



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO Electrónica Analógica Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Biomédica
2020
12/06/2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
IDENTIFICACIÓN	3
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>3</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>3</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	4
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	5
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>5</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>5</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>5</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>6</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>6</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....	7
PRÁCTICAS.....	10
<i>Rectificador de media onda.....</i>	<i>11</i>
<i>Rectificador de onda completa.....</i>	<i>15</i>
<i>Diseño de una fuente de voltaje fija</i>	<i>20</i>
<i>Transistor BJT como Interruptor</i>	<i>23</i>
<i>Transistor BJT como amplificador de corriente</i>	<i>25</i>
<i>Configuraciones básicas de amplificadores operacionales.</i>	<i>27</i>
<i>Amplificador operacional como sumador y restador</i>	<i>30</i>
<i>Filtros pasaaltas y pasabajas de primer orden.....</i>	<i>33</i>
<i>Amplificador de instrumentación</i>	<i>36</i>
FUENTES DE INFORMACIÓN	39
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	40
<i>Normas Oficiales Mexicanas (NOM)</i>	<i>40</i>
<i>Normas Internacionales ISO</i>	<i>40</i>
<i>Normas IEEE</i>	<i>40</i>
ANEXOS	41

<i>Plantilla de entrega de práctica – Electrónica Analógica</i>	<i>42</i>
---	-----------

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

El presente manual tiene como propósito guiar al estudiante en la ejecución de prácticas experimentales en el área de Electrónica Analógica, proporcionando una estructura didáctica para el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas fundamentales en la formación del ingeniero biomédico. A través de estas prácticas, se busca fortalecer el aprendizaje teórico mediante la observación, armado, simulación y análisis de circuitos básicos, enfocados en el acondicionamiento de señales biomédicas.

Este manual se justifica dentro del programa académico de Ingeniería Biomédica como una herramienta esencial que vincula el conocimiento teórico con la práctica aplicada, permitiendo que el estudiante comprenda los fundamentos de la electrónica analógica y su relación directa con los dispositivos de instrumentación biomédica. Su implementación está alineada con los objetivos formativos del plan de estudios, respondiendo a las demandas actuales del sector salud y a los estándares de calidad en el área clínica, de diseño y monitoreo de señales fisiológicas.

Además de los conocimientos técnicos, la realización de estas prácticas permite al estudiante desarrollar un conjunto de competencias clave que fortalecen su perfil profesional y académico. Estas competencias se agrupan en tres dimensiones:

Competencias blandas

A lo largo del desarrollo de las prácticas, se promueve el fortalecimiento de habilidades transversales como:

- Trabajo en equipo, al colaborar con otros compañeros en el análisis y resolución de circuitos.
- Comunicación efectiva, al expresar ideas, resultados y conclusiones de forma clara.
- Pensamiento crítico y resolución de problemas, al interpretar resultados experimentales.
- Uso responsable de tecnologías, a través de software de simulación y equipos de medición.
- Autonomía y responsabilidad, en la ejecución y documentación de los procedimientos.

Competencias disciplinares

Cada práctica contribuye al desarrollo de conocimientos y habilidades específicas del área, tales como:

- Comprensión del funcionamiento de componentes básicos: diodos, transistores y amplificadores operacionales.
- Diseño y análisis de circuitos electrónicos aplicados al procesamiento de bioseñales.
- Interpretación de señales eléctricas y comportamiento de sistemas analógicos.
- Aplicación de fundamentos teóricos en escenarios experimentales reales o simulados.

Competencias profesionales

Finalmente, las actividades prácticas permiten al estudiante:

- Aplicar sus conocimientos en contextos clínicos o de laboratorio, desarrollando soluciones funcionales y seguras.
- Relacionar la teoría con aplicaciones reales, especialmente en el diseño de sistemas de monitoreo y acondicionamiento de señales biomédicas.
- Formarse como un profesionalista ético y comprometido con el desarrollo tecnológico en el sector salud, capaz de integrar soluciones innovadoras en contextos interdisciplinarios.
- Prepararse para colaborar en proyectos de instrumentación clínica, investigación aplicada o desarrollo de dispositivos médicos, de forma responsable y efectiva.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Electrónica Analógica	
Clave	071CP077	Créditos	5
Asignaturas Antecedentes	071CP085	Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
Asociar los conocimientos básicos para diseñar, construir, simular, validar y gestionar los sistemas biomédicos mediante el análisis y resolución de problemas en el área, en apego a los principios especializados en la operación de dispositivos y sistemas en la ingeniería biomédica.	Aplicar los conocimientos de la electrónica analógica mediante la adecuación y tratamiento de señales, utilizando dispositivos semiconductores de forma responsable y mediante el trabajo en equipo, para el desarrollo de aplicaciones en el área de ingeniería biomédica.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	3	0	1	6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	12/06/2025
Responsables del diseño	Luz María Márquez Agundez
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Práctica 1: Rectificador de media onda	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 2: Rectificador de onda completa	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 3: Fuente de voltaje fija	Gestionar tecnología médica. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 4: Transistor BJT como interruptor	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 5: Transistor BJT como amplificador	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 6: Configuraciones básicas de amplificadores operacionales	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 7: A.O. como sumador y restador	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 8: Filtros pasabajas y pasaaltas activos de primer orden	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 9: Amplificador de instrumentación (INA128 / AD620)	Diseñar sistemas biomédicos. Implementar metodologías de diseño biomédico. Implementar tecnología de vanguardia

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

El laboratorio de Instrumentación es un espacio destinado al desarrollo de habilidades técnicas aplicadas al diseño, montaje y prueba de circuitos electrónicos orientados a la medición de variables fisiológicas. Por ello, es indispensable que los estudiantes cumplan con las siguientes normas de seguridad y buenas prácticas, con el fin de preservar su integridad física, cuidar los recursos institucionales y fomentar una cultura de trabajo profesional y responsable.

Reglamento general del laboratorio

- Está estrictamente prohibido comer, beber o fumar dentro del laboratorio.
- Los estudiantes deberán ingresar únicamente durante el horario asignado y bajo la supervisión del docente.
- Se debe mantener el área de trabajo limpia y ordenada en todo momento.
- No se permite el uso de teléfonos celulares ni audífonos durante las actividades prácticas.
- Cualquier accidente, descarga eléctrica, cortocircuito o daño a los equipos debe ser reportado de inmediato al docente.
- No se permite retirar materiales, herramientas o componentes del laboratorio sin autorización.

Reglamento de uniforme

- El uso de bata de laboratorio de algodón limpia y cerrada es obligatorio durante todas las sesiones.
- Es obligatorio el uso de zapato cerrado (no sandalias, ni calzado descubierto).
- El cabello largo debe mantenerse recogido, y no se permite el uso de bufandas, mascaradas o accesorios colgantes que puedan interferir con el trabajo técnico.
- No se permite el uso de ropa suelta, joyería excesiva o elementos que comprometan la seguridad en el área de trabajo.

Uso adecuado del equipo y materiales

- Todo el equipo debe ser utilizado exclusivamente para las prácticas asignadas.
- Antes de encender cualquier fuente de alimentación o dispositivo, se debe revisar el montaje del circuito.
- Nunca se debe manipular un circuito conectado a la corriente sin la autorización del docente.
- Se deben utilizar correctamente las herramientas (multímetros, fuentes, protoboards, soldadores) siguiendo las indicaciones de seguridad.

- Al terminar la práctica, los estudiantes deberán apagar y desconectar los equipos, retirar los componentes del protoboard, y dejar limpio su espacio de trabajo.
- No se debe forzar ni intercambiar cables, conectores o equipos asignados sin permiso.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- Se debe separar correctamente el material reutilizable del material de desecho.
- Los residuos de soldadura, alambres cortados, componentes dañados o baterías deben colocarse en los contenedores señalizados para residuos electrónicos.
- Nunca deben desecharse componentes electrónicos en los botes de basura comunes.
- En caso de derrame de sustancias químicas o exposición a gases por soldadura, se debe ventilar el área y notificar al docente.

