



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO Electrónica Analógica II

Programa Académico	Ingeniero en Mecatrónica
Plan de Estudios	2021
Fecha de elaboración	junio 2025
Versión del Documento	1



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.....	4
IDENTIFICACIÓN	7
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>7</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>7</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	8
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	9
<i>Reglamento general del laboratorio.....</i>	<i>9</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>10</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>11</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>12</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>13</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA...	14
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	43
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	44

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.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

Propósito del Manual:

El presente manual tiene como propósito proporcionar una guía estructurada y sistemática para la ejecución de prácticas de laboratorio correspondientes a la asignatura de Electrónica Analógica II, en el Programa Educativo de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad Estatal de Sonora. Su finalidad es vincular los fundamentos teóricos de la electrónica analógica con la experimentación práctica, facilitando la comprensión y aplicación de configuraciones reales de circuitos con amplificadores operacionales en sistemas mecatrónicos.

A través de estas prácticas, se busca desarrollar en los estudiantes competencias técnicas y profesionales esenciales, como el análisis de señales analógicas, la implementación de configuraciones electrónicas estándar, y el uso adecuado de instrumentación de laboratorio. Al mismo tiempo, se fortalecen habilidades transversales como el trabajo en equipo, la responsabilidad, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, en coherencia con el modelo educativo basado en competencias.

Justificación del Manual:

El uso de este manual de prácticas dentro del programa académico de Ingeniería en Mecatrónica se justifica por la necesidad de integrar el conocimiento teórico con la aplicación práctica en escenarios reales o simulados, permitiendo así una formación integral del estudiante. En particular, la asignatura de Electrónica Analógica II representa un pilar fundamental en el desarrollo de competencias orientadas al análisis, diseño, implementación y validación de sistemas electrónicos que interactúan con variables físicas del entorno.

La mecatrónica, como disciplina multidisciplinaria, requiere una sólida base en electrónica analógica para el diseño de sensores, actuadores, acondicionamiento de señales y subsistemas de control. Las prácticas propuestas permiten que los estudiantes experimenten con circuitos reales utilizando amplificadores operacionales en diversas configuraciones, logrando así fortalecer su criterio técnico y su capacidad para resolver problemas complejos mediante soluciones innovadoras y funcionales.

Además, el manual proporciona una estructura pedagógica que promueve el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo, el uso de tecnologías educativas y el desarrollo de habilidades blandas, en concordancia con los lineamientos establecidos en el plan de estudios y el perfil de egreso del programa educativo.

Competencias a Desarrollar

Competencias blandas:

- Desarrollar habilidades de comunicación efectiva mediante la elaboración y presentación de reportes técnicos.
- Fomentar el trabajo en equipo y la colaboración para la solución de problemas prácticos en el laboratorio.
- Utilizar tecnologías digitales y herramientas de medición para la adquisición y análisis de datos experimentales.
- Fortalecer el pensamiento crítico, la gestión del tiempo y la capacidad de adaptación ante desafíos experimentales.

Competencias disciplinares:

- Comprender los fundamentos teóricos de los amplificadores operacionales y su aplicación en configuraciones lineales y no lineales.
- Interpretar y aplicar parámetros eléctricos como ganancia, impedancia, frecuencia de corte y margen de fase en circuitos analógicos.
- Diseñar, implementar y verificar circuitos con amplificadores operacionales en configuraciones como inversor, sumador, integrador, comparador, oscilador y filtro activo.
- Emplear adecuadamente el instrumental de medición y simulación electrónica para validar el comportamiento de sistemas analógicos.

Competencias profesionales:

- Aplicar los conocimientos adquiridos en el análisis y solución de problemas propios de sistemas mecatrónicos, en contextos reales o simulados.
- Proponer soluciones técnicas fundamentadas en normas y estándares de electrónica para la mejora de procesos automatizados.
- Documentar de manera estructurada los procedimientos, resultados y análisis de prácticas experimentales, demostrando responsabilidad, ética y precisión técnica.
- Integrar los aprendizajes teóricos y prácticos para el diseño y validación de dispositivos electrónicos analógicos funcionales dentro de entornos profesionales.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Electrónica Analógica II	
Clave	071CP016	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes	071CP015	Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Emplear el pensamiento estratégico en la gestión empresarial, a nivel regional, nacional o internacional, mediante la aplicación efectiva de herramientas metodológicas, de producción, financieras, mercadológicas y de gestión del capital humano, con el fin de incrementar los índices de productividad y competitividad organizacional, bajo un enfoque de calidad, análisis de problemas, trabajo en equipo y toma de decisiones.	Aplicar los fundamentos teórico-prácticos de operación y configuración de los diferentes componentes electrónicos analógicos, para proponer soluciones a problemas industriales e implementar circuitos lineales, no lineales, en la construcción e integración de sistemas mecatrónicos, considerando las normas y estándares internacionales a través del trabajo en equipo de manera responsable.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	1	2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Hermosillo
Fecha de elaboración	Junio 2025
Responsables del diseño	Dr. Jesús Raúl Martínez Sandoval
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: Características del Amplificador Operacional	Aplica conocimientos de electrónica analógica para caracterizar componentes y dispositivos.
Práctica 2: Configuraciones Inversor y No Inversor	Diseña e implementa soluciones electrónicas en circuitos lineales.
Práctica 3: Sumador y Seguidor de Voltaje	Utiliza configuraciones con Op-Amps para el acondicionamiento de señales.
Práctica 4: Integrador y Derivador	Analiza el comportamiento dinámico de circuitos con integración y derivación.
Práctica 5: Oscilador Colpitts con Op-Amp	Implementa osciladores como fuentes de señal analógica.
Práctica 6: Convertidores Voltaje-Corriente y Corriente-Voltaje	Aplica la conversión de señales V-I y I-V en sistemas de medición.
Práctica 7: Amplificador de Instrumentación	Construye amplificadores de instrumentación para señales sensibles.
Práctica 8: Comparadores con Histéresis y de Ventana	Integra comparadores para decisiones en sistemas electrónicos.
Práctica 9: Filtros Activos de Primer y Segundo Orden	Analiza y diseña filtros activos con distintos tipos de respuesta.
Práctica 10: Diseño de Proyecto Integrador	Desarrolla dispositivos electrónicos funcionales para resolver problemas reales.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

El cumplimiento de las normas de seguridad es fundamental para garantizar un entorno académico seguro, eficiente y responsable. En el laboratorio de *Electrónica Analógica II*, los estudiantes deberán seguir las siguientes disposiciones:

1. Acceso autorizado:

Solo se permitirá el ingreso al laboratorio a los estudiantes inscritos en la asignatura y en el horario asignado, bajo la supervisión del docente o responsable del área.

