

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Máquinas Eléctricas
Carrera :	Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica
Clave de la asignatura :	AEF-1040
SATCA ¹	3-2-5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

El objetivo general es que el alumno conozca, identifique y conozca los principios generales de los diferentes tipos de máquinas eléctricas, enfatizando sobre las que tendrá mayor contacto.

Intención didáctica.

El contenido está dividido en 6 unidades:

La unidad 1, va directamente a los temas de principios y fundamentos de maquinas eléctricas. Donde el estudiante analiza como son los principios fundamentales que mueven una maquina eléctrica.

La unidad 2, está enfocada a como el alumno tenga un análisis de los transformadores monofásicos y trifásicos así como saber sus conexiones para el suministro de energía.

La unidad 3, su enfoque es a todas las maquinas de corriente directa su análisis y como es su funcionamiento.

El enfoque de la unidad 4, es que el alumno comprenda y analice las maquinas síncronas como motores y como generadores.

La unidad 5 se enfoca a que el alumno comprenda y analicé los principios y los funcionamientos de los motores de inducción y su aplicación en la industria.

En la sexta unidad se investigan los componentes y la función de los mismos en la operación de los motores de inducción monofásicos. Se analizan los métodos de arranque, así como el control de su velocidad. De la misma forma, se tratan el motor universal, el motor de pasos, el motor de polos sombreados, los servomotores y las máquinas lineales. Se ven sus partes, su función y el comportamiento de cada uno de ellos.

Se deben realizar las actividades prácticas en forma secuencial, de acuerdo al avance teórico del curso, para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje.

La estrategia de enseñanza aprendizaje se planteará en base a los objetivos de cada unidad de aprendizaje y a los resultados obtenidos en el cuestionario de canales de acceso para identificar los estilos de aprendizaje.

En la evaluación se consideran aspectos de conocimiento teóricos sobre las dos máquinas

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

rotatorias y habilidades para conocer, identificar, comparar y diferenciar los diferentes tipos de fallas de estos elementos, a partir de mediciones hechas en laboratorio o en campo.

La evaluación final se realizará de los conocimientos teóricos en forma escrita y con la evaluación práctica, verificando la integración de la teoría a ésta.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Explicar el funcionamiento de los transformadores, máquinas de corriente directa, máquina síncrona, máquinas de inducción y máquinas especiales para analizar, diagnosticar y presentar soluciones a problemas relacionados con ellas. Utilizar los modelos de éstas máquinas eléctricas para simular su operación con elementos computacionales.	<p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita en su propia lengua• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)• Solución de problemas• Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Trabajo en equipo• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario• Compromiso ético. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos• Preocupación por la calidad.	
---	--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Superior de Cajeme, Celaya, Superior de Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Cosamaloapan, Cautla, Culiacán, Durango, Superior de Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Superior de Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Superior de Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Superior del Sur de Guanajuato, Superior de Tantoyuca, Tijuana, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Superior de Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electrónica de los Institutos Tecnológicos: Superior de Tantoyuca, Chihuahua, Piedras Negras, Los Mochis, Superior de Ecatepec, Culiacán, Superior de Lerdo y Toluca.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Superior de Cajeme, Celaya, Superior de Chapala, Chihuahua, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Cosamaloapan, Cautla, Durango, Superior de Ecatepec, Ensenada, Hermosillo, Superior de Irapuato, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Superior de Lerdo, Lerma, Los Mochis, Matamoros, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Piedras Negras, Reynosa, Salina Cruz, Saltillo, Superior del Sur de Guanajuato, Superior de Tantoyuca, Toluca, Tuxtepec, Veracruz y Superior de Xalapa.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electrónica.</p>

