

1. Datos Generales de la asignatura

| | |
|---------------------------------|---|
| Nombre de la asignatura: | Mantenimiento Eléctrico y de Control de Aerogeneradores |
| Clave de la asignatura: | PRM-1704 |
| SATCA¹: | 2-4-6 |
| Carrera: | Profesional Asociado en Energías Renovables |

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Al ser Mantenimiento Eléctrico y de Control de Aerogeneradores una asignatura de especialidad, su aportación al perfil del egresado es relevante ya que a través de ella se adquiere los conocimientos referentes al mantenimiento eléctrico y de control para evaluar y mantener el aerogenerador en condiciones óptimas para su operación y generación de energía y su interconexión a la red de transmisión de energía eléctrica cumpliendo con la normatividad vigente.

Mantenimiento Eléctrico y de Control de Aerogeneradores se relaciona con las asignaturas de Mantenimiento Mecánico de Aerogeneradores y Control de Sistemas Eólicos y Fotovoltaicos, ya que se adquiere en ambas asignaturas los elementos complementarios requeridos para proporcionar un mantenimiento integral a los aerogeneradores.

Intención didáctica

La asignatura está organizada en 5 temas:

En el tema uno presenta una introducción a los conceptos operativos del proceso, y describe el sistema eléctrico y el sistema de control. Con un enfoque simple.

En el tema dos expone de manera conceptual lo referente a la instalación y el mantenimiento predictivo/preventivo del sistema eléctrico del aerogenerador, cumpliendo los lineamientos de la norma nom 001-SEDE-2012, se refiere también a los sistemas de protecciones, medición y mantenimiento al sistema de tierras y lo aplica a través de prácticas.

En el tema tres se abarcan los aspectos de seguridad e higiene en el trabajo, se le transmite al estudiante la normatividad vigente y se enfatizan las precauciones a tomar al desempeñar trabajos en altura y en espacios reducidos, así como balizamiento del área de *trabajo*. Se recomienda que el docente lleve a cabo las prácticas necesarias para concientizar al estudiante de la relevancia de este tema.

Subestación corresponde al cuarto tema, en el cual el estudiante recibe los conocimientos conceptuales referentes a los elementos que integran una subestación, las pruebas básicas que deben realizarse a los principales equipos, las normas de seguridad con las que debe

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

cumplir, así como las principales técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo que debe realizarse en la subestación. El tema debe ser tratado de manera conceptual y llevarse a cabo prácticas y visitas a las subestaciones.

Por último, el quinto tema de esta asignatura está dedicado al mantenimiento del sistema de control, en este tema se proporcionan los conocimientos teóricos de los sistemas de control, de los sistemas de comunicaciones y se le indica cómo elaborar y dar seguimiento al programa de mantenimiento trimestral, semestral y anual a dicho sistema. Se sugiere que el docente realice ejercicios prácticos para facilitar el aprendizaje del tema.

El enfoque, así como la profundidad de los mismos deben de ser tratados desde un punto de vista técnico.

El docente desarrollará una función de orientador y facilitador de los temas a tratar procurando siempre la participación activa por parte de los estudiantes.

Las competencias genéricas que se están desarrollando con el tratamiento de los 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"> Comprende los fundamentos necesarios para poder brindar mantenimiento, en sus diferentes modalidades, a los sistemas eólicos desde el punto de vista eléctrico y de control cumpliendo con las normas vigentes de seguridad. |

5. Competencias previas

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Aplica los conceptos adquiridos en la asignatura Introducción a las Energías Renovables. Maneja software matemático lo cual adquirió en la asignatura Matemáticas Aplicadas I y II. Aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura y lo aplica para comprender el funcionamiento de los equipos de control comunicación y protección, así mismo para realizar las prácticas concernientes a esos equipos. Emplea los conceptos obtenidos en la asignatura Máquinas Eléctricas en Aerogeneradores Resuelve problemas de circuitos eléctricos lo cual adquirió en Circuitos Eléctricos Realiza prácticas en campo cumpliendo con las normas de seguridad establecidas, las cuales adquirió en la asignación Higiene y Seguridad Industrial. |
|---|

