



**A) CURSO**

Clave	Asignatura
5675	Máquinas Eléctricas II

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

**B) DATOS BÁSICOS DEL CURSO**

	IEA	IM	IMA	IME	IMT
Nivel:	VII			VII	
Tipo (Optativa, Obligatoria)	Obligatoria			Obligatoria	
Prerrequisito:	Máquinas Eléctricas I			Máquinas Eléctricas I	
Clasificación CACEI:	IA			IA	

**C) Objetivo General del curso**

**Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:**

Identificar las formas constructivas, así como los modelos del motor de inducción y el motor de corriente directa operando en estado permanente de desarrollar la teoría básica de ambas máquinas eléctricas y sus posibles aplicaciones.

**D) CONTENIDOS Y MÉTODOS POR UNIDADES Y TEMAS**

1. Principios básicos del motor de inducción		4 h
Objetivo Específico:	Aplicar y desarrollar conceptos básicos del electromagnetismo al motor de inducción.	
	1.1.- Tres requerimientos para la operación del motor de inducción. 1.2.- Frecuencia y velocidad 1.3.- Deslizamiento 1.4.- Principio del par inducido en el motor de inducción	
Lecturas y otros recursos	NA	
Métodos de enseñanza	Presentación.	
Actividades de aprendizaje	NA	

2. Construcción y clasificación del motor de inducción		3 h
Objetivo Específico:	Identificar los elementos que constituyen la construcción del motor de inducción, así como su clasificación.	



2.1.- Estator/rotor: partes que lo conforman. 2.2.- Clasificación de aislamientos. 2.3.- Clasificación del motor por el tipo de rotor. 2.4.- Clasificación del rotor por su construcción. 2.5.- Tipos de carcasa en el motor de inducción.	
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías e investigación posibles proveedores
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos.
<b>Actividades de aprendizaje</b>	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.

<b>3. Circuito por fase del motor de inducción.</b>		<b>10 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Desarrollar y analizar el circuito equivalente por fase del motor de inducción, para interpretar su comportamiento en estado estable.	
3.1.- Circuito equivalente por fase real y modificado. 3.2.- Diagrama fasorial. 3.3.- Diagrama de flujo de potencia. 3.4.- Curva par-velocidad del motor de inducción. 3.5.- Potencia y par.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías, investigación posibles proveedores	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Investigación y análisis de información, aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera, aplicación de nuevos conocimientos adquiridos durante la investigación, elaboración de pruebas y análisis de resultados. Elaboración de portafolio electrónico individual y reporte de avances semanales (cuidando la ortografía y la redacción).	

<b>4. Eficiencia y parametrización.</b>		<b>5 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Identificar las pruebas necesarias que permitan obtener los parámetros característicos, así como su eficiencia.	
4.1.- Pérdidas en el motor de inducción. 4.2.- Prueba de corriente directa en estator. 4.3.- Prueba en vacío. 4.4.- Prueba a rotor bloqueado. 4.5.- Prueba con carga.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>5. Variación de la curva par velocidad por diseño del rotor.</b>		<b>4 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Identificar la influencia del diseño del rotor en la curva par velocidad del motor trifásico de inducción.	
5.1.- Variación de la inductancia y resistencia en el circuito de la jaula. 5.2.- Clases de diseño del motor de inducción jaula de ardilla NEMA. 5.3.- Motor de inducción rotor devanado.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	



<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.
-----------------------------------	--

<b>6. Selección, control y protección del motor de inducción.</b>		<b>5 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Conocer los elementos básicos para la aplicación, control y protección del motor de inducción.	
6.1.- Placa de datos del motor de inducción. 6.2.- Criterios de selección: carga, ciclo de operación y medio ambiente 6.3.- Letras código del motor de inducción 6.4.- Control electromecánico 6.5.- Control de estado sólido		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Lecturas para complementar los temas analizados en clase.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Ejercicios en clase y de tarea, así como su respectiva interpretación, diversas actividades en plataformas digitales en línea.	

