

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mantenimiento Mecánico de Aerogeneradores
Clave de la asignatura:	PRM-1705
SATCA¹:	2-4-6
Carrera:	Profesional Asociado en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Al ser mantenimiento mecánico de aerogeneradores una asignatura de especialidad su aportación al perfil del egresado es significativa ya que al cursarla el estudiante adquirirá conocimientos, así como herramientas que le serán útiles en el desenvolvimiento de sus responsabilidades laborales.

Se relaciona con las asignaturas: Introducción a las energías renovables ya que aplica los conceptos básicos que adquiere en dicha asignatura, de la asignatura Sistemas Eólicos Identifica y conoce los diferentes elementos eléctricos presentes en un aerogenerador, así como su funcionamiento y características.

Intención didáctica

El enfoque, así como la profundidad de los mismos deben de ser tratados desde un punto de vista técnico. Se sugiere que el docente imparta la asignatura de manera práctica, y en todo momento fomentando la participación activa de los estudiantes.

El contenido está organizado en siete temas:

En el primer Tema se trata de manera conceptual lo referente a los elementos mecánicos, rodamientos sistemas de enfriamiento y caja multiplicadora que integran un aerogenerador.

En el segundo Tema se conoce las normas de los lubricantes y su aplicación en los aerogeneradores.

En el tercer Tema se conoce el desarrollo de hojas de servicio mensual, trimestral y anual, en este tema se sugiere la realización de prácticas para que se comprenda adecuadamente la importancia de efectuar los mantenimientos de manera calendarizada.

En el cuarto Tema se comentan las principales fallas del sistema y su corrección.

En el Quinto y sexto Tema se trata acerca del mantenimiento preventivo y reporte final de fallas, complementando lo adquirido en el tema tres.

En el Séptimo Tema se establecen los programas de mantenimiento mensual, trimestral y

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

anual.

En esta asignatura se desarrollan principalmente las competencias genéricas: 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 así como capacidad de investigación, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma y especialmente la capacidad de trabajo en equipo.

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"> Comprender los fundamentos necesarios para poder brindar mantenimiento, en sus diferentes modalidades, a los sistemas eólicos desde el punto de vista mecánico.

5. Competencias previas

- Comprende los conceptos básicos de las leyes y principios fundamentales de la Electricidad y Magnetismo.
- Conoce y aplica los conceptos básicos de Física y Química aplicadas,
- Conoce y utiliza software para resolver problemas de Matemáticas aplicadas I y II,
- Aplica la destreza adquirida en circuitos eléctricos referente al manejo de instrumentos especiales de medición.
- El estudiante conoce y tiene una noción clara de la Administración del Mantenimiento,
- Conoce y aplica los conceptos básicos de Electrónica.
- Interpreta y aplica normas y tablas en Instalaciones eléctricas.
- Complementa el mantenimiento mecánico con los conocimientos adquiridos en máquinas Eléctricas en Aerogeneradores.
- Aplica lo visto en la introducción a las energías Renovables ya que en esa asignatura adquirió el concepto claro de la producción de energía en los diversos sistemas disponibles.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Componentes mecánicos móviles y fijos	1.1 Rodamientos de las aspas 1.2 Sistema de Pitch 1.3 Unidad Hidráulica 1.4 Caja multiplicadora 1.5 Generador (rodamientos) 1.6 Sistema de enfriamiento del generador 1.7 Bomba de aceite del multiplicador 1.8 Sistema YAW 1.9 Rodamientos del YAW 1.10 Ventiladores de la Nacelle 1.11 Sistema de frenado.
2	Lubricantes	2.1 Tipos de lubricantes 2.2 Especificaciones de un lubricante 2.3 Aplicación de lubricantes 2.4 Análisis de aceites y lubricantes de aerogeneradores
3	Creación de hoja de servicio	3.1 Hoja de servicio mensual 3.2 Hoja de servicio trimestral 3.3 Hoja de servicio anual
4	Principales fallas	4.1 Código de errores 4.2 Procedimientos de corrección de errores

5	Mantenimiento preventivo	5.1 Inspección visual
6	Hoja de reporte final	6.1 Reporte de fallas 6.2 Reporte de acciones preventivas 6.3 Reporte de acciones correctivas 6.4 Reporte general
7	Programa de mantenimiento trimestral, semestral y anual	7.1 Evaluación del resultado final

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Componentes mecánicos móviles y fijos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce e identifica los aspectos mecánicos de los sistemas eólicos estáticos o móviles. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Realiza 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"> • Conocimiento y aplicación de los diversos tipos de rodamientos en aspas y generadores. • Conocer y mantener los sistemas de enfriamiento.
Tema 2. Lubricantes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los diversos tipos de lubricantes. • Identifica en que situaciones utilizar un lubricante, así como las características que poseen. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis • Capacidad de aplicar los conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y aplicación de las especificaciones de lubricantes. • Realizar análisis de lubricante.

<p>en la práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realiza 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 	
Tema 3. Creación de hoja de servicio	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce las características y frecuencias de una hoja de servicio que se realizan en los mantenimientos de equipos mecánicos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Realiza 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"> • Conocer y aplicar las hojas de servicio mensual trimestral y anual para mantener el sistema en operación confiable.
Tema 4. Principales fallas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce e identifica las diversas fallas a que las que son susceptible los equipos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los códigos de errores y aplica los procedimientos de errores para las principales fallas. • En práctica simular una falla para que el estudiante detecte y repare la falla.

<ul style="list-style-type: none"> • Realiza 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 	
Tema 5. Mantenimiento preventivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Competencias 	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica el mantenimiento preventivo mediante la inspección visual <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Realiza 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"> • Llevar a cabo una inspección visual y en base a lo observado elaborar un plan de mantenimiento preventivo.
Tema 6. Hoja de reporte final	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los conceptos previos adquiridos en los temas anteriores para la identificación de fallas y la frecuencia en que se debe realizar un mantenimiento y los aplica en la elaboración de un reporte final. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar reportes de falla, reportes de fallas correctivas y elaborar un reporte final.

<p>en la práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realiza 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 	
Tema 7. Programa de mantenimiento trimestral, semestral y anual	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planea un programa de mantenimiento y aplicarlo a los componentes mecánicos de un sistema eólico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organiza y planifica. Realiza búsqueda de información y discrimina por relevancia. Capacidad Oral y escrita. Toma de decisiones. Soluciona Problemas. Desarrolla habilidad para investigar. Trabajo en equipo. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. Adaptación a nuevas situaciones. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Liderazgo. Preocupación por la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un programa de mantenimiento mensual, trimestral y anual.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarmar y posteriormente armar componentes mecánicos del aerogenerador. 2. Identificar el estado de los lubricantes sometidos a trabajo en condiciones normales. 3. Llevar a cabo la lubricación de componentes recreando la lubricación del multiplicado y el Yaw, empleando el equipo adecuado 4. Medir la temperatura de los elementos mecánicos del aerogenerador. 5. Verificar empaques y sellos de la transmisión del aerogenerador. 6. Llevar a cabo la inspección visual de las aspas empleando un drone. 7. Realizar el cambio de aceite y grasas utilizando las herramientas adecuadas.

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. Sánchez Marin F., Pérez González A., Sanco Bru J., Rodriguez Cervantes J., Mantenimiento Mecánico de Máquinas, Universidad Jaume I, 2013
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.