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecatrónica de los Institutos Tecnológicos: Saltillo y Pabellón de Arteaga.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Superior de Guanajuato, Hermosillo, Superior de Huichapan, Superior de Irapuato, Superior de Jilotepec, Superior de Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Superior de Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Superior de Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Apizaco, Boca del Río, Ciudad Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Ciudad Madero, Ciudad Victoria, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Superior de Coatzacoalcos, Colima, Cuautla, Durango, Superior de El Dorado, El Llano de Aguascalientes, Huejutla, Huatabampo, Superior de Huixquilucan, Iguala, Superior de Irapuato, La Laguna, La Paz,</p>	<p>Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	León, Linares, Superior de Macuspana, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Nuevo Laredo, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Orizaba, Pachuca, Superior de Pátzcuaro, Superior de Poza Rica, Superior de Progreso, Puebla, Superior de Puerto Vallarta, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tacámbaro, Superior de Tamazula de Gordiano, Tehuacán, Tijuana Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Superior de Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Superior de Zongólica.	
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Veracruz, La Laguna, Durango, Aguascalientes, Mexicali, Mérida y Apizaco.	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Conocer y Aplicar los principios de funcionamiento de las máquinas eléctricas estáticas y dinámicas.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conceptos de voltaje corriente y potencia eléctrica, reactancia inductiva y capacitiva en sistemas de alterna y directa.
- Mediciones eléctricas.
- Leyes de: Ohm, Kirchhoff, Lenz, Faraday.
- Circuitos Polifásicos.
- Circuitos magnéticos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Principios y fundamentos de máquinas eléctricas	1.1. Estudio del Campo magnético 1.2. Análisis de circuitos magnéticos 1.3. Análisis de excitación en CA y CD Conexiones 1.4. Principio motor- generador
2.	Transformadores	2.1. Función, elementos físicos y su clasificación 2.2. Inductancias propia y mutua. 2.3. Análisis de la impedancia reflejada 2.4. Análisis del circuito equivalente del transformador. 2.5. Transformador real. 2.6. Regulación de tensión y eficiencia 2.7. Conexiones trifásicas del transformador.
3.	Motores y Generadores de Corriente directa	3.1. Fuerza electromotriz inducida 3.2. Análisis del circuito equivalente 3.3. Tipos de generadores (excitación separada, derivación, serie y compuesto) 3.4. Motores de corriente directa. Fuerza contraelectromotriz. 3.5. Tipos de motores (derivación, excitación separada, serie y compuesto) 3.6. Características de los motores de corriente directa. 3.7. Puesta en marcha de motores de corriente directa.

		3.8. Frenado dinámico. Par y eficiencia.
4.	Máquinas síncronas	4.1. Principio y Análisis del generador síncrono. 4.2. Principio y Análisis del motor síncrono. 4.3. Regulación y puesta en marcha de la máquina síncrona.
5.	Motores de corriente alterna	5.1. 5.1 Principio y Análisis de 5.1.1. Motor Jaula de ardilla. 5.1.2. Motor con rotor bobinado 5.2. Arranque y control de velocidad de los motores de inducción
6.	Motores especiales	6.1. El motor monofásico de inducción 6.2. Elementos básicos de los motores monofásicos 6.3. Teoría del doble campo giratorio 6.4. Teoría de los campos cruzados 6.5. Arranque de los motores monofásicos de inducción 6.6. Devanados de fase partida 6.7. Arranque por capacitor 6.8. Operación continua por capacitor 6.9. Motor universal 6.10. Motor de polos sombreados 6.11. Motor de pasos 6.12. Servomotores 6.13. Motores lineales 6.14. Aplicación de los motores especiales

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar el uso adecuado de conceptos y terminologías científico tecnológicos
- Propiciar en el estudiante el desarrollo de actividades en equipo para la consolidación de los conceptos al aplicarlos en las prácticas.
- Relacionar los contenidos con los incluidos en el plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante
- Relacionar los contenidos de la asignatura para la preservación del medio ambiente; así como, el ejercicio de una ingeniería con enfoque sustentable.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Evaluación teórica.
- Diseño de circuitos eléctricos de transformadores, generadores y motores.
- Conexión de circuitos eléctricos de transformadores, generadores y motores.
- Responsabilidad.
- Puntualidad.
- Trabajo en equipo.
- Limpieza.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Principios y fundamentos de máquinas eléctricas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer y comprender los principios y fundamentos de las máquinas eléctricas.	<ul style="list-style-type: none">• Estudiar y diferenciar las definiciones de campo magnético, flujo magnético, etc.• Comprender el ciclo de histéresis en los materiales magnéticos.• Investigar el efecto hall, así como el funcionamiento del Ciclotrón.• Calcular la fuerza en una carga dentro de un campo eléctrico.• Realizar el cálculo de momento sobre una espira• Calcular el campo magnético aplicando la ley Ampere o la de ley de Biot-Savart.

Unidad 2: Transformadores

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Comprender, analizar y aplicar los transformadores monofásicos y trifásicos; sus conexiones para esquemas de distribución y suministro de la energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar los principios de operación de los transformadores monofásicos,• Identificar las polaridades y sus efectos en las conexiones de los transformadores, sus formas equivalentes de conexión y marcas de polaridad.• Analizar el funcionamiento de los transformadores trifásicos, sus ángulos de desfase y diagramas vectoriales.• Determinar los parámetros del circuito equivalente mediante :• Prueba a circuito abierto.• Prueba a corto circuito.• Analizar la operación de los transformadores con cargas inductivas, capacitivas y resistivas y sus efectos sobre el transformador.• Analizar la operación de los autotransformadores.

