



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO Instrumentación I 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	6
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>6</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>6</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>6</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>6</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>7</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....	8
PRÁCTICAS.....	12
<i>Medición de parámetros eléctricos en sensores biomédicos pasivos.....</i>	<i>13</i>
<i>Identificación de la curva de operación de un sensor resistivo aplicado al monitoreo de temperatura corporal.</i>	<i>16</i>
<i>Identificación de la respuesta de un sensor capacitivo aplicado al monitoreo de proximidad corporal.....</i>	<i>18</i>
<i>Identificación de la señal de un sensor inductivo en la detección de movimiento de objetos metálicos.</i>	<i>20</i>
<i>Identificación de la señal de un sensor óptico aplicado al monitoreo de frecuencia cardíaca.....</i>	<i>22</i>
<i>Identificación de la señal acondicionada mediante amplificador operacional aplicado a sensores térmicos.</i>	<i>25</i>
<i>Implementación de un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura con visualización de señal.....</i>	<i>28</i>
<i>Implementación de un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial para visualización digital.</i>	<i>31</i>
FUENTES DE INFORMACIÓN	34
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	35
<i>Normas Oficiales Mexicanas (NOM)</i>	<i>35</i>
<i>Normas Internacionales ISO.....</i>	<i>35</i>
<i>Normas IEEE</i>	<i>35</i>
ANEXOS	37
<i>Plantilla de entrega de práctica – Instrumentación I</i>	<i>38</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.

Este manual tiene como finalidad servir como una guía estructurada para el desarrollo de prácticas de laboratorio orientadas a la adquisición de habilidades en medición, acondicionamiento y procesamiento de variables fisiológicas mediante el uso de sensores, transductores, amplificadores, filtros y plataformas embebidas. Las actividades están organizadas de forma progresiva, permitiendo al estudiante avanzar desde el reconocimiento de instrumentos básicos de medición hasta la integración de sistemas biomédicos funcionales.

La implementación de este manual se justifica por su alineación con la secuencia didáctica oficial de la asignatura Instrumentación I y con los elementos de competencia establecidos en el plan de estudios de Ingeniería Biomédica. Las prácticas propuestas permiten al estudiante aplicar principios físicos y electrónicos para el diseño, montaje y validación de sistemas de instrumentación orientados a la salud, fomentando al mismo tiempo la responsabilidad, la toma de decisiones técnicas fundamentadas y la comprensión del funcionamiento de equipos de diagnóstico o monitoreo.

Además de contribuir al desarrollo de competencias disciplinares propias del área de instrumentación biomédica, este manual tiene un enfoque transversal que integra aspectos éticos, tecnológicos y profesionales, fortaleciendo el perfil de egreso del estudiante para enfrentar los retos del sector salud, la investigación aplicada y la innovación tecnológica en dispositivos médicos.

Competencias a desarrollar

Competencias blandas

Durante el desarrollo de las prácticas se promueve el fortalecimiento de habilidades transversales esenciales para el entorno profesional del ingeniero biomédico, tales como:

- La responsabilidad al manipular equipos de medición, circuitos y dispositivos con precisión y seguridad.
- El trabajo colaborativo en la construcción, análisis y evaluación de sistemas experimentales.

- La comunicación técnica al redactar reportes claros, argumentar decisiones y presentar resultados.
- El uso de tecnologías digitales y software especializado para adquisición y visualización de señales.
- El pensamiento crítico y la toma de decisiones basadas en criterios técnicos, clínicos y éticos.

Competencias disciplinares

Las prácticas del manual permiten consolidar conocimientos fundamentales del área de instrumentación biomédica, incluyendo:

- El análisis y aplicación de principios físicos y electrónicos en la medición de variables fisiológicas.
- La identificación y uso de sensores biomédicos resistivos, capacitivos y de efecto Hall, entre otros.
- El diseño y montaje de circuitos de acondicionamiento de señales mediante amplificadores y filtros.
- La integración de sensores a microcontroladores y plataformas embebidas para sistemas de medición biomédica.
- La evaluación técnica de señales fisiológicas y la validación experimental de sus parámetros.

