

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, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Bioingeniero
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Principios de Mediciones Bioeléctricas
5. **Clave:** 36234
6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05
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:** Electricidad y Magnetismo



Equipo de diseño de PUA

Víctor Alonso Parra Pacheco
Paúl Medina Castro
Miguel Enrique Bravo Zanoguera
Ángel Ramírez Fuentes

(Handwritten signatures of the PUA design team members)

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

(Handwritten signatures of the Vo.Bo. members)

Firma

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es conocer los principios de técnicas de mediciones eléctricas y aplicarlos en escenarios típicos de circuitos que se encuentran en la práctica de la bioingeniería; estos escenarios de electricidad y bioelectricidad constan de fuentes, componentes estándares y elementos de distribución.

Esta unidad de aprendizaje formará en el estudiante habilidades cuantitativas y herramientas, así como le dará una certidumbre, para obtener mediciones correctas que le ayudarán a avanzar en los aspectos de instrumentación biomédica. La unidad de aprendizaje se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y requiere cursar previamente la asignatura de Electricidad y Magnetismo, contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar las técnicas de mediciones eléctricas mediante el conocimiento de principios científicos, tecnológicos y el empleo adecuado de instrumentos de medición, para realizar mediciones con el menor error posible, con una actitud responsable y de confianza.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Desarrollo de prácticas en el laboratorio.

El reporte relacionado con cada práctica debe entregarse en el formato especificado e incluir: portada, introducción, objetivo, marco teórico, desarrollo experimental, discusión de resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

2. Portafolio de evidencias que incluye la resolución de ejercicios y problemas planteados en talleres, tareas y trabajos investigativos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de electricidad aplicada

Competencia:

Interpretar los conceptos y principios de electricidad aplicada, apoyándose en el empleo de fundamentos científicos, instrumentación, tecnología y métodos teórico-prácticos, para la solución de problemas cotidianos y de ingeniería, con responsabilidad y disposición para el trabajo colaborativo.

Contenido:**Duración:** 3 horas

- 1.1 Unidades de medidas eléctricas
- 1.2 Conceptos de electricidad aplicada
 - 1.2.1 Voltaje, corriente y potencia
 - 1.2.2 Corriente directa (CD) y corriente alterna (CA).
- 1.3 Identificación de componentes eléctricos y electrónicos, símbolos, aspecto físico (encapsulado) y función (modelo).
 - 1.3.1 Componentes pasivos
 - 1.3.2 Componentes activos (semiconductores)
 - 1.3.3 Instrumentos para medición de componentes pasivos
- 1.4 Diagrama de bloques y esquemáticos: como leer la interconectividad.

UNIDAD II. Instrumentos de mediciones eléctricas

Competencia:

Utilizar instrumentos de medición de magnitudes eléctricas relevantes en el ámbito industrial y profesional, siguiendo las recomendaciones de los manuales de los equipos, para la obtención de datos de un modo rápido y preciso, con una actitud práctica, responsable, con orden y confianza.

Contenido:

Duración: 3 horas

- 2.1 Instrumentos que componen una mesa básica de mediciones.
 - 2.1.1 Amperímetros, voltímetros, óhmetros
 - 2.1.1 Fuente de poder
 - 2.1.2 Multímetro de banco
 - 2.1.3 Osciloscopio
 - 2.1.4 Generador de funciones
 - 2.1.5 Multímetro de mano.
- 2.2 interfaz a PC para comunicación de datos por software específico.
- 2.3 Estimación del error
- 2.4 Límites de operación y protección de circuitos

UNIDAD III. Medición de voltaje y corriente en circuitos

Competencia:

Utilizar el método de medición y el instrumento apropiado para una aplicación en particular, a través del montaje de un experimento de medición, para el registro de datos de la cantidad física, con orden y responsabilidad en el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene.

Contenido:**Duración:** 4 horas

3.1 Medición de voltaje y corriente de CD y AC.

3.2 Impedancia eléctrica, medición de circuitos RC, transitorio y respuesta en frecuencia.

3.3 Fuentes de ruido y error

3.4 Características funcionales para expresar la relación entre medidas de dos valores: Decibelio, amplificación y relación señal a ruido.

