

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Máquinas Eléctricas en Aerogeneradores
Clave de la asignatura:	PRi-1706
SATCA¹:	3-4-7
Carrera:	Profesional Asociado en Energías Renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Al ser máquinas eléctricas en 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.

Intención didáctica

La estructura planteada consta de 5 temas. En el primer tema se estudian las principales leyes del electromagnetismo necesarias para entender el funcionamiento de una máquina eléctrica rotativa.

En el segundo tema se estudia el funcionamiento de un dispositivo electromagnético estático como lo es el transformador y sus principales componentes, así como tipos de conexiones.

En el tercer y cuarto tema se trata el estudio de los generadores de inducción y los generadores síncronos respectivamente los cuales son utilizados en los sistemas eólicos.

En el quinta tema se estudian motores especiales para la regulación de aerogeneradores.

Las competencias genéricas que se desarrollan en la asignatura 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 investigación, capacidad de aprender y actualizarse permanentemente, capacidad para actuar en nuevas situaciones, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma, capacidad de trabajo en equipo, compromiso con la calidad, capacidad para tomar decisiones

Es importante que el docente aborde la asignatura inicialmente de manera conceptual simple y sencilla y se enfatice en la realización de la mayor cantidad de prácticas posibles para que el estudiante adquiriera la habilidad de manejar el equipo adecuadamente y se cumpla con los objetivos específicos de esta asignatura. Así mismo el docente debe cuidar en todo momento que se observen las medidas de seguridad .

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

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"> Saber identificar las partes de una máquina eléctrica rotativa, así como sus principios de funcionamiento para poder conectarlos a un sistema eólico de generación, específicamente conocer los distintos tipos de conexiones y diferentes aplicaciones dentro de un sistema eólico de acuerdo al tipo de máquina.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> 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 Taller Maquinado y soldadura y en el 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 en control y protecciones.
- Interpreta y aplica normas y tablas en Instalaciones eléctricas.
- Complementa el mantenimiento mecánico con los conocimientos adquiridos en máquinas Eléctricas en Aerogeneradores.
- Estudia la introducción a las energías Renovables formándose un concepto claro de la producción de energía en los diversos sistemas disponibles.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a las maquinas rotativas de corriente alterna	1.1 Ley de Faraday 1.2 Ley de Ampere 1.3 Conversión de la Energía 1.4 Principios de la Electromecánica
2	Transformadores y Equipo Primario	2.1 El transformador elemental 2.2 Principio de Operación 2.3 Potencia en transformadores 2.4 Construcción del transformador 2.4.1 Devanados del transformador 2.4.2 Devanados de baja tensión 2.4.3 Devanados de alta tensión 2.4.4 Aislamiento 2.5 Conexiones 2.6 Temperatura de operación del transformador y métodos de Enfriamiento. 2.7.- Accesorios: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de enfriamiento (Ventilador, radiadores, bombas). • Rele Buchholz • Indicador de temperatura de aceite (ITA). • Indicador de temperatura de devanados (TRO). • Indicador de nivel. • Relé de sobrepresión. • Cambiador de taps. • Sistema de sello de Gas inerte. • Sistema de Sello de bolsa. 2.8.- Configuración de equipo primario en subestaciones. <ul style="list-style-type: none"> • Transformador de potencia. • Interruptores. • Cuchillas.

		<ul style="list-style-type: none"> • Cuchillas de puesta a tierra. • Apartarrayos. • Tablero de control dúplex. • Transformadores de corriente. • Transformadores de potencial. • Dispositivos de potencial. • Tableros de servicios. • Tableros de corriente directa. • Banco de baterías y cargadores 125vcd. • Banco de baterías y cargadores 52vcd. <p>2.9.- Transformador de servicios propios. 2.10.- pruebas eléctricas a equipo primario y equipo auxiliar. 2.11.- Seguridad e higiene en el trabajo.</p>
3	Generadores Síncrono de Imanes Permanentes	<p>3.1 Diagramas y conexiones 3.2 Devanados y Campos 3.3 Operación y comportamiento 3.4 Circuito equivalente 3.5 Pruebas 3.6 Fallos comunes y mantenimiento</p>
4	Generadores de inducción	<p>4.1 Generador de inducción jaula de ardilla 4.1.2 Circuito equivalente 4.2 Generador de inducción doblemente alimentado 4.2.1 Circuito equivalente 4.3 Pruebas 4.4 Fallos comunes y mantenimiento</p>
5	Motores aplicados a sistemas eólicos	<p>5.1 Motores Brushless 5.2 Motores de inducción para sistema yaw 5.3 Aplicaciones de los motores a un sistema eólico 5.4 Pruebas y conexiones</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1 Introducción a las Máquinas Rotativas de Corriente Alterna	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica los fundamentos teóricos y las principales leyes del electromagnetismo para la comprensión de los principios de operación de una máquina de corriente alterna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y desarrollar las principales leyes de la teoría electromagnética para interpretar los conceptos básicos de las máquinas eléctricas, realiza prácticas empleando simulador de 3 dimensiones.