Procedimientos en caso de emergencia

- Conocer la ubicación de los extintores, salidas de emergencia y botiquín del laboratorio.
- En caso de incendio eléctrico, no utilizar agua; se debe cortar la energía general y utilizar el extintor adecuado.
- Si una persona sufre una descarga eléctrica, no tocarla directamente: cortar la corriente y pedir auxilio inmediato.
- En caso de sismo o evacuación, seguir las instrucciones del docente y conservar la calma.
- Todos los incidentes deben registrarse en el reporte correspondiente del laboratorio.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia I
	Comprender el funcionamiento de los diodos y transistores con la finalidad de acondicionar y caracterizar señales corporales mediante el trabajo en equipo y de forma responsable, en apego a los estándares de salud definidos para la instrumentación biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Rectificador de media onda	Identificar el comportamiento del diodo en un circuito rectificador de media onda para comprender el proceso de conversión de corriente alterna a directa, mediante mediciones experimentales controladas, en un entorno de laboratorio biomédico, fomentando la responsabilidad y la colaboración en equipo.
Práctica No. 2	Rectificador de onda completa	Reconocer el funcionamiento del circuito rectificador de onda completa para entender su aplicación en el acondicionamiento de señales eléctricas, mediante la observación de señales rectificadas, en un laboratorio de ingeniería biomédica, promoviendo el trabajo colaborativo y la actitud responsable.
Práctica No. 3	Diseño de una fuente de voltaje fija	Comprender el funcionamiento de una fuente de voltaje fija para asegurar una alimentación estable a dispositivos electrónicos, utilizando reguladores lineales y filtrado capacitivo, en condiciones de laboratorio, actuando con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.
Práctica No. 4	Transistor BJT como interruptor	Describir el comportamiento del transistor BJT como interruptor para controlar cargas electrónicas en aplicaciones biomédicas básicas, mediante circuitos de prueba y señales digitales, en el contexto del laboratorio, con responsabilidad y colaboración grupal.
Práctica No. 5	Transistor BJT como amplificador	Interpretar el uso del transistor BJT como

		amplificador de corriente para comprender su función en el acondicionamiento de bioseñales, a través de experimentación con señales analógicas, en un entorno biomédico controlado, demostrando responsabilidad y cooperación.
--	--	--

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia II
	Comprender el funcionamiento de los amplificadores operacionales con la finalidad de caracterizar señales corporales de manera responsable y mediante el trabajo en equipo, tomando en consideración los estándares de salud definidos para la instrumentación biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 6	Configuraciones básicas de amplificadores operacionales	Distinguir las configuraciones básicas de amplificadores operacionales para comprender su comportamiento como inversores, no inversores y seguidores de voltaje, mediante la observación de señales de entrada y salida, en el laboratorio biomédico, trabajando con responsabilidad y en equipo.
Práctica No. 7	Amplificador operacional como sumador y restador	Comprender el funcionamiento del amplificador operacional en configuraciones sumadora y restadora para interpretar su aplicación en operaciones básicas con señales analógicas, a través del análisis de entradas múltiples, en el contexto de instrumentación biomédica, con trabajo colaborativo y actitud ética.
Práctica No. 8	Filtro pasabajas y pasaaltas activos de primer orden	Interpretar el comportamiento de filtros activos pasabajas y pasaaltas para comprender su utilidad en la selección y supresión de frecuencias, empleando señales de prueba y análisis de amplitud, en un entorno experimental biomédico, con responsabilidad y cooperación grupal.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia III Aplicar los conocimientos de la electrónica analógica mediante la realización de un sistema de monitoreo de signos vitales, empleando filtros, OpAmps y dispositivos analógicos de forma responsable e innovadora mediante el trabajo en equipo, con la finalidad de acondicionar señales corporales, tomando en consideración los lineamientos de calidad para la instrumentación biomédica con responsabilidad, innovación y trabajo en equipo.
--	--

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 9	Amplificador de instrumentación	Aplicar un amplificador de instrumentación integrado (INA128 o AD620) para amplificar señales diferenciales en contextos biomédicos, usando configuración de ganancia ajustable y análisis del rechazo de modo común, en condiciones de laboratorio, demostrando responsabilidad, innovación y trabajo en equipo.
Práctica No. 7	Amplificador operacional como sumador y restador	Redactar competencia a desarrollar en la práctica de acuerdo con los criterios para la redacción de competencias: Verbo + objeto + finalidad + condición + contexto + competencia blanda



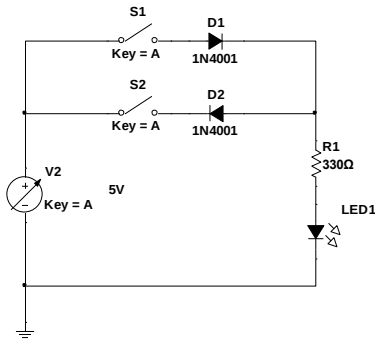
PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Rectificador de media onda
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar el comportamiento del diodo en un circuito rectificador de media onda para comprender el proceso de conversión de corriente alterna a directa, mediante mediciones experimentales controladas, en un entorno de laboratorio biomédico, fomentando la responsabilidad y la colaboración en equipo. Conocer el funcionamiento de los diodos y familiarizarse con sus características fundamentales.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El diodo es un componente electrónico semiconductor que permite el paso de corriente en un solo sentido, funcionando como una válvula unidireccional. Su principio de operación se basa en la unión PN, en la cual, al aplicar una polarización directa, los portadores de carga cruzan la barrera de potencial y permiten el flujo de corriente; en cambio, en polarización inversa, el diodo impide casi totalmente el paso de corriente (Sedra & Smith, 2015). Este comportamiento lo convierte en un elemento fundamental en la conversión de corriente alterna (CA) a corriente directa (CD), proceso conocido como rectificación. En el caso del rectificador de media onda, se utiliza un solo diodo para permitir el paso de una sola mitad del ciclo de la señal alterna, eliminando la otra. Aunque es una forma simple de rectificación, resulta útil para introducir los principios básicos de manejo de corriente en circuitos electrónicos (Boylestad & Nashelsky, 2010). El diodo 1N4001 es un dispositivo de silicio ampliamente usado en aplicaciones de rectificación. Es capaz de soportar hasta 50 V en polarización inversa y conducir corrientes de hasta 1 A, siendo útil en fuentes de alimentación, sistemas de protección y detección de polaridad (Horowitz & Hill, 2015).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Osciloscopio • Generador de funciones • Fuente de alimentación DC • Multímetro • Protoboard • Cables de conexión • Diodos de silicio 1N4001, resistencias 330Ω, resistencia 1kΩ, led, interruptor.

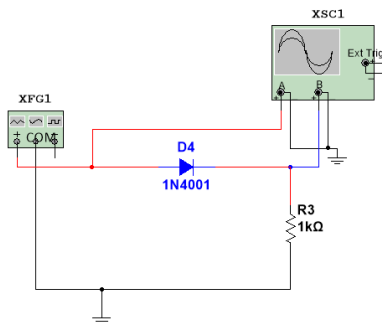
PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Parte I: Polarización directa e inversa 1. Construya en el proto y simulador multisim, un rectificador de media onda con el Diodo 1N4001 alimentado con una fuente de DC de 5V, como se muestra en el siguiente circuito 2. Presione los interruptores para ver la aplicación del diodo en modo polarización directa e indirecta.



3. Calcule la caída de voltaje en R1 cuando se presiona D1 y mida el voltaje con el multímetro en R1. Incluya los cálculos realizados.
4. Calcule la caída de voltaje en R1 cuando se presiona D2 y mida el voltaje con el multímetro en el R1. Incluya los cálculos realizados.
5. ¿Qué pasa al presionar los dos interruptores y por qué?

Parte III. Diodo como rectificador de media onda

1. Construya en el proto y simulador multisim un rectificador de media onda con el diodo 1N4001 alimentado con un generador de funciones como fuente de AC senoidal, para una frecuencia de 60Hz, 600Hz, 6KHz, 600KHz, 1MHz, 3 MHz. Utilice una carga de 1Kohms 1/2W.