<b>7. Motor monofásico de inducción</b>		<b>9 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Desarrollar la teoría básica, así como los métodos de arranque en el motor monofásico de inducción.	
7.1.- Teoría del doble campo magnético giratorio 7.2.- Circuito equivalente del motor monofásico. 7.3.- Curva par velocidad 7.4.- Métodos de arranque en el motor monofásico		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>8. La máquina de corriente directa</b>		<b>4 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Aplicar y desarrollar los conceptos básicos del electromagnetismo al motor de corriente directa.	
8.1.- Operación de la máquina lineal. 8.2.- Espira giratoria: operando como generador. 8.3.- Espira giratoria: operando como motor. 8.4.- Proceso de conmutación en una máquina de corriente directa sencilla.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>9. Construcción y clasificación de la máquina de corriente directa.</b>		<b>6 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Identificar los elementos que constituyen la construcción de la máquina de corriente directa, así como su clasificación.	
9.1.- Estator: devanado de campo. 9.2.- Rotor: devanado de armadura. 9.3.- Tipos de devanado de armadura. 9.4.- Polos auxiliares e interpolos. 9.5.- Materiales en la construcción de la máquina de corriente directa. 9.5.- Clasificación de la máquina de corriente directa por su operación.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	



<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.
-----------------------------------	--

<b>10. Motor de corriente directa</b>		<b>8 h</b>
Objetivo	Desarrollar y analizar el circuito equivalente de las máquinas de corriente directa en estado permanente.	
Específico:		
10.1.- La reacción de armadura. 10.2.- Circuito equivalente y curva de magnetización. 10.3.- Fuerza contraelectromotriz. 10.4.- Potencia y par inducido. 10.5.- Característica par velocidad. 10.5.- Regulación de velocidad.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>11. Tipos de motores de corriente directa</b>		<b>6 h</b>
Objetivo	Interpretar los circuitos equivalentes, curva par-velocidad, regulación de velocidad y aplicación del motor de corriente directa.	
Específico:		
11.1.- Motor en derivación. 11.2.- Motor serie 11.3.- Motor compuesto 11.4.- Motor de imán permanente 11.5.- Motor universal 11.5.- Eficiencia y pérdidas en el motor de corriente directa		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>12. Control de velocidad en motores corriente directa.</b>		<b>5 h</b>
Objetivo	Identificar las condiciones necesarias para el control de velocidad en el motor de corriente directa.	
Específico:		
12.1.- Control por armadura. 12.2.- Control por campo. 12.3.- Zonas de operación del motor: par velocidad. 12.4.- Control de estado sólido.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.	

<b>13. Valores nominales y arranque del motor de corriente directa.</b>		<b>3 h</b>
Objetivo	Identificar los datos de placa en el motor y a partir de estos datos seleccionar el tipo de arranque y protección.	
Específico:		
13.1.- Datos de placa de un motor de corriente directa 13.2.- Selección del motor de corriente directa 13.3.- Circuitos de arranque para un motor de corriente directa 13.4.- Circuitos de protección para un motor de corriente directa.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos.	



<b>Actividades de aprendizaje</b>	Elaboración del manual de operación y el reporte final de forma escrita. Presentación formal oral.
-----------------------------------	--

<b>14. Motores de propósito especial.</b>		<b>8 h</b>
<b>Objetivo Específico:</b>	Conocer la teoría general de los motores de propósito especial	
14.1.- Servomotores. 14.2.- Motor paso a paso. 14.3.- Motor de reluctancia variable. 14.4.- Motor de corriente directa sin escobillas. 14.5.- Motor de histéresis.		
<b>Lecturas y otros recursos</b>	Internet, bibliografía acorde a las necesidades del proyecto, asesorías.	
<b>Métodos de enseñanza</b>	Aprendizaje orientado a proyectos.	
<b>Actividades de aprendizaje</b>	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:

- Comprobación del campo magnético giratorio e identificación de terminales del motor de inducción
- Cálculos de parámetros y eficiencia de un motor trifásico de inducción tipo jaula de ardilla.
- Curvas características de un motor trifásico de inducción tipo jaula de ardilla.
- Curvas características y control de velocidad un motor trifásico rotor devanado.
- Medición indirecta de potencia en un motor trifásico rotor devanado.
- Curvas características y control de velocidad un motor monofásico de inducción arranque por capacitor.
- Inspección y caracterización en una máquina de corriente directa.
- Cálculo de la eficiencia en una máquina de corriente directa.
- Curvas características de un motor de corriente directa con excitación separada y derivación.
- Curvas características de un motor de corriente directa conexión en serie.
- Análisis del par de arranque del motor en serie.
- Curvas características de un motor compuesto conexión substractiva.

#### E) ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Exposición de temas: análisis y síntesis de los conceptos expuestos en el programa del curso. Ejercicios de modelado y simulación en programas digitales en apoyo de un aprendizaje significativo, uso de herramientas como plataformas digitales en línea, discusión de tareas o proyectos que estimulen el trabajo colaborativo entre los estudiantes, aplicación de exámenes y desarrollo de prácticas de laboratorio.

#### F) EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

<b>Elaboración y/o presentación de:</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Abarca</b>	<b>Ponderación</b>
Primer examen escrito teórico práctico parcial	sesión 16	Unidad 1, 2 y 3	20 %
Segundo examen escrito teórico práctico parcial examen	sesión 32	Unidad 4 5 y 6	20 %
Tercer examen escrito teórico práctico parcial	sesión 48	Unidad 7, 8 y 9	20 %
Cuarto examen escrito teórico práctico parcial	sesión 64	Unidad 10,11,12,13, 14	20 %



Examen escrito teórico práctico Ordinario	sesión 80	Todas las unidades	20 %
Total	16 semanas		100%
Laboratorio		Es necesario acreditarlo para aprobar la asignatura En fechas aprobadas en el calendario escolar	
Examen Extraordinario		Examen escrito teórico práctico de todas las unidades 100% En fechas aprobadas en el calendario escolar	
Examen a Título		Examen escrito teórico práctico de todas las unidades 100% En fechas aprobadas en el calendario escolar	
Examen a Regularización		Examen escrito teórico práctico de todas las unidades 100% En fechas aprobadas en el calendario escolar	

#### G) BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

##### Textos básicos

- GuruBhag S., HizirogluHüseyin R., "Máquinas Eléctricas y Transformadores", 3ª Ed, Oxford University Press, 2005
- Richardson Donald V, Caisse Arthur J, "Máquinas Eléctricas Rotativas y Transformadores", 4ª Ed, Prentice-Hall, 1997
- Chapman Stephen J., "MáquinasEléctricas", 4ª. Ed, McGraw-Hill, 2005
- Wildi Theodore, "Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia", 6a Ed., Pearson, 2007

##### Textos complementarios

- Avelino Pérez Pedro, "Transformadores de Distribución:Teoría, Cálculo, Construcción y Pruebas", 2ª Ed.Reverté, 2001



- Winders John J. Jr. "Power Transformers Principles and Applications" 2a Ed. Marcel Dekker, 2002
- Enríquez Harper Gilberto "Experimentos con Máquinas Eléctricas: Máquinas Rotatorias y Transformadores" Limusa, 2005
- Gill Paul, "Electrical Power Equipment Maintenance and Testing", 2ª Ed. Marcel Dekker, 1998
- Cathey Jimmie J. "Máquinas Eléctricas: Análisis y Diseño Aplicando Matlab" 1ª Ed. McGraw-Hill, 2002

#### **Sitios de Internet**

<http://www.abb.com.mx/>  
<http://www.baldordistribuidora.com/>  
<http://www.siemens.com.mx/>  
<http://www.cfe.gob.mx>  
<http://www.iie.org.mx>  
<http://www.directindustry.es>  
<http://www.ieee-virtual-museum.org>