



A) CURSO

Clave	Asignatura
5674	MÁQUINAS ELÉCTRICAS I

Horas de teoría por semana	Horas de práctica por semana	Horas trabajo adicional estudiante	Créditos	Horas Totales
5	2	5	12	80 h de teoría 32 h de práctica

B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO

	IEA	IM	IMA	IME	IMT
Nivel:	VI			VI	
Tipo (Optativa, Obligatoria)	Obligatoria			Obligatoria	
Prerrequisito:	Circuitos Eléctricos II			Circuitos Eléctricos II	
Clasificación CACEI:	IA			IA	

C) OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:
Desarrollar la teoría básica de ambas máquinas eléctricas y sus posibles aplicaciones.

D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS

1.- Clasificación general de las máquinas eléctricas		7 h
Objetivo Específico:	Desarrollar la teoría básica de ambas máquinas eléctricas y sus posibles aplicaciones.	
Lecturas y otros recursos	N A	
Métodos de enseñanza	Presentación.	
Actividades de aprendizaje	N A	

2.- Principios básicos de los transformadores		7 h
Objetivo Específico:	Aplicar los conceptos básicos del electromagnetismo al transformador.	
2.1.- Ley de Faraday.		
2.2.- Ley de Lenz.		
2.3.- Circuito magnético.		
2.4.- Relaciones de transformación.		
2.5.- Transformador ideal.		



Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías e investigación posibles proveedores
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos.
Actividades de aprendizaje	Análisis de requerimientos, investigación, organización de ideas, desarrollo de la creatividad para formular opciones de solución. Análisis de factibilidad, creatividad y lógica para el desarrollo de criterios de selección de soluciones, elaboración preliminar de listas de partes, identificación de componentes críticos, cotización y estimación de costos y tiempos de entrega, organización y elaboración de propuesta.

3.- Construcción de transformadores		7 h
Objetivo Específico:	Identificar materiales y formas constructivas de los transformadores.	
3.1.- Materiales: acero, cobre, aluminio, aislamiento. 3.2.- Transformadores monofásicos: tipo núcleo, acorazado. 3.3.- Marcas de polaridad en transformadores monofásicos. 3.4.- Transformadores trifásicos de distribución y de potencia. 3.5.- Accesorios del transformador. 3.6.- Tipos de enfriamiento en el transformador.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías, investigación posibles proveedores	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Investigación y análisis de información, aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera, aplicación de nuevos conocimientos adquiridos durante la investigación, trato a proveedores, elaboración de pruebas y análisis de resultados. Elaboración de portafolio electrónico individual y reporte de avances semanales (cuidando la ortografía y la redacción).	

4. Transformador real		7 hs
Objetivo Específico:	Desarrollar la teoría básica del transformador real.	
4.1.- Resistencia de devanado y reactancia de dispersión. 4.2.- Corriente de magnetización. 4.3.- Circuito equivalente exacto. 4.4.- Circuito equivalente simplificado. 4.5.- Diagrama fasorial. 4.6.- Regulación de voltaje.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

5. Conexiones de transformadores		4 hs
Objetivo Específico:	Analizar el comportamiento de los transformadores (monofásicos y trifásicos) de acuerdo con las diversas formas de conexiones.	



5.1.- Requerimientos para la conexión de transformadores en paralelo. 5.2.- Conexión Y-Y. 5.3.- Conexión Δ - Δ . 5.4.- Conexión Y- Δ ó Δ -Y. 5.5.- Desplazamiento de fase en Y- Δ ó Δ -Y. 5.6.- Conexión Scott, Zig-Zag, T. 5.7.- Conexiones para convertidores de potencia.	
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.

6. Autotransformador y transformadores especiales		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar las aplicaciones particulares de los transformadores.	
6.1.- Relación de transformación en el autotransformador. 6.2.- Circuito equivalente del autotransformador. 6.3.- Impedancia del autotransformador. 6.4.- Transformadores de tres devanados. 6.5.- Cambiador de derivaciones 6.6.- Transformadores para electrónica de potencia. 6.7.- Transformadores de aislamiento. 6.8.- Transformadores de medición. 6.9.- Transformadores para hornos de arco.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

7. Eficiencia y parametrización del transformador		4 hs
Objetivo Específico:	Desarrollar la teoría de los parámetros básicos del transformador, así como la eficiencia para sus diversas formas de operación.	
7.1.- Pérdidas en el transformador. 7.2.- Eficiencia en el transformador. 7.3.- Prueba de circuito abierto, y corto circuito 7.4.- Sistemas en por unidad. 7.5.- Sobre carga y altitud de operación.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

8. Pruebas en transformadores		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar e interpretar las pruebas a transformadores., principalmente de energía eléctrica.	



