

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Conversión de la Energía II
Carrera: Ingeniería Eléctrica
Clave de la asignatura: ELC-0511
Horas teoría-horas práctica-créditos: 4-2-10

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Morelia, del 31 de mayo al 4 de junio del 2004.	Representante de las academias de ingeniería eléctrica de los Institutos Tecnológicos.	Reunión nacional de evaluación curricular de la carrera de Ingeniería Eléctrica
Institutos Tecnológicos de Chihuahua, La Laguna, Morelia, Oaxaca, Tlalnepantla y Veracruz, de junio a octubre del 2004.	Academias de Ingeniería Eléctrica	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la reunión nacional de evaluación
Instituto Tecnológico de Mérida, del 18 al 22 de octubre del 2004	Comité de consolidación de la carrera de Ingeniería Eléctrica	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Eléctrica

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a).- Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores		Posteriores	
Asignaturas	Temas	Asignaturas	Temas
Física II	- Leyes del electromagnetismo	Control de máquinas	- Arrancadores estáticos
Circuitos Eléctricos II	- Potencia eléctrica - Circuitos trifásicos - Circuitos con acoplamientos magnéticos.		

b) Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Operar, controlar, mantener y analizar máquinas de Corriente Directa y sincrónicas.
- Coordinar y participar en equipos de trabajo donde analicen e instalen sistemas con máquinas eléctricas
- Utilizar herramientas computacionales para realizar simulaciones de máquinas sincrónicas y de Corriente Directa

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

- Aplicará los fundamentos de las máquinas sincrónicas y las de CD para analizar su operación en estado estacionario.
- Operará, controlará y seleccionará máquinas sincrónicas y de CD
- Utilizará los modelos matemáticos de estas máquinas para simular diferentes condiciones de operación.
- Resolverá los problemas más comunes que se presenten en la operación de estos tipos de máquinas.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de las máquinas sincrónicas	1.1 Aspectos constructivos de las máquinas Sincrónicas 1.2 Fuerzas magnetomotrices giratorias en máquinas trifásicas. 1.3 Fuerza electromotriz inducida en una máquina elemental de corriente alterna. 1.4 Factores que afectan la fuerza electromotriz en la máquina sincrónica
2	Máquina Sincrónica	2.1 Circuito equivalente 2.2 Determinación de parámetros de la máquina sincrónica. 2.3 Característica del ángulo de potencia en operación en estado estacionario. 2.4 Operación en estado estacionario en condiciones aisladas 2.5 Teoría de las componentes en cuadratura aplicada a las máquinas sincrónicas de polos salientes. 2.6 La máquina sincrónica como fuente de reactivos

5.- TEMARIO (Continuación)

Unidad	Temas	Subtemas
3	Sincronización	3.1 Conexión de máquinas sincrónicas en paralelo 3.2 Sincronización de una máquina sincrónica a un gran sistema eléctrico. 3.3 Problemas de estabilidad en generadores sincrónicos
4	Motor sincrónico	4.1 Operación en estado estacionario de los motores sincrónicos. 4.2 Arranque del motor sincrónico 4.3 Valores nominales
5	Máquinas de corriente directa	5.1 Aspectos constructivos de las máquinas de Corriente Directa 5.2 Principio de funcionamiento 5.3 Acción generadora 5.4 Acción motora 5.5 Devanados de armadura 5.6 Reacción de armadura 5.7 Flujo de potencia en máquinas de Corriente Directa 5.8 Generadores de Corriente Directa 5.9 Característica con carga de los generadores de Corriente Directa
6	Análisis y control de los motores de Corriente directa	6.1 Característica velocidad contra par de los diferentes motores de corriente directa 6.2 Aplicaciones de los motores de CD 6.3 Arranque de los motores de CD 6.4 Control de velocidad
7	Máquinas especiales	7.1 Motor sincrónico de imanes permanentes 7.2 El motor de CA sin escobillas 7.3 El motor de CD sin escobillas 7.4 El motor sincrónico de reluctancia

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Ley de Ampere y ley de Faraday
- Técnicas de análisis de circuitos eléctricos
- Medición de variables y parámetros eléctricos.
- Técnicas de solución de ecuaciones diferenciales.

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS.

