

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Maquinas Eléctricas
Clave de la asignatura:	EMJ-1017
SATCA¹:	4-2-6
Carrera:	Ingeniería Electromecánica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta, al perfil del Ingeniero Electromecánico los conocimientos necesarios, para seleccionar, instalar y mantener las diferentes maquinas eléctricas dentro de los diferentes procesos productivos y de la generación y distribución de la energía eléctrica.</p> <p>En esta asignatura se estudiarán todas las maquinas eléctricas, lo cual es importante, ya que no existe una sola industria que pueda prescindir de este tipo de maquinas. También se relaciona con otras asignaturas como son Controles Eléctricos y Subestaciones Eléctricas principalmente.</p> <p>Por estos motivos las competencias específicas a desarrollar en el estudio de esta asignatura se enfocan a conocer y analizar las diferentes maquinas eléctricas y una vez logradas estas competencias servirán de competencias previas para otras asignaturas.</p>
Intención didáctica
<p>En esta asignatura después de desarrollar los temas, es necesario que los estudiantes realicen las practicas correspondientes para reafirmar los conocimientos, además de realizar un reporte de cada practica y de las investigaciones que el maestro crea pertinente.</p> <p>Se deberán de realizar varias visitas a diferentes tipos de empresas o industrias para que se observen las diferentes aplicaciones reales de las maquinas eléctricas, debiendo entregar un reporte de cada visita por parte del estudiante.</p>

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Delicias, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Linares, Los Mochis, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral,	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

	Puerto Vallarta, Tamazula De Gordiano, Tijuana, Tlalnepantla, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.	
Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula de Gordiano, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Oriente del Estado de Hidalgo, La Paz, La Región Sierra, Los Cabos, Delicias, Ensenada, Chihuahua, Iguala, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Los Ríos, Matamoros, Minatitlán, Mulegé, Nuevo Casas Grandes, Puerto Progreso, Puerto Vallarta, Tapachula y Zacatepec.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica,	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

	Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec. Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).	
--	--	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Analiza los diferentes tipos de configuraciones de las maquinas de corriente directa y en base a esto definir su aplicación en la industria. Utiliza las ecuaciones generadas a partir de circuitos equivalentes para solucionar problemas típicos de máquinas de C.A. Mantiene en funcionamiento los diferentes tipos de maquinas eléctricas para la operación en condiciones optimas de un sistema electromecánico.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Interpreta y aplica leyes básicas de electromagnetismo. Soluciona problemas de circuitos en corriente directa. Analiza circuitos de redes en corriente alterna. Lee e interpreta la simbología eléctrica básica. Aplica los diferentes instrumentos de medición en circuitos de corriente alterna. Analiza e interpreta circuitos acoplados magnéticamente.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Motores y Generadores de corriente directa.	1.1. Generalidades en motores de corriente directa. 1.2. Descripción de la relación entre par y fuerza. 1.3. Análisis de la fuerza contraelectromotriz en el motor. 1.4. Estudio de la relación entre par y velocidad. 1.5. Análisis de las características operativas del motor. 1.6. Regulación de la velocidad del motor. 1.7. Efecto de la reacción de armadura sobre el flujo del campo. 1.8. Análisis para la compensación de la reacción de armadura. 1.9. Estudio del efecto de la reacción de inducido sobre la regulación de velocidad. 1.10. Fundamentos de generadores eléctricos de CD. 1.11. Acción generador.

2	Motores Síncronos.	2.1. Generalidades y construcción del motor síncrono. 2.2. Análisis de las formas de arranque del motor trifásico. 2.3. Estudio del efecto de carga en condiciones de: Excitación normal, subexcitación y sobreexcitación. 2.4. Operación de las curvas V en el motor síncrono. 2.5. Corrección y ajuste del factor de potencia con carga constante mediante un motor síncrono.
3	Generadores Síncronos.	3.1. Principio de funcionamiento y construcción del generador sincrónico. 3.2. Obtención del circuito equivalente del generador síncrono monofásico y trifásico. 3.3. Regulación de voltaje en el generador con factor de potencia. 3.4. Análisis de la relación de potencia y par. 3.5. Paralelaje de alternadores síncronos.
4	Transformadores.	4.1. Definición fundamental de un transformador. 4.2. Análisis de un transformador ideal. 4.3. Estudio de la transferencia máxima de potencia por los dispositivos igualadores de impedancia. 4.4. Estudio para la obtención del circuito equivalente del transformador con núcleo de hierro. 4.5. Análisis para la regulación de voltaje con cargas en factor de potencia. 4.6. Cálculo de la eficiencia del transformador con carga a factor de potencia inductivo. 4.7. Estudio de autotransformadores monofásicos. 4.8. Conexión de transformadores monofásicos en arreglos trifásicos. 4.9. Conexión de transformadores monofásicos en arreglos de autotransformadores trifásicos. 4.10. Relaciones de transformaciones.
5	Motores de corriente Alterna.	5.1. Estudio de las partes constitutivas de los motores de corriente alterna asíncronos. 5.2. Generación del campo magnético giratorio en un estator trifásico.