2. Con la ayuda del osciloscopio compare las señales de entrada y salida.
3. Mida los valores de voltaje V_{dc} y V_{rms} , sobre la carga con un multímetro y compare los valores con los calculados.

RESULTADOS ESPERADOS

- Caída de voltaje en la resistencia de carga (R1) en diferentes condiciones de polarización.
- Señales de entrada y salida del rectificador observadas en el osciloscopio para distintas frecuencias (60 Hz, 600 Hz, 6 kHz, 600 kHz, 1 MHz, 3 MHz).
- Valores de V_{DC} y V_{RMS} medidos con el multímetro sobre la carga.

- Registro fotográfico de los circuitos armados y señales obtenidas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Parte I (Polarización DC):

- ¿Coinciden los voltajes medidos con los calculados en R1 para polarización directa e inversa? ¿A qué se deben las posibles diferencias (tolerancias, caída de diodo)?
- Explica en detalle el comportamiento observado al presionar ambos interruptores. ¿Por qué ocurre esto en términos de las características de conducción del diodo?

Parte II (Rectificador de Media Onda AC):

- ¿Cómo cambia la forma de onda de salida al variar la frecuencia? ¿Se mantiene siempre una forma de onda de media onda rectificada? ¿Hay algún efecto de la frecuencia en la rectificación?
- ¿Cómo se comparan los valores de V_{dc} y V_{rms} medidos con los calculados? ¿Qué factores podrían explicar las discrepancias? (Ej. caída de voltaje del diodo, precisión del multímetro, rizado).
- ¿Cuál es el efecto de la caída de voltaje del diodo (0.7V) en la señal rectificada?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Cada integrante del equipo deberá redactar una conclusión individual que sintetice lo aprendido durante la práctica. En ella deberán reflexionar sobre:

- El comportamiento observado del diodo en polarización directa e inversa.
- La efectividad del diodo como rectificador de media onda.
- La utilidad del multímetro y del osciloscopio en la medición y análisis de señales.

Las conclusiones deben ser personales, claras y coherentes, demostrando comprensión de los conceptos aplicados durante la actividad experimental.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Ejercicio de análisis teórico

Calcula el valor del voltaje de salida promedio V_{dc} de un rectificador de media onda si la señal de entrada es una onda senoidal de 10 V_{pico} a 60 Hz. Compara tu resultado con el valor medido en la práctica y explica las posibles diferencias.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- **Desarrollo experimental (30 pts):** Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas.
- **Resultados y análisis (20 pts):** Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales.
- **Fundamento teórico (15 pts):** Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA.
- **Conclusiones (10 pts):** Conclusión individual bien redactada y

	reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. • Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Rectificador de onda completa
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer el funcionamiento del circuito rectificador de onda completa para entender su aplicación en el acondicionamiento de señales eléctricas, mediante la observación de señales rectificadas, en un laboratorio de ingeniería biomédica, promoviendo el trabajo colaborativo y la actitud responsable.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El rectificador de onda completa es un circuito que convierte una señal de corriente alterna (CA) en corriente directa (CD), utilizando ambas mitades del ciclo de la señal. A diferencia del rectificador de media onda, que solo aprovecha un semiciclo, el de onda completa proporciona una señal rectificada más eficiente y con menor rizado (Sedra & Smith, 2015). Existen dos configuraciones comunes para el rectificador de onda completa: el uso de un transformador con derivación central y dos diodos, o el puente rectificador, también conocido como puente de Graetz, que emplea cuatro diodos sin necesidad de derivación central (Boylestad & Nashelsky, 2010). En ambos casos, la señal de salida tiene una frecuencia doble respecto a la de entrada, lo que facilita su posterior filtrado. El análisis del comportamiento del circuito se basa en el conocimiento de la conducción de los diodos durante los ciclos positivos y negativos, permitiendo así una entrega continua de corriente a la carga resistiva (Horowitz & Hill, 2015). Estos circuitos son fundamentales en fuentes de alimentación y sistemas electrónicos que requieren voltajes estables.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Osciloscopio • Generador de funciones • Fuente de alimentación • Multímetro • Protoboard • Cables de conexión • 4 diodos de silicio 1N4007 o circuito integrado de diodos • Resistencias 1kΩ • 1 transformador con derivación central • Cables caimanos. • Computadora con software de simulación como multisim y tinkercad.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Parte I: Rectificador de onda completa con transformador con derivación central

1. Reunir el material necesario: protoboard, generador de funciones, osciloscopio, multímetro, transformador con derivación central, 2 diodos 1N4007, resistencia de carga (R_L), y cables de conexión.
2. Armar el circuito mostrado en la Figura 1, correspondiente al rectificador de onda completa con derivación central.
3. Conectar la salida del generador de funciones al primario del transformador, configurando una señal senoidal con frecuencia de 60 Hz.
4. Encender el sistema y medir con el multímetro los voltajes indicados en la Tabla 1, registrando los valores correspondientes.
5. Utilizar el osciloscopio para observar la forma de onda de la señal de entrada y la señal rectificada en la carga.
6. Dibujar o capturar las formas de onda observadas en la figura 2 para incluirlas en el reporte.

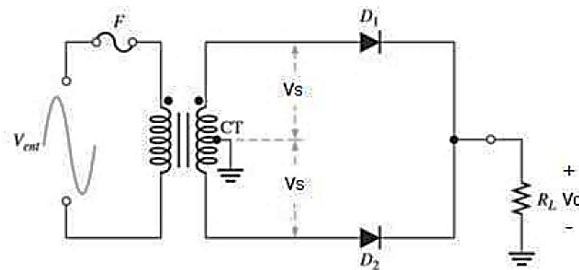


Figura 1

variables	Voltajes (v)			Corrientes (mA)
	osciloscopio	voltímetro		amperímetro
Vs p-p				
Vs rms			Modo AC	
Vodc			Modo DC	
Vo p-p				
Vo rms			Modo AC	
Iodc			Modo DC	

Parte II: Rectificador de onda completa con puente de diodos.

1. Reutilizar el protoboard y materiales para armar el circuito mostrado en la Figura 3, correspondiente al rectificador con puente de diodos.
2. Sustituir el transformador por una fuente de señal alterna directa si se dispone, o utilizar nuevamente el secundario del transformador.
3. Asegurar que los cuatro diodos estén conectados correctamente formando el puente rectificador.
4. Medir los voltajes y corrientes indicados en la Tabla 2 con el multímetro y registrar los datos obtenidos.
5. Visualizar con el osciloscopio la forma de onda de la señal rectificada en la carga.
6. Dibujar o capturar las formas de onda para su análisis y comparación con la configuración anterior.