2. Puntualidad y responsabilidad:

Los estudiantes deberán presentarse de forma puntual y con actitud responsable, cumpliendo con los lineamientos establecidos para cada práctica.

3. Manipulación adecuada de equipo:

Todos los instrumentos y componentes deben ser utilizados exclusivamente para fines académicos, siguiendo los procedimientos indicados y con el mayor cuidado para evitar daños o accidentes.

4. Prohibiciones generales:

Está estrictamente prohibido:

- Comer, beber o fumar dentro del laboratorio.
- Manipular equipos sin autorización.
- Realizar bromas, distracciones o conductas peligrosas.
- Introducir mochilas sobre las mesas de trabajo o bloquear salidas de emergencia.

5. Orden y limpieza:

Cada estudiante deberá mantener limpia y organizada su área de trabajo durante y al final de cada práctica, devolviendo el equipo y material a su lugar correspondiente.

6. Reporte de fallas:

Cualquier daño o mal funcionamiento en el equipo debe ser reportado de inmediato al docente o al responsable del laboratorio.

7. Sanciones:

El incumplimiento de este reglamento podrá derivar en la suspensión temporal del acceso al laboratorio y afectaciones en la calificación correspondiente a la práctica.

Reglamento de uniforme

Con el fin de promover la seguridad, el profesionalismo y el sentido de pertenencia institucional, todos los estudiantes que ingresen al laboratorio de *Electrónica Analógica II* deberán cumplir con las siguientes disposiciones respecto a su vestimenta:

1. Uniforme obligatorio:

Los estudiantes deberán portar en todo momento el uniforme oficial del programa de **Ingeniería en Mecatrónica** de la Universidad Estatal de Sonora, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Unidad Académica Hermosillo.

2. Calzado cerrado:

Es obligatorio el uso de calzado cerrado y antiderrapante. Está estrictamente prohibido el uso de sandalias, chanclas, zapatos abiertos o cualquier tipo de calzado que exponga el pie.

3. Cabello y accesorios:

- El cabello largo deberá mantenerse recogido durante toda la sesión.
- No se permite el uso de collares, pulseras colgantes, anillos u objetos que puedan interferir con el trabajo seguro.
- Se recomienda el uso de lentes protectores si se realiza alguna práctica que lo requiera por el tipo de componente o equipo.

4. Cuidado del uniforme:

El uniforme deberá mantenerse limpio y presentable, reflejando el compromiso académico del estudiante con la actividad práctica.

5. Revisión por parte del docente:

El docente o encargado del laboratorio podrá negar el acceso a los estudiantes que no porten el uniforme o el calzado reglamentario, sin derecho a repetir la práctica ni a evaluación extraordinaria.

Uso adecuado del equipo y materiales

El correcto uso del equipo y los materiales en el laboratorio garantiza la seguridad de los estudiantes, la funcionalidad del entorno de trabajo y la conservación de los recursos institucionales. Por ello, se establecen las siguientes disposiciones:

1. Manipulación responsable:

Todo el equipo de medición, componentes electrónicos, herramientas y materiales deben ser manipulados con precaución, siguiendo las instrucciones del docente y los procedimientos establecidos en el manual de prácticas.

2. Verificación previa:

Antes de energizar cualquier circuito, el estudiante deberá revisar cuidadosamente las conexiones, la polaridad de los componentes y la configuración de la fuente de alimentación, evitando cortocircuitos o daños por sobrecarga.

3. Calibración y ajuste:

Los equipos de medición como multímetros, osciloscopio y fuentes deben ser calibrados correctamente antes de usarse, asegurando valores confiables y protegiendo los dispositivos conectados.

4. Uso exclusivo para la práctica:

El equipo asignado deberá utilizarse únicamente con los fines académicos definidos en la práctica correspondiente. Queda prohibido hacer modificaciones no autorizadas o pruebas ajenas a las indicaciones del docente.

5. Conexiones seguras:

- No se deben realizar conexiones con el circuito energizado.
- Se debe evitar el uso de cables deteriorados o sin aislamiento.
- No se deben colocar objetos metálicos ni líquidos sobre las mesas de trabajo.

6. Conservación del equipo:

Al finalizar la práctica, cada estudiante deberá apagar los equipos utilizados, enrollar adecuadamente los cables, limpiar su área de trabajo y devolver el material en el estado en que fue entregado.

7. Responsabilidad compartida:

Cualquier daño ocasionado por negligencia o uso indebido será responsabilidad del estudiante y del equipo de trabajo involucrado.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

El manejo adecuado de los residuos generados durante las prácticas de laboratorio es fundamental para preservar la salud de los usuarios, prevenir riesgos y proteger el medio ambiente. En el caso de *Electrónica Analógica II*, los residuos pueden incluir componentes electrónicos dañados, cables quemados, baterías, entre otros.

Las siguientes disposiciones deben ser observadas rigurosamente:

1. Clasificación de residuos:

Se deberá clasificar correctamente el tipo de residuo generado:

- **Residuos electrónicos:** resistencias, capacitores, diodos, circuitos integrados en mal estado, etc.
- **Residuos peligrosos:** baterías, componentes con electrolito, fragmentos de vidrio o dispositivos dañados.
- **Residuos reciclables:** cables de conexión, empaques, entre otros materiales reutilizables en buen estado.

2. Contenedores específicos:

El laboratorio contará con recipientes o cajas identificadas para la separación de residuos. Bajo ninguna circunstancia se deben mezclar desechos comunes con electrónicos o peligrosos.

3. Manejo seguro:

- Los residuos cortantes o con pines expuestos deben colocarse cuidadosamente para evitar lesiones.
- No se permite desechar componentes electrónicos en botes de basura convencional.
- Las baterías deberán depositarse en el contenedor exclusivo para residuos con riesgo químico.