6. Temario

| No. | Temas | Subtemas |
|-----|------------------------------|---|
| 1. | Sistemas de un aerogenerador | 1.1 Introducción 1.2 Descripción del sistema eléctrico 1.3 Descripción del sistema de control |

| | | |
|---|--------------------------------------|--|
| 2 | Mantenimiento eléctrico | <p>2.1 Electricidad industrial (Nom 001-SEDE-2012)</p> <p>2.1.1 Reglamentación vigente</p> <p>2.2 Sistemas monofónicos, bifásicos y trifásicos</p> <p>2.2.1 Tensiones y corrientes de los sistemas.</p> <p>2.3 Corto circuito</p> <p>2.3.1 Cálculo de la corriente de corto circuito</p> <p>2.3.2 Riesgos de la corriente de corto circuito</p> <p>2.4 Protecciones eléctricas industriales</p> <p>2.4.1 Cálculo de protecciones eléctricas.</p> <p>2.4.2 Revisión y pruebas de protecciones eléctricas.</p> <p>2.5 Creación de orden de mantenimiento preventivo</p> <p>2.5.1 Hoja de servicio</p> <p>2.6 Principales fallas</p> <p>2.6.1 Fallas predecibles</p> <p>2.6.2 Fallas impredecibles</p> <p>2.7 Acciones preventivas</p> <p>2.7.1 Inspección visual</p> <p>2.7.2 Periodo de vida de los componentes</p> |
| 3 | Medidas de seguridad | <p>3.1 Medidas de seguridad</p> <p>3.1.1 Equipo personal de seguridad</p> <p>3.1.2 Hoja de inspección de equipo de seguridad</p> <p>3.1.3 Normatividad vigente de equipo de seguridad</p> <p>3.2 Área segura</p> <p>3.2.1 Inspección visual</p> <p>3.2.2 Aseguramiento del área de trabajo</p> <p>3.2.3 Balizamiento del área de trabajo.</p> |
| 4 | Subestación | <p>4.1 Tipos de subestaciones</p> <p>4.2 Elementos de una Subestación.</p> <p>4.3 Seguridad en la subestación</p> <p>4.4 Pruebas a Equipo</p> <p>4.5 Mantenimiento Preventivo</p> <p>4.6 Mantenimiento Correctivo</p> |
| 5 | Mantenimiento del sistema de control | <p>5.1 Sistema SCADA</p> <p>5.1.1 Monitoreo remoto</p> <p>5.2 Interpretación de códigos de error</p> <p>5.2.1 Códigos de error</p> <p>5.2.2 Interpretación para corregir los códigos de error</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>5.3 Sensores</p> <p>5.3.1 Tipos de sensores</p> <p>5.3.2 Revisión y mantenimiento</p> <p>5.4 Creación de orden de mantenimiento preventivo</p> <p>5.4.1 Reporte de fallas</p> <p>5.4.2 Reporte de acciones correctivas</p> <p>5.4.3 Reporte general</p> <p>5.5 Acciones para corregir los códigos de error</p> <p>5.5.1 Acciones virtuales</p> <p>5.5.2 Acciones físicas</p> <p>5.6 Hoja de reporte</p> <p>5.6.1 Reporte final</p> |
|--|--|---|

7. Actividades de aprendizaje de los temas

| Tema 1. Sistemas de un aerogenerador | |
|---|--|
| Competencias | Actividades de Aprendizaje |
| <p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce las características eléctricas y sistema de protecciones y control. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 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"> Conocer los principios de operación de un aerogenerador. Conocer el sistema eléctrico y mantenimiento de un campo de aerogeneradores. Conocer el sistema de comunicaciones y control supervisorio. |
| Tema 2. Mantenimiento Eléctrico | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Conoce y aplica la NOM para planear los mantenimientos preventivos o correctivos de los equipos conociendo su vida útil. Identifica las diversas fallas en los | <ul style="list-style-type: none"> Conocer y aplicar programa de mantenimiento eléctrico. Conocer y aplicar mantenimiento a sistema de protecciones eléctricas. Casos de estudio Reales como exposición del Docente. |

