

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Mecatrónica
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Máquinas Eléctricas
5. **Clave:**
6. **HC: 02 HL: 02 HT: 00 HPC: 00 HCL: 00 HE: 02 CR: 06**
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Carlos Alberto Chávez Guzmán
Allen Alexander Castillo Barron
Víctor Mata Brauer

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Alejandro Mungaray Moctezuma
Angélica Reyes Mendoza
María Cristina Castañón Bautista

Firma

M. CRISTINA CASTAÑÓN B.

Fecha: 01 de junio de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Maquinas eléctricas tiene como propósito proveer de habilidades técnicas al alumno para resolver problemas de suministro de energía eléctrica y mecánica en sistemas mecatrónicos, aplicando equipo y herramientas especializadas, con actitud analítica y trabajo en equipo.

La unidad de aprendizaje es de carácter obligatoria, se imparte en la etapa disciplinaria y corresponde al área de ciencias de la ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Incorporar las maquinas eléctricas en sistemas mecatrónicos, a través del análisis del comportamiento dinámico y sus variables de estado, estudio de cargas, eficiencia y pruebas de funcionalidad, para emplear esquemas y herramientas especializadas y suministrar energía eléctrica y/o mecánica, con responsabilidad, trabajo en equipo y apego a los estándares internacionales.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elaborar y entregar un portafolio de evidencias que contenga las prácticas de laboratorios y de cada una de ellas presentar:

- Planteamiento.
- Desarrollo.
- Interpretación de resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Principios y fundamentos de máquinas eléctricas

Competencia:

Identificar los principios y fundamentos teóricos, mediante conceptos, proposiciones, teoremas y leyes, para determinar las características y el alcance de las máquinas eléctricas, con actitud proactiva y analítica.

Contenido:**Duración:** 5 horas

- 1.1. Introducción a las maquinas eléctricas
- 1.2. Movimiento rotacional
- 1.3. Introducción a los circuitos magnéticos
- 1.4. Imanes permanentes
- 1.5. Ley de Faraday
- 1.6. Producción de fuerza inducida
- 1.7. Voltaje inducido
- 1.8. Potencia en circuitos de corriente alterna

UNIDAD II. Transformadores

Competencia:

Analizar y utilizar adecuadamente los transformadores, mediante leyes, teoremas, estudio de eficiencia, pruebas funcionales y esquemas, para suministrar energía a los sistemas mecatrónicos, con responsabilidad, actitud analítica y trabajo en equipo.

Contenido:

Duración: 7 horas

- 2.1. Introducción a los transformadores
 - 2.1.1. Definición y simbología
 - 2.1.2. Partes principales
 - 2.1.3. Principio de funcionamiento
- 2.2. El transformador ideal
- 2.3. Transformador monofásico
- 2.4. Circuito equivalente
- 2.5. Eficiencia del transformador
- 2.6. Autotransformador
- 2.7. Transformador trifásico
- 2.8. Conexiones básicas de transformadores trifásicos
- 2.9. Transformador trifásico mediante dos transformadores
- 2.10. Pruebas funcionales
- 2.11. Lectura de placa de características

UNIDAD III. Máquinas de corriente alterna

Competencia:

Analizar y utilizar adecuadamente los generadores y motores de corriente alterna, mediante leyes, teoremas y esquemas, para suministrar energía y movimiento a los sistemas mecatrónicos, demostrando compromiso y responsabilidad.

Contenido:

Duración: 10 horas

3.1. Fundamentos de máquinas de corriente alterna

- 3.1.1. Campo magnético giratorio
- 3.1.2. Fuerza magnetomotriz
- 3.1.3. Voltaje inducido
- 3.1.4. Par inducido
- 3.1.5. Aislamiento, potencia y pérdidas
- 3.1.6. Regulación de voltaje y velocidad
- 3.1.7. Principio de conversión electromecánica

3.2. Motores síncronos

- 3.2.1. Principios básicos
- 3.2.2. Operación del motor en estado estacionario
- 3.2.3. Arranque del motor
- 3.2.4. Corrección del factor de potencia
- 3.2.5. Aplicaciones
- 3.2.6. Motor BLDC
- 3.2.7. Lectura de placa de características

3.3. Motores de inducción

- 3.3.1. Definición y simbología
- 3.3.2. Partes principales
- 3.3.3. Formas de construcción
- 3.3.4. Principio de funcionamiento
- 3.3.5. Circuito equivalente
- 3.3.6. Potencia y par
- 3.3.7. Características Par-velocidad
- 3.3.8. Arranque del motor
- 3.3.9. Pruebas funcionales del motor
- 3.3.10. Motores de inducción monofásico
- 3.3.11. Control de velocidad

3.3.12. Aplicaciones

3.3.13. Lectura de placa de características

3.4. Generadores síncronos

3.4.1. Definición y simbología

3.4.2. Partes principales

3.4.3. Formas de construcción

3.4.4. Principio de funcionamiento

3.4.5. Circuito equivalente

3.4.6. Operación del generador

3.4.6.1. Generador autónomo

3.4.6.1.1. Control de frecuencia

3.4.6.1.2. Control de voltaje

3.4.6.2. Generador conectado al SEP

3.4.6.2.1. Requerimientos para sincronizar un generador con el SEP

3.4.6.2.2. Control de potencia real y reactiva

3.4.7 Lectura de placa de características

3.4.8 Aplicaciones

UNIDAD IV. Máquinas de corriente directa

Competencia:

Analizar y utilizar adecuadamente las máquinas de corriente directa, mediante leyes, teoremas y esquemas, para suministrar energía y movimiento a los sistemas mecatrónicos, de forma disciplinada.

Contenido:

Duración: 10 horas

- 4.1. Fundamentos de las máquinas de corriente directa
 - 4.1.1. Campo magnético giratorio
 - 4.1.2. Conmutación en una máquina de cd
 - 4.1.3. Voltaje interno generado y par inducido
 - 4.1.4. Potencia y pérdidas
- 4.2. Motores de corriente continua
 - 4.2.1. Definición y simbología
 - 4.2.2. Partes principales y sus características constructivas
 - 4.2.3. Motor de imanes permanentes
 - 4.2.3.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2.3.2. Circuito equivalente
 - 4.2.3.3. Corriente consumida al arranque y ante diferentes cargas
 - 4.2.3.4. Control de velocidad
 - 4.2.3.5. Curvas par velocidad con voltaje constante
 - 4.2.3.6. Aplicaciones
 - 4.2.3.7. Lectura de placa de características
 - 4.2.4. Motor con excitación independiente
 - 4.2.4.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2.4.2. Circuito equivalente
 - 4.2.4.3. Corriente consumida al arranque y ante diferentes cargas
 - 4.2.4.4. Control de velocidad
 - 4.2.4.5. Curvas par velocidad con voltaje constante
 - 4.2.4.6. Aplicaciones
 - 4.2.4.7. Lectura de placa de características
 - 4.2.5. Motor shunt
 - 4.2.5.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2.5.2. Circuito equivalente
 - 4.2.5.3. Corriente consumida al arranque y ante diferentes cargas

- 4.2.5.4. Control de velocidad
- 4.2.5.5. Curvas par velocidad con voltaje constante
- 4.2.5.6. Aplicaciones
- 4.2.5.7. Lectura de placa de características
- 4.2.6. Motor serie
 - 4.2.6.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2.6.2. Circuito equivalente
 - 4.2.6.3. Corriente consumida al arranque y ante diferentes cargas
 - 4.2.6.4. Control de velocidad
 - 4.2.6.5. Curvas par velocidad con voltaje constante
 - 4.2.6.6. Aplicaciones
 - 4.2.6.7. Lectura de placa de características
- 4.2.7. Motor compuesto
 - 4.2.7.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2.7.2. Circuito equivalente
 - 4.2.7.3. Corriente consumida al arranque y ante diferentes cargas
 - 4.2.7.4. Control de velocidad
 - 4.2.7.5. Curvas par velocidad con voltaje constante
 - 4.2.7.6. Aplicaciones
 - 4.2.7.7. Lectura de placa de características
- 4.2.8. Selección de motores de cd para aplicaciones industriales
- 4.2.9. Motor a pasos
- 4.2.10. Motor universal

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Comprender los principios y fundamentos teóricos de las maquinas eléctricas, mediante conceptos, proposiciones, teoremas y leyes, para determinar la formación del campo magnético en una estructura ferromagnética, con actitud proactiva y analítica.	<p>Polarización del campo magnético en una estructura ferromagnética.</p> <p>Utiliza el devanado primario de un transformador monofásico y formar un circuito serie RL con el devanado primario del transformador y una resistencia de 200Ω, energizar el circuito con una fuente de poder de corriente directa ajustada hasta que el amperímetro mida 400mA y acercar la brújula al centro del devanado del transformador y observar su orientación.</p> <p>Al finalizar la practica deberá entregar un informe técnico.</p>	Transformador monofásico, brújula, fuente de alimentación de corriente directa, resistencia de 200Ω, amperímetros de C.A. y cables de conexión.	2 horas
2	Analizar la estructura del transformador monofásico, mediante leyes, teoremas, pruebas funcionales y esquemas, para determinar las características del transformador, con responsabilidad y actitud analítica.	<p>Características del transformador monofásico.</p> <p>Examina la estructura del módulo de transformador, Identifica los devanados del transformador, anotar los valores nominales y realiza la conexión del circuito proporcionado por el profesor.</p>	Módulo de transformador, Módulo de fuente de alimentación, Módulos de medición de C.A. (Voltaje y Corriente), Cables de conexión y Óhmetro.	2 horas
3	Identificar las distintas conexiones en serie y paralelo del transformador monofásico, mediante esquemas estandarizados, para determinar la funcionalidad del transformador monofásico, con responsabilidad y actitud analítica.	<p>Conexión serie y paralelo del transformador monofásico.</p> <p>Determina el efecto de saturación del núcleo del transformador, conecta el circuito proporcionado por el profesor y conecta los amperímetros y voltímetros de acuerdo con el diagrama proporcionado.</p>	Módulo de fuente de alimentación., módulo de transformadores, módulo de Wattmetro monofásico, módulo de resistencias, módulo de medición de Voltaje y de Corriente de CA y cables de conexión.	2 horas

4	Medir el ángulo de fase, la potencia real y aparente del transformador, con esquemas estandarizados y equipo de medición como el Wáttmetro, amperímetro y voltímetro, para determinar las características eléctricas del transformador, con responsabilidad y con apego al reglamento interno del laboratorio.	Medir el ángulo de fase, potencia real y aparente del transformador. Determina el ángulo de fase, potencia real y aparente del transformador, conecta el circuito proporcionado por el profesor y conecta el Wáttmetro, amperímetro y voltímetro de acuerdo con el diagrama proporcionado.	Fuente de Energía, transformador reductor, resistencia, inductancia, capacitancias, amperímetro de C.A., Wáttmetro monofásico y cables de conexión.	2 horas
5	Identificar las distintas conexiones en delta-estrella en circuitos trifásicos del transformador, mediante esquemas estandarizados, para comprender los diversos esquemas de conexión del transformador, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión delta-estrella para circuitos trifásicos. Determina las ventajas de cada conexión, conecta el circuito proporcionado por el profesor y conectar el osciloscopio, el amperímetro y voltímetro de acuerdo con el diagrama proporcionado.	Tres transformadores reductores, un transformador de aislamiento, osciloscopio, fuente de alimentación, voltímetro para C.A., amperímetro para C.A., resistencias y cables de conexión.	3 horas
6	Analizar la estructura del motor síncrono y sus características de arranque, mediante esquemas estandarizados, para determinar sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión del motor síncrono. Examina la construcción del módulo de motor síncrono, conecte el motor de acuerdo con el circuito proporcionado por el profesor, conecte la fuente de alimentación y la carga de acuerdo con el diagrama proporcionado, conecte los instrumentos de medición de acuerdo con el diagrama de conexión proporcionado y por último determina sus características de arranque en vacío y a plena carga.	Módulo de motor síncrono, módulo de electrodinómetro, módulo de fuente de alimentación, módulo de interruptor de sincronización, módulo de medición de C.A., módulo de medición de C.A., tacómetro de mano, cables de conexión y una banda.	3 horas
7	Analizar la estructura del motor inducción y sus características de arranque, mediante esquemas estandarizados, para determinar	Conexión del motor de inducción. Examina la construcción del módulo de motor de inducción	Módulo de motor de inducción trifásico jaula de ardilla, módulo de electrodinómetro, módulo de Wáttmetro trifásico, módulo de	3 horas

	<p>sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.</p>	<p>jaula de ardilla, conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usando los módulos de motor, electrodinamómetro, Wátmetro trifásico, fuente de alimentación y medición de c. a., conecta la fuente de alimentación y ajustar el voltaje de alimentación al voltaje indicado por el profesor 208 V ca. El motor debe comenzar a funcionar.</p>	<p>fuentes de alimentación trifásica, módulo de medición de voltaje y corriente de c. a., tacómetro de mano, una banda y cables de conexión.</p>	
8	<p>Analizar la estructura del generador síncrono, mediante esquemas estandarizados, para determinar la curva de saturación en vacío y características de corto circuito, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.</p>	<p>Conexión del generador síncrono. Conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usar los módulos de motor/generador síncrono, motor de jaula de ardilla, fuente de alimentación y medición. El motor de jaula de ardilla se usará para impulsar el motor generador síncrono como alternador; durante esta práctica, se supondrá que tiene velocidad constante. Observe que el motor de jaula de ardilla está conectado a la salida fija de 208 V ca trifásico de la fuente de alimentación, el rotor del alternador va conectado a la salida variable de 0 -120 V CD de la fuente de alimentación, terminales, acopla el motor de jaula de ardilla al alternador, mediante la banda, conecta la fuente de alimentación, e motor debe comenzar a funcionar, calcula y anota en el formato proporcionado por el</p>	<p>Módulo de motor/generador síncrono, módulo de motor de inducción de jaula de ardilla, módulo de interruptor de sincronización, módulo de fuente de alimentación, módulo de medición de corriente y voltaje de CD, módulo de medición de corriente y voltaje de ca, cables de conexión y una banda.</p>	3 horas

		profesor el voltaje de salida promedio del alternador, para cada corriente directa indicada.		
9	Analizar la estructura del motor serie de corriente directa, su par y eficiencia, mediante esquemas estandarizados, para determinar sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión del motor de corriente directa. Conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usando los módulos de motor, electrodinamómetro, fuente de alimentación y medición de c.a. y d.c., conecta la fuente de alimentación y ajusta el voltaje de alimentación al voltaje indicado por el profesor. Obtén las mediciones y cálculos.	Módulo de fuente de energía, módulo de medición de corriente y voltaje de CD, módulo de motor serie de CD, módulo de electrodinamómetro, tacómetro de mano, cables de conexión y una banda.	3 horas
10	Analizar la estructura del motor de corriente directa compuesto, su par y eficiencia, mediante esquemas estandarizados, para determinar sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión del motor de corriente directa compuesto. Conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usando los módulos de motor, electrodinamómetro, fuente de alimentación y medición de c.a. y d.c., conecta la fuente de alimentación y ajustar el voltaje de alimentación al voltaje indicado por el profesor. Obtén las mediciones y cálculos.	Módulo de fuente de energía, módulo de medición de corriente y voltaje de CD, módulo de motor compuesto de CD, módulo de electrodinamómetro, tacómetro de mano, cables de conexión y una banda.	3 horas
11	Analizar la estructura del motor universal, el funcionamiento con corriente directa y con corriente alterna, mediante esquemas estandarizados, para determinar sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión del motor universal. Conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usando los módulos de motor, electrodinamómetro, fuente de alimentación y medición de c.a. y potencia, conecta la fuente de alimentación y ajusta el voltaje de alimentación al voltaje indicado por el profesor. Obtén las mediciones y cálculos.	Módulo de fuente de energía, módulo de medición de corriente y voltaje de CA, módulo de Wáttmetro monofásico (750 W), módulo de motor universal, módulo de electrodinamómetro, tacómetro de mano, cables de conexión y una banda.	3 horas

12	Analizar la estructura del motor de corriente directa shunt, su par y eficiencia, mediante esquemas estandarizados, para determinar sus características eléctricas, con responsabilidad y apego al reglamento interno del laboratorio.	Conexión del motor de corriente directa shunt. Conecta el circuito de acuerdo con el diagrama proporcionado por el profesor, usando los módulos de motor, electrodinamómetro, fuente de alimentación y medición de c.a. y d.c., conecta la fuente de alimentación y ajustar el voltaje.	Módulo de fuente de energía, módulo de medición de corriente y voltaje de CD, módulo de motor shunt de CD, módulo de electrodinamómetro, tacómetro de mano, cables de conexión y una banda.	3 horas
----	--	---	---	---------

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Exposición de conceptos y propiedades básicas de cada tema por parte del docente.
- Utilización de técnicas de preguntas y respuestas, para la exploración del conocimiento adquirido.
- Explicar el proceso de elaboración de prácticas de laboratorio.
- Elaboración y evaluación de exámenes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Realización de prácticas de laboratorio en equipo.
- Utilización de técnicas de preguntas y respuestas, para la exploración del conocimiento adquirido.
- Participación en clase.
- Exámenes parciales por unidad.
- Exposición oral por equipo del caso práctico.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 60% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- | | |
|--|-------------|
| - Exámenes parciales..... | 40% |
| - Prácticas de laboratorio..... | 30% |
| - Evidencia de desempeño
(Portafolio de evidencias) | 30% |
| Total..... | 100% |

IX. REFERENCIAS

Básicas

- Fraile, J. (2016). *Máquinas eléctricas*. México: Garceta Grupo Editorial.
- Gieras, J. F. (2016). *Electrical Machines: Fundamentals of Electromechanical Energy Conversion*. E.U.:Taylor and Francis Group
- Harlow, J. H. (2012). *Electric power transformer engineering*. E. U.: Editorial CRC Press. [clásica]
- Hugues, A. y Drury, B. (2013). *Electric motors and drives: fundamentals, types and applications*. Reino unido: Newnes.
- Sahdev, S.K. (2017). *Electrical Machines*. Cambridge University Press.

Complementarias

- Chapman, S.J. (2012). *Máquinas eléctricas*. México: McGraw Hill. [clásica]
- Fitzgerald A. E., Kingsley C. y Umans, S. D. (2004). *Máquinas eléctricas*. México McGraw Hill. [clásica]
- Roldán, J. (2014). *Motores de corriente continua. Motorización de máquinas y vehículos. Características, cálculos y aplicaciones*. España: Paraninfo.
- Sanz, J. (2004). *Máquinas eléctricas*. México: Prentice Hall. [clásica]
- Theodore, W. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencias*. México: Prentice Hall. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Ingeniero Eléctrico o carrera afín, preferentemente con posgrado en el área de las ciencias e ingeniería, se sugiere con experiencia docente mínima de un año, con formación pedagógica comprobable, y preferentemente con experiencia laboral mínima de dos años en el área de mantenimiento industrial. Debe ser una persona puntual, honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones de los estudiantes.