4. Responsabilidad del estudiante:

Cada estudiante será responsable de la correcta disposición del material que utilice y deseché durante su práctica. El incumplimiento será considerado como falta grave.

5. Disposición final:

El personal encargado del laboratorio gestionará la recolección y disposición final de los residuos, siguiendo los protocolos de la Universidad y las normas ambientales vigentes.

Procedimientos en caso de emergencia

El laboratorio debe mantenerse como un entorno seguro y preparado para responder ante cualquier eventualidad. Todos los estudiantes deben conocer y acatar los siguientes lineamientos en caso de emergencia:

1. Identificación de rutas y puntos seguros:

- Al inicio del semestre, el docente indicará las **rutas de evacuación, extintores, botiquín de primeros auxilios y salidas de emergencia**.
- Cada estudiante debe localizar y memorizar estos puntos dentro del laboratorio y en el edificio.

2. En caso de incendio:

- Apagar inmediatamente los equipos eléctricos, si es seguro hacerlo.
- No utilizar agua para apagar fuegos eléctricos; emplear únicamente el **extintor tipo CO₂** disponible.
- Evacuar el área en orden, sin correr ni empujar, y dirigirse al punto de reunión asignado.
- Reportar la situación al personal responsable o al número de emergencias institucional.

3. En caso de descarga eléctrica o accidente:

- **No tocar a la persona afectada** mientras esté en contacto con el circuito.
- Desconectar la fuente de alimentación o cortar la corriente general.
- Solicitar ayuda inmediata y utilizar el botiquín si es necesario.
- Informar al docente o encargado del laboratorio.

4. En caso de sismo:

- Mantener la calma, proteger la cabeza y alejarse de vidrios o estanterías.
- No salir del laboratorio hasta que haya pasado el movimiento.
- Una vez seguro, evacuar el edificio siguiendo las rutas establecidas.

5. Reportes y seguimiento:

Todos los incidentes, por mínimos que parezcan, deberán ser reportados inmediatamente al docente para su registro y evaluación conforme a los protocolos institucionales.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC1
	Comprender las características, fundamentos de operación y distintas configuraciones básicas de los amplificadores operacionales, para su implementación en dispositivos mediante circuitos electrónicos analógicos convencionales de los sistemas mecatrónicos, considerando las normas y estándares internacionales a través del trabajo en equipo de manera responsable.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Características del Amplificador Operacional	Analizar las características básicas del amplificador operacional con fines de comprensión funcional, bajo condiciones controladas de laboratorio, promoviendo la responsabilidad.
Práctica No. 2	Configuraciones Inversor y No Inversor	Implementar configuraciones básicas del amplificador operacional para procesar señales analógicas, utilizando circuitos en protoboard dentro de un entorno colaborativo.
Práctica No. 3	Sumador y Seguidor de Voltaje	Construir circuitos sumadores y seguidores de voltaje con amplificadores operacionales, para evaluar su comportamiento en aplicaciones lineales, mediante prácticas experimentales.
Práctica No. 4	Integrador y Derivador	Verificar el comportamiento de circuitos integradores y derivadores a través del análisis de señales senoidales, con el apoyo de instrumentos de medición digital y trabajo en equipo.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica		ECII
		Comprender las características y distintas configuraciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales, para su implementación en dispositivos mediante circuitos electrónicos analógicos convencionales de los sistemas mecatrónicos, considerando las normas y estándares internacionales a través del trabajo en equipo de manera responsable.
PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Osciladores con Op-Amps	Diseñar osciladores de cambio de fase y Puente de Wien utilizando amplificadores operacionales, para generar señales periódicas en condiciones simuladas de laboratorio.
Práctica No. 6	Convertidores V-I y I-V	Aplicar configuraciones electrónicas para convertir señales de voltaje a corriente y viceversa, con apoyo de amplificadores operacionales, en circuitos analógicos de precisión.
Práctica No. 7	Amplificadores de Instrumentación y Transconductancia	Construir amplificadores de instrumentación y de transconductancia para acondicionamiento de señales, cumpliendo con normas técnicas y promoviendo el pensamiento analítico.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica		ECIII
		Crear aplicaciones comerciales implementando las distintas configuraciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales, para su implementación en dispositivos mediante circuitos electrónicos analógicos convencionales de los sistemas mecatrónicos, considerando las normas y estándares internacionales a través del trabajo en equipo de manera responsable.
PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 8	Comparadores con Histéresis y de Ventana	Implementar comparadores con histéresis y comparadores de ventana utilizando amplificadores operacionales, en circuitos de decisión digital, bajo supervisión técnica.
Práctica No. 9	Filtros Activos de Primer y Segundo Orden	Analizar filtros activos tipo Butterworth, Chevyshev y Bessel para el tratamiento de señales, utilizando simulaciones y pruebas prácticas, en un entorno colaborativo.
Práctica No. 10	Diseño de Proyecto Integrador	Desarrollar un dispositivo analógico funcional mediante la integración de conocimientos adquiridos, con enfoque en solución de problemas reales, fomentando la innovación.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Características del Amplificador Operacional
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar las características básicas del amplificador operacional con fines de comprensión funcional, bajo condiciones controladas de laboratorio, promoviendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El amplificador operacional (Op-Amp) es un dispositivo electrónico fundamental en el diseño de sistemas analógicos. Es un amplificador de alta ganancia con entradas diferenciales y salida simple, utilizado para realizar operaciones matemáticas como suma, resta, integración y derivación. Entre sus parámetros clave se encuentran la ganancia en lazo abierto (Aol), el ancho de banda de ganancia unitaria (GBW), la impedancia de entrada, la impedancia de salida, la tasa de cambio (slew rate), el voltaje de offset y la relación de rechazo en modo común (CMRR). En esta práctica se estudiarán estos parámetros mediante hojas de datos y mediciones básicas, lo cual permitirá al estudiante interpretar especificaciones técnicas y evaluar el comportamiento ideal y real de un Op-Amp.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	2	LM741 o TL081
Fuente de alimentación dual	1	± 15 V DC
Multímetro digital	1	Medición de voltaje y corriente
Protoboard	1	Mínimo 400 contactos
Resistencias	Varias	1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
Cables de conexión	Suficientes	Con puntas tipo banana o Dupont
Manual del fabricante	1	Hoja de datos del Op-Amp

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Consultar la hoja de datos del amplificador operacional seleccionado (por ejemplo, LM741).
2. Identificar físicamente cada terminal del componente y comprobar su disposición en el encapsulado.
3. Montar en protoboard una configuración básica con entrada en vacío para medir el voltaje de offset.
4. Energizar el Op-Amp con $\pm 15\text{ V}$ y verificar que no haya sobrecalentamiento ni conexiones erróneas.
5. Medir la impedancia de entrada, la impedancia de salida y la respuesta ante señal senoidal.
6. Registrar la ganancia obtenida bajo condiciones ideales vs. carga real.
7. Evaluar el comportamiento frente a entrada común (CMRR) con una fuente simétrica.