| <p>dispositivos con la finalidad de evitar paros que afecten el desarrollo de una actividad industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica mantenimiento instalaciones eléctricas y realizar pruebas de aislamiento a generador. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizar y planificar. • Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia. • Capacidad Oral y escrita. • Toma de decisiones. • Solucionar Problemas. • Desarrollar habilidad para investigar. Trabajo en equipo. • Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar reportes. • Presentación de fallas y planeación de mantenimiento. • Presentación de un caso de planeación de mantenimiento de una planta eólica como trabajo donde se aplicara la NOM y la detección de fallas. |
|---|--|
| Tema 3. Medidas de Seguridad | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica la normatividad vigente referente a seguridad. • Aprende lo referente al correcto Balizamiento del área de trabajo y lo aplica en prácticas. • Conoce los aspectos de seguridad enfocados en trabajo en alturas y lo aplica al realizar prácticas de seguridad de trabajo en alturas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizar y planificar. • Realizar búsqueda de información y discrimina por relevancia. Capacidad Oral y escrita. • Toma de decisiones. • Solucionar Problemas. • Desarrollar habilidad para investigar. Trabajo en equipo. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aplicar programa de seguridad e higiene en el trabajo. • Realizar prácticas delimitando correctamente su área de trabajo. • Realizar prácticas de trabajo en alturas. |

| Tema 4. Subestación | |
|--|---|
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce e identifica los elementos de una subestación • Conoce los aspectos de seguridad en una subestación. • Adquiere los conceptos referentes a las técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo en una subestación. • Adquiere los conocimientos necesarios para la realización de las pruebas básicas que se deben realizar a los equipos principales que integran una subestación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizar y planificar. • Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia. • Capacidad Oral y escrita. • Toma de decisiones. • Solucionar Problemas. • Desarrollar habilidad para investigar. Trabajo en equipo. • Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar visita a subestaciones para identificar los elementos que la integran. • Realizar pruebas al equipo principal de una subestación empleando el equipo adecuado. • Visitar una subestación con el objetivo de observar el procedimiento de mantenimiento preventivo. |
| Tema 5. Mantenimiento del Sistema de Control | |
| Competencias | Actividades de aprendizaje |
| <p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce e identifica los elementos de un sistema SCADA. • Elabora reportes de las fallas principales del sistema de control, e indicar las acciones a realizar para corregirlas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizar y planificar. • Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia. • Capacidad Oral y escrita. • Toma de decisiones. | <ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aplicar técnicas de mantenimiento al sistema de control. • Realizar prácticas resolviendo problemáticas típicas que se presentan en un sistema de comunicaciones y control supervisorio. • Realizar casos de estudio Reales como exposición del Docente. |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Solucionar Problemas. • Desarrollar habilidad para investigar. Trabajo en equipo. • Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. | |
|---|--|

8. Práctica(s)

| |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 Identificar las fallas recurrentes en una red eléctrica 2 Práctica de seguridad en trabajo en alturas. 3 Visita a un campo eólico. 4 prácticas de comunicaciones y control. 5 Visita a una subestación, con el objetivo de familiarizarse con los elementos de una subestación 6 Obtener mediciones de resistencia a tierra. 7 Recrear fallas por corto circuito o calentamiento de motores 8 Recrear fallas por temperatura, velocidad de viento y dirección a manera que el PLC envíe códigos de error realizar el análisis y procedimiento para su corrección. |
|--|

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. Kilcollins, Wayne., Maintenance fundamentals for wind technicians, Delmar Cengage Learning, 2013
2. William H. Roadstrum, Dan H. Wolaver ; tr. Ruy Renau Ballester, Gloria Mata Hernández., Ingeniería Eléctrica para todos los Ingenieros, Alfaomega, 1999.
3. Sanz Bobi M.A. Use, Operation and Maintenance of Renewable Energy Systems, Sringer, 2014.
4. Burton, T., Sharpe, D., Jenkis, N. and Bossanyi, E., Wind Energy Handbook, Wiley, 2001.