Competencias profesionales

Este manual también contribuye al desarrollo de competencias profesionales clave, que preparan al estudiante para escenarios reales o simulados en el ámbito biomédico:

- La aplicación práctica de técnicas de medición en contextos clínicos, de laboratorio o industriales.
- La comprensión del funcionamiento y diagnóstico de fallas en sistemas de instrumentación médica.
- La elaboración de protocolos de prueba, documentación técnica y análisis de resultados.
- El diseño de soluciones innovadoras enfocadas en el bienestar humano, alineadas con las necesidades del sector salud y con los estándares del perfil de egreso del programa educativo.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Instrumentación I	
Clave	062CP010	Créditos	7
Asignaturas Antecedentes	062CP012	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.	Crear sistemas de monitoreo de signos vitales y condiciones médicas crónicas, caracterizando señales biomédicas, con la mayor precisión y exactitud posible, mediante el uso de biosensores y transductores para propiciar su implementación en aplicaciones biomédicas de manera responsable y con enfoque en la calidad.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	3		2	7

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: Medición de parámetros eléctricos en sensores biomédicos pasivos.	Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o en el extranjero.
Práctica 2: Identificación de la curva de operación de un sensor resistivo aplicado al monitoreo de temperatura corporal.	Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o en el extranjero.
Práctica 3: Identificación de la respuesta de un sensor capacitivo aplicado al monitoreo de proximidad corporal.	Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o en el extranjero.
Práctica 4: Identificación de la señal de un sensor inductivo en la detección de movimiento de objetos metálicos.	Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o en el extranjero.
Práctica 5: Identificación de la señal de un sensor óptico aplicado al monitoreo de frecuencia cardíaca.	Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o en el extranjero. Diseñar software especializado aplicado a sistemas biomédicos.
Práctica 6: Identificación de la señal acondicionada mediante amplificador operacional aplicado a sensores térmicos.	Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos con tecnología actual. Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Desempeñarse de forma eficiente en laboratorios especializados regionalmente o

<p>Práctica 7: Implementación de un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura con visualización de señal.</p>	<p>en el extranjero.</p> <p>Dar soluciones de forma innovadora y creativa a problemas del sector salud. Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos con tecnología actual. Diseñar software especializado aplicado a sistemas biomédicos. Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.</p>
<p>Práctica 8: Implementación de un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial para visualización digital.</p>	<p>Dar soluciones de forma innovadora y creativa a problemas del sector salud. Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos con tecnología actual. Diseñar software especializado aplicado a sistemas biomédicos. Diseñar ambientes virtuales para el monitoreo de señales biomédicas. Conocer equipos médicos y su aplicación en los campos de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.</p>

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
	<p>Comprender la composición y naturaleza de las bioseñales, mediante la caracterización y transducción de parámetros físicos para definir una señal representativa del estado del ente biológico, con la aplicación de técnicas y componentes electrónicos de manera responsable.</p> <p>Competencia blanda a promover: Responsabilidad.</p>

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Medición de parámetros eléctricos en sensores biomédicos pasivos.	Comprender el uso de configuraciones básicas de amplificadores operacionales para acondicionar señales fisiológicas, mediante el análisis de circuitos y su comportamiento en condiciones de laboratorio, de forma responsable y con enfoque biomédico.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia II
	Utilizar biosensores y transductores para medir la calidad de las bioseñales con los parámetros físicos que las representan, mediante sus características técnicas de linealidad, precisión, exactitud e histéresis, para su implementación en aplicaciones biomédicas de manera responsable. Competencia blanda a promover: Responsabilidad.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 2	Identificación de la curva de operación de un sensor resistivo aplicado al monitoreo de temperatura corporal.	Identificar la curva de operación de un sensor resistivo biomédico, con la finalidad de analizar su comportamiento frente a variaciones de temperatura, mediante el registro experimental de parámetros eléctricos, en condiciones simuladas de laboratorio clínico, fortaleciendo la responsabilidad.
Práctica No. 3	Identificación de la respuesta de un sensor capacitivo aplicado al monitoreo de proximidad corporal.	Identificar la respuesta de un sensor capacitivo biomédico ante distintos niveles de proximidad, con la finalidad de interpretar su señal de salida, mediante la observación experimental de su comportamiento eléctrico, en un entorno de laboratorio que simula aplicaciones clínicas, fortaleciendo la responsabilidad.
Práctica No. 4	Identificación de la señal de un sensor inductivo en la detección de movimiento de objetos metálicos.	Identificar la señal generada por un sensor inductivo ante la presencia de objetos metálicos móviles, con la finalidad de analizar su comportamiento eléctrico, mediante la medición de su respuesta bajo diferentes condiciones de distancia y material, en el contexto de sistemas de monitoreo clínico, fortaleciendo la responsabilidad.
Práctica No. 5	Identificación de la señal de un sensor óptico aplicado al monitoreo de frecuencia cardíaca.	Identificar la señal de salida de un sensor óptico biomédico en respuesta a variaciones de frecuencia cardíaca, con la finalidad de interpretar su comportamiento ante estímulos fisiológicos simulados, mediante el registro y análisis de datos en tiempo real, en el contexto de aplicaciones clínicas de monitoreo, fortaleciendo la responsabilidad.