Precauciones:

- No invertir la polaridad de alimentación.
- Verificar conexiones antes de encender la fuente.
- Utilizar siempre componentes dentro de su rango de operación.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación de parámetros clave de un Op-Amp real (ganancia, offset, slew rate).
- Comparación entre valores teóricos y valores obtenidos en laboratorio.
- Elaboración de una tabla resumen con especificaciones vs. mediciones prácticas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál fue la diferencia entre el valor teórico de la ganancia y el valor medido?
- ¿Qué parámetro presentó mayor desviación con respecto a la hoja de datos?
- ¿Cómo se justifica esta diferencia desde el punto de vista del diseño del Op-Amp?
- ¿Qué importancia tiene el conocimiento de estos parámetros al diseñar circuitos reales?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar y comparar los parámetros del LM741 y el TL081.
- Simular la respuesta de un Op-Amp con diferentes configuraciones en software como Proteus o Multisim.
- Identificar modelos de Op-Amps de bajo ruido y alta precisión.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de
cotejo para valorar
desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de
prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia
fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Configuraciones Inversor y No Inversor
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar configuraciones básicas del amplificador operacional para procesar señales analógicas, utilizando circuitos en protoboard dentro de un entorno colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los amplificadores operacionales pueden configurarse para funcionar como amplificadores inversores o no inversores, dependiendo de cómo se conecten las entradas y las resistencias de realimentación. - En la configuración inversora, la señal de entrada se aplica a la terminal inversora del Op-Amp a través de una resistencia, mientras que la terminal no inversora se conecta a tierra. La salida está desfasada 180° respecto a la entrada, y la ganancia se calcula. - En la configuración no inversora, la señal de entrada se aplica directamente a la terminal no inversora, y la terminal inversora se conecta mediante un divisor de voltaje. La salida está en fase con la entrada, y la ganancia se calcula. Estas configuraciones son ampliamente utilizadas en el acondicionamiento de señales, filtrado activo, y control analógico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	1	LM741 o TL081
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Osciloscopio	1	Doble canal (20 MHz mínimo)
Generador de funciones	1	1 Hz – 1 MHz
Protoboard	1	400 puntos mínimo
Resistencias	Varias	1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
Multímetro digital	1	Para verificación adicional
Cables de conexión	Suficientes	Jumper / tipo banana

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Conectar el circuito amplificador **inversor** en el protoboard según la hoja de datos.

Aplicar una señal senoidal de 1 Vpp a 1 kHz desde el generador a la entrada del amplificador.

Alimentar el Op-Amp con ± 15 V DC.

Medir con el osciloscopio la entrada y salida; verificar la inversión de fase y la ganancia.

Cambiar valores de

R_{in} para observar los cambios en la ganancia.

Repetir el proceso para el circuito **no inversor**.

Registrar todas las formas de onda y valores observados.

Precauciones:

- Verificar las conexiones antes de encender la fuente.
- No dejar el Op-Amp sin carga si la salida está conectada directamente al osciloscopio.
- Ajustar adecuadamente la señal de entrada para no saturar el amplificador.

RESULTADOS ESPERADOS

Verificación del desfase en la configuración inversora (180°) y no inversora (0°).

Medición de la ganancia en ambas configuraciones.

Confirmación del comportamiento esperado según las fórmulas teóricas.

Evidencia fotográfica o gráfica de las formas de onda obtenidas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cómo varió la ganancia en función de R_f
- ¿Se observó algún desfase adicional debido a condiciones no ideales?
- ¿En qué aplicaciones prácticas se podrían utilizar estas configuraciones?
- ¿Qué diferencias de respuesta se evidenciaron entre ambas configuraciones?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseñar un amplificador de ganancia unitaria (buffer) con la configuración no inversora.
Simular ambos circuitos en software (Proteus o Multisim) con valores variables.
Realizar un comparativo entre LM741 y TL081 en las mismas configuraciones.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Sumador y Seguidor de Voltaje
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Construir circuitos sumadores y seguidores de voltaje con amplificadores operacionales, para evaluar su comportamiento en aplicaciones lineales, mediante prácticas experimentales.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Un sumador con Op-Amp permite sumar varias señales de voltaje de entrada y generar una salida proporcional a su suma ponderada. Puede ser implementado en configuraciones inversora o no

El seguidor de voltaje, también conocido como buffer, es una configuración no inversora con ganancia unitaria. Su principal función es aislar etapas electrónicas sin modificar la señal de entrada.

Ambos circuitos son esenciales en sistemas de instrumentación, procesamiento de señales y etapas de acoplamiento de señales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	1	LM741 o TL081
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Generador de funciones	1	Señal senoidal y DC

Osciloscopio		1 Doble canal, 20 MHz mínimo
Multímetro digital		1 Medición de voltaje
Protoboard		1 Mínimo 400 puntos
Resistencias	Varias	1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
Cables de conexión	Suficientes	Tipo banana o Dupont

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Conectar en el protoboard un circuito sumador inversor con dos entradas.

Aplicar señales de voltaje DC o senoidales con amplitudes distintas a cada entrada.

Medir la señal de salida en el osciloscopio y verificar el resultado de la suma.

Cambiar los valores de resistencias y observar la variación en el factor de suma.

Montar un circuito seguidor de voltaje (buffer) conectando directamente la entrada a la terminal no inversora y la salida a la terminal inversora.

Comparar las formas de onda entre entrada y salida del seguidor.

Registrar todas las señales y valores obtenidos.

