



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. | |
| 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. Circuito por fase del motor de inducción. | | 10 h |
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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, elaboración de pruebas y análisis de resultados. Elaboración de portafolio electrónico individual y reporte de avances semanales (cuidando la ortografía y la redacción). | |

| | | |
|---|---|------------|
| 4. Eficiencia y parametrización. | | 5 h |
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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. Variación de la curva par velocidad por diseño del rotor. | | 4 h |
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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. Selección, control y protección del motor de inducción. | | 5 h |
|---|--|------------|
| Objetivo Específico: | 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 | | |
| Lecturas y otros recursos | Lecturas para complementar los temas analizados en clase. | |
| Métodos de enseñanza | Exposición de temas de parte del profesor y/o alumnos | |
| Actividades de aprendizaje | Ejercicios en clase y de tarea, así como su respectiva interpretación, diversas actividades en plataformas digitales en línea. | |

| 7. Motor monofásico de inducción | | 9 h |
|---|---|------------|
| Objetivo Específico: | 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 | | |
| 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. La máquina de corriente directa | | 4 h |
|---|--|------------|
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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. Construcción y clasificación de la máquina de corriente directa. | | 6 h |
|--|--|------------|
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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. Motor de corriente directa | | 8 h |
| 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. | | |
| 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. Tipos de motores de corriente directa | | 6 h |
| 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 | | |
| 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. Control de velocidad en motores corriente directa. | | 5 h |
| 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. | | |
| 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. Valores nominales y arranque del motor de corriente directa. | | 3 h |
| 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. | | |
| 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. Motores de propósito especial. | | 8 h |
| Objetivo Específico: | 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. | | |
| 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:

- 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

| Elaboración y/o presentación de: | Periodicidad | Abarca | Ponderación |
|--|---------------------|------------------------|--------------------|
| 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>