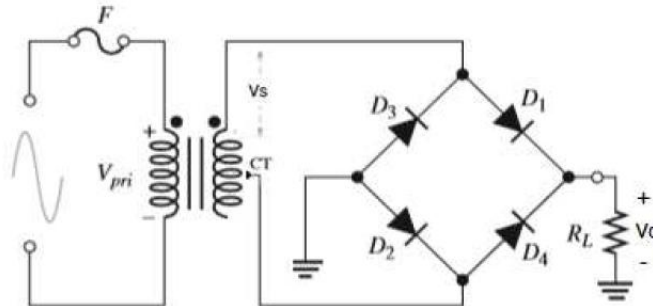


Figura 3

Secundario del transformador		En la resistencia de carga	
I _{oDC}		Modo DC	

Tabla 2

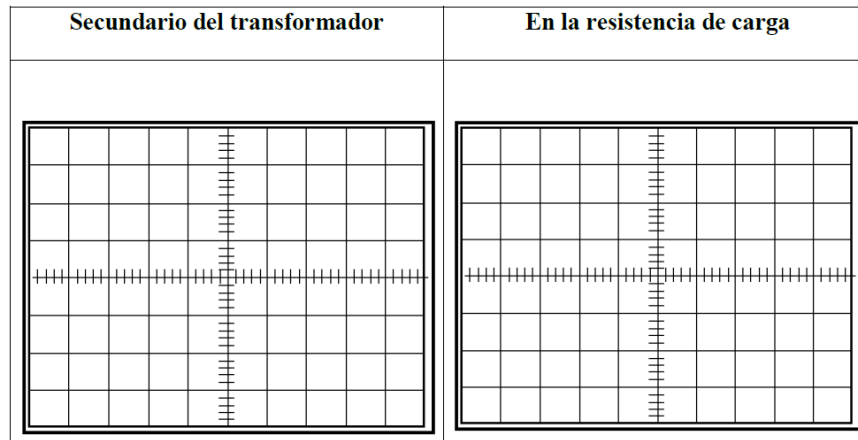


Figura 4

RESULTADOS ESPERADOS

- Medición de **voltajes** en los puntos señalados de cada circuito (entrada, salida, caída en la resistencia de carga, etc.), según lo indicado en la **Tabla 1** y **Tabla 2**.
- Medición de **corrientes** en el circuito, en los mismos puntos que se indican en las tablas correspondientes.
- Registro de las **formas de onda** observadas en el osciloscopio para cada configuración.
- Análisis gráfico de cómo varía la señal antes y después de ser rectificada.
- Evidencias fotográficas del armado del circuito y capturas de pantalla del osciloscopio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué diferencias observaste entre la señal de entrada y la señal rectificada en cada uno de los circuitos?
2. ¿Las formas de onda observadas en el osciloscopio coinciden con lo que se esperaba teóricamente? Explica cualquier diferencia.
3. ¿Qué ventajas prácticas tiene el puente de diodos respecto al circuito con derivación central?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Cada integrante del equipo deberá redactar una conclusión individual respondiendo de forma clara y personal las siguientes preguntas:

1. ¿Qué aprendiste sobre el funcionamiento del rectificador de onda completa y cómo se relaciona con la teoría revisada en clase?
2. ¿Cómo pueden aplicarse estos conocimientos en el diseño o mantenimiento de equipos electrónicos en el área biomédica?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Cálculo del voltaje de salida promedio.

Supón que la señal de entrada a un rectificador de onda completa es de 12 V_{pico} a 60 Hz. Calcula el valor del voltaje de salida promedio (VDC) considerando una caída de 0.7 V en cada diodo. Compara el resultado con el valor ideal sin caída de voltaje.

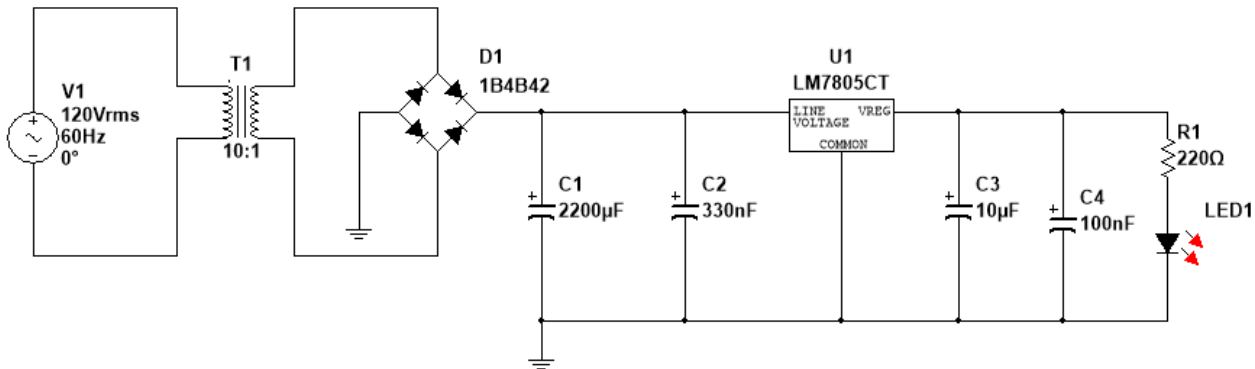
EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Diseño de una fuente de voltaje fija
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Comprender el funcionamiento de una fuente de voltaje fija para asegurar una alimentación estable a dispositivos electrónicos, utilizando reguladores lineales y filtrado capacitivo, en condiciones de laboratorio, actuando con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Una fuente de voltaje es un dispositivo que convierte corriente alterna (CA) en corriente directa (CD) estable, lo cual es fundamental para alimentar circuitos electrónicos sensibles. Su diseño básico incluye cuatro etapas principales: transformación, rectificación, filtrado y regulación (Boylestad & Nashelsky, 2010). El regulador de voltaje 7805 es un circuito integrado de tipo lineal que proporciona una salida fija de 5 volts, incluso si la entrada presenta variaciones dentro de ciertos rangos. Su operación es simple y confiable, y suele complementarse con capacitores para mejorar la estabilidad y reducir el ruido (Sedra & Smith, 2015). Este tipo de regulador es común en fuentes de alimentación de bajo consumo, como cargadores, sistemas embebidos y equipos biomédicos básicos (Horowitz & Hill, 2015).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
Transformador reductor (120V/12V), Puente rectificador (1A), Capacitores electrolíticos (2200μF, 330nF o 10μF), Regulador de voltaje 7805, Capacitor cerámico (0.1μF, 10uF, 100nF), Protoboard, Multímetro digital, Osciloscopio, Cables de conexión. Computadora con multisim y tinkercad.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Diseña un diagrama esquemático del circuito de la fuente de voltaje fija de 5V utilizando el regulador 7805. Asegúrate de incluir todas las etapas: transformador, puente rectificador, filtro con capacitores y regulador de voltaje. (Ver Figura 1).
 Figura 1
Arma el circuito en el protoboard siguiendo el diagrama mostrado en la Figura 1. Conecta el transformador reductor (120V a 12V CA) a la red eléctrica, y verifica con el multímetro que la salida secundaria del transformador sea la esperada.

- **Conecta el puente rectificador** a la salida del transformador y mide con el osciloscopio la señal **antes del filtrado**, observando la forma de onda pulsante.
- **Agrega los capacitores de filtrado** (2200 μ F y 330 nF) a la salida del puente rectificador y vuelve a medir con el osciloscopio para verificar la **reducción del rizado**.
- **Instala el regulador 7805** y los capacitores adicionales (0.1 μ F, 10 μ F o 100 nF) según el diagrama. Esto estabilizará la salida.
- **Mide la salida con el multímetro**, asegurándote de que entregue un voltaje constante de 5 volts.
- **Verifica con el osciloscopio** que la salida regulada sea **estable y sin ruidos** eléctricos significativos.

Pasos para medición con instrumentos:

- **Multímetro:**
 - Coloca el multímetro en la escala de medición adecuada (voltaje DC).
 - Realiza mediciones en puntos clave: salida del transformador, salida rectificador, salida del capacitor y salida regulada.
- **Osciloscopio:**
 - Configura la escala vertical (voltios/división) y horizontal (tiempo/división) adecuadamente.

Observa y registra la forma de onda después del rectificador y después del regulador.

RESULTADOS ESPERADOS

Parámetros para evaluar o datos a recolectar:

- Voltaje de salida del **transformador** (medido con multímetro en CA).
- Señal **rectificada sin filtrado**, observada en el osciloscopio (forma de onda pulsante).
- Señal **después del filtrado** con capacitores (reducción del rizado).
- Voltaje de salida final del **regulador 7805**, medido con multímetro (debe ser cercano a 5V DC).
- Forma de onda de la señal **a la salida del regulador**, verificada con el osciloscopio (debe ser continua y estable).
- Registro fotográfico del armado del circuito en protoboard y capturas de pantalla de las señales visualizadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué diferencias observaste entre la señal rectificada antes y después del filtrado con capacitores?
2. ¿La salida del regulador 7805 fue constante y cercana a 5V? ¿A qué crees que se deben las pequeñas variaciones (si existieron)?
3. ¿Cómo cambia la forma de onda desde la entrada CA hasta la salida CD regulada? Describe las transiciones etapa por etapa.
4. ¿Qué importancia tienen los capacitores en la calidad de la señal de salida?
5. ¿Qué aplicaciones prácticas identificas para este tipo de fuente en sistemas electrónicos o biomédicos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Cada integrante del equipo deberá redactar una conclusión individual respondiendo las siguientes preguntas:

1. ¿Qué aprendiste sobre el diseño y funcionamiento de una fuente de voltaje regulada y cómo se relaciona con la teoría vista en clase?
2. ¿Cómo aplicarías este tipo de fuente de alimentación en el ámbito de la ingeniería biomédica o en otros sistemas electrónicos?