Precauciones:

- Ajustar bien la señal de entrada para evitar saturación.
- Verificar polaridades en la conexión de alimentación.
- No trabajar con señales superiores a los límites de operación del Op-Amp.

RESULTADOS ESPERADOS

Confirmación del comportamiento de suma de voltajes con inversión de fase.

Identificación de la función de aislamiento del seguidor de voltaje.

Verificación de que la salida del seguidor es igual a la entrada sin ganancia ni inversión.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál fue el efecto del cambio de resistencias en el sumador?
- ¿Qué relación se observó entre las amplitudes de entrada y la salida?
- ¿Cómo se justifica el uso del seguidor de voltaje en aplicaciones de aislamiento?
- ¿Qué pasaría si se utiliza una resistencia diferente entre entrada y realimentación en el seguidor?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simular un sumador de tres entradas con diferentes coeficientes de ganancia.
- Implementar un sumador no inversor y comparar su comportamiento.
- Utilizar el seguidor de voltaje como buffer entre dos etapas y evaluar su efecto.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Correcta interpretación de hoja de datos (25%) • Montaje y medición de parámetros (30%) • Análisis técnico de resultados (25%) • Presentación y redacción del reporte (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Integrador y Derivador
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Verificar el comportamiento de circuitos integradores y derivadores a través del análisis de señales senoidales, con el apoyo de instrumentos de medición digital y trabajo en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las configuraciones integradora y derivadora de un amplificador operacional permiten realizar operaciones matemáticas sobre señales analógicas. Estas configuraciones son ampliamente utilizadas en filtros activos, conversores analógico-digitales, sistemas de control y procesamiento de señales.

- Integrador: genera una salida proporcional a la integral de la señal de entrada. Utiliza un capacitor en la ruta de realimentación y una resistencia en la entrada.
- Derivador: genera una salida proporcional a la derivada de la señal de entrada. Emplea un capacitor en la entrada y una resistencia en la realimentación.

Ambos circuitos operan correctamente dentro de un rango de frecuencias definido por sus constantes de tiempo y son sensibles al ruido.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	1	TL081 o LM741
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Generador de funciones	1	Señal senoidal y cuadrada
Osciloscopio	1	20 MHz mínimo
Capacitores	2	0.1 μ F, 1 μ F
Resistencias	Varias	1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Multímetro digital	1	Para verificación
Cables de conexión	Suficientes	Tipo Dupont/banana

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Conectar en el protoboard el circuito integrador utilizando una señal cuadrada de entrada.
2. Aplicar la señal de 1 kHz desde el generador de funciones con una amplitud de 1 Vpp.
3. Observar en el osciloscopio la señal de salida y comparar con la forma ideal (triangular).
4. Sustituir la señal cuadrada por una senoidal y analizar el desfase introducido.
5. Repetir el procedimiento con el circuito derivador, ahora usando una señal senoidal como entrada.
6. Observar la forma de salida esperada (coseno para entrada senoidal, picos para señal triangular o cuadrada).
7. Registrar todas las mediciones y comportamientos en diferentes frecuencias.

Precauciones:

- Evitar capacitores defectuosos que distorsionen la respuesta.
- Comprobar que los valores de R.
- Mantener conexiones limpias y sin falsos contactos.

RESULTADOS ESPERADOS

Salida triangular al integrar una señal cuadrada.

Señal senoidal atenuada y desfasada en ambas configuraciones.

Detección de picos de voltaje en la salida del derivador con entrada cuadrada.

Relación entre el tipo de señal de entrada y la forma resultante en la salida.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias se observaron al cambiar la frecuencia de entrada?
- ¿Cómo se interpreta el desfase generado en cada configuración?
- ¿Cuáles son los efectos de componentes no ideales en las respuestas medidas?
- ¿Qué sucede si se intercambian los valores de R y C en ambas configuraciones?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simular ambos circuitos con señales de distinta frecuencia y amplitud.
- Implementar un filtro pasabajas utilizando la configuración integradora.
- Analizar la respuesta con señales compuestas o moduladas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Correcta interpretación de hoja de datos (25%) • Montaje y medición de parámetros (30%) • Análisis técnico de resultados (25%) • Presentación y redacción del reporte (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Oscilador Colpitts con Op-Amp
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Diseñar osciladores tipo Colpitts utilizando amplificadores operacionales, para generar señales periódicas en condiciones simuladas de laboratorio.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El oscilador Colpitts es un tipo de oscilador LC que genera señales sinusoidales mediante una red de retroalimentación capacitiva. Su nombre proviene de Edwin H. Colpitts, quien lo propuso en 1918. Este circuito se caracteriza por su estabilidad en frecuencia y su capacidad para operar en rangos medios y altos del espectro. El oscilador Colpitts se basa en un tanque resonante formado por un inductor y dos capacitores en serie, cuyos puntos de conexión crean un divisor capacitivo. La realimentación positiva se logra a través de esta red, mientras que el amplificador operacional actúa como elemento activo para sostener la oscilación. Este tipo de oscilador se utiliza en aplicaciones de radiofrecuencia, generación de portadoras y sintetizadores de señal.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	1	TL081 o similar
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Osciloscopio	1	2 canales, 20 MHz mínimo
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Capacitores	2	10 nF – 100 nF
Inductor	1	1 mH
Potenciómetro	1	10 k Ω
Resistencias	Varias	1 k Ω – 100 k Ω
Cables de conexión	Suficientes	Tipo Dupont o banana

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Ensamblar en el protoboard el circuito Colpitts con amplificador operacional en configuración de ganancia no inversora.
2. Conectar los capacitores C
3. Establecer la realimentación positiva desde el divisor capacitivo hacia la entrada no inversora del Op-Amp.
4. Ajustar el potenciómetro para obtener la ganancia mínima necesaria para iniciar la oscilación.
5. Alimentar el circuito con ± 15 V y observar la salida en el osciloscopio.
6. Verificar frecuencia, amplitud y forma de la señal generada.
7. Registrar todas las configuraciones y señales observadas.

Precauciones:

- Utilizar componentes de precisión para obtener frecuencias estables.
- Evitar saturación del Op-Amp ajustando correctamente la ganancia.
- Verificar que el tanque LC esté bien acoplado y sin interferencias.

RESULTADOS ESPERADOS

Generación de una señal senoidal estable con frecuencia determinada por la red LC.

