

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Máquinas eléctricas II
Clave de la asignatura:	<u>EEF-1403</u>
SATCA¹:	<u>3-2-5</u>
Carrera:	Ingeniería en Energías renovables

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al estudiante un perfil de egreso relacionado la aplicación del conocimiento fundamental de sistemas eléctricos de potencia y su relación con Los sistemas generadores de energía eléctrica a través de fuentes renovables como lo son los sistemas fotovoltaicos y sistemas eólicos.

Esta asignatura brindará al estudiante los conocimientos sobre selección, identificación e implementación de sistemas de control y tratamiento de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía renovable para su distribución en sistemas eléctricos de las instalaciones residenciales o industriales.

Esta asignatura comprende los temas conversión de la energía eléctrica de corriente directa a corriente alterna o de corriente alterna a corriente directa, abarca tópicos de sistemas de controladores de carga para sistemas de energía renovable pero enfocada a sistemas fotovoltaicos y sistemas eólicos así como tópicos de sistemas de generación eléctrica por generadores síncronos y asíncronos, además se incluye en esta asignatura principios de sistemas de distribución de la energía eléctrica como subestaciones y transformadores de control y potencia, al final se evalúa el conocimiento adquirido así como temas selectos para identificación y selección de banco de capacitores para corregir el factor de potencia en una instalación eléctrica.

Esta asignatura presenta relación con asignaturas previas como Fuentes renovables de energía, Fundamentos de investigación, Electromagnetismo, Circuitos eléctricos I, Circuitos eléctricos II, Máquinas Eléctricas, Instalaciones eléctricas e iluminación, Energía eólica, Sistemas solares fotovoltaicos y térmicos, Simulación de sistemas de energías renovables e Instrumentación.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

Máquinas eléctricas está dividida en 5 Unidades:

En la unidad I se presenta el tema Transformadores y subestaciones eléctricas el estudiante identificará los tipos de transformadores tanto de control como de potencia utilizados en la industria, distinguirá y seleccionará el transformador en base a las características que posee y el tipo de aplicación a realizar, además el estudiante conocerá e identificará los tipos de subestaciones eléctricas y clasificará de acuerdo a su función, tipo de aplicación y ambiente donde se instalará.

Una vez que se posea la competencia de identificación y selección de transformadores y la identificación de las subestaciones Para la Unidad II Sistemas de conversión de Energía eléctrica el estudiante clasificará los diferentes tipos de conversión de la energía eléctrica CA/CD, CD/CD, CD/CA y CA/CA, dentro de este tema se hará hincapié en los temas de rectificadores de potencia (CA/CD) e inversores (CD/CA) puesto que estos son los más utilizados en los sistemas de distribución eléctrica en la generación por sistemas fotovoltaica y eólicos.

En la Unidad III Controladores de carga de sistemas de energía renovable el estudiante identificará y seleccionará el controlador de carga adecuado para aplicaciones donde existe uno o más sistemas de generación de energía renovable, el enfoque de esta unidad está centrado en el conocimiento de los controladores de carga por sus características en función del sistema en el que se utilizará y la implementación del mismo en los sistemas de generación fotovoltaica o eólica principalmente.

En la Unidad IV Generadores Síncronos y Asíncronos el estudiante diferenciará los diferentes tipos de generadores en base a su configuración interna del generador y la aplicación del mismo basándose en las características eléctricas y mecánicas para su implementación en sistemas eólicos.

En la unidad V Tópicos de gestión de energía eléctrica y Sistemas de Híbridos de energías renovables El estudiante aplicará sus conocimientos de instalaciones eléctricas para el cálculo de calibre de cable en función a la instalación y demanda energética del sistema así como selección del banco de capacitores para corregir el factor de potencia de motores y luminarias así el estudiante implementará un proyecto integrador a escala a base de sistemas de generación eléctrica por distintas fuentes de energía renovable donde se demuestra la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el curso.