Las conclusiones deben ser breves, claras y personales, demostrando comprensión de los conceptos abordados y su utilidad en contextos reales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Cálculo del voltaje de salida sin regulación.

Asume que el transformador entrega 12V CA y que el puente rectificador tiene una caída total de 1.4V (0.7V por cada diodo en conducción). Calcula el voltaje máximo que llega al capacitor de filtrado antes del regulador. ¿Cuál sería la señal sin regulación?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Transistor BJT como Interruptor
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Describir el comportamiento del transistor BJT como interruptor para controlar cargas electrónicas en aplicaciones biomédicas básicas, mediante circuitos de prueba y señales digitales, en el contexto del laboratorio, con responsabilidad y colaboración grupal.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El transistor bipolar de unión (BJT) puede funcionar como interruptor electrónico operando en dos regiones clave: corte (transistor apagado, sin conducción) y saturación (transistor encendido, conduciendo completamente). En la configuración de emisor común, si no se aplica corriente a la base, el transistor se mantiene en corte y no hay corriente entre colector y emisor; al aplicar una señal suficiente a la base ($V_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$), el transistor entra en saturación, permitiendo el paso de corriente y cerrando el circuito, lo cual es útil para controlar cargas como LEDs, relés o motores. Este comportamiento convierte al transistor en una alternativa eficiente a los interruptores mecánicos, especialmente en aplicaciones automáticas, digitales y de control en sistemas embebidos y biomédicos (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013; Boylestad & Nashelsky, 2010).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Transistor NPN (e.g., 2N2222 o 2N3904) • Fuente de alimentación DC (+12 V) • Resistencias: 1 kΩ (base), 220 Ω (LED) • LED • Protoboard y cables • Multímetro • Generador de funciones o pulsador • Osciloscopio (opcional)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Identifica los terminales del transistor NPN (ej. 2N2222 o BC547): base, colector y emisor. 2. Coloca el transistor en la protoboard con espacio suficiente para conectar sus componentes. 3. Conecta el colector del transistor a una resistencia de 220 Ω en serie con un LED, y luego al positivo de la fuente de alimentación (+12 V). 4. Conecta el emisor directamente a tierra (GND). 5. Conecta una resistencia de 1 kΩ a la base del transistor y al otro extremo de la resistencia conecta el generador de funciones o una señal de control (puede ser también un botón o un voltaje de 5 V). 6. Asegúrate de que la señal de base pueda variar entre 0 V y 5 V, para alternar entre corte y saturación. 7. Enciende la fuente de alimentación y verifica que el LED se enciende únicamente cuando se aplica la señal a la base. 8. Usa el multímetro para medir el voltaje V_{CE} 9. En corte (sin señal en la base), V_{CE} debe estar cerca de V_{CC} ($\approx 12 \text{ V}$).

10. En saturación (con señal en la base), V_{CE} debe estar alrededor de 0.2 V.
11. **(Opcional)** Usa un osciloscopio para observar cómo cambia la señal de colector cuando se activa o desactiva la base.
12. **Registra los datos y toma evidencias fotográficas** del circuito armado y del estado del LED en ambos casos.

RESULTADOS ESPERADOS

LED apagado y $V_{CE} = 12$ V en corte.

LED encendido y $V_{CE} \approx 0.2$ V en saturación.

Evidencia gráfica (osciloscopio) de las conmutaciones entre corte y saturación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Cómo cambia V_{CE} al encender/apagar la base?
2. ¿El LED respondió como se esperaba en cada etapa?
3. ¿Por qué es importante la resistencia de base para asegurar saturación sin dañar el transistor?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Explica cómo el transistor pasa entre corte y saturación.

¿Qué aplicaciones prácticas tiene este comportamiento en sistemas biomédicos (e.g., control de sensores, ON/OFF de electroválvulas)?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En un circuito con un transistor NPN 2N2222 conectado como interruptor, se utiliza una fuente de 12 V y una carga resistiva de 470Ω conectada al colector. Si se desea saturar el transistor con una corriente de colector de aproximadamente 20 mA, y se estima que la ganancia del transistor (β) es 100: ¿Cuál debe ser la corriente mínima de base (I_B) para asegurar la saturación?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- **Desarrollo experimental (30 pts):** Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas.
 - **Resultados y análisis (20 pts):** Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales.
 - **Fundamento teórico (15 pts):** Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA.
 - **Conclusiones (10 pts):** Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante.
 - **Presentación del reporte (15 pts):** Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas.
- Actividad complementaria (10 pts):** Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

[Rúbrica reporte de práctica de laboratorio](#)

Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente
----------------------------------	---------------------------------

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Transistor BJT como amplificador de corriente
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar el uso del transistor BJT como amplificador de corriente para comprender su función en el acondicionamiento de bioseñales, a través de experimentación con señales analógicas, en un entorno biomédico controlado, demostrando responsabilidad y cooperación.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El transistor BJT puede utilizarse como amplificador de corriente en configuración **emisor común**, donde una pequeña corriente de base controla una corriente de colector mucho mayor. Esta relación se expresa como $I_C \approx \beta \cdot I_B$, donde β es la ganancia de corriente del transistor. Esta propiedad es clave en circuitos amplificadores, convertidores de señal y sensores biomédicos (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013; Boylestad & Nashelsky, 2010).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Transistor NPN (ej. 2N2222 o BC547)
- Fuente de alimentación DC
- Resistencias (1 k Ω , 4.7 k Ω , 10 k Ω)
- Multímetro digital
- Protoboard
- Cables de conexión
- Computadora con simulador (Multisim o Tinkercad)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Identifica los terminales del transistor (base, colector, emisor).
Arma el circuito en la protoboard en configuración emisor común:
 Conecta una resistencia de colector R_C entre V_{CC} (12 V) y el colector.
 Conecta el emisor a tierra.
 La base debe conectarse a través de una resistencia (R_B) a una fuente de voltaje variable (por ejemplo, 1–2 V).
Conecta un multímetro en serie con la base para medir I_B .
Conecta un segundo multímetro en serie con el colector para medir I_C .
Varía el voltaje en la base en pequeños incrementos (por ejemplo, 0.6 V a 1 V), y anota los valores de I_B e I_C correspondientes.
Calcula la ganancia de corriente (β) usando la relación I_C / I_B para cada punto medido.
Registra tus mediciones en una tabla y elabora una gráfica I_C vs I_B .

RESULTADOS ESPERADOS

- Lecturas experimentales de I_B e I_C .
- Cálculo del parámetro β del transistor.
- Gráfica de I_C vs I_B con pendiente cercana a β .
- Comprobación del comportamiento amplificador de corriente del transistor.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La relación I_C / I_B se mantuvo constante?
- ¿Qué factores podrían afectar el valor de β medido?
- ¿Cómo varió I_C al hacer pequeños cambios en I_B ?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- ¿Qué aprendiste sobre el comportamiento del transistor como amplificador de corriente?
- ¿Cómo puede aplicarse este principio en sensores biomédicos o circuitos de señal?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Si un transistor tiene una ganancia de corriente β de 120 y se aplica una corriente de base de $25 \mu A$, calcula:**
- La corriente esperada en el colector I_C .
 - ¿Qué ocurriría si la carga en el colector requiere más corriente de la que el transistor puede entregar?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Configuraciones básicas de amplificadores operacionales.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Distinguir las configuraciones básicas de amplificadores operacionales para comprender su comportamiento como inversores, no inversores y seguidores de voltaje, mediante la observación de señales de entrada y salida, en el laboratorio biomédico, trabajando con responsabilidad y en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los amplificadores operacionales (op-amps) son dispositivos versátiles utilizados en muchas aplicaciones electrónicas, incluyendo el procesamiento de señales biomédicas. En configuración inversora , el op-amp invierte la señal de entrada y la amplifica según la relación de resistencias. En la configuración no inversora , la señal conserva su fase y también puede ser amplificada. En el seguidor de voltaje , el op-amp entrega una salida igual a la entrada, útil para aislamiento de etapas (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013; Boylestad & Nashelsky, 2010).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
Amplificador operacional LM741 o equivalente Fuente de alimentación dual (+15 V, -15 V) Resistencias: 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ Protoboard Generador de funciones Osciloscopio Multímetro digital Cables de conexión Computadora con simulador (Multisim o Tinkercad)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Parte I. Amplificador inversor Arma el circuito con el op-amp en configuración inversora como se muestra en la figura 1. • Conecta la señal de entrada al pin inversor a través de una resistencia R_i. • Conecta una resistencia de realimentación R_f desde la salida al pin inversor. • El pin no inversor se conecta a tierra. • Usa valores como $R_i = 1 \text{ k}\Omega$ y $R_f = 10 \text{ k}\Omega$.