Verificación del efecto de los valores de C1, C2 y L en la frecuencia de oscilación.

Análisis del comportamiento del sistema al modificar la ganancia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿La frecuencia medida coincidió con el valor calculado?

¿Qué efecto tuvo la variación de los capacitores en la forma de onda?

¿Se identificaron fenómenos de distorsión o inestabilidad?

¿Cuál es la ventaja de un Colpitts frente a otros osciladores vistos?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simular el oscilador Colpitts en software de simulación (LTSpice, Proteus, Multisim).
Implementar el oscilador para diferentes bandas de frecuencia (audio y RF).
Comparar Colpitts con osciladores RC en cuanto a estabilidad y distorsión.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.



Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Convertidores Voltaje-Corriente y Corriente-Voltaje
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar configuraciones electrónicas para convertir señales de voltaje a corriente y viceversa, con apoyo de amplificadores operacionales, en circuitos analógicos de precisión.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los convertidores voltaje-corriente (V-I) y corriente-voltaje (I-V) son circuitos fundamentales en sistemas de sensado, control y acondicionamiento de señales. Permiten adaptar las señales generadas por sensores o fuentes analógicas a niveles compatibles con etapas de procesamiento digital o amplificación. - Un convertidor V-I transforma una señal de voltaje en una corriente proporcional. Su aplicación típica es el control de actuadores, LEDs, o entradas de corriente de equipos industriales. - Un convertidor I-V realiza la función contraria: transforma una corriente de entrada en un voltaje proporcional. Se emplea comúnmente para leer la señal de sensores como fotodiodos o celdas de corriente. Ambos se pueden implementar con Op-Amps mediante resistencias de realimentación y configuración adecuada de entrada (virtual ground).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	1	TL081 o LM741
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Multímetro digital	2	Para medir voltaje y corriente
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Resistencias	Varias	100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω
Fuente de voltaje variable	1	0–5 V
Cables de conexión	Suficientes	Tipo banana o Dupont

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte A – Convertidor Voltaje-Corriente (V-I)

1. Armar el circuito de convertidor V-I: aplicar una señal de voltaje a través de una resistencia conectada a la entrada inversora del Op-Amp.
2. Conectar una carga (por ejemplo, LED con resistencia limitadora) en la salida.
3. Medir la corriente que circula por la carga con el multímetro.
4. Variar el voltaje de entrada y registrar los cambios en la corriente.

Parte B – Convertidor Corriente-Voltaje (I-V)

5. Armar el circuito I-V: conectar una fuente de corriente (simulada con resistencia y voltaje) a la entrada inversora, con realimentación por resistencia.
6. Medir el voltaje en la salida del Op-Amp, que debe ser proporcional a la corriente de entrada.
7. Repetir para diferentes valores de corriente y anotar los resultados.

Precauciones:

- Comprobar que los valores de resistencia mantengan la salida dentro del rango de operación del Op-Amp.
- Verificar la polaridad en fuentes de voltaje para evitar inversión de corriente.
- No dejar las entradas flotantes.

RESULTADOS ESPERADOS

- Relación lineal entre voltaje de entrada y corriente de salida (V-I).
- Relación lineal entre corriente de entrada y voltaje de salida (I-V).
- Comprobación de la ley de Ohm aplicada al circuito con realimentación negativa.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué tan lineal fue la conversión en ambas configuraciones?
- ¿Cuál fue la sensibilidad (ganancia) de cada convertidor?
- ¿Cómo afectó el valor de la resistencia de realimentación?
- ¿Qué limitaciones se presentaron por el tipo de carga o rango de entrada?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simular ambos convertidores en Proteus con sensores de corriente reales.

Implementar un sistema que lea un fotodiodo y entregue voltaje proporcional (I-V).

Diseñar un circuito V-I que controle la intensidad de un LED con una señal de voltaje variable.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Amplificador de Instrumentación
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Construir amplificadores de instrumentación para acondicionamiento de señales, cumpliendo con normas técnicas y promoviendo el pensamiento analítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El amplificador de instrumentación es un circuito utilizado para amplificar señales diferenciales muy pequeñas y rechazar interferencias en modo común, como el ruido eléctrico. Es ampliamente empleado en aplicaciones médicas (ECG, EEG), sensores industriales y sistemas de adquisición de datos. Está compuesto típicamente por tres amplificadores operacionales: dos configurados como buffers (etapa de entrada) y uno como amplificador diferencial (etapa de salida). Su principal característica es su alta precisión, estabilidad, CMRR elevado y alta impedancia de entrada.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificadores operacionales	3	TL081 o LM324, AD623, AD626, AD627, INA111, INA114
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Multímetro digital	1	Para medición de voltajes
Fuente de señal diferencial	1	Simulada con potenciómetros
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Resistencias	Varias	1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω
Potenciómetro	1	10 k Ω (ajuste de R G R_G RG)
Cables de conexión	Suficientes	Tipo banana o Dupont

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Ensamblar en el protoboard la etapa de buffers con dos Op-Amps, conectando cada entrada V1 y V2 a través de resistencias iguales.

Conectar un tercer Op-Amp como amplificador diferencial, alimentado por las salidas de los buffers.

Colocar la resistencia de ganancia R_G entre los dos buffers.

Conectar la salida del amplificador y una carga de prueba (multímetro u osciloscopio).

Aplicar una señal diferencial pequeña (por ejemplo, 50 mV) entre V1 y V2

Medir la señal de salida y calcular la ganancia efectiva.

Ajustar R_G para modificar la ganancia, registrando el comportamiento de la salida.

Precauciones:

- Mantener conexiones limpias y simétricas para evitar errores de medición.
- Utilizar resistencias de precisión para minimizar el error de ganancia.
- No dejar entradas flotantes; conectar siempre a un punto de referencia.

RESULTADOS ESPERADOS

Observación de una señal amplificada proporcional a la diferencia $V_2 - V_1$
Ganancia ajustable mediante R_G , confirmando el comportamiento teórico.
Evidencia de rechazo de señales en modo común (ruido compartido en ambas entradas).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿La ganancia calculada coincidió con la observada?
- ¿Qué efecto tuvo el valor de R_G sobre la amplificación?
- ¿El amplificador respondió correctamente ante señales comunes en V1 y V2
- ¿Qué condiciones garantizaron mayor estabilidad y precisión?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simular el circuito con señales reales de sensores (termistor, fotodiodo).

