celdas solares, así como las principales características y tipos de celdas.

El tema 2 abarca las características principales sobre los tipos de instalaciones con las cuales se enfrentará en lo cotidiano el egresado, como lo son sistemas interconectados a la red y sistemas autónomos.

El tema 3 aborda los temas relacionados con los cálculos eléctricos básicos para la correcta selección de conductores eléctricos, tierras y protecciones.

El tema 4 aporta los conocimientos sobre los dos tipos de instalaciones más comunes, como las instalaciones aéreas y las instalaciones subterráneas, el estudiante será capaz de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

determinar el diámetro de las tuberías conduit tomando en cuenta el número de conductores que se introducirán en él.

En el tema 5 contiene los temas pertinentes para los mantenimientos preventivos y correctivos de las instalaciones solares fotovoltaicas, siguiendo los parámetros del manual del fabricante de los inversores solares, además de revisar por qué en las reducciones de producción en sistemas solares fotovoltaicos, tomando en cuenta el monitoreo del sistema por medio de internet en tiempo real.

El tema 6 contiene lo pertinente en cuanto a normas de instalación vigentes CFE-FIDE-ANCE se refiere.

Se sugiere se aborde por parte del docente de manera conceptual breve y se realicen las prácticas y visitas a campo necesarias para que se adquiera la práctica y destreza de los equipos y herramienta de trabajo para que el profesionista asociado se incorpore fácilmente a su entorno laboral.

contenidos de esta asignación son: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis, capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad para organizar y planificar el tiempo, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación, capacidad de aprender y actualizarse permanentemente., capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma., compromiso con la calidad.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes en mayo de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
Instituto Tecnológico de La Laguna en junio de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Culiacán, Durango, La Laguna y Morelia.	Reunión de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.

Instituto Tecnológico de La Laguna en septiembre de 2017.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Durango y La Laguna.	Reunión de Consolidación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de los Programas Educativos de Profesional Asociado en Energías Renovables y Profesional Asociado en Energía Eléctrica.
-----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Conoce los aspectos generales sobre la energía solar fotovoltaica. • Clasifica las diferentes tipologías de instalaciones y sus aplicaciones. • Elabora cálculos de las corrientes de operación para la correcta selección de conductores y dispositivos de protección. • Clasifica los diámetros de tuberías adecuados para la canalización de conductores. • Desarrolla planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo en instalaciones solares fotovoltaicas. • Conoce las normas de instalación vigentes CFE-FIDE-ANCE.

5. Competencias Previas

<ul style="list-style-type: none"> • El estudiante utiliza temas de Introducción a los sistemas fotovoltaicos. • El estudiante aplica los principios fundamentales de la electrónica. • El estudiante aplica los fundamentos de instalaciones eléctricas. • El estudiante conoce los fundamentos de Desarrollo Sustentable para su aplicación en proyectos de Energía Renovable. • El estudiante reflexiona lo temas de Introducción a las Energías Renovables. • El estudiante aplica los conocimientos adquiridos en el Taller de maquinado y soldadura.

6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	La Energía solar fotovoltaica: aspectos generales	1.1 Bases físicas de la conversión fotovoltaica 1.2 Celdas solares: tipos y características.
2	Topología de instalaciones fotovoltaicas	2.1 Sistemas conectados a la red 2.1.1 Instalaciones sobre suelo. 2.1.2 Instalaciones sobre edificación 2.2 Sistemas aislados 2.2.1 Electrificación de instalaciones en modo isla

3	Cálculos Eléctricos en instalaciones fotovoltaicas	3.1 Concepto de v, i, p 3.2 Determinando la corriente de operación ac y dc 3.3 Selección de calibre de conductores en sistemas fotovoltaicos (ac/dc) 3.4 Selección de dispositivos de protección en sistemas fotovoltaicos (ac/dc) 3.5 Selección de calibre de neutro y tierra 3.6 Control de la temperatura del panel
4	Los conductores eléctricos y su canalización	4.1 Tipos de canalizaciones 4.1.1 Canalización subterránea 4.1.2 Canalización aérea 4.2 Correcta selección de diámetros de tuberías para canalización eléctrica 4.3 Número máximo de conductores por tubería
5	Operación y Mantenimiento de sistemas fotovoltaicos	5.1 Manual de instalación y manual de usuario de inversores solares 5.2 Producción de las instalaciones fotovoltaicas 5.3 Mantenimiento preventivo en sistemas fotovoltaicos para una óptima producción 5.4 Causas de la reducción de la producción ideal 5.5 Fallas comunes en sistemas fotovoltaicos 5.6 Monitoreo vía web de sistemas fotovoltaicos 5.7 Mantenimiento correctivo a instalaciones fotovoltaicas
6	Normas aplicables a instalaciones solares fotovoltaicas	6.1 Normas de instalación CFE-FIDE 6.2 Normas ANCE

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. La energía solar fotovoltaica: aspectos generales	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> Conoce las bases físicas de la conversión de luz a electricidad Identifica los tipos y características de celdas solares comerciales 	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar sobre las condiciones óptimas de radiación, así como la eficiencia de una celda solar y realiza prácticas para observarlo. Estudiar las partes que componen a las celdas solares fotovoltaicas que existen

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<p>en el mercado y sus diferencias y lo comenta con sus compañeros.</p>
Tema 2. Topología de instalaciones fotovoltaicas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los principales tipos de topologías de instalaciones fotovoltaicas • Conoce la instalación de estructuras en suelo o sobre edificaciones para aplicarlo en su entorno laboral. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar sobre los sistemas interconectados a la red y los sistemas autónomos, identificando las ventajas y desventajas de ambos sistemas. • Estudiar sobre los diferentes tipos de instalación de estructura en sistemas solares típicos. • Elaborar un mapa mental sobre los tipos de configuraciones de sistemas solares, así como las posibles formas de instalación de estructura.