Práctica No. 6	Identificación de la señal acondicionada mediante amplificador operacional aplicado a sensores térmicos	Identificar la señal acondicionada por un amplificador operacional a partir de la variación de un sensor térmico biomédico, con la finalidad de analizar su respuesta eléctrica, mediante la implementación de una etapa de ganancia ajustable, en el contexto de sistemas básicos de instrumentación médica, fortaleciendo la responsabilidad.
----------------	---	---

<p>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</p>	<p>Elemento de competencia III</p> <p>Crear aplicaciones biomédicas, caracterizando sensores y transductores mediante sistemas embebidos, para el desarrollo de sistemas de monitoreo de signos vitales y condiciones médicas crónicas, de manera responsable y con enfoque en la calidad.</p> <p>Competencias blandas a promover: Responsabilidad y enfoque en la calidad.</p>
--	--

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 7	Implementación de un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura con visualización de señal	Implementar un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura corporal, con la finalidad de visualizar e interpretar la señal generada por el sensor, mediante la integración de etapas de adquisición, acondicionamiento y visualización digital, en el contexto de laboratorio clínico, fortaleciendo la innovación.
Práctica No. 8	Implementación de un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial para visualización digital.	Implementar un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial, con la finalidad de visualizar digitalmente una variable fisiológica, mediante la transmisión estructurada de datos entre el microcontrolador y un software de interfaz, en el contexto de instrumentación aplicada al entorno clínico, fortaleciendo la innovación.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Medición de parámetros eléctricos en sensores biomédicos pasivos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer los parámetros eléctricos fundamentales en sensores biomédicos pasivos, con la finalidad de interpretar su comportamiento ante estímulos físicos controlados, mediante mediciones en un circuito básico, en el contexto del laboratorio de instrumentación médica, fortaleciendo el enfoque a la calidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En instrumentación biomédica, el uso de sensores pasivos como termistores y LDR permite detectar variaciones fisiológicas relacionadas con la temperatura y la luz. Estos sensores se emplean en equipos como incubadoras neonatales, sistemas de fototerapia y monitores de entorno clínico. Su funcionamiento depende de la variación de resistencia en respuesta a un estímulo físico, lo que permite convertir una magnitud fisiológica en una señal eléctrica interpretable (Bronzino, 2006; García Gutiérrez, 2014). La correcta medición de sus parámetros eléctricos: voltaje, corriente y resistencia, es esencial para garantizar la fiabilidad de las lecturas biomédicas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Protoboard
- Sensor resistivo biomédico (LDR o termistor NTC)
- Fuente de voltaje DC (batería de 9V o fuente regulada de 5 V)
- Multímetro digital
- Resistencias (1 k Ω , 10 k Ω)
- Cables y caimanes
- Bitácora de laboratorio
- Cronómetro o celular con temporizador
- Termómetro ambiental (opcional)
- Computadora con simulador (Multisim o proteus)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- 1. Ensamblar el circuito:**
 - Conectar un sensor (LDR o termistor) en serie con una resistencia fija sobre un protoboard.
 - Conectar la fuente de voltaje DC (5 V).
- 2. Configurar el multímetro para medir:**
 - Voltaje sobre el sensor y la resistencia.
 - Corriente del circuito (si el multímetro lo permite).
 - Resistencia del sensor en diferentes condiciones (luz/sombra o calor/frío).
- 3. Estimular el sensor:**
 - Cambiar la iluminación o temperatura del sensor.
 - Registrar los valores de voltaje, resistencia y condiciones ambientales.
- 4. Registrar datos:**
 - Llenar una tabla con al menos tres condiciones distintas.
- 5. Interpretación inicial:**
 - Relacionar los cambios físicos con los cambios eléctricos observados.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Registro de parámetros eléctricos ante diferentes estímulos físicos.
2. Identificación de la variabilidad de respuesta del sensor.
3. Reconocimiento del principio de funcionamiento básico del sensor utilizado.
4. Bitácora o reporte con datos organizados y claros.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué relación observaste entre el estímulo aplicado y la resistencia del sensor?
2. ¿El sensor respondió con rapidez? ¿Cómo lo supiste?
3. ¿Qué sucedió con el voltaje cuando aumentó la resistencia?
4. ¿Cuál es la importancia de esta medición en un entorno clínico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el comportamiento de sensores pasivos en instrumentación médica?
2. ¿Cómo se podrían utilizar estos sensores en dispositivos reales?
3. ¿Qué retos podrían surgir al aplicar estas mediciones en pacientes o entornos hospitalarios?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga tres ejemplos de dispositivos biomédicos comerciales que utilicen sensores resistivos (LDR o termistores). Describe:

- Su aplicación clínica
- El tipo de sensor
- La variable fisiológica que monitorean

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	Identificación de la curva de operación de un sensor resistivo aplicado al monitoreo de temperatura corporal.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la curva de operación de un sensor resistivo biomédico, con la finalidad de analizar su comportamiento frente a variaciones de temperatura, mediante el registro experimental de parámetros eléctricos, en condiciones simuladas de laboratorio clínico, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los **termistores** son sensores resistivos cuya resistencia disminuye al aumentar la temperatura. Este principio los convierte en componentes clave para el monitoreo térmico en dispositivos biomédicos como incubadoras, termómetros digitales o sistemas de control en quirófano. La representación gráfica de su respuesta: la curva de operación permite conocer su sensibilidad, rango útil y comportamiento en zonas clínicas relevantes, lo cual es esencial para interpretar adecuadamente las señales térmicas (García Gutiérrez, 2014; Mandado Pérez, 1995).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Protoboard
- Termistor NTC (sensor de temperatura)
- Fuente de voltaje DC (5 V)
- Multímetro digital
- Resistencias de 10 kΩ
- Vaso con agua caliente y agua a temperatura ambiente
- Sensor de referencia (termómetro clínico o infrarrojo)
- Cables de conexión
- Bitácora de laboratorio
- Papel milimétrico o software de graficación

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Armar el circuito:**
 - Conectar un termistor en serie con una resistencia de 10 kΩ formando un divisor de voltaje.
 - Conectar la fuente de 5 V al circuito.
2. **Medición controlada:**
 - Introducir el termistor en agua a temperatura ambiente.
 - Medir el voltaje en el termistor y la temperatura con el termómetro de referencia.
 - Registrar ambos datos en una tabla.
3. **Variación del estímulo:**
 - Cambiar gradualmente la temperatura del agua (usando agua más caliente).
 - Repetir mediciones para al menos 5 valores distintos de temperatura.
4. **Cálculo de resistencia del termistor:**
 - Usar el voltaje medido y la Ley de Ohm para calcular la resistencia del sensor.
5. **Graficación:**

- Realizar una gráfica de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) vs Resistencia (Ω).
- Identificar la zona lineal, saturación y pendiente de la curva.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Tabla completa con datos de temperatura, voltaje y resistencia.
2. Gráfica de curva de operación del termistor.
3. Identificación de su comportamiento en un rango clínico simulado.
4. Interpretación inicial de la sensibilidad y utilidad del sensor.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo se comportó la resistencia del sensor al aumentar la temperatura?
2. ¿En qué rango el sensor mostró mayor sensibilidad?
3. ¿Es el comportamiento del sensor lineal o no lineal? Justifique.
4. ¿Qué factores pueden haber afectado las mediciones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Por qué es importante conocer la curva de operación de un sensor biomédico?
2. ¿Qué factores clínicos podrían afectar el funcionamiento real del sensor?
3. ¿Qué aprendiste sobre la relación entre estímulo fisiológico y señal eléctrica?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga dos dispositivos clínicos que midan temperatura en tiempo real. ¿Qué tipo de sensor utilizan?
¿Cómo garantizan la precisión de la lectura?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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	Identificación de la respuesta de un sensor capacitivo aplicado al monitoreo de proximidad corporal
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la respuesta de un sensor capacitivo biomédico ante distintos niveles de proximidad, con la finalidad de interpretar su señal de salida, mediante la observación experimental de su comportamiento eléctrico, en un entorno de laboratorio que simula aplicaciones clínicas, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los sensores capacitivos son ampliamente utilizados en sistemas médicos para detectar presencia o proximidad sin contacto físico. Operan a partir de la variación de capacitancia entre dos placas conductoras cuando un cuerpo se acerca, como ocurre en dispositivos de asistencia al paciente, interfaces sin contacto o sistemas de activación por gestos. Su funcionamiento se basa en principios de campo eléctrico, y su señal de salida puede observarse como un cambio de voltaje o un pulso digital (Bronzino, 2006; Tucci, 2007).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sensor capacitivo de proximidad (tipo TTP223, MPR121, o capacitivo DIY con placas de aluminio) • Fuente de alimentación de 5 V • Protoboard • Multímetro digital o voltímetro analógico • Osciloscopio o analizador lógico (opcional, si está disponible) • Cables y caimanes • Bitácora de laboratorio • Mano o antebrazo como estímulo biológico