Comparar el comportamiento con un amplificador diferencial simple (sin buffers).

Implementar un filtro pasa bajas posterior al amplificador de instrumentación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Comparadores con Histéresis y de Ventana
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar comparadores con histéresis y comparadores de ventana utilizando amplificadores operacionales, en circuitos de decisión digital, bajo supervisión técnica.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Un comparador es un circuito que compara dos señales de voltaje y genera una salida digital alta o baja, según cuál entrada sea mayor. El comparador básico convierte una señal analógica en una lógica, activando dispositivos cuando se alcanza un umbral. - El comparador con histéresis introduce realimentación positiva que genera dos umbrales: uno superior y otro inferior. Este comportamiento evita el parpadeo o inestabilidad de la salida ante señales ruidosas o fluctuantes. Es conocido como trigger de Schmitt. - El comparador de ventana permite activar la salida solo si la señal de entrada está dentro de un intervalo (ventana) definido por dos umbrales. Se usa para monitoreo de rangos seguros, alarmas o sistemas de control. Ambos se implementan fácilmente con amplificadores operacionales configurados como comparadores sin realimentación negativa.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	2	LM339 o TL081
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Generador de funciones	1	Señal senoidal o triangular
Osciloscopio	1	20 MHz mínimo
Multímetro digital	1	Verificación de umbrales
Resistencias	Varias	1 k Ω – 100 k Ω
Potenciómetro	1	10 k Ω
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Cables de conexión	Suficientes	Tipo Dupont o banana

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte A – Comparador con Histéresis (Schmitt Trigger)

1. Conectar el Op-Amp en modo comparador con una entrada fija (referencia) y la señal variable en la otra entrada.
2. Agregar una resistencia entre la salida y la entrada positiva (realimentación positiva).
3. Aplicar una señal senoidal de bajo nivel desde el generador de funciones.
4. Observar los umbrales de activación y desactivación en el osciloscopio.
5. Ajustar la histéresis modificando la resistencia de realimentación.

Parte B – Comparador de Ventana

6. Implementar dos comparadores con diferentes referencias (umbral alto y bajo).
7. Combinar las salidas con una compuerta AND lógica o configuración pasiva.
8. Aplicar una señal de entrada y verificar que la salida solo se activa dentro de la ventana definida.
9. Registrar los resultados con diferentes ventanas.

Precauciones:

- Asegurar que los valores de referencia estén dentro del rango de la señal.
- No aplicar señales que saturen el Op-Amp.
- Utilizar referencias estables (divisores resistivos).

RESULTADOS ESPERADOS

Salida digital (alta/baja) estable para el comparador con histéresis.

Observación clara de los dos umbrales (subida y bajada).

Activación correcta de la salida solo dentro de la ventana definida en el comparador de ventana.

Relación directa entre los valores de referencia y el comportamiento lógico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Cómo afecta la resistencia de realimentación a la amplitud de la histéresis?

¿Qué sucede si se intercambian las entradas del Op-Amp?

¿Qué tan precisa fue la ventana definida y cómo se puede afinar?

¿Qué ventajas tienen estos comparadores frente a uno básico?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**

Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.

- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simular ambos comparadores en Proteus o Multisim con sensores analógicos.

Aplicar el comparador de ventana para monitorear la carga de una batería.

Implementar un sistema de alerta que encienda un LED dentro del rango definido.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Correcta interpretación de hoja de datos (25%) • Montaje y medición de parámetros (30%) • Análisis técnico de resultados (25%) • Presentación y redacción del reporte (20%)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Práctica.
Formatos de reporte de prácticas	Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Filtros Activos de Primer y Segundo Orden
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar filtros activos tipo Butterworth, Chevyshev y Bessel para el tratamiento de señales, utilizando simulaciones y pruebas prácticas, en un entorno colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los filtros activos permiten modificar el contenido espectral de una señal, eliminando frecuencias no deseadas sin necesidad de inductores, gracias al uso de amplificadores operacionales y componentes RC. - Un filtro de primer orden tiene una sola constante de tiempo y una pendiente de atenuación de 20 dB/década. - Un filtro de segundo orden incluye dos polos, permite mayor selectividad y presenta una pendiente de 40 dB/década. Las principales aproximaciones son: - Butterworth: respuesta plana en la banda pasante y atenuación progresiva. - Chebyshev: ondulación permitida en la banda pasante pero mayor pendiente de corte. - Bessel: mínima distorsión de fase, ideal para señales de audio. La frecuencia de corte f_c se determina por: $1/(2\pi RC)$.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS		
Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificador operacional	2	TL081 o LM324
Fuente de alimentación	1	± 15 V DC
Generador de funciones	1	Señal senoidal variable
Osciloscopio	1	20 MHz mínimo
Capacitores	Varias	10 nF – 100 nF
Resistencias	Varias	1 k Ω – 100 k Ω
Protoboard	1	Mínimo 400 puntos
Multímetro digital	1	Medición de tensión
Cables de conexión	Suficientes	Tipo Dupont o banana

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Diseñar un **filtro pasa bajas** de primer orden con $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$
2. Montar el circuito en el protoboard con configuración no inversora.
3. Aplicar una señal senoidal variable en frecuencia (100 Hz a 10 kHz).
4. Medir la amplitud de salida en el osciloscopio y graficar la respuesta en frecuencia.
5. Repetir el proceso para un filtro de segundo orden (Butterworth).
6. Diseñar y comparar con un filtro de tipo Chebyshev (mayor pendiente) y uno Bessel (respuesta lineal en fase).
7. Registrar todas las configuraciones y mediciones.

Precauciones:

- Utilizar capacitores de poliéster o cerámicos para mejor estabilidad.
- Verificar el ancho de banda del osciloscopio para las frecuencias de prueba.
- Asegurar alimentación estable al Op-Amp.

RESULTADOS ESPERADOS

Atenuación progresiva fuera de la banda pasante.

Diferencias notables entre los tres tipos de filtros en cuanto a forma de la curva de respuesta.

Confirmación de la frecuencia de corte teórica con la medida experimental.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué tipo de filtro mostró mejor comportamiento para señales suaves?