UNIDAD IV. Introducción a la bioelectricidad y mediciones eléctricas en el cuerpo humano

Competencia:

Clasificar los diversos potenciales bioeléctricos relacionados con los sistemas del cuerpo humano a través de la analogía con los sistemas eléctricos, para comprender sus aplicaciones clínicas, con una actitud de servicio y respeto.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 4.1 Flujo de corriente por iones, potencial de reposo, y ecuación de Nernst-Planck
- 4.2 Modelo de circuito equivalente de células, tejidos y órganos
- 4.3 Potencial de acción y potenciales de superficie corporal
- 4.4 Tipos de electrodos y aplicaciones clínicas
- 4.5 Bioimpedancia y aplicaciones

UNIDAD V. Herramientas para automatización de diseño electrónico.

Competencia:

Medir virtualmente circuitos complejos, usando herramientas de software enfocadas al diseño de semiconductores y productos electrónicos, para la simulación de la funcionalidad de los componentes, con actitud honesta, creativa y propositiva.

Contenido:

- 3.1 Software de captura esquemática
- 3.2 Software para simulación de circuitos
- 3.3 Software para preparación de la manufactura

Duración: 2 horas

UNIDAD VI. Sistemas de instrumentación

Competencia:

Clasificar los transductores eléctricos, eligiendo y acoplando las características convenientes a ser registradas y medidas, para convertir magnitudes físicas como la temperatura, presión, flujo, fuerza y otras en señales eléctricas, con actitud ordenada y responsable.

Contenido:

Duración: 2 horas

- 6.1 Transductores eléctricos y selección de transductores.
- 6.2 Acondicionamiento y procesado de señal.
- 6.3 Conversión analógica digital, muestreo, cuantización y codificación.
- 6.4 Sistema de adquisición de datos.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Identificar los componentes eléctricos y comprobar su modelo matemático, a través de la revisión visual de especificaciones y la solución de ejercicios, para demostrar su existencia y función, con orden y actitud de análisis.	Identificación de componentes eléctricos y electrónicos, símbolos, aspecto físico (encapsulado) y función (modelo). y cómo conocer la conectividad en esquemáticos.	Dispositivos proporcionados por el docente. Ejercicios Calculadora Apuntes	3 horas
UNIDAD II				
2	Asegurar el buen funcionamiento de los instrumentos de medición, mediante la revisión del manual de operación, para reducir el riesgo y el error de medición, con responsabilidad, orden y confianza	Conocer los Instrumentos que componen una mesa básica de mediciones. Lectura de manuales de la fuente de poder, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones y multímetro de mano.	Manuales de operación de los equipos	3 horas
UNIDAD III				
3	Resolver circuitos, a través de la metodología de circuitos lineales, para comparar los resultados con los obtenidos en la medición experimental, con una actitud de atención al entorno y orden.	Ejercicios de circuitos de voltaje y corriente de CD y AC. Calculo de Impedancia eléctrica en circuitos RC, expresión de la relación entre medidas de dos valores: Decibelio, amplificación y relación señal a ruido.	Ejercicios Calculadora Apuntes	4 horas
UNIDAD IV				
4	Reconocer y discutir diversas aplicaciones clínicas de los biopotenciales, por medio de la relación con los sistemas del	Cálculos usando la ecuación de Nernst-Planck, demostración de los tipos de electrodos y varias aplicaciones clínicas.	Ejercicios Calculadora Apuntes Presentación de equipo biomédico	2 horas

	cuerpo humano, para entender las aplicaciones de la bioelectricidad, con una actitud de servicio y respeto.			
UNIDAD V				
5	Conocer las herramientas de software de diseño de productos electrónicos, a través de la revisión de especificaciones y demostraciones de los proveedores, para la fabricación de un circuito de ejemplo, con actitud honesta, creativa y propositiva.	Revisión del software de captura esquemática para simulación de circuitos y para la realización de un circuito impreso.	Especificaciones y demostraciones de software comercial, y ejemplo de un circuito propuesto. Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
UNIDAD VI				
6	Comparar transductores eléctricos, para medir temperatura y presión, revisando las características convenientes a ser registradas y medidas en un sistema de adquisición de datos, con actitud ordenada y responsable.	Evaluación de transductores de presión y temperatura, y módulos de adquisición de datos de bajo costo: National Instruments (USB-6009), Digilent (Analog Discovery)	Hojas de datos de fabricantes	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	<p>Conocer los efectos nocivos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano mediante la revisión de los límites establecidos para reconocer la importancia de trabajar con medidas de seguridad, con responsabilidad.</p>	<p>Se le proporcionará previamente al alumno una lectura sobre las normas referente a la seguridad eléctrica. En el laboratorio se le mostrará lo que sucede a diferentes materiales sensibles a la corriente cuando se someten a corrientes suficientemente altas para que se calienten, emitan luz o se deformen. El alumno deberá presentar un reporte con sus conclusiones de la lectura y de lo que observó en el experimento.</p>	<p>Lectura. Fuente de corriente. Medidor de corriente Materiales sensibles a la corriente eléctrica</p>	2 horas
2	<p>Utilizar el DVM, el medidor de capacitancia y el medidor de inductancias para realizar mediciones de componentes eléctricos mediante el empleo adecuado de los instrumentos, con responsabilidad y disposición al trabajo de equipo.</p>	<p>Se le proporcionaran diferentes componentes pasivos para que el alumno mida su valor con el aparato que corresponda.</p>	<p>Medidor de capacitores Medidor de inductancias Multímetro de mano Manual de uso de los aparatos Componentes pasivos</p>	2 horas
3	<p>Comprobar el funcionamiento adecuado de circuitos eléctricos mediante el seguimiento de diagramas esquemáticos para configurar futuros experimentos de medición con responsabilidad y de manera ordenada.</p>	<p>Se le proporcionará al alumno un diagrama de circuito eléctrico para que realice la interconexión física de los componentes en el protoboard. Se verificará que el alumno realice un adecuado alambrado de circuito, y como parte de la revisión se le pedirá realizar pruebas de continuidad</p>	<p>Fuente de voltaje, multímetro, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias y LED.</p>	2 horas

		para verificar las conexiones.		
UNIDAD II				
4	Aplicar las técnicas de medición eléctrica mediante el empleo de la fuente de poder de corriente directa, el multímetro de banco, osciloscopio y generador de funciones, para identificar los diferentes parámetros eléctricos trabajando ordenadamente y con disciplina.	Se le proporcionaran diagramas de circuitos simples que el alumno deberá armar en el protoboard y se le especificará que realice la medición de diferentes parámetros de los mismos.	Fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, protoboard y diferentes elementos de circuito Documentos: uso de la fuente de CD, multímetro, osciloscopio generador de funciones y osciloscopio.	4 horas
UNIDAD III				
5	Medir circuitos eléctricos típicos utilizando la metodología para operación de instrumentos de medición, para comparar los resultados de sus mediciones con los valores calculados utilizando los modelos matemáticos con actitud reflexiva, ordenada siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente directa que deberá armar y al que le deberá medir voltaje y corriente en diferentes puntos del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	2 horas
6		Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente alterna que deberá armar y al que le deberá medir voltaje y corriente en diferentes puntos del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor	2 horas

		de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	
7	Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente alterna que deberá armar y al que le deberá realizar en diferentes mediciones de impedancia a diversos componentes del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	2 horas
8	Se le proporcionará un diagrama de circuito que deberá armar y al que deberá alimentar con una señal cuadrada de tal manera que pueda observar su respuesta transitoria en el osciloscopio.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos,	2 horas