El profesor que imparta esta asignatura realizará un papel de facilitador del curso para brindarle al estudiante las competencias genéricas y específicas que la materia requiere en base a la realización de actividades dentro y fuera del Instituto tales como visita a Industrias y realización de prácticas de laboratorio y presentaciones grupales y ejercicios relacionados con los temas.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<u>Instituto tecnológico Superior Progreso, Progreso Yucatán a 26 de Noviembre de 2013</u>	<u>Representantes de la Academia de Energías Renovables</u>	<u>Título de la reunión, donde se realizó el diseño, consolidación y/o seguimiento curricular.</u>

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Identifica, selecciona y diseña en base a la normatividad sistemas de control y distribución de energía eléctrica proveniente de fuentes de sistemas de energía eólica, fotovoltaica o híbridos para la correcta gestión de energía eléctrica en instalaciones residenciales o industriales.

5. Competencias previas

<p>Realiza cálculos de Circuitos eléctricos de C.D. Realiza cálculos de Circuitos eléctricos de C.A. Análisis y síntesis de generadores eólicos Análisis y síntesis de generadores fotovoltaicos Maneja software de diseño eléctrico o electrónico Identifica sistemas eléctricos de baja, media y alta tensión. Conoce y expresa los Principios de funcionamiento de motores de C.C. Y C.A. Diseña sistemas de alimentación eléctrica residenciales e industriales Conoce y maneja los principales Sistemas de medición eléctrica y mecánica Maneja instrumentos de medición eléctrica Conoce y expresa la NOM-001 para instalaciones eléctrica Conoce el funcionamiento básico de los dispositivos rectificadores electrónicos Capacidad de Análisis y diseño de generadores eólicos pequeños</p>

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
I	Transformadores y Subestaciones eléctricas	1.1 Funcionamiento del Transformador. 1.1.1. Transformador Reductor 1.1.2. Transformador Elevador 1.2.1 Clasificación del transformador 1.2.1.1 Por tipo de Operación 1.2.1.1.1 Transformador de potencia 1.2.1.1.2 Transformador de distribución 1.2.1.1.3 Transformador de Control 1.2.1.2 Por número de fases 1.2.1.2.1 Monofásico

		<ul style="list-style-type: none"> 1.2.1.2.2 Bifásico 1.2.1.2.3 Polifásico 1.2.1.2.4 Trifásico 1.2.1.2.5 Hexafásico 1.2.1.3 Por emplazamiento <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1.3.1 Interior 1.2.1.3.2 Exterior 1.3 Elementos refrigerantes de los transformadores. 1.4 Autotransformador 1.5 Introducción a las Subestaciones eléctricas <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1 Partes de una subestación <ul style="list-style-type: none"> 1.5.1.1 Transformadores 1.5.1.2 Interruptores 1.5.1.3 Cuchillas y fusibles 1.5.1.4 Apartarrayos 1.5.2 Clasificación de las subestaciones 1.5.3 Equipos secundarios <ul style="list-style-type: none"> 1.5.3.1 Transformadores de Corriente (TC) 1.5.3.2 Transformadores de Potencia (TP) 1.5.3.3 Banco de baterías 1.5.3.4 Banco de Capacitores 1.5.3.5 Tableros de transferencia 1.6 Mantenimiento en general a subestación y equipo secundario
II	Sistemas de conversión de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Introducción a los sistemas electrónicos de potencia. 2.2 Componentes electrónicos para la conversión de energía <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1 Diodos Rectificadores 2.2.2 Diodo Zener 2.2.3 Transistores NPN y PNP 2.2.4 SCR 2.2.5 TRIAC 2.3 Clasificación de Conversión de Energía Eléctrica en sistemas electrónicos de potencia. <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1 Convertidor CA/CA <ul style="list-style-type: none"> 2.3.1.1 Reguladores y Cicloconvertidores 2.3.2 Convertidor CA/CD <ul style="list-style-type: none"> 2.3.2.1 Circuitos Rectificadores media onda y onda completa 2.3.3 Convertidor CD/CD <ul style="list-style-type: none"> 2.3.3.1 Reductor y Elevador 2.3.4 Convertidor CD/CA <ul style="list-style-type: none"> 2.3.4.1 Inversores 2.4 Rectificadores de potencia CA/CD