¿Cuál tuvo mayor pendiente de atenuación?

¿Qué diferencias se observaron en la fase de salida?

¿Cómo afecta la elección del tipo de filtro a la fidelidad de la señal?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Simular filtros de tercer orden y evaluar su respuesta en frecuencia.

Implementar un filtro pasa altas con las mismas configuraciones.

Comparar el comportamiento ante señales pulsadas (no senoidales).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Diseño de Proyecto Integrador
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Desarrollar un dispositivo analógico funcional mediante la integración de conocimientos adquiridos, con enfoque en solución de problemas reales, fomentando la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El Proyecto Integrador es una actividad académica orientada a aplicar de manera transversal los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso de *Electrónica Analógica II*. El propósito es diseñar, construir y evaluar un dispositivo analógico funcional, capaz de resolver una necesidad real o simular una aplicación del entorno mecatrónico.

Este proyecto debe incluir al menos dos configuraciones distintas de amplificadores operacionales (comparadores, filtros, amplificadores, etc.), una etapa de señal de entrada (sensor o simulador), una etapa de procesamiento y una etapa de salida (indicador, actuador o sistema lógico).

El enfoque pedagógico incluye: desarrollo de competencias técnicas, trabajo colaborativo, creatividad, toma de decisiones, documentación profesional y uso de estándares de diseño electrónico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Elemento	Cantidad	Especificaciones
Amplificadores operacionales	Variables	TL081, LM324, etc.
Fuente de alimentación		1 ± 15 V o adaptador regulado
Sensores	1–2	Temperatura, luz, humedad, etc.
Actuadores o indicadores	1–2	LED, buzzer, motor, etc.
Resistencias y capacitores	Variables	Según diseño
Protoboard o PCB		1 Mínimo 400 puntos
Multímetro / Osciloscopio		1 Instrumentación completa
Cables y conectores	Suficientes	Adaptados al proyecto

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Definir un problema o necesidad: identificar un fenómeno que pueda resolverse mediante un circuito analógico (por ejemplo: medidor de temperatura con alarma, detector de niveles de luz, monitor de batería, etc.).

Diseñar el circuito completo: incluir una etapa de entrada (sensor), una de procesamiento (amplificador, filtro, comparador) y una de salida (indicador o control).

Simular el circuito: utilizando software como Proteus o Multisim.

Construir el prototipo en protoboard o PCB.

Realizar pruebas funcionales: registrar valores, ajustar componentes y verificar su desempeño.

Documentar: todo el diseño, el análisis técnico, cálculos, pruebas y resultados.

Preparar una presentación breve del proyecto y defenderlo ante el grupo.

Precauciones:

- Utilizar componentes acordes al voltaje de operación.
- Evitar sobrecarga de los Op-Amps.
- Respetar polaridades y configuraciones reales al llevar el diseño al protoboard.

RESULTADOS ESPERADOS

Prototipo funcional que cumpla con la necesidad planteada.

Documentación técnica clara, con análisis de desempeño.

Capacidad de comunicar el diseño y justificar cada elección técnica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cumple el circuito con el objetivo planteado?
- ¿Qué ajustes fueron necesarios para lograr estabilidad o precisión?
- ¿Cuál fue el mayor reto durante el desarrollo?
- ¿Qué mejoras se proponen para una siguiente versión?

CONCLUSIONES

- **Técnica:**
Debe ser objetiva, basada en los resultados obtenidos.
- Redactada de forma breve y concisa (no repetir el procedimiento).
- Utilizar lenguaje técnico adecuado para el nivel universitario.
- Redactada en tercera persona (sin uso de “yo”, “nosotros”, etc.).
- Contener oraciones completas (sujeto + verbo + predicado).
- Evitar opiniones personales o generalizaciones vagas.
- Debe responder: ¿qué se comprobó?, ¿qué se aprendió técnicamente?, ¿qué relación tiene con la teoría?

De experiencia:

- Redactada en forma personal, con reflexión individual o del equipo.
- Describe cómo se vivió la práctica, dificultades y cómo se resolvieron.
- Menciona aprendizajes adquiridos a nivel práctico.
- Debe mantener buena ortografía, puntuación y estructura gramatical.
- Puede incluir emociones o percepciones si están enfocadas en el proceso de aprendizaje.
- Debe evitar ser superficial o repetitiva.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Diseñar una versión miniaturizada o portátil del prototipo.

Comparar el desempeño con un diseño equivalente digital o con microcontrolador.

Preparar una propuesta para participación en eventos de innovación o prototipos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Correcta interpretación de hoja de datos (25%)
- Montaje y medición de parámetros (30%)
- Análisis técnico de resultados (25%)
- Presentación y redacción del reporte (20%)

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

Reporte de Práctica.

Formatos de reporte de prácticas

Formato institucional con portada, desarrollo completo y evidencia fotográfica del circuito en funcionamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Franco, S. (2014). *Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados análogos* (4.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2015). *Microelectrónica* (7.^a ed.). Oxford University Press.

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2010). *Dispositivos electrónicos y teoría de circuitos* (10.^a ed.). Pearson Educación.

Horowitz, P., & Hill, W. (2016). *The Art of Electronics* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Texas Instruments. (2021). *Op Amps for Everyone Design Guide* (Rev. C). Recuperado de <https://www.ti.com/lit/an/slod006b/slod006b.pdf>

National Instruments. (2017). *Operational Amplifier Basics*. Recuperado de <https://www.ni.com/en-us/innovations/operational-amplifiers.html>

Analog Devices. (2020). *Instrumentation Amplifier Application Guide*. Recuperado de <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/instrumentation-amplifier.html>

NORMAS

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). *NOM-001-STPS-2008: Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría de Economía. (2005). *NOM-008-SCFI-2002: Sistema General de Unidades de Medida*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2012). *NOM-029-STPS-2011: Mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). *NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx>

International Electrotechnical Commission. (2010). *IEC 61010-1: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements* (3rd ed.). IEC. <https://webstore.iec.ch>

International Organization for Standardization. (2011). *ISO 9001:2015: Quality management systems – Requirements*. ISO. <https://www.iso.org/standard/62085.html>

International Organization for Standardization. (2004). *ISO/IEC 17025:2005: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO. <https://www.iso.org/standard/39883.html>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018: Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. ISO. <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>