		<p>5.3. Análisis de las características de funcionamiento del motor de inducción.</p> <p>5.4. Estudio de la corriente del rotor para la obtención de la reactancia de magnetización y de dispersión.</p> <p>5.5. Obtención de las Pérdidas en el cobre y deslizamiento del rotor.</p> <p>5.6. Obtención del circuito equivalente del motor de inducción.</p> <p>5.7. Conexiones normalizadas en los motores de inducción.</p> <p>5.8. Características de arranque del motor de inducción de rotor devanado al modificarle la resistencia óhmica en el circuito del rotor.</p> <p>5.9. Aplicaciones de los motores de inducción polifásicos.</p> <p>5.10. Principios de los motores monofásicos.</p> <p>5.11. Tipos de motores monofásicos.</p>
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Motores y Generadores de corriente directa.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica las partes de una maquina de Corriente directa en su modalidad de motor. • Deduce las ecuaciones de las diferentes configuraciones de motores de C. D. a partir de sus circuitos equivalentes. • Relaciona los circuitos equivalentes de los diferentes tipos de motores y generadores de C.D. a partir de sus curvas de magnetización. • Resuelve problemas típicos de motores y generadores de C.D. utilizando las ecuaciones generadas a partir de circuitos equivalentes y definir su aplicación en la industria. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Conocimientos generales básicos. • Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar físicamente las partes constitutivas del motor tales como tipos de campos, arreglos de escobillas, colector, etc. • Aplicar la ley de Lenz en los devanados del inductor e inducido para demostrar la aparición de la fuerza contraelectromotriz. • Describir y demostrar los efectos de la reacción de armadura en los motores de C.D. ante el aumento da carga. • Analizar y discutir el comportamiento de la velocidad que experimenta el motor bajo condiciones de incremento de carga, excitado bajo sus tres formas. • Observar y analizar el efecto de reacción de inducido y sus posibles formas de corrección cuando el motor se encuentra en condiciones de carga y velocidad variable. • Resolución de problemas relacionados con regulación de velocidad de los motores y generadores de corriente directa ante el aumento o disminución de carga.
2. Motores Síncronos	
Competencias	Actividades de aprendizaje



<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica las partes de una maquina síncrona en sus modalidades de motor y generador. • Conoce e interpreta el concepto de campo magnético giratorio para su aplicación en la maquina síncrona. • Analiza el circuito equivalente de la maquina síncrona (motor y generador). • Conoce los diferentes métodos de arranque para los motores síncronos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidades de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en la bibliografía recomendada las partes constitutivas de la maquina síncrona. • Conocer el funcionamiento de cada una de las partes que constituyen la maquina síncronas. • Observar y analizar físicamente las partes que constituyen al motor síncrono. • Determinar y comparar gráficamente los diagramas vectoriales que se producen cuando el motor síncrono es excitado de forma normal, subexcitado y sobreexcitado. • Realizar las practicas donde se observe como el motor síncrono no arranca por si solo y la aplicación de los métodos de arranque.
<p>3. Generador Síncrono</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpreta el funcionamiento del generador síncrono mediante diagramas fasoriales. • Conoce y comprende el comportamiento del generador síncrono en funcionamiento aislado, en paralelo con otros y conectado a una barra infinita. • Analiza el comportamiento del generador con variaciones de carga y de corriente de excitación. • Conoce todo el procedimiento para llevar a cabo una sincronización o conexión en paralelo de un generador síncrono. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir la nomenclatura para la elaboración de diagramas fasoriales y su aplicación en el análisis de comportamiento de la maquina síncrona. • Verificar en el laboratorio el comportamiento de la las curvas características en (V) a medida que se incrementa la carga. • Resolución de problemas relacionados con regulación de voltaje ante diferentes tipos de carga (F.P. en atraso, en adelante y unitario) • Obtener la regulación de voltaje a diversos factores de potencia, ajustando la corriente de campo. • Determinar de manera analítica y práctica la impedancia sincrónica para la regulación de voltaje. • Elaborar el diagrama vectorial de voltajes, flujos y ángulos de par de un alternador. • Aplicar los diferentes procedimientos de sincronización en alternadores polifásicos
<p>4. Transformadores</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasifica los diferentes tipos de transformadores monofásicos y trifásicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar y analizar la definición de un transformador ideal, la utilización de símbolos aplicables normalizados, diagrama fasorial para el transformador ideal sin carga.