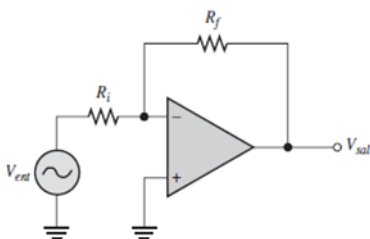


Figura 1

- Aplica una señal senoidal de 1 kHz, 100 mVpp y observa la inversión y ganancia de la salida.

Parte II. Amplificador no inversor

Arma el circuito en configuración no inversora como se muestra en la figura 2.

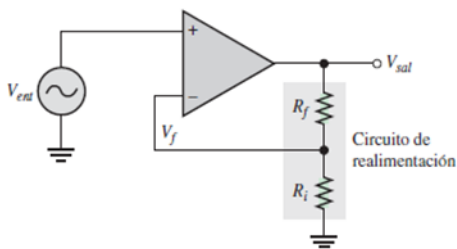


Figura 2

- La señal entra directamente al pin no inversor.
- Conecta una resistencia desde la salida al pin inversor R_f y otra del pin inversor a tierra R_i .
- Usa $R_f = 10\text{ k}\Omega$ y $R_i = 1\text{ k}\Omega$ para una ganancia aproximada de 11.
- Aplica una señal senoidal de 1 kHz, 100 mVpp y observa la inversión y ganancia de la salida.

Parte III. Seguidor de voltaje

Arma el circuito de buffer (seguidor) como se muestra en la figura 3.

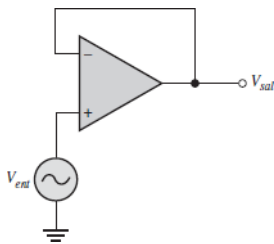


Figura 3

- Conecta la entrada al pin no inversor.
- Conecta la salida directamente al pin inversor.
- Aplica la señal y observa cómo la salida sigue a la entrada sin ganancia pero con alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida.

RESULTADOS ESPERADOS

- Confirmación de la inversión de fase en la configuración inversora.
- Medición de la ganancia de cada configuración $A = V_{out} / V_{in}$.
- Comparación entre entrada y salida en el seguidor de voltaje.
- Gráficas de entrada y salida usando el osciloscopio.
- Registro fotográfico de cada circuito.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué diferencias observaste entre las tres configuraciones en cuanto a fase y ganancia?
 ¿La ganancia medida coincide con la teórica? Justifica.
 ¿Qué aplicaciones crees que puede tener cada configuración en instrumentación biomédica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el uso y comportamiento de los amplificadores operacionales en cada configuración?
2. ¿Por qué crees que estas configuraciones son la base de muchos circuitos de procesamiento de señales?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Calcula la ganancia teórica de los siguientes amplificadores:

- a) Amplificador inversor con $R_{in} = 1\text{ k}\Omega$ y $R_f = 10\text{ k}\Omega$.
- b) Amplificador no inversor con $R_f = 47\text{ k}\Omega$ y $R_{in} = 3.9\text{ k}\Omega$.
- c) ¿Qué ganancia tiene un seguidor de voltaje?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Amplificador operacional como sumador y restador
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Comprender el funcionamiento del amplificador operacional en configuraciones sumadora y restadora para interpretar su aplicación en operaciones básicas con señales analógicas, a través del análisis de entradas múltiples, en el contexto de instrumentación biomédica, con trabajo colaborativo y actitud ética.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los amplificadores operacionales permiten realizar operaciones aritméticas análogas. En la configuración sumadora inversora , la salida es proporcional a la suma de varias entradas, todas conectadas al terminal inversor mediante resistencias. En la configuración restadora , el op-amp recibe señales en ambas entradas y genera una salida proporcional a su diferencia. Estas configuraciones son fundamentales en sistemas de adquisición, procesamiento de bioseñales, mezcladores de audio y control biomédico (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013; Boylestad & Nashelsky, 2010).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Amplificador operacional LM741 (o TL081, o equivalente) • Fuente de alimentación dual (+15 V, -15 V) • Generador de funciones • Resistencias (1 kΩ, 10 kΩ) • Protoboard • Osciloscopio • Multímetro digital • Cables de conexión • Computadora con simulador (Multisim o Tinkercad)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Parte I: Amplificador sumador inversor Arma el circuito sumador inversor en el protoboard como se muestra en la figura 1:

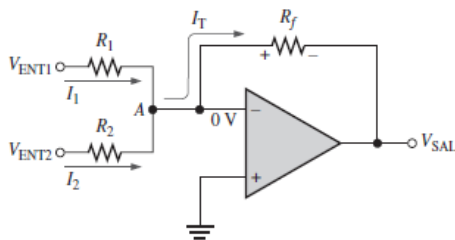


Figura 1

- Dos señales de entrada (V_1 y V_2) conectadas al pin inversor del op-amp a través de resistencias iguales (ej. 10 kΩ).
- Coloca una resistencia de realimentación ($R_f = 10 \text{ k}\Omega$) entre la salida y el pin inversor.
- El pin no inversor se conecta a tierra.
- Aplica dos señales senoidales de igual frecuencia, pero distinta amplitud (por ejemplo, 1 kHz, 300 mV y 200 mV).
- Observa la señal de salida en el osciloscopio y verifica que sea la suma invertida de ambas entradas.

Parte II: Amplificador restador

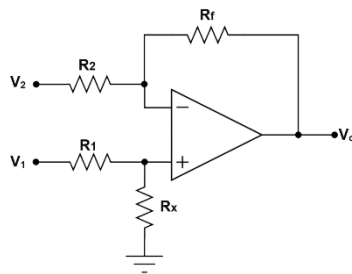


Figura 2

1. Arma el circuito restador como se muestra en la figura 2:
2. Conecta V_1 al pin no inversor a través de un divisor de resistencias iguales (ej. $10\text{ k}\Omega$).
3. Conecta V_2 al pin inversor a través de una resistencia ($R_1 = 10\text{ k}\Omega$), con una resistencia de realimentación ($R_f = 10\text{ k}\Omega$) desde la salida al pin inversor.
4. Aplica dos señales senoidales distintas (por ejemplo, $V_1 = 400\text{ mV}$ y $V_2 = 250\text{ mV}$, 1 kHz ambas).
5. Observa la señal de salida y confirma que representa la resta entre ambas entradas.

• RESULTADOS ESPERADOS

- Forma de onda de la señal de salida en el circuito sumador inversor, verificando que corresponde a $-(V_1 + V_2)$.
- Señal de salida del circuito restador, confirmando que corresponde a $(V_1 - V_2)$.
- Registro de amplitudes y fases en cada configuración.
- Capturas de pantalla o fotografías del osciloscopio mostrando las señales.
- Tabla de comparación entre valores teóricos y medidos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La salida del sumador coincide con la suma algebraica de las entradas (con inversión)?
- ¿La salida del restador corresponde a la diferencia entre ambas señales aplicadas?
- ¿Qué sucede si se invierte el orden de las señales en el restador?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el uso de op-amps como sumadores y restadores?
2. ¿Cómo podrían estas configuraciones aplicarse en sistemas biomédicos (por ejemplo, en la amplificación diferencial de señales)?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Dado un sumador inversor con entradas $V_1 = 0.5\text{ V}$ y $V_2 = 0.2\text{ V}$, con todas las resistencias iguales ($10\text{ k}\Omega$), calcula la salida esperada del circuito.