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> Montaje del sensor <ul style="list-style-type: none"> ○ Conectar el sensor capacitivo a una fuente de 5 V en el protoboard. ○ Verificar el pin de salida (OUT), alimentación (Vcc) y tierra (GND). Observación de salida <ul style="list-style-type: none"> ○ Medir el voltaje en el pin de salida con un multímetro o LED indicador. ○ Colocar la mano a diferentes distancias (10 cm, 5 cm, 2 cm, contacto). ○ Registrar el valor de salida y la distancia correspondiente. Variación de condiciones <ul style="list-style-type: none"> ○ Observar el comportamiento con diferentes materiales (papel, guante de látex, metal). ○ Si se dispone de osciloscopio, visualizar el cambio de señal al acercar y retirar la mano. Registro de datos <ul style="list-style-type: none"> ○ Construir una tabla de estímulo (distancia/material) vs salida (voltaje o estado ON/OFF). ○ Si se trabaja con sensor digital, indicar el umbral de activación.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación del cambio de salida del sensor ante distintos niveles de proximidad.
- Reconocimiento de la sensibilidad del sensor capacitivo en condiciones simuladas.
- Relación entre estímulo físico y señal eléctrica emitida.
- Bitácora con tabla y observaciones detalladas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué distancia fue suficiente para activar la salida del sensor?
2. ¿Qué material interfería más con la detección? ¿Cuál menos?
3. ¿La respuesta del sensor fue constante o fluctuante? ¿A qué lo atribuyes?
4. ¿Cómo se vería afectado este comportamiento en un entorno hospitalario?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué ventajas ofrece el uso de sensores capacitivos en dispositivos biomédicos?
2. ¿Qué riesgos o limitaciones existen en su implementación clínica?
3. ¿Qué características serían necesarias para integrar este sensor en un equipo de monitoreo neonatal?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga un caso de uso clínico donde se empleen sensores capacitivos. Describe su aplicación, el tipo de señal que detecta y cómo contribuye a mejorar la atención del paciente.

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	Identificación de la señal de un sensor inductivo en la detección de movimiento de objetos metálicos.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la señal generada por un sensor inductivo ante la presencia de objetos metálicos móviles, con la finalidad de analizar su comportamiento eléctrico, mediante la medición de su respuesta bajo diferentes condiciones de distancia y material, en el contexto de sistemas de monitoreo clínico, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los sensores inductivos detectan la presencia de materiales metálicos mediante la generación de un campo electromagnético que se modifica al ser perturbado por objetos conductores. En aplicaciones biomédicas, estos sensores pueden ser utilizados para verificar la posición de piezas móviles, detectar instrumentos metálicos mal colocados o incluso activar alarmas en quirófanos o áreas restringidas. Su respuesta es rápida, robusta y no requiere contacto físico (Mandado Pérez, 1995; Bronzino, 2006).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sensor inductivo de proximidad (tipo LJ12A3 o similar) • Fuente de alimentación de 12 V DC (o adaptador regulado) • Protoboard (o base de conexión rápida) • Multímetro digital u osciloscopio (opcional) • Cableado y caimanos • Objetos metálicos pequeños (tijeras quirúrgicas, pinzas, monedas) • Bitácora de laboratorio • Superficie plástica o madera como base de prueba