<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 	
Tema 2 Transformadores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce los principios de operación de los transformadores, equipo primario y equipo auxiliar. <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"> • Conocer los principios electromagnéticos en que se basa el funcionamiento del transformador y conoce las partes del mismo y lo aplica en realización de ejercicios con simulador. • Conocer los accesorios del transformador su operación y ajustes. • Conocer las características y operación de interruptores, cuchillas y transformadores de instrumentos. Se realiza visita a campo en donde observa dichos componentes. • Realizar pruebas eléctricas al transformador y equipo primario y auxiliar.

Tema 3 Generadores Síncronos de Imanes Permanentes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conceptos y principios básicos de operación del generador síncrono de imanes permanentes en sistemas eólicos <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"> • Conocer e interpreta diagramas y conexiones de la máquina síncrona realiza ejercicios para reforzar el aprendizaje. • Realizar pruebas eléctricas.
Tema 4 Generadores de Inducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica las principales partes de los motores de inducción y entender su operación para la conexión y pruebas del mismo en sistemas eólicos. <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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las características y funcionamiento de un generador jaula de ardilla y generador de inducción doblemente alimentando, así como sus circuitos equivalentes, realiza prácticas en campo. • Aplicar pruebas eléctricas para afianzar lo adquirido en el aula.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajo en equipo. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas 	
Tema 5 Motores aplicados a sistemas eólicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conocimientos obtenidos de los principios de operación de este tipo de máquinas para la regulación de sistemas mecánicos del sistema eólico. <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"> • Realizar visitas a campo para visualizar las características y funcionamiento de motores especiales de sistemas eólicos. • Realizar pruebas a máquinas eléctricas.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de las partes de un generador. 2. Pruebas eléctricas a los devanados de las máquinas rotativas. 3. Pruebas de aislamiento y mantenimiento preventivo eléctrico para motores y generadores. 4. cambio de sentido de giro. 5. Pruebas de corto circuito y circuito abierto. 6. tipo de conexiones en máquinas (delta, estrella). 7. Realizar pruebas de aislamiento (megohmetro) a interruptores de alta y media tensión. 8. Realizar pruebas de factor de potencia a interruptores de alta y media tensión. 9. Realizar pruebas de resistencia de contactos (ducter) a interruptores de alta y media tensión. 10. Realizar pruebas de aislamiento (megohmetro) a devanados transformadores. 11. Realizar pruebas de factor de potencia a devanados.
--

12. Realizar pruebas de factor de potencia a boquillas.
13. Realizar pruebas de factor de potencia a tap capacitivo.
14. Realizar corriente de excitación a transformadores.
15. Realizar prueba de relación de transformación (ttr) a transformadores.
16. Realizar pruebas de aislamiento (megohmetro) a cuchillas.
17. Realizar pruebas de factor de potencia a cuchillas.
18. Realizar pruebas de resistencia de contactos (ducter) a cuchillas.
19. Realiza simulacros de RCP a trabajador accidentado por descarga eléctrica de acuerdo a lineamientos establecidos en procedimiento de seguridad e higiene cap.800.

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. Chapman, Stephen J. Máquinas eléctricas. Cuarta edición. Mc. Graw Hill. México D.F.
2. Kosow, Irving L. Máquinas eléctricas y transformadores. Segunda edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Impresora y maquiladora de libros MIG, S.A. de C.V., México D.F.
3. Fitzgerald, Kingsley, Kusko, Máquinas eléctricas, McGraw Hill 6ta. Edición.
4. Cathey, J. Joseph, Máquinas eléctricas: análisis y diseño con Matlab, McGraw Hill.
5. Krause, Paul, Wasynczuk Oleg and Scott D, Analysis of Electric Machinery, McGraw Hill.
6. Harper Enríquez, Gilberto, El manual práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos.
7. Procedimiento de pruebas de campo para equipo primario en subestaciones. C.F.E.
8. Procedimiento de seguridad e higiene en el trabajo cap.800. C.F.E
9. Procedimiento de seguridad e higiene en el trabajo cap.100 C.F.E.
10. Procedimiento de seguridad e higiene en el trabajo cap.200. C.F.E.