¿Cuál sería la salida si se agregara una tercera entrada $V_3 = 0.3\text{ V}$ al mismo nodo con otra resistencia igual?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Crterios de evaluacón	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotogríficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de seales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificacón.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeo	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Filtros pasaaltas y pasabajas de primer orden
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar el comportamiento de filtros activos pasabajas y pasaaltas para comprender su utilidad en la selección y supresión de frecuencias, empleando señales de prueba y análisis de amplitud, en un entorno experimental biomédico, con responsabilidad y cooperación grupal.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los filtros pasaaltas permiten el paso de señales por encima de cierta frecuencia de corte, mientras que los filtros pasabajas dejan pasar frecuencias por debajo de ese punto. Ambos pueden implementarse usando amplificadores operacionales en configuración activa, mejorando la estabilidad y ganancia del filtro. Su frecuencia de corte se define como: $FC = \frac{1}{2\pi RC}$ Estos filtros son fundamentales en el procesamiento de bioseñales como ECG o EMG, donde es necesario atenuar el ruido de alta o baja frecuencia (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013; Boylestad & Nashelsky, 2010).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Amplificador operacional LM741 o equivalente • Fuente de alimentación dual (+15 V, -15 V) • Resistencias: 10 kΩ, 100 kΩ • Capacitores: 0.01 μF, 0.1 μF, 1 μF • Protoboard • Generador de funciones • Osciloscopio • Multímetro digital • Cables de conexión • Computadora con simulador (Multisim o Tinkercad)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Parte I: Filtro pasabajas de primer orden (activo) 1. Arma el circuito pasabajas como se muestra en la siguiente figura 1:

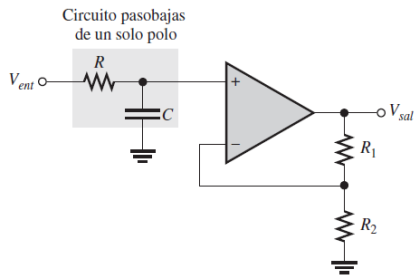


Figura 1

6. Usar $R = 10\text{ k}\Omega$ y $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ y $F = 159\text{ Hz}$.
7. El pin inversor se conecta a R_1 y R_2 , las cuales pueden ser iguales o dependiendo de la ganancia de voltaje que se desee obtener. Para este caso pueden ser R_1 y $R_2 = 10\text{ k}\Omega$.
8. Aplica señales senoidales de diferentes frecuencias (50 Hz a 10 kHz).
9. Mide la amplitud de la señal de salida y anota los cambios.

Parte II: Filtro pasaaltas de primer orden (activo)

1. Arma el circuito pasaaltas como se muestra en la figura 2:

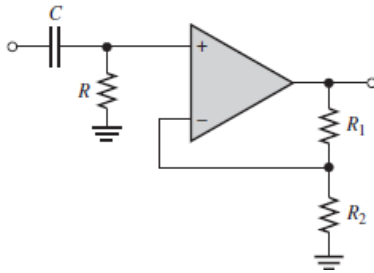


Figura 2

2. Usa $R = 10\text{ k}\Omega$ y $C = 0.01\text{ }\mu\text{F}$ para una $FC = 1.6\text{ kHz}$.
3. El pin inversor se conecta a R_1 y R_2 , las cuales pueden ser iguales o dependiendo de la ganancia de voltaje que se desee obtener. Para este caso pueden ser R_1 y $R_2 = 10\text{ k}\Omega$.
4. Aplica señales desde 10 Hz hasta 20 kHz y observa la salida.
5. Registra la respuesta en frecuencia en ambos casos.

RESULTADOS ESPERADOS

- Comprobación de la frecuencia de corte teórica y experimental.
- Observación de la atenuación en frecuencias fuera del rango de paso.
- Tablas de amplitud de salida vs. frecuencia.
- Gráficas de respuesta en frecuencia (Bode).
- Evidencia fotográfica de los montajes y formas de onda.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿En qué frecuencia observaste la caída del 70% de amplitud (-3 dB)?
2. ¿Cómo se comportó cada filtro respecto a su función esperada?
3. ¿Qué diferencias notaste entre la respuesta del pasabajas y el pasaaltas?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- ¿Qué aprendiste sobre el comportamiento en frecuencia de los filtros activos?
- ¿Cómo podrías aplicar un filtro pasabajas o pasaaltas en el procesamiento de bioseñales?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Calcula la frecuencia de corte F_c para los siguientes valores:

- $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$
- $R = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$
- ¿Qué sucede si se invierten los elementos RC en un filtro?

EJERCICIO TEÓRICO

- ¿Por qué se recomienda visualizar el ECG en modo DC y no AC en el osciloscopio?
- ¿Cuál es la diferencia entre una señal biopotencial amplificada y una sin acondicionamiento?
- ¿Qué riesgos se deben evitar al conectar equipos electrónicos al cuerpo humano?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Amplificador de instrumentación
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar un amplificador de instrumentación integrado (INA128 o AD620) para amplificar señales diferenciales en contextos biomédicos, usando configuración de ganancia ajustable y análisis del rechazo de modo común, en condiciones de laboratorio, demostrando responsabilidad, innovación y trabajo en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El INA128 y el AD620 son amplificadores de instrumentación monolíticos diseñados para medir señales diferenciales de bajo nivel con alta precisión. Son ideales para aplicaciones biomédicas, debido a su alta impedancia de entrada, baja deriva y excelente rechazo de modo común (CMRR). La ganancia se ajusta con una sola resistencia entre los pines 1 y 8 en el INA128, o 1 y 5 en el AD620: $\text{Ganancia} = 1 + \frac{50 \text{ k}\Omega}{R_G}$ Estos circuitos permiten amplificar señales como ECG, EMG o presión diferencial sin amplificar el ruido compartido por ambas entradas (Sedra & Smith, 2015; Floyd, 2013).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Amplificador de instrumentación INA128 o AD620 • Fuente de alimentación dual (+15 V, -15 V o +5 V si es de baja tensión) • Generador de funciones • Potenciómetro de precisión de 100kΩ • Protoboard • Multímetro digital • Osciloscopio • Cables de conexión • Computadora con simulador Multisim y tinkercad.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Conecta el amplificador INA128 o AD620 en protoboard como se muestra en la figura 1.

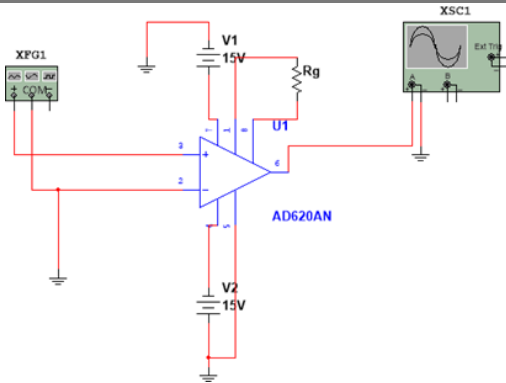


Figura 1

2. **Calcula el valor de la resistencia R_G** necesario para obtener una ganancia entre 5 y 10, usando la fórmula del amplificador de instrumentación.
3. Con los valores de voltaje de entrada que aparecen en la Tabla 1, calcula teóricamente el voltaje de salida esperado para cada caso.
4. Aplica una señal de entrada senoidal de 50 Hz con los niveles indicados en la tabla. Utiliza el generador de funciones para este propósito.
5. Mide el voltaje de salida con un osciloscopio o multímetro digital para cada entrada y registra los resultados en la Tabla 1.
6. Calcula un nuevo valor de R_G para configurar el amplificador con una ganancia de 100, usando la misma fórmula.
7. Repite los pasos 2 a 5, pero ahora con el nuevo valor de ganancia. Registra los datos en la Tabla 2.
8. Compara los resultados calculados y medidos, y responde:
9. ¿Los valores coincidieron? ¿Por qué sí o por qué no?
10. ¿Qué dificultades tuvieron al desarrollar la práctica?
11. Documenta la práctica con fotografías, cálculos y capturas tanto del circuito simulado como del armado físico.