			fuelle de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspice, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	
UNIDAD IV				
9	Aplicar un nivel apropiado de corriente alterna al cuerpo humano, para obtener la medición de la impedancia Z (módulo y fase entre corriente y tensión eléctrica asociada), con ayuda de un arreglo de electrodos de superficie en un intervalo de frecuencias, siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	Se realizará la medición de su impedancia eléctrica de manera segura. Para esto previamente se les proporcionarán lecturas que indiquen como se realiza la medición de manera segura.	Equipo de medición (mesa básica) Manual de prácticas Electrodos Gel Fuente de corriente alterna Osciloscopio	4 horas
UNIDAD V				
10	Usar las funciones básicas de edición de esquemáticos, para crear sus propios diagramas eléctricos mediante la utilización de software de forma ordenada y eficiente.	El profesor explicará en el proyector como se realiza la edición de un circuito en el software y el alumno ejecutará estos pasos de manera simultánea. Luego se le pedirá al alumno que el solo realice la edición de un circuito dado.	Manual de trabajo Proyector Computadora Software Pspice	2 horas
11	Observar el comportamiento de los componentes energizados, por medio del simulador Pspice, para el correcto uso en aplicaciones, de forma disciplinada y eficiente.	Se le proporcionaran diversos circuitos para que el alumno los edite y los simule en el software.	Manual de trabajo Proyector Computadora Software Pspice	2 horas

12	Diseñar la plantilla de una placa para PCB de un circuito dado mediante la utilización de software para luego proceder a su fabricación con actitud creativa y propositiva.	Se elaborará la fabricación y soldado de un circuito impreso dado, desde su edición en el software hasta el soldado de sus componentes. Luego se verificará su funcionamiento mediante pruebas de continuidad, y mediante la observación de su respuesta en el osciloscopio.	Manual de trabajo Proyector Software Pspice Computadora e impresora Placa de cobre Ácido férrico Componentes diversos Multímetro Osciloscopio	4 horas
UNIDAD VI				
13	Analizar la transducción de variables físicas, mediante la utilización de equipos de medición eléctrica para obtener una estimación del estado del sistema o proceso, en forma ordenada y sistemática.	Se utilizarán sensores de temperatura, presión y la electrónica necesaria para observar en los aparatos de medición como el voltaje varía al variar las variables de entrada a los sensores.	Sensor de presión Sensor de temperatura Componentes diversos Protoboard Multímetro Osciloscopio	2 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):

Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos concernientes a los métodos de medición de componentes en circuitos eléctricos simples. En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Por último, se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual y por equipos. Además, se realizarán prácticas de laboratorio de los temas vistos en clase.

Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno):

A través del trabajo en equipo, sesiones de taller y experimentales, el alumno aplique los conceptos, principios y leyes que rigen a los fenómenos de la electricidad y magnetismo en el estudio de un sistema de esta naturaleza. Los reportes y la bitácora, elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas que, en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar los cálculos y las mediciones hechas en un circuito de índole eléctrico o magnético.

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 (4).....	60%
- Evidencia de desempeño 1.....	15%
(Reportes en formato electrónico de prácticas de laboratorio	
- Evidencia de desempeño 2.....	15%
(Elaboración de una bitácora en formato electrónico)	
- Tareas y trabajo en equipo.....	10%
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

- Gibilisco, S. (2018). *Beginner's Guide to Reading Schematics* (4ª ed.). México: McGraw-Hill
- Gibilisco, S., y Monk, S. (2016). *Teach Yourself Electricity and Electronics* (6ª ed.). México: McGraw-Hill
- Grimnes, S. (2014). *Martinsen, Ørian. Bioimpedance and bioelectricity basics* (3ª ed.). Germany: Academic Press
- Platt, C. (2014). *Encyclopedia of Electronic Components 1: Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays*. Estados Unidos: Maker Media
- Platt, C., y Jansson, F. *Encyclopedia of Electronic Components 2: LEDs, LCDs, Audio, Thyristors, Digital Logic, and Amplification*. Estados Unidos: Maker Media
- Tsividis, Y. (2002). *A first lab in circuits and electronics*. Estados Unidos: Wiley [clásica]

Complementarias

- Regtien, P. P. L. (2004). *Measurement Science for Engineers*. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann [clásica]
- Webster, J. G. (2017). *Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal and radiation measurement* (2ª ed.). Estados Unidos: CRC Press

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en Física o área afín, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de Bioingeniería o Electrónica y como docente en el área de Bioingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. 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.