<ul style="list-style-type: none"> • Calcula la capacidad y tipo de transformadores con base en el tipo de carga a alimentar. • Analizar los diferentes tipos de configuración de transformadores y definir su aplicación en la industria. • Calcular la eficiencia y la regulación de un transformador. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo interdisciplinario. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Capacidad de análisis y síntesis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar los diagramas vectoriales, partiendo del circuito equivalente simplificado, que representa las características de la carga con distintos factores de potencia y visualizar el comportamiento de la regulación de voltaje al que se somete el transformador. • Analizar el autotransformador monofásico en los modos de polaridad aditiva y sustractiva para solución de problemas. • Establecer el criterio de conexiones en transformadores y autotransformadores trifásicos con polaridad aditiva y sustractiva, en base a las marcas de polaridad. • Conocer las condiciones necesarias para conectar en paralelo los transformadores trifásicos y en arreglos trifásicos en delta abierta. • Analizar las principales aplicaciones de los arreglos de transformación T-T y Scott.
---	--

5. Motores de Corriente Alterna

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica las partes de un motor de inducción trifásico y monofásico. • Aplica el concepto de campo magnético giratorio para el arranque del motor trifásico de inducción. • Fundamenta la clasificación de motores de C.A. de acuerdo a su característica terminal (Par vs Velocidad) • Analiza los diferentes tipos de configuración de Maquinas de Corriente Alterna y definir su aplicación en la industria. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos generales básicos. • Habilidades de investigación. • Capacidad de aprender. • Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y analizar en clases las principales partes constitutivas del motor de inducción asíncrono, jaula de ardilla y rotor devanado, además de su principio de funcionamiento. • Discutir por equipos el efecto del deslizamiento para la producción del par. • Analizar el efecto de la carga sobre la velocidad, el par desarrollado y la corriente del rotor de un motor de inducción. • Realizar un mapa mental del proceso para obtener los parámetros del circuito equivalente. • Analizar y verificar físicamente el procedimiento de identificación de terminales para los motores de inducción, para conexión. • Investigar y analizar las ventajas y desventajas del motor de inducción de rotor devanado con respecto al motor de rotor de jaula de ardilla.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las partes constitutivas de la máquina de C.D. • Determinación de la curva de saturación magnética de una máquina de C.D. • Construir la característica terminal de una maquina de C.D. • Simulación de operación de máquina de C.D. en condiciones bajo carga. • Puesta en marcha y operación de un generador síncrono.
--

- Corrección del factor de potencia mediante el motor síncrono.
- Identificación de las partes constitutivas del transformador monofásico y trifásico.
- Realizar las pruebas de cortocircuito y circuito abierto, con la finalidad de obtener los parámetros para calcular la eficiencia del transformador.
- Medir y calcular las curvas de la eficiencia para un transformador.
- Interpretación y conexión de las diferentes configuraciones un transformador trifásico. (estrella y delta)
- Realizar las diferentes pruebas a transformadores (relación de transformación, resistencia de aislamiento, Rigidez dieléctrica, etc.)

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 de la asignatura debe ser formativa y sumativa, por lo que debe considerarse los siguientes criterios de desempeño, en lo que se deberá elaborar una rúbrica poniendo particular énfasis en:

- La resolución de problemas típicos de motores y generadores de CD y CA
- Ensayos sobre la evolución de los diferentes tipos de máquinas y su aplicación en la industria.
- Cuestionarios resueltos para identificar el dominio del conocimiento sobre los temas
- Manejo u uso de lenguaje técnico sobre las maquinas eléctricas.
- Diseño y construcción de un prototipo de maquina eléctrica.
- Entrega en tiempo y forma los reportes de prácticas realizadas.
- Participación del alumno en clase.
- Revisión y exposición de ejercicios extra clase.
- Análisis y revisión de las actividades de investigación.
- Exposición de temas relacionados con la materia.
- Participación en talleres de resolución de problemas.

- Entrega de trabajos de investigación en equipo.
- Cumplimiento en tiempo y forma con las actividades encomendadas.
- Entrega de portafolio de evidencias.
 - Aplicación de un examen escrito por cada unidad.
 - Control de asistencia a clases, practicas y visitas.

Es importante tomar en cuenta que la calificación final de cada unidad se formara por el resultado del examen, los reportes, la asistencia y la disciplina o comportamiento del estudiante.

11. Fuentes de información

1. Chapman, S. (2012). Máquinas Eléctricas (5ª Ed). Mexico: Mc Graw Hill.
2. Kosow, I. (2001). Máquinas Eléctricas y Transformadores (2ª Ed.). Mexico: Pearson
3. Wildi, T. (2009). Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia (6ª Ed). Mexico: Pearson
4. Leander, W. (2003). Máquinas electromagnéticas y electromecánicas. (4ª Ed.) Mexico: Alfaomega.
5. Fitzgerald, A. & Kingsley, C. (1983). Electric Machinery (2a Ed). New York: Mc Graw Hill.