- Crear un ambiente propicio para fomentar la investigación, así como la clasificación y uso de la información.
- Realizar prácticas de laboratorio donde se validen los aspectos teóricos.
- Realizar simulaciones donde se usen los parámetros reales de las máquinas empleadas en las prácticas de laboratorio.
- Propiciar la comparación y discusión de resultados prácticos y teóricos obtenidos
- Realizar investigaciones bibliográficas y presentarlas en clase para su discusión..
- Visitar empresas donde se utilicen máquinas de Corriente Directa y maquinas sincrónicas

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Reportes de las prácticas realizadas en el laboratorio.
- Considerar los reportes de investigaciones documentales y experimentales como parte de su evaluación.
- Elaboración de informes y mesas de discusión de las visitas realizadas a entidades industriales y de servicios
- Participación del alumno durante el análisis de casos que se efectúe en el aula.
- Reportes de la simulación e interpretación de resultados de ésta
- Exámenes orales y escritos

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Generalidades de las máquinas sincrónicas

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
El estudiante comprenderá los fundamentos teóricos de las máquinas sincrónicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un gráfico donde se muestren las partes que componen la máquina sincrónica y expresar la función de cada una de esas partes para su correcta operación. • Visitar el laboratorio y alguna empresa donde se empleen máquinas sincrónicas y elaborar reportes. • Simular el campo magnético giratorio con un paquete computacional. • Investigar sobre los factores que intervienen en la FEM inducida de la máquina sincrónica. • Realizar una practica de laboratorio para observar el perfil de la forma de onda de la tensión inducida y efectuar un análisis de Fourier. • Investigar y diferenciar las diferentes fuentes de pérdidas que se presentan en las máquinas sincrónicas y los factores que afectan a cada una de estas pérdidas. 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">7</p>

Unidad 2: Máquina sincrónica

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
Analizará el comportamiento del generador sincrónico en condiciones de operación aislada.	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos integrados en equipos deberán discutir y reportar al profesor una interpretación física de los parámetros de la máquina sincrónica y la relación que tienen la magnitud de éstos con aspectos como eficiencia, diseño y tamaño. • Realizar práctica de laboratorio para la obtención de los parámetros eléctricos de la máquina sincrónica. • Utilizar el modelo de la máquina sincrónica para analizar su operación bajo diferentes condiciones de carga. • Investigar acerca del modelado de la máquina sincrónica de polos salientes 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">7</p>

Unidad 3: Sincronización.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
<p>Analizará el comportamiento de generadores sincrónicos en paralelo en estado estable y transitorio. Conocerá y analizará el motor sincrónico en estado estable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar sobre las condiciones que se deben cumplir para conectar adecuadamente generadores en paralelo 	1
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para sincronizar un generador a un nodo infinito. 	2
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para operar en paralelo dos máquinas sincrónicas. 	3
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar herramientas computacionales para simular el comportamiento de un generador sincrónico ante diferentes condiciones de operación estacionarias y dinámicas y elaborar un reporte con resultados y análisis. 	4
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para operar en paralelo dos máquinas sincrónicas. 	5
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar herramientas computacionales para simular el comportamiento de un generador sincrónico ante diferentes condiciones de operación estacionarias y dinámicas y elaborar un reporte con resultados y análisis. 	6
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar herramientas computacionales para simular el comportamiento de un generador sincrónico ante diferentes condiciones de operación estacionarias y dinámicas y elaborar un reporte con resultados y análisis. 	7

Unidad 4: Motor sincrónico

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
<p>Caracterizará la operación del motor sincrónico en estado estacionario</p>	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un reporte por equipos de trabajo para discutir sobre las condiciones bajo las cuales una máquina sincrónica opera en el modo motor con un ejemplo numérico. Discutir sobre condiciones bajo las cuales un generador sincrónico se puede motorizar. 	1
	<ul style="list-style-type: none"> Experimentar en el laboratorio sobre diferentes formas de arrancar un motor sincrónico. 	2
	<ul style="list-style-type: none"> Investigar sobre las aplicaciones de los motores sincrónicos e interpretar datos de placa. 	3
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para determinar la característica de corriente de armadura contra la corriente de excitación. 	4
	<ul style="list-style-type: none"> Investigar sobre las aplicaciones de los motores sincrónicos e interpretar datos de placa. 	5
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para determinar la característica de corriente de armadura contra la corriente de excitación. 	6
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una práctica de laboratorio para determinar la característica de corriente de armadura contra la corriente de excitación. 	7