		2.4.1 Monofásico/bifásico 2.4.2 Trifásico 2.5 Inversor 2.5.1 Aplicación en Alta y Baja tensión 2.5.2 Aplicación en Panel fotovoltaico. 2.5.3 Interconexión a redes eléctricas
III	Controladores de carga en sistemas de energía renovable	3. 1 Generalidades de los controladores de carga 3.1.1 Conceptos 3.1.2 Componentes de instalación 3.1.3 Sistemas de regulación 3.1.3.1 Igualación de la carga. 3.1.3.2 Carga Profunda. 3. 2 Funcionamiento interno del Controlador de carga de baterías. 3.2.1 Lineal 3.2.2 Conmutado 3.3 Instalación aislada 3.4 Instalación conectada a la red
IV	Generadores Síncronos y Asíncronos	4.1 Fundamentos de las máquinas síncronas y asíncronas 4.2. Generalidades de la máquina síncrona 4.2.1 Principios de operación 4.2.2 Clasificación del sistema de alimentación en continua 4.2.2.1 Excitación independiente 4.2.2.2 Excitación principal y excitatriz piloto 4.2.2.3 Electrónica de potencia 4.2.2.4 Sin escobillas 4.2.3 Aplicaciones 4.2.4 Conexión en paralelo de generadores síncronos 4.2.5 Características en condiciones de carga 4.3 Generalidades de la máquina asíncrona 4.3.1 Principios de operación 4.3.2 Generador de Jaula bobinada 4.3.2.1 Funcionamiento 4.3.2.1 Deslizamiento del generador. 4.3.3 Aplicaciones en sistemas eólicos
V	Tópicos de gestión de energía eléctrica y Sistemas híbridos de Energías renovables.	5.1 Tópicos de gestión de energía eléctrica 5.1.1 Corrección del factor de potencia con banco de capacitores.

		<p>5.1.2 Interconexiones a la red de sistemas de energías renovables.</p> <p>5.1.3 Normas Mexicanas para instalaciones eléctricas</p> <p>5.1.3.1 NOM-001 Sede 2012 Artículo 690 y 692</p> <p>5.2 Implementación de sistemas híbridos de energías renovables</p> <p>5.3 Desarrollo de proyecto integrador.</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad I: Transformadores y subestaciones eléctricas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Interpreta el funcionamiento del transformador e identificar sus partes, así como la clasificación de los diferentes tipos para explicar su comportamiento</p> <p>Conoce y clasifica los componentes principales que forman una subestación eléctrica</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</p>	<p>investigar los diferentes tipos de transformadores y hacer una presentación en Power Point</p> <p>Buscar información acerca de los datos de placa en un transformador para conocer sus parámetros y valores nominales.</p> <p>Investigar los criterios para seleccionar la capacidad de un transformador de acuerdo con las características de la carga por alimentar</p> <p>Visitar una empresa que fabrique transformadores</p> <p>Definir y clasificar los elementos de una subestación por orden de importancia.</p> <p>Investigar y clasificar los transformadores de potencia apoyados en catálogos de fabricantes.</p> <p>Investigar, definir y clasificar los interruptores de potencia, con la ayuda de catalogo</p>
Unidad II: Sistemas de Conversión de energía eléctrica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza las propiedades de los diodos y tiristores para la conversión de señales corriente alterna a corriente directa.</p> <p>Modifica los voltajes de entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna en magnitud y frecuencia deseadas utilizando circuitos electrónicos</p>	<p>Discutir en grupos pequeños el principio de conducción de los semiconductores de potencia.</p> <p>Discutir en grupos pequeños las diferencias entre la rectificación controlada y no controlada y el funcionamiento y características de cada una de ellas.</p> <p>Describir el funcionamiento de los distintos</p>

<p>de potencia</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo</p>	<p>circuitos de regulación de corriente directa.</p> <p>Participar en una lluvia de ideas en la cual se analice el efecto de la distorsión en un sistema eléctrico.</p> <p>Comprobar el funcionamiento de los filtros por medio de prácticas de laboratorio</p> <p>Elaborar una investigación sobre el concepto de inversor y sus aplicaciones.</p> <p>Discutir en grupos pequeños el funcionamiento de los distintos circuitos de conmutación auxiliares.</p> <p>Describir la señal de salida de los circuitos de inversores de conmutación auxiliar.</p> <p>Describir el funcionamiento del circuito inversor de puente monofásico</p> <p>Realizar una comparación de diferencias y similitudes de los distintos tipos de inversores vistos y el inversor de puente monofásico</p> <p>Distinguir en un catálogo de inversores el utilizado propio para la aplicación en sistemas de energías renovables.</p>
Unidad III: Controladores de Carga	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conocimientos de identificación y análisis de los sistemas de control de distribución de la energía eléctrica para gestionar correctamente el suministro de energía a través de fuentes de energías renovables</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en</p>	<p>Investigar los diferentes tipos de controladores de carga y hacer una presentación en Power Point</p> <p>Realizar un levantamiento eléctrico de un sistema eólico o fotovoltaico con controlador de carga</p> <p>Identificar las partes y etapas de un controlador de carga autónomo e interconectado a la red</p>