Tema 3. Cálculos eléctricos en instalaciones fotovoltaicas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica la relación entre I, V y P, y su estrecha relación con los sistemas fotovoltaicos aplica lo adquirido en prácticas. Conoce los diferentes calibres existentes en el mercado y lo aplica en la realización de una práctica en donde debe seleccionar el correcto calibre de una instalación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Habilidades interpersonales. Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> Escribir los conceptos básicos de dichas magnitudes eléctricas, así como las formulas básicas. Desarrollar problemas matemáticos para determinar la corriente que circula por los conductores eléctricos. Calcular la corriente circulante en instalaciones fotovoltaicas del lado de AC y del lado de DC Seleccionar el calibre adecuado dependiendo de la instalación a realizar según la tabla de selección por ampacidad, factor de agrupamiento y caída de tensión.
Tema 4. Los conductores eléctricos y su canalización	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Realiza cálculos y conocer los diversos tipos de conductores y lo aplica en la ejecución de una práctica en donde debe seleccionar los conductores y ductos eléctricos adecuados. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y 	<ul style="list-style-type: none"> Obtener información sobre los diferentes tipos de canalizaciones eléctricas En una práctica debe seleccionar el tipo y diámetro adecuado de tuberías según tablas de selección de acuerdo a cantidad y calibre de conductores. Seleccionar el calibre adecuado dependiendo de la instalación a realizar según la tabla de selección por ampacidad, factor de agrupamiento y

<p>síntesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<p>caída de tensión.</p>
Tema 5. Operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los puntos importantes en los manuales del fabricante de equipos solares • Revisa los datos obtenidos de los sistemas de monitoreo web para la prevención de fallas en el sistema solar. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los manuales del fabricante de equipos comerciales de sistemas fotovoltaicos y extrae los detalles más relevantes en lo referente a la correcta instalación y selección de módulos fotovoltaicos. • Estudiar sobre el procedimiento para prevención de fallas al hacer análisis por etapas del sistema fotovoltaico y lo expresa en un diagrama de bloques. • Ejecutar mantenimientos correctivos en sistemas solares fotovoltaicos para la óptima producción solar. • Resuelve las posibles fallas que se presenten en la instalación tomando en cuenta los datos arrojados por el monitoreo web.

Tema 6. Normas aplicables a instalaciones solares fotovoltaicas	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce las normas vigentes en nuestro país. • Identifica la problemática asociada a al procedimiento de conexión a la red. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las normas vigentes sobre conexiones a red CFE-FIDE-ANCE y las discute con sus compañeros. El resultado se expresa en un documento escrito. • Elaborar una lista de las normas más relevantes que debe cumplir un sistema fotovoltaico para su operación en la red plasmándolo en un documento de investigación.

8. Prácticas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Manual de usuario: puntos primordiales, conociendo el inversor 2. Correcta orientación de estructura y óptimo ángulo de proyección según lugar geográfico de instalación. 3. Montaje de módulos solares sobre estructura y conexiones serie-paralelo de los strings de operación del inversor. 4. Corrección de voltajes de transformador de alimentación para voltajes óptimos de operación en inversores solares de acuerdo a manual de operación. 5. Ponchado y conexión de terminales MC4 en los finales de string 6. Selección e instalación de tubería y cableado en AC/DC. 7. Selección e instalación de protecciones contra sobre corrientes en AC/DC 8. Medición de variables eléctricas en sistemas fotovoltaicos de acuerdo al manual de operación 9. Arranque de inversores solares y monitoreo de producción vía remota. 10. Mantenimiento preventivo de sistemas solares fotovoltaicos. 11. Fallas frecuentes en instalaciones solares fotovoltaicas. 12. Mantenimiento correctivo en sistemas solares fotovoltaicos. 13. Determinación de punto de falla

- 14. Cambio de interruptores termo magnéticos de AC en alimentación de inversor solar.
- 15. Cambio de fusibles de acción rápida en el circuito de alimentación de DC.

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

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Para la evaluación se sugiere utilizar diferentes herramientas tales como: Ejercicios, Reportes de búsqueda de información Portafolio del estudiante, Reporte de proyecto; Presentaciones.

11. Fuentes de información

1. Cartas, J. (2009), Generación Eléctrica con Energías Renovables. USA. Prentice Hall.
2. Mellado, F. (2007). Energía Solar Fotovoltaica, Madrid. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
3. Kalogirou, S. (2012). Solar energy engineering: processes and systems, USA. Elsevier.
4. SENER, (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. México. Gobierno Federal.
5. Manuales del fabricante de Sitemas Fotovoltaicos comerciales.
6. Manuales de Instalación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltacios Comerciales.