8.1.- Clasificación de pruebas a transformadores: campo, fábrica. 8.2.- Prueba de resistencia en devanados y en aislamiento. 8.3.- Prueba polaridad y ángulo de fase. 8.4.- Prueba de relación de transformación. 8.5.- Prueba de elevación de temperatura. 8.6.- Prueba de aceite y cromatografía de gases. 8.7.- Prueba de potencial aplicado y potencial inducido. 8.8.- Prueba de impulso y descargas parciales.	
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.

9. Placa de datos del transformador: potencia y distribución		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar los datos nominales de un transformador de distribución y de uno de potencia.	
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

10. Principios de conversión energía electromecánica		4 hs
Objetivo Específico:	Aplicar y desarrollar los conceptos básicos del electromagnetismo a la máquina síncrona.	
10.1.- Conversión de energía eléctrica a mecánica y viceversa. 10.2.- Tensión inducida en un conductor en movimiento dentro de un campo magnético. 10.3.- Teoría del campo magnético giratorio. 10.4.- Fuerzas magnetomotrices y campo magnético giratorio. 10.5.- Acción generadora.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

11. Construcción y clasificación de máquina síncrona		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar los elementos que constituyen la construcción de la máquina síncrona, así como su clasificación.	
11.1.- Devanados de armadura: estator. 11.2.- Distribución de los devanados. 11.3.- Devanados de campo: rotor. 11.4.- Devanados amortiguadores. 11.5.- Devanados amortiguadores. 11.6.- Sistemas de excitación 11.7.- Sistema de enfriamiento. 11.8.- Clasificación de acuerdo con el motor primario.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	



Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.

12. Generador síncrono de polos lisos		4 hs
Objetivo Específico:	Desarrollar y analizar el circuito equivalente del generador de polos lisos, para interpretar su comportamiento en estado permanente.	
12.1.- Resistencia y reactancia de dispersión. 12.2.- Curva de magnetización. 12.3.- Reacción de armadura. 12.4.- Circuito trifásico del generador. 12.5.- Circuito equivalente del generador. 12.6.- Diagrama fasorial del generador 12.7.- Regulación de tensión. 12.8.- Potencia y par inducido.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

13. Eficiencia y parametrización		4 hs
Objetivo Específico:	Desarrollar las pruebas necesarias que permitan obtener parámetros característicos, así como su eficiencia.	
13.1.- Diagramas de pérdidas en el generador 13.2.- Eficiencia en el generador 13.3.- Prueba de resistencia en devanados. 13.4.- Prueba a circuito abierto. 13.5.- Prueba en corto circuito.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

14. Operación del generador en el sistema eléctrico		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar y analizar las diversas formas de operación del generador.	
14.1.- Operación del generador aislado. 14.2.- Control de voltaje y de frecuencia. 14.3.- Operación en paralelo de dos o más generadores. 14.4.- Control de potencia activa y reactiva. 14.5.- Operación del generador con una red eléctrica.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

15. Generador de polos salientes		4 hs
---	--	-------------



Objetivo Específico:	Analizar el circuito equivalente del generador de polos salientes para interpretar su comportamiento en estado permanente.
15.1.- Teoría de 2 ejes. 15.2.- Circuito equivalente del generador. 15.3.- Diagrama fasorial del generador. 15.4.- Potencia y par inducido.	
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.

16. Análisis transitorio y valores nominales		4 hs
Objetivo Específico:	Identificar el estado transitorio en el generador síncrono, así como sus curvas de capacidad.	
16.1.- Estado transitorio en el generador síncrono. 16.2.- Reactancias transitorias y subtransitorias. 16.3.- Curvas de capacidad del generador.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

17. Motor síncrono		4 hs
Objetivo Específico:	Analizar la operación en estado permanente del motor síncrono.	
17.1.- Fuerza inducida en un conductor que porta corriente. 17.3.- Diagrama vectorial del motor. 17.4.- Potencia y par inducido del motor. 17.5.- Curva en V del motor. 17.6.- Corrección del factor de potencia. 17.7.- Métodos de arranque del motor. 17.8.- Datos de placa.		
Lecturas y otros recursos	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
Métodos de enseñanza	Aprendizaje orientado a proyectos	
Actividades de aprendizaje	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