<p>la práctica</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</p>	<p>Mapa mental de las aplicaciones de un controlador de carga autónomo.</p> <p>Realizar una práctica de laboratorio de un diseño de controladores de carga tanto autónomo como conectado a la red.</p>
Unidad IV: Generadores síncrono y Asíncronos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los fundamentos de las máquinas síncronas y asíncronas como generadores para la distribución y tratamiento de la corriente directa o corriente alterna para gestionar correctamente en distribución de sistemas eléctricos residenciales o industriales.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</p>	<p>Identificar las bobinas de un motor asíncrono trifásico</p> <p>Práctica de laboratorio para arrancar un motor trifásico a la línea de alimentación del taller institucional.</p> <p>Práctica de generador síncrono con material reciclado</p> <p>Abrir un motor de inducción y conocer sus partes por separado e identificar cada elemento que lo compone.</p> <p>Realizar interconexión de un generador a un sistema de distribución eléctrica a escala.</p> <p>Realizar investigación de las diferencias entre un generador síncrono y un generador asíncrono</p> <p>Realización de proyecto de un generador a base de jaula de ardilla para un prototipo de generación de energía eólica.</p>
Unidad V: Tópicos de gestión de energía eléctrica y Sistemas híbridos de Energías renovables.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Aplica los conocimientos adquiridos durante el curso para la realización de un</p>	<p>Elaboración de un proyecto integrador para distribución de la energía eléctrica a través de fuentes renovables.</p>

<p>proyecto integrador en función de las NOM-001 SEDE 2012 para un sistema de gestión y distribución eléctrica tanto residencial como industrial.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>Capacidad para tomar decisiones</p>	<p>Realizar un resumen del artículo 690 y 692 de la NOM-001 para instalaciones eléctricas</p> <p>Realizar un mapa mental de las especificaciones normativas para la instalación eléctrica de un sistema de gestión de energía de fuentes de energía renovable</p> <p>Investigación de banco de capacitores para corrección del factor de potencia en motores de inducción</p> <p>Realización de presentaciones de los proyectos a realizar donde justifiquen sus conocimientos.</p> <p>Realizar una visita práctica para verificar la interconexión a la red.</p>
--	---

8. Práctica(s)

- Diseño de un autotransformador con criterios definidos por el profesor-facilitador
- Realización de un TC para convertir un campo magnético en una corriente eléctrica
- Maqueta de una subestación, partes que integra la subestación y distribución del mismo
- Convertidor de CA/CD con rectificadores no controlados
- Convertidor de CD/CA con circuito de disparos y puente de tiristores
- Realización de un controlador de carga a partir de un circuito electrónico propuesto por los estudiantes al profesor
- Diseño de un generador asíncrono con su excitador externo con energía eólica
- Maqueta de un sistema de distribución de energía eléctrica a través de energías alternativas
- Realización de Prototipo de un sistema de gestión de energía eléctrica con fuentes de energías renovables.
- Efectuar visitas a plantas industriales para identificar los equipos de potencia, desde

las subestación hasta el equipo de utilización. Elaborar el reporte correspondiente.

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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

11. Fuentes de información

1. 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. 2006.
2. Chapman, Stephen J. Máquinas eléctricas. Cuarta edición. Mc. Graw Hill. México D.F. 2005
3. Lazar, Irwin, *Diseño de Instalaciones Eléctricas para Plantas Industriales*, Ed. Limusa, 1994.
4. Página cfe.gob.mx de la Comisión Federal de Electricidad
5. ANSI IEEE Std C57 100-1986 Transformadores en aceite
6. Richardson D., Máquinas eléctricas rotativas y transformadores, McGraw Hill, 4ta Ed.
7. Muhammad Rashid Electronica de potencia Editorial: prentice hall
8. Daniel w. Hart Electronica de potencia Editorial: prentice hall
9. Norma oficial mexicana para instalaciones eléctricas nom-001 sede 12