Unidad 5: Máquinas de Corriente Directa

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
Comprenderá los fundamentos teóricos de las máquinas de Corriente Directa.	<ul style="list-style-type: none">• Investigación bibliográfica acerca de máquinas de corriente directa, conexiones y equipos de arranque y control.• Usar el modelo de la máquina de Corriente Directa para caracterizar su operación mediante gráficas apropiadas• Realizar una práctica de laboratorio para comprobar los efectos de la velocidad y corriente de excitación sobre la tensión inducida• Resolver problemas donde se involucren devanados, modelos matemáticos y tensión inducida.• Realizar prácticas de laboratorio para corroborar las características tensión contra carga para diferentes tipos de generadores.• Elaborar un análisis para selección del generador adecuado según el tipo de aplicación	1 2 3 4 5 6 7

Unidad 6: Análisis y control de los motores de Corriente Directa.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
Pondrá en funcionamiento motores de Corriente Directa, incluidos arrancadores y controladores de velocidad, y derivará modelos convenientes para caracterizar su operación	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de las aplicaciones de los motores de corriente directa y elaborar un reporte haciendo énfasis en las ventajas y desventajas que tienen con respecto a otros tipos de motores. • Caracterizar la operación del motor de Corriente Directa en lo que respecta a su utilización como motor de velocidad ajustable • En grupos de trabajo, analizar los métodos de arranque del motor de Corriente Directa y discutir acerca de las ventajas y desventajas relativas. • Con datos reales obtenidos de experimentación, simular el comportamiento del motor de Corriente Directa y obtener la característica de par contra velocidad. • Obtener la característica par velocidad experimentalmente y compararla con la del anterior apartado. 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">7</p>

Unidad 7: Máquinas especiales.

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de información
Identificará y operará algunas máquinas especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un reporte acerca de los imanes permanentes y sus aplicaciones en máquinas eléctricas • Investigar sobre los principios de operación de los motores sincrónicos de imanes permanentes, sus aplicaciones y rango de potencias en que se fabrican. • Investigar sobre los principios de operación de motores de Corriente Alterna y Corriente Directa sin escobillas, sus aplicaciones (principalmente en robótica) y los rangos de potencia en que fabrican. 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">5</p>

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Chapman, Stephen J., *Maquinas Eléctricas*, Ed. Mc Graw Hill. Cuarta edición 2004.
2. A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley Jr. Y Stephen D. Umans, *Máquinas Eléctricas*, Ed. Mc Graw Hill, sexta edición 2004.
3. Irvin Kosow, *Máquinas Eléctricas y Transformadores*, Ed. Prentice Hall 1993
4. Syed A. Nasar, *Teoría y problemas de máquinas eléctricas y electromecánicas. Serie Schaum*, Ed. McGraw Hill.
5. Jim Cathey, *Máquinas Eléctricas*, Ed. Mc Graw Hill
6. Cathey J., Joseph, *Máquinas Eléctricas. Análisis y diseño aplicando MatLab*, Ed. Mc. Graw-Hill
7. Richardson, Caisse, *Máquinas eléctricas rotativas y transformadores*, Ed. Prentice Hall

11.- PRACTICAS PROPUESTAS

- Identificación de las partes que constituyen la máquina sincrónica
- Parámetros que afectan el voltaje generado y la frecuencia en un generador síncrono.
- Sincronización del generador a un bus infinito.
- Conexión en paralelo de dos generadores sincrónicos
- Métodos de arranque del motor sincrónico
- Curvas “ V “ de los motores sincrónicos
- Identificación de las partes de la máquina de corriente directa
- Medición de resistencia de los devanados y determinación de parámetros que afectan el voltaje generado
- Curva de magnetización para la máquina de corriente directa.
- Característica externa de los generadores de corriente directa
- Arranque de los motores de corriente directa
- Control de velocidad de los motores de corriente directa
- Característica de velocidad contra par para los motores de corriente directa
- Curva par velocidad del motor universal.
- Control de posición de un motor de pasos.