Unidad 3: Máquinas de corriente directa

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Identificar los diferentes tipos de generadores y motores de corriente directa y sus características.	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los principios de la generación de una FEM inducida.• Identificar la construcción del generador de CD y su funcionamiento.• Analizar los diversos esquemas de generadores autoexcitados.• Analizar el efecto motriz y su relación para la producción del par en los motores de CD.• Analizar y evaluar las características en vacío y con carga de la velocidad y el par.• Analizar el par de arranque de los diferentes tipos de motores de CD para la aplicación de las cargas adecuadas.

Unidad 4: Máquinas síncronas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Comprender y analizar el principio de funcionamiento de una máquina síncrona como motor y como generador.	<ul style="list-style-type: none">• Explicar el principio de funcionamiento y describir la construcción de una máquina síncrona como motor.• Explicar el principio de funcionamiento y describir la construcción de una máquina síncrona como generador.• Conocer sus aplicaciones principales.

Unidad 5: Motores de corriente alterna

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Comprender y analizar los principios de funcionamiento de los motores de inducción.	<ul style="list-style-type: none">• Explicar el principio de operación, construcción y funcionamiento de los motores de inducción, monofásicos y trifásicos.• Comprender el funcionamiento y conocer la construcción del motor de rotor bobinado.• Realizar pruebas para la obtención de parámetros de los motores de inducción.• Identificar ventajas y desventajas del motor de inducción jaula de ardilla.

Unidad 6: Motores Especiales

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocer el funcionamiento y	<ul style="list-style-type: none">• Buscar una representación gráfica en

<p>características de los motores monofásicos de inducción y los diferentes tipos de maquinas especiales para determinar sus aplicaciones.</p>	<p>donde aparezca un corte transversal de un motor monofásico, e investigar las partes que lo componen y las funciones que cada componente tiene en su operación</p> <ul style="list-style-type: none">• Elaborar un trabajo en donde se expliquen los diferentes tipos de motores monofásicos de acuerdo con el método de arranque• Investigar acerca de los métodos de control de velocidad de los motores monofásicos de inducción• Elaborar un cuadro sinóptico donde aparezcan todos los tipos de motores monofásicos, sus características y aplicaciones• Elaborar un cuadro sinóptico donde aparezcan todas las máquinas especiales, su funcionamiento, características y aplicaciones de cada una de ellas.
--	--

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Irving L. Kosow, *Máquinas Eléctricas y Transformadores*, Ed. Prentice-Hall
2. Charles Kingsley, A. Ernest Fitzgerald, Stephen Umans, *Máquinas Eléctricas*, Ed. Mc. Graw Hill
3. Gordon L. Slemon, *Electric Machines And Drives*, Ed. Addison Wesley Longman
4. P.C.Sen, *Principles of Electric Machines and Power Electronics*, Ed. John Wiley & Sons
5. Syed Nasar, *Schaum's Outline Of Electric Machines & Electromechanics*, Ed. Mc. Graw Hill
6. Donald V. Richardson, Arthur J. Caisse Jr., *Máquinas Eléctricas Rotativas y Transformadores*, Ed. Prentice Hall
7. Jimmie J. Cathey, *Máquinas Eléctricas*, Ed. Mc. Graw-Hill
8. Software De Programación Matlab
9. PSPICE
10. Manuales de Fabricantes: General Electric, Emerson, Dayton, Siemens
11. Máquinas eléctricas, 3er Edición. Stephen J. Chapman, Ed. McGraw-Hill
12. http://www.4shared.com/file/45291471/40a309ba/Instructor_s_Manual_Electric_Machinery_Fundamentals_4th_Edition_Stephen_J_Chapman.html?s=1
13. http://rapidshare.com/files/230044698/Maquinas_Electricas_Chapman_3-espa.rar.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Realizar prácticas donde se analice y se compruebe
- Identificación de polaridad de transformadores.
- Conexión de los transformadores como elevadores.
- Conexión de los transformadores como reductores.
- Conexiones especiales de los transformadores.
- Identificación física de los componentes del generador y motor de corriente directa.
- Conexión de generadores en corriente directa.
- Regulación del voltaje producido por el generador
- Conexión de motores en corriente directa (derivación, excitación separada, serie y compuesto).
- Regulación de velocidad de motores de corriente directa.
- Conexión de generadores en corriente alterna.
- Conexión de motores en corriente alterna (síncrona, asíncrona)
- Regulación de velocidad de motores de corriente alterna.
- Conexión de servomotores en CD y CA.
- Regulación de velocidad de servomotores en CD y CA.
- Conexión de motores unipolares y Bipolares.
- Regulación de velocidad de motores unipolares y bipolares.