Vin	Vout (teórico)	Vout (medición)
10mV		
20mV		
50mV		
100mV		
200mV		

Tabla1

Vin	Vout (teórico)	Vout (medición)
10mV		
20mV		
50mV		
100mV		
200mV		

Tabla 2

RESULTADOS ESPERADOS

Determinación práctica de la ganancia del amplificador de instrumentación para dos configuraciones: ganancia baja (5–10) y ganancia alta (100).
 Obtención de una señal de salida proporcional a la diferencia entre las entradas V1 – V2.
 Estabilidad de la señal de salida sin presencia de ruido o interferencia significativa.
 Registro de las mediciones y verificación de la coincidencia entre valores teóricos y prácticos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿La salida medida coincide con los valores teóricos calculados?
2. ¿Qué comportamiento observaste al incrementar la ganancia de 10 a 100?
3. ¿Qué tanto ruido o interferencia apareció en la salida cuando se aplicaron señales comunes a ambas entradas?
4. ¿Cuál es la importancia de usar un amplificador de instrumentación para este tipo de mediciones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el funcionamiento del amplificador de instrumentación en comparación con otros tipos de amplificadores?
2. ¿Cómo mejora la precisión de una medición biomédica el uso de un circuito como este?
3. ¿Qué cuidado se debe tener al conectar las fuentes de voltaje, señales de entrada y resistencias de ganancia?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simulación con interferencia común:

En el simulador, conecta una misma señal (por ejemplo, una onda senoidal de 2 Vpp) a ambas entradas del AD620 o INA128, y verifica si la salida es cero o muy baja. Luego, cambia levemente una de las señales (por ejemplo, $V_1 = 2.1 \text{ V}$, $V_2 = 2.0 \text{ V}$) y observa cómo responde la salida. Concluye: ¿Qué indica esto sobre el comportamiento del circuito frente al ruido?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo experimental (30 pts): Armado correcto de circuitos, uso adecuado del equipo y evidencias fotográficas. • Resultados y análisis (20 pts): Mediciones completas, cálculos correctos y análisis coherente de señales. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del funcionamiento del diodo con referencias en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual bien redactada y reflexiva por cada integrante. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y gráficas. Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Analog Devices. (2020). *AD620 low cost instrumentation amplifier* [Hoja de datos]. <https://www.analog.com/en/products/ad620.html>
2. Autodesk. (2023). *Tinkercad: Simulador de circuitos*. <https://www.tinkercad.com>
3. Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2010). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (10.^a ed.). Pearson Educación.
4. Floyd, T. L. (2013). *Dispositivos electrónicos* (9.^a ed.). Pearson Educación.
5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2008). *IEEE 829-2008: IEEE Standard for Software and System Test Documentation*.
6. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2016). *IEEE 1012-2016: IEEE Standard for System and Software Verification and Validation*.
7. International Organization for Standardization. (2016). *ISO 13485:2016: Medical devices—Quality management systems—Requirements for regulatory purposes*.
8. International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14971:2019: Medical devices—Application of risk management to medical devices*.
9. Labcenter Electronics. (2023). *Proteus Design Suite: Simulation and circuit design software*. <https://www.labcenter.com>
10. Malvino, A. P., & Bates, D. (2011). *Electrónica: Principios y aplicaciones* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
11. Multisim Live. (2023). *Online SPICE circuit simulator*. National Instruments. <https://www.multisim.com>
12. National Instruments. (2023). *Multisim Live: Online SPICE circuit simulator*. <https://www.multisim.com>
13. Secretaría de Salud. (2012). *NOM-004-SSA3-2012: Del expediente clínico*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>
14. Secretaría de Salud. (2012). *NOM-017-SSA2-2012: Para la vigilancia epidemiológica*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>
15. Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2015). *Microelectrónica* (7.^a ed.). Oxford University Press.
16. Texas Instruments. (2021). *INA128 precision instrumentation amplifier* [Hoja de datos]. <https://www.ti.com/product/INA128>

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Aunque las prácticas de este manual no implican la fabricación directa de dispositivos médicos regulados, sí entrenan a los estudiantes en fundamentos esenciales del diseño, montaje, evaluación y validación de sistemas de instrumentación electrónica con aplicaciones en salud. Por ello, se consideran las siguientes normas como referencias formativas aplicables:

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

- **NOM-004-SSA3-2012.** *Del expediente clínico.*
- Relacionada con el tratamiento, estructura y uso de información médica. Aporta contexto cuando los sistemas desarrollados están orientados al monitoreo o registro de parámetros fisiológicos.
- **NOM-017-SSA2-2012.** *Para la vigilancia epidemiológica.*
- Aporta contexto cuando las mediciones simuladas o interpretadas se asocian a variables clínicas monitoreadas en salud pública (temperatura, signos vitales, etc.).

Normas Internacionales ISO

- **ISO 13485:2016.** *Sistemas de gestión de calidad para dispositivos médicos.*
- Aplica como estándar de referencia en prácticas orientadas al diseño de sistemas biomédicos funcionales o instrumentación que pudiera formar parte de un dispositivo médico.
- **ISO 14971:2019.** *Gestión de riesgos para dispositivos médicos.*
- Orienta la identificación, evaluación y mitigación de riesgos en sistemas eléctricos aplicados al monitoreo fisiológico, incluso en contexto académico o prototipado.

Normas IEEE

- **IEEE 829-2008.** *Standard for Software and System Test Documentation.*
- Guía útil para documentar pruebas y procedimientos de validación de circuitos o subsistemas electrónicos desarrollados en el laboratorio.
- **IEEE 1012-2016.** *Standard for System and Software Verification and Validation.*
- Aplica como marco de referencia para establecer criterios de verificación funcional y validación experimental de las prácticas realizadas.

Estas normas fortalecen la formación del estudiante de Ingeniería Biomédica al introducirlo al cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y documentación técnica que son indispensables en el desarrollo y validación de sistemas de instrumentación aplicados al sector salud.



ANEXOS

Plantilla de entrega de práctica – Electrónica Analógica

Universidad Estatal de Sonora

Programa Educativo: Ingeniería Biomédica

Asignatura: Electrónica Analógica

Docente: _____

Nombre del estudiante: _____

Matrícula: _____

Práctica No. y título: _____

Fecha de realización: _____

Fecha de entrega: _____

1. Objetivo de la práctica

(Redactado en una línea clara por el estudiante, indicando el propósito experimental.)

2. Fundamento teórico

- Breve explicación técnica del principio físico y biomédico que se aborda.
- Definición de conceptos clave (sensor, señal, acondicionamiento, etc.).
- Referencia bibliográfica en formato APA 7.ª edición.

3. Materiales y equipo utilizado

- Lista detallada de componentes electrónicos, sensores, instrumentos de medición, software (si aplica), etc.

4. Desarrollo experimental

- Diagrama del circuito (a mano o software).
- Descripción del montaje paso a paso.
- Parámetros iniciales y configuración de instrumentos.
- Procedimiento aplicado según la guía de laboratorio.

5. Resultados obtenidos

- Tablas con mediciones realizadas.
- Cálculos (resistencias, voltajes, errores, etc.).
- Gráficas (señales obtenidas, respuestas de sensores, etc.).
- Evidencia fotográfica del montaje o de la señal medida (opcional).

6. Análisis de resultados

- Comparación entre valores teóricos y experimentales.

- Identificación de posibles errores o desviaciones.
- Interpretación del comportamiento del sistema o sensor.

7. Conclusiones individuales

- Reflexión técnica sobre lo aprendido.
- Aplicación práctica en contextos biomédicos.
- Dificultades enfrentadas y cómo se resolvieron.

8. Actividad complementaria (*si aplica*)

- Desarrollo del ejercicio adicional o variante propuesta por el docente.
- Justificación técnica de las modificaciones.

9. Referencias

(Al menos una fuente bibliográfica o técnica en formato APA 7.^a edición.)



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu