

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, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana y Facultad de Ingeniería, Mexicali.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Electrónica
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Metrología Eléctrica
5. **Clave:** 36153
6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Básica
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Julio Cesar Gómez Franco
Wendy Flores Fuentes
Horacio Luis Martínez Reyes

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Humberto Cervantes de Ávila
Rocío Alejandra Chávez Santoscoy
Alejandro Mungaray Moctezuma

Firma

Fecha: 20 de noviembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la asignatura es establecer las bases para el manejo del equipo, identificar sus características y métodos de medición, así como conocer las medidas de seguridad requeridas en el manejo de equipo electrónico; durante el curso se identifican las características de los componentes electrónicos.

La metrología eléctrica está constituida por tres divisiones: tiempo y frecuencia, mediciones electromagnéticas y termometría, por lo cual el estudiante desarrolla las habilidades requeridas para empleo de equipo y para medición de voltaje, corriente, frecuencia, periodo y fase. Así como el análisis e interpretación de los datos por medio de métodos estadísticos.

La asignatura se encuentra en la etapa básica, con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Establecer una base científica y técnica, para identificar y comprender la naturaleza de las distintas magnitudes eléctricas y los temas relacionados con sus mediciones, utilizando instrumentos de medición, los principios teórico-prácticos y sus métodos generalizados para el análisis de redes eléctricas de corriente directa y alterna, de manera selectiva, ordenada y sistemática.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Compendio de actividades clase-taller que incluya: reseñas del resultado de investigación de conceptos relacionados con la metrología eléctrica y ejercicios resueltos de problemas, aplicando selectivamente las leyes y métodos de análisis sistemáticos de los circuitos eléctricos.
2. Compendio de reportes de laboratorio, cada reporte debe incluir: diseño, construcción, resultados y análisis e interpretación de resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. La Metrología Eléctrica

Competencia:

Identificar la fundamentación básica de la Metrología Eléctrica, por medio de la búsqueda sistemática de información, para comprender los conceptos relacionados con las mediciones eléctricas, manejo de datos estadísticos, patrones y normatividad, con actitud crítica y de analítica.

Contenido:**Duración:** 3 horas

- 1.1. Concepto de medición, medición directa e indirecta
- 1.2. Magnitudes eléctricas y el sistema internacional de unidades
- 1.3. Uso de cifras significativas y prefijos en las mediciones eléctricas
- 1.4. Instrumentos de medición
 - 1.4.1. Flujo de medida y características de los instrumentos de medición
 - 1.4.2. Óhmetro, Voltímetro, Amperímetro, Capacímetro, Medidor RLC
- 1.5. Incertidumbre en las mediciones eléctricas
 - 1.5.1. Conceptos tradicionales: tipos de errores, exactitud y precisión
 - 1.5.2. Incertidumbre
- 1.6. Evolución de la metrología y la estandarización, centros de metrología, normatividad nacional e internacional
- 1.7. Trazabilidad, patrones de medición y calibraciones
- 1.8. Análisis estadístico de datos de medición
- 1.9. Efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas y reglas de seguridad al usar instrumentos de medición

UNIDAD II. Mesa básica para mediciones eléctricas

Competencia:

Distinguir los diferentes equipos y accesorios de la mesa básica de mediciones eléctricas, por medio de una inspección visual del modelo y serie del equipo, investigación de su funcionamiento en el manual del fabricante y las diferentes plataformas virtuales de simulación de instrumentos de medición, para un correcto uso del equipo de medición eléctrica, con actitud crítica y responsable.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 2.1. Fuente de alimentación
- 2.2. Generador de funciones
- 2.3. Multímetro
- 2.4. Osciloscopio
 - 2.4.1. Ajuste de puntas de prueba
- 2.5. Accesorios (caimanes, conectores, puntas de prueba, entre otros)
- 2.6. Simuladores virtuales de instrumentos de medición

UNIDAD III. Medición de componentes

Competencia:

Identificar los componentes básicos de circuitos eléctricos así como el análisis de arreglos de componentes, a través de la inspección visual, lectura de hoja de datos del fabricante y/o manual de reemplazos, para su implementación correcta en circuitos básicos, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido:

Duración: 3 horas

3.1. Resistencia

3.1.1. Resistencias de valor fijo y de valor variable

3.1.2. Resistencia equivalente de circuitos en serie, paralelo y mixtos

3.1.3. Resistencias auxiliares

3.2. Capacitancia

3.2.1. Capacitancia equivalente de circuitos en serie, paralelo y mixtos

3.3. Inductancia

3.3.1. Inductancia equivalente de circuitos en serie, paralelo y mixtos

3.4. Transformadores

3.5. Métodos de medida por detección de nulo

3.6. Caracterización de LED's, Diodos y Transistores

UNIDAD IV. Mediciones en circuitos de corriente directa

Competencia:

Identificar los parámetros básicos de medición en circuitos de corriente directa, así como el análisis de los distintos arreglos, a través del diseño, construcción, medición, análisis e interpretación de los resultados, para su uso en diseños complejos de posteriores unidades de aprendizaje, así como en su labor profesional, con actitud sistemática y colaborativa.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 4.1. Medición de voltaje
- 4.2. Medición de corriente
- 4.3. Estimación de potencia
- 4.4. Mediciones de circuitos R, RL, RC y RLC en configuración serie
- 4.5. Mediciones de circuitos R, RL, RC y RLC en configuración paralelo
- 4.6. Mediciones de circuitos R, RL, RC y RLC en configuración mixto

UNIDAD V. Mediciones en circuitos de corriente alterna

Competencia:

Identificar los parámetros básicos de medición en circuitos de corriente alterna y los distintos arreglos, a través del diseño, construcción, medición, análisis e interpretación de los resultados, para su uso en diseños complejos, con actitud sistemática y colaborativa.

Contenido:

Duración: 4 horas

- 5.1. Conceptos básicos de las señales de corriente alterna, tipos de señales amplitud, periodo, frecuencia y fase
- 5.2. Mediciones de valor pico
- 5.3. Mediciones de valor pico-pico
- 5.4. Mediciones de valor instantáneo
- 5.5. Mediciones de valor promedio
- 5.6. Mediciones de valor efectivo
- 5.7. Mediciones de periodo, frecuencia y fase
- 5.8. Mediciones de corriente
- 5.9. Estimación de potencia
- 5.10. Mediciones de circuitos RL, RC y RLC en configuración serie
- 5.11. Mediciones de circuitos RL, RC y RLC en configuración paralelo
- 5.12. Mediciones de circuitos RL, RC y RLC en configuración mixto

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Reconocer los conceptos básicos de medición, magnitud y unidades de medición, así como los instrumentos de medición, por medio de la búsqueda de información, para comprender la naturaleza de las mediciones, con actitud crítica y reflexiva.	El docente distribuye los temas relacionados a la Metrología Eléctrica; por equipos deberán realizar una búsqueda de información en la biblioteca y/o bases de datos electrónicas. El alumno elabora y entrega un trabajo de investigación de conceptos.	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas y computadora.	2 horas
2	Relacionar los conceptos de incertidumbre en las mediciones con la evolución de la metrología y la trazabilidad, patrones de medición, calibraciones y análisis estadísticos, para calcular la incertidumbre, mediante el análisis estadístico de valores en una base de datos, con actitud crítica y objetiva.	El docente realiza una exposición de los distintos conceptos, muestra unos ejemplos de cómo se calcula la incertidumbre y de análisis estadístico de datos de mediciones y le entrega al alumno una base de datos. El alumno elabora y entrega un reporte con los resultados de cálculo de incertidumbre y análisis estadístico de los valores en la base de datos.	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas, computadora y calculadora.	2 horas
3	Analizar la fisiología de las corrientes eléctricas y reglas de seguridad, por medio de situaciones simuladas, para emplear los instrumentos de medición, con responsabilidad y conciencia.	El docente concientiza a los alumnos sobre la importancia de las reglas de seguridad y repartirá sub-temas. El alumno expondrá y dará ejemplos de prevención y de primeros auxilios.	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas y computadora.	2 horas
UNIDAD II				
4	Identificar los instrumentos de la mesa básica de mediciones o de una plataforma virtual, a partir del análisis	El docente guía a los alumnos en una lectura sobre las principales características y funciones de los	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas y computadora	2 horas

	de sus características y funciones, para seleccionar los que se requieren para inducir un circuito con CD y/o CA y aquellos que se requieren para medir voltaje, corriente, frecuencia, periodo y fase, con actitud analítica y responsable.	instrumentos de la mesa básica de mediciones y les presenta varios casos en los que se requiera seleccionar los equipos y accesorios para realizar ciertas mediciones. Los alumnos discuten sobre las características y funciones de los equipos, de los cuales deberán de seleccionar los instrumentos de la mesa básica que se deben de utilizar para los casos presentados por el docente y entregan un resumen y conclusión de la actividad.		
5	Identificar plataformas de simuladores virtuales de instrumentos de medición, a partir de la determinación de sus ventajas y desventajas, para seleccionar la plataforma correspondiente a sus necesidades de trabajo, con actitud crítica y responsable.	El docente muestra una plataforma virtual a los alumnos e indica cómo debe de realizar la búsqueda de otras plataformas. Los alumnos navegan a través de internet en la búsqueda de plataformas de simuladores virtuales de instrumentos de medición, después de discutir sus hallazgos escriben una lista de las plataformas encontradas, enunciando sus ventajas y desventajas.	Computadora e internet.	2 horas
UNIDAD III				
6	Calcular la resistencia y capacitancia equivalente de circuitos en serie, paralelo y mixtos, para comprender su comportamiento, a partir del análisis del proceso y resultados, con actitud analítica y objetiva.	El docente demuestra teóricamente el comportamiento de las resistencias y capacitores en circuito en serie, paralelo y mixto. El alumno entrega un documento con ejercicios resueltos.	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas, computadora y calculadora.	2 horas
7	Analizar el comportamiento de la inductancia, a partir de su cálculo en	El docente demuestra teóricamente el comportamiento de	Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas,	2 horas

	<p>circuitos en serie, paralelo y mixto, para comprender su funcionamiento en transformadores con inductancias primarias y secundarias, con actitud responsable y objetiva.</p>	<p>las inductancias. El alumno entrega un documento con ejercicios resueltos y con los resultados de la investigación.</p>	<p>computadora y calculadora.</p>	
8	<p>Describir el principio de funcionamiento de los detectores de nulo, así como de LED's, Diodos y Transistores, a partir de la caracterización de sus elementos, para comprender sus generalidades, con actitud crítica y analítica.</p>	<p>El docente distribuye los elementos a caracterizar entre los alumnos. El alumno investiga a través de las fuentes bibliográficas las generalidades de los elementos y a través de sus respectivas hojas de datos y expone sus hallazgos.</p>	<p>Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas, computadora, calculadora, manual de fabricante y/o reemplazos.</p>	2 horas
UNIDAD IV				
9	<p>Calcular circuitos de corriente directa R, RL, RC y RLC en configuración serie, paralelo y mixto, para comprender su funcionamiento, a partir del ejercicio de sus fórmulas, con objetividad, precisión y actitud analítica.</p>	<p>El docente demuestra teóricamente el comportamiento de los circuitos de corriente directa R, RL, RC y RLC en configuración serie, paralelo y mixto. El alumno entrega un documento con ejercicios resueltos.</p>	<p>Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas, computadora y calculadora.</p>	8 horas
UNIDAD V				
10	<p>Determinar el funcionamiento de circuitos de corriente alterna R, RL, RC y RLC, en configuración serie, paralelo y mixto, para comprender su comportamiento, por medio del cálculo de sus parámetros básicos, con actitud objetiva y crítica.</p>	<p>El docente demuestra teóricamente el comportamiento de los circuitos de corriente alterna R, RL, RC y RLC en configuración serie, paralelo y mixto. El alumno entrega un documento con ejercicios resueltos.</p>	<p>Fuentes bibliográficas, bases de datos electrónicas, computadora y calculadora.</p>	8 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Identificar las reglas de seguridad y reglamento del laboratorio, a través de una visita guiada al laboratorio y lectura del reglamento del uso de las mesas básicas, para su seguridad y uso adecuado de las instalaciones, con respeto y orden.	El docente expone las reglas y medidas de seguridad del laboratorio. El alumno realiza la lectura del reglamento y entrega un reporte de las actividades realizadas.	Reglamento del uso de laboratorio, equipo de cómputo, proyector, y bibliografía correspondiente.	4 horas
2	Realizar mediciones de voltaje y corriente a circuitos resistivos alimentados por una fuente de poder, utilizando el VOM y el DVM, para comparar los valores obtenidos con los valores teóricos calculados anteriormente, con objetividad y responsabilidad.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno arma un circuito resistivo, realiza cálculos teóricos de voltajes y corrientes y realiza mediciones para comparar las lecturas obtenidas con las calculadas.	Mesa básica de laboratorio, accesorios, manuales y resistencias.	6 horas
3	Utilizar el osciloscopio y generador de funciones, a partir de los voltajes proporcionados por el generador de funciones en un circuito dado, para su medición e interpretación, con actitud crítica y responsable.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno alimenta un circuito básico con un generador de funciones a diferentes voltajes y hace las mediciones con el osciloscopio para interpretar y comparar los valores teóricos con los medidos.	Mesa básica del laboratorio, accesorios, manuales y resistencias	6 horas
4	Comprobar el valor RMS de una señal senoidal, triangular y cuadrada, utilizando el VOM, el DVM y el osciloscopio, para determinar el factor de corrección al medir valores RMS de las diferentes señales, con actitud crítica, objetiva y responsable.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno utiliza el osciloscopio y el generador de funciones para generar y observar diferentes tipos de señales, realiza lecturas de voltaje con el osciloscopio, el	Mesa básica de laboratorio, accesorios, manuales y resistencias.	4 horas

		DVM y el VOM.		
5	Medir voltajes en circuitos eléctricos, usando el DVM y el osciloscopio, para detectar el error derivado de una medición inadecuada, con actitud crítica responsable y objetiva.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno alimenta un circuito de resistencias y obtiene lecturas de voltaje con diferentes medidores, compara los valores obtenidos, con los teóricos, analiza la conexión de los circuitos para detectar lazos de tierra y utiliza técnicas adecuadas para eliminarlos.	Mesa básica de laboratorio, accesorios, manuales y resistencias.	4 horas
6	Comprobar el efecto de carga provocado por los equipos de medición como el VOM, el DVM y el osciloscopio, para determinar el porcentaje de error y especificar la forma de reducirlo en cada uno de ellos, con actitud objetiva y responsable.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno alimenta un circuito de resistencias, obtiene las lecturas de voltaje con los diferentes equipos de medición, compara con los valores teóricos, calcula los porcentajes de error y los interpreta, para determinar qué tanto afecta el efecto de carga.	Mesa básica de laboratorio, accesorios, manuales y resistencias.	4 horas
7	Comprobar el teorema de la superposición en los circuitos eléctricos, por medio de la medición de las respuestas de voltaje debida a la suma de fuentes directa y alterna, para alimentar un circuito de resistencias, con una actitud objetiva crítica y responsable.	El docente supervisa los cálculos teóricos y guía al alumno en los procedimientos de medición. El alumno alimenta un circuito de resistencias, utiliza una fuente de corriente directa (flotada, para evitar un corto circuito) en serie con una fuente de corriente alterna, mide los voltajes del circuito con el osciloscopio y analiza la respuesta como la suma de las fuentes usando el teorema de la superposición.	Mesa básica de laboratorio, accesorios, manuales y resistencias.	4 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)

Expone de forma ordenada, clara y concisa los tópicos de la asignatura, promueve la participación activa de los alumnos y el autoaprendizaje, provoca la discusión ordenada, proporciona ejercicios para la resolución, indica la bibliografía correspondiente, coordina las actividades de investigación, elabora, aplica y evalúa los exámenes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

Fortalece el pensamiento crítico, analítico y reflexivo, resuelve los ejercicios de taller, revisa fuentes de información confiable y rigurosa, realiza actividades de investigación, elabora una monografía de un dispositivo y resuelve las evaluaciones teóricas.

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

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales 40%
- Evidencia de desempeño 1..... 25%
(Compendio de actividades de clase-taller)
- Evidencia de desempeño 2 35%
(Compendio de actividades de laboratorio)

Total..... 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
<p>Chacón, F. J. (2017). <i>Medidas eléctricas para ingenieros</i>. España: Universidad Pontificia De Comillas.</p> <p>Helfrick, A.D. & Cooper, W.D. (2016). <i>Modern Electronic Instrumentation and Measurement Techniques</i>. India: Pearson India Education.</p> <p>Pallás, R. (2007). <i>Instrumentos electrónicos básicos</i>. México: Alfaomega, Marcombo. [clásica]</p> <p>Rodríguez, M.A. (2011). <i>Introducción a las medidas eléctricas</i>. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [clásica]</p> <p>Wolf, S. y Smith, R. F. (1992). <i>Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio</i>. México: Pearson Educación. [clásica]</p>	<p>Organización Internacional de Normalización. (2017). <i>General requirements for the competence of testing and calibration laboratories</i>. USA: Autor. Recuperado de: http://www.snti.ru/cd/ISOIEC17025-2017.pdf</p> <p>Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). <i>Ley Federal sobre Metrología y Normalización</i>. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1129/1/ley_federal_sobre_metrologia_y_normalizacion.pdf</p> <p>Secretaría de Economía. (2002). <i>Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida</i>. México: Autor. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=718870&fecha=27/11/2002</p>

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería Eléctrica, Electrónica o área afín, preferentemente maestría o doctorado en ciencias o ingeniería. Se sugiere experiencia profesional en el área de electricidad o electrónica, mínima de tres años o docente de por lo menos dos años. Además, debe dominar el uso de instrumentos de laboratorio (fuente de alimentación, ohmiómetro, voltímetro, amperímetro, LCR) y tecnologías de la información. También debe ser capaz de comunicarse efectivamente, facilitar la colaboración y propiciar el trabajo en equipo. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.