En este espacio de formación se realizan 16 prácticas con duración de 32 h en total. Los temas de las prácticas son los siguientes:

- Descripción del equipo, instalaciones del laboratorio y medidas de seguridad.
- Análisis de un transformador monofásico en vacío.
- Cálculo de regulación, pérdidas y eficiencia de un transformador monofásico.
- Arranque de transformadores monofásicos serie/paralelo.
- Cálculos de parámetros y eficiencia de un transformador trifásico.
- Conexiones trifásicas con transformadores monofásicos.
- Pruebas de aislamiento y relación de transformación de un transformador de 167 kVA.
- Eficiencia de un generador síncrono.



Regulación de voltaje de un generador trifásico con carga inductiva, capacitiva y resistiva.
 Prueba de vacío y corto circuito en una máquina síncrona.
 Sincronización de un generador trifásico con la línea de alimentación.
 Análisis del circuito de excitación y del primomotor en el generador síncrono.
 Análisis del motor síncrono conectado en delta.
 Curva en V de un motor síncrono.

E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Exposición de temas: análisis de los conceptos expuestos en el programa del curso. Uso de herramientas como plataformas digitales en línea, discusión de tareas o investigaciones que estimulen el trabajo colaborativo entre los estudiantes, aplicación de exámenes y desarrollo de pequeños proyectos. Se propone el esquema de impartición del curso por más de un profesor, de tal forma que al final sea evaluado por un proyecto que integre los conocimientos y habilidades que se desarrollaron durante este.

F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

Elaboración y/o presentación de:		Periodicidad	Abarca
<i>Primer examen parcial</i> Examen escrito: 80% Tareas, Simulaciones, Técnicas Didácticas: 20% Total 100%	Primer examen parcial	sesión 16	Unidad 1, 2 ,3 y 4
<i>Segundo examen parcial</i> Examen escrito: 80% Tareas, Simulaciones, Técnicas Didácticas: 20% Total 100%	Segundo examen parcial	sesión 32	Unidad 4 5, 6 y 7
<i>Tercer examen parcial</i> Examen escrito: 80% Tareas, Proyectos: 20% Total 100%	Tercer examen parcial	sesión 48	Unidad 8, 9, 10,11y 12
Cuarto examen parcial Examen escrito: 80% Tareas, Proyectos: 20% Total 100%	Cuarto examen parcial	sesión 64	Unidad 13,14, 15. 16 y 17
Total	16 semanas		100%
Examen Ordinario	Es el promedio de las cuatro calificaciones parciales: 100%		
Laboratorio	Es necesario acreditarlo para aprobar la asignatura		
Examen Extraordinario	Examen teórico escrito de todas las unidades 100% en las fechas autorizadas por el calendario escolar		
Examen a Título	Examen teórico escrito de todas las unidades 100% en las fechas autorizadas por el calendario escolar		



Examen a Regularización	Examen teórico escrito de todas las unidades 100% en las fechas autorizadas por el calendario escolar
-------------------------	---

G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

Textos básicos

2004. El ABC de la calidad de energía eléctrica. Gilberto Enríquez Harper. Limusa

2009. La calidad de la energía en los sistemas eléctricos. Gilberto Enríquez Harper. Limusa

2008. Power quality in power systems and electrical machines
FUCHS/MASSOM-A-PRESS

2004. Distribution Reliability and Power Quality Dugan,
McGranaghan, Santoso Mc Graw Hill

Textos complementarios

2007. AC Power Systems Hand Book Jerry C Whitaker 3ª Ed.
CRIPRESS

2006. Curso de Ahorro de energía FIDE, CONAE

2009. Harmonics and Power system Francisco de Rosa Marcel
Decker

2009. Standars IEEE: 141 rojo, 142 verde, 1100 esmeralda. 519
Control de armónicas, 493 dorado, 739 bronce

Sitios de Internet

<http://www.icasa.com.mx/>

<http://www.sfindustrial.com/>

<http://www.fide.org.mx/>

<http://www.conae.gob.mx/wb/>

<http://www.conuee.gob.mx/>

<http://www.energia.org.mx/>