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el sensor inductivo <ul style="list-style-type: none"> ○ Alimentar el sensor con 12 V DC según su hoja técnica. ○ Verificar el pin de salida (OUT) y conectarlo al multímetro en modo voltímetro. 2. Prueba de activación <ul style="list-style-type: none"> ○ Colocar el sensor sobre una superficie no metálica. ○ Acercar un objeto metálico al sensor desde diferentes distancias (5 cm, 3 cm, 1 cm, contacto). ○ Observar el cambio de voltaje o el encendido de un LED integrado. 3. Análisis de la señal <ul style="list-style-type: none"> ○ Registrar en tabla la distancia de activación y la lectura de salida. ○ Repetir la prueba con distintos metales (acero, aluminio, cobre). 4. Estabilidad de respuesta <ul style="list-style-type: none"> ○ Mover un objeto metálico a velocidad constante frente al sensor. ○ Observar si la señal es continua, intermitente o presenta retardo.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Reconocimiento de la señal de salida del sensor en función del tipo de material y distancia.
2. Registro ordenado de datos de activación.
3. Observación del rango efectivo de detección.
 - Identificación de materiales con mayor y menor interferencia inductiva.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tipo de material metálico fue más fácilmente detectado?
2. ¿Cuál fue la distancia máxima a la que el sensor respondió correctamente?
3. ¿Qué ocurre si se interponen materiales no metálicos entre el sensor y el objeto?
4. ¿La señal fue estable ante movimiento? ¿Por qué?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aplicaciones clínicas podrían beneficiarse del uso de sensores inductivos?
2. ¿Qué ventajas ofrece este tipo de sensor frente a otros que requieren contacto?
3. ¿Qué limitaciones podrían presentarse en ambientes médicos reales?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga si los quirófanos o salas de resonancia magnética utilizan sensores inductivos o magnéticos en su sistema de monitoreo. Explica su función, riesgos asociados y protocolos de uso.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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	Identificación de la señal de un sensor óptico aplicado al monitoreo de frecuencia cardíaca
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la señal de salida de un sensor óptico biomédico en respuesta a variaciones de frecuencia cardíaca, con la finalidad de interpretar su comportamiento ante estímulos fisiológicos simulados, mediante el registro y análisis de datos en tiempo real, en el contexto de aplicaciones clínicas de monitoreo, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los sensores ópticos utilizados en instrumentación biomédica permiten detectar variaciones en el flujo sanguíneo mediante el principio de fotopleetismografía (PPG) , que mide los cambios en la absorción o reflexión de la luz durante el ciclo cardíaco. Estos sensores están presentes en dispositivos como oxímetros, monitores de signos vitales y wearables. La señal de salida varía según el volumen sanguíneo en el tejido y se presenta como una onda periódica que puede correlacionarse con la frecuencia cardíaca (Bronzino, 2006; Tucci, 2007).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sensor óptico de frecuencia cardíaca (KY-039, MAX30100 o módulo de oxímetro) • Fuente de voltaje 3.3–5 V • Protoboard • Cables de conexión • Multímetro digital (opcional) • Osciloscopio o software de graficación (opcional) • Dedo índice o lóbulo de la oreja • Cronómetro o aplicación móvil para contar pulsos • Bitácora de laboratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión del sensor <ul style="list-style-type: none"> • Conectar el sensor óptico a una fuente de voltaje adecuada (3.3 V o 5 V). • Colocar el sensor en el dedo o lóbulo de la oreja, evitando movimiento excesivo. 2. Visualización de la señal <ul style="list-style-type: none"> • Observar el estado de salida del sensor: si es digital, usar un LED o entrada en microcontrolador; si es analógica, conectar a multímetro o visualizador. • Si hay osciloscopio disponible, observar la forma de la onda. 3. Medición del pulso <ul style="list-style-type: none"> • Contar manualmente los latidos durante 15 segundos con un cronómetro. • Comparar con los pulsos medidos por el sensor (estimados por señal visible o programa de lectura).

4. Cambios fisiológicos

- Realizar respiraciones profundas o actividad leve (sentadillas o caminar) y repetir la medición.
- Registrar los cambios en la frecuencia y forma de la señal.

5. Documentación

- Completar una tabla con datos de frecuencia cardíaca, condición (reposo, estímulo) y observaciones de señal.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Reconocimiento de la señal producida por el sensor óptico.
2. Asociación entre variación fisiológica y respuesta del sensor.
3. Comparación entre el conteo manual de pulso y el dato proporcionado por el sensor.
4. Bitácora técnica con registro organizado y reflexiones claras.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo se comportó la señal del sensor en condiciones de reposo?
2. ¿Qué cambios se observaron tras el estímulo físico?
3. ¿La frecuencia cardíaca medida coincidió con la medición manual?
4. ¿Qué tan confiable fue la señal? ¿Presentó ruido o fluctuaciones?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aplicaciones biomédicas usan sensores ópticos para medir pulso o flujo sanguíneo?
2. ¿Qué ventajas presenta este tipo de medición sobre los métodos mecánicos tradicionales?
3. ¿Qué limitaciones se deben considerar al implementar estos sensores en ambientes

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga la diferencia entre sensores ópticos utilizados para frecuencia cardíaca y aquellos para oximetría de pulso. ¿Qué variable fisiológica mide cada uno? ¿Qué tipo de luz utilizan? ¿En qué parte del cuerpo se aplican comúnmente?

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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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	Identificación de la señal acondicionada mediante amplificador operacional aplicado a sensores térmicos.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la señal acondicionada por un amplificador operacional a partir de la variación de un sensor térmico biomédico, con la finalidad de analizar su respuesta eléctrica, mediante la implementación de una etapa de ganancia ajustable, en el contexto de sistemas básicos de instrumentación médica, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En sistemas de instrumentación biomédica, las señales provenientes de sensores suelen tener amplitudes pequeñas y necesitan ser **acondicionadas** para su procesamiento. El **amplificador operacional** es una etapa clave para este propósito. En esta práctica, se analizará cómo un termistor (sensor térmico resistivo) cambia su señal según la temperatura corporal simulada, y cómo el amplificador mejora su lectura para uso clínico. Esta etapa es esencial para sistemas como monitores de temperatura de pacientes o incubadoras neonatales (García Gutiérrez, 2014; Bronzino, 2006).

- MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS**
- Sensor resistivo térmico (termistor NTC o LM35)
 - Amplificador operacional (ej. LM358)
 - Fuente de alimentación dual $\pm 9\text{ V}$ o simple $0\text{--}9\text{ V}$
 - Protoboard
 - Resistencias ($1\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$, $100\text{ k}\Omega$)
 - Cables de conexión
 - Multímetro digital
 - Osciloscopio (opcional)
 - Termómetro clínico para referencia
 - Bitácora de laboratorio

- PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA**
1. **Preparar el divisor de voltaje:**
 - Conectar el termistor en serie con una resistencia fija ($10\text{ k}\Omega$) formando un divisor de voltaje.
 - Medir la salida sin amplificar y registrar los valores a temperatura ambiente y con calor corporal (dedo).
 2. **Construir la etapa amplificadora:**

- Conectar el amplificador operacional en configuración no inversora con ganancia ajustable:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right)$$

- Usar resistencias de 10 k Ω y 100 k Ω para obtener una ganancia entre 2 y 11 veces.
- 3. Medición de la señal acondicionada:**
- Medir el voltaje de salida del amplificador con el sensor en condiciones de frío, ambiente y calor (dedo o aliento).
 - Registrar los valores en una tabla.
- 4. Comparación y análisis:**
- Comparar la señal antes y después del amplificador.
 - Identificar si la señal se vuelve más estable, clara o útil.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Tabla con voltajes de entrada y salida en distintas condiciones térmicas.
2. Comprensión del efecto de ganancia del amplificador operacional.
3. Relación entre la señal amplificada y su aplicación en monitoreo de temperatura.
4. Bitácora clara, con observaciones técnicas y análisis básico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué ganancia se obtuvo con los valores de resistencias utilizadas?
2. ¿Cómo cambió la señal después del acondicionamiento?
3. ¿Qué ventajas tiene amplificar esta señal en un dispositivo clínico?
4. ¿La salida fue suficientemente estable para ser interpretada por un sistema digital?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el uso de amplificadores operacionales en instrumentación biomédica?
2. ¿Qué relación tiene esta práctica con el monitoreo en incubadoras o quirófanos?
3. ¿Qué desafíos podrías prever al integrar este tipo de etapa en un equipo médico real?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Busca un equipo clínico comercial (por ejemplo, un termómetro electrónico o sistema de incubadora) y analiza si incluye amplificación de señal. Describe el tipo de sensor que usa, si emplea acondicionamiento, y cómo se visualiza la salida.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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	Implementación de un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura con visualización de señal
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar un sistema biomédico básico para el monitoreo de temperatura corporal, con la finalidad de visualizar e interpretar la señal generada por el sensor, mediante la integración de etapas de adquisición, acondicionamiento y visualización digital, en el contexto de laboratorio clínico, fortaleciendo la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El **efecto Hall** se basa en la generación de un voltaje transversal en un conductor cuando se expone a un campo magnético perpendicular. En el ámbito biomédico, este principio se aplica en el monitoreo no invasivo de movimiento, desplazamiento o flujo, especialmente en sistemas de rehabilitación, prótesis inteligentes o control de válvulas magnéticas (Fraden, 2016; Webster, 2010).

Estos sensores pueden integrarse en sistemas embebidos para adquirir datos en tiempo real y contribuir al análisis funcional del cuerpo humano.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Sensor de temperatura (termistor NTC o LM35)
- Amplificador operacional (LM358 u OP07) o etapa amplificada integrada (opcional)
- Fuente de voltaje DC (5 V o ± 9 V según configuración)
- Protoboard
- Resistencias para divisor de voltaje y ganancia (1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω)
- Microcontrolador básico (Arduino UNO o similar)
- Cables de conexión
- PC con software de visualización (Serial Plotter, Processing, Excel)
- Bitácora de laboratorio
- Termómetro clínico de referencia

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Construcción del sensor + divisor/amplificador:**
 - Conectar el sensor de temperatura a un divisor de voltaje o amplificador (según el tipo de sensor).
 - Verificar voltaje de salida con multímetro.
2. **Interfaz con el sistema de adquisición:**
 - Conectar la salida del sensor/amplificador a la entrada analógica del Arduino.
 - Cargar un código que lea valores y los envíe por el puerto serial.
3. **Visualización de la señal:**
 - Usar el Serial Plotter de Arduino o Processing para graficar los datos.
 - Observar la respuesta al tocar el sensor con el dedo o colocar aire frío/caliente.
4. **Comparación con referencia clínica:**
 - Medir la temperatura real con un termómetro clínico.

- Comparar la señal digitalizada con el valor real estimado.
5. **Documentación:**
- Capturar gráficas, registrar valores, anotar observaciones sobre sensibilidad, estabilidad y latencia del sistema.

RESULTADOS ESPERADOS

- Sistema completo operando: sensor → acondicionamiento → adquisición → visualización.
- Gráfica en tiempo real de los cambios de temperatura.
- Comparación entre la lectura digital y el valor clínico real.
- Bitácora con análisis del funcionamiento, observaciones técnicas y recomendaciones de mejora.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tan precisa fue la señal mostrada respecto a la medición clínica?
2. ¿Qué parte del sistema tuvo más variabilidad? ¿El sensor, la amplificación o la visualización?
3. ¿Hubo retardo en la lectura? ¿Por qué podría ocurrir eso?
4. ¿Qué ajustes podrías realizar para mejorar la sensibilidad o estabilidad?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué importancia tiene la integración correcta de todas las etapas del sistema biomédico?
2. ¿Qué riesgos habría si uno de los módulos falla en un entorno clínico real?
3. ¿Cómo aplicarías lo aprendido en otros sistemas médicos como presión o saturación?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga un sistema biomédico real (como una incubadora neonatal) que mida temperatura. Identifica cómo integra las etapas de sensor, acondicionamiento, adquisición y visualización. ¿Qué sensor utiliza? ¿Qué tan confiable es su lectura?

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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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	Implementación de un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial para visualización digital.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar un sistema biomédico con adquisición de señal y comunicación serial, con la finalidad de visualizar digitalmente una variable fisiológica, mediante la transmisión estructurada de datos entre el microcontrolador y un software de interfaz, en el contexto de instrumentación aplicada al entorno clínico, fortaleciendo la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En la instrumentación biomédica moderna, la **comunicación serial** es fundamental para la transmisión de señales entre sensores, microcontroladores y sistemas de visualización o almacenamiento. Aunque estándares como **RS-232** fueron ampliamente utilizados en equipos médicos tradicionales, hoy en día se emplean UARTs virtuales por USB, **I2C**, **SPI**, o incluso protocolos inalámbricos. La transmisión serial permite enviar datos estructurados, confiables y en tiempo real, lo que resulta esencial para el monitoreo clínico continuo de variables fisiológicas (Bronzino, 2006; Tucci, 2007).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Sensor de temperatura (LM35 o termistor con acondicionamiento)
- Microcontrolador (Arduino UNO o compatible)
- Protoboard
- Fuente de alimentación o conexión USB
- Cables de conexión
- Computadora con Arduino IDE
- Software de visualización (Serial Plotter, Excel, Processing o aplicación de terminal)
- Termómetro clínico de referencia (opcional)
- Bitácora de laboratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. **Preparar el sensor y acondicionamiento:**
 - Conectar un sensor de temperatura (LM35 o divisor con termistor) en el protoboard.
 - Verificar su salida con un multímetro.
2. **Conectar al microcontrolador:**
 - Conectar la salida del sensor a una entrada analógica del Arduino.
 - Alimentar el circuito desde el puerto USB.
3. **Programación del envío serial:**
 - Cargar un sketch en Arduino que lea la señal y la envíe por comunicación serial:
4. **Visualización de la señal:**
 - Abrir Serial Plotter o Processing para graficar la señal.

- Observar cómo cambia la temperatura al tocar el sensor o aplicar aire frío.
5. **Comparación con referencia:**
- Medir temperatura con un termómetro clínico y comparar con la lectura del sistema.

RESULTADOS ESPERADOS

- Funcionamiento del sistema completo: sensor → adquisición → transmisión → visualización.
- Transmisión confiable de datos a través del canal serial.
- Representación visual clara y en tiempo real de una variable fisiológica simulada.
- Análisis del comportamiento de la señal y su estabilidad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué tan precisa fue la lectura digital comparada con la referencia clínica?
- ¿La señal tuvo estabilidad o fluctuaciones? ¿Qué parte del sistema influyó más en ello?
- ¿Qué ventajas ofrece esta forma de comunicación respecto al almacenamiento local?
- ¿Qué factores podrían afectar la calidad de transmisión de la señal?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- ¿Por qué es importante integrar correctamente la comunicación serial en un sistema biomédico?
- ¿Qué riesgos implicaría una falla en esta etapa en un entorno hospitalario?
- ¿Qué aprendiste sobre cómo interactúan los componentes del sistema de instrumentación?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investiga un dispositivo biomédico real que utilice sensores de temperatura (como un termómetro infrarrojo, parche de monitoreo, o incubadora neonatal). Describe el sensor, su integración y su relevancia clínica.

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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Actividad complementaria (10 pts): Desarrollo correcto del ejercicio adicional con justificación.</p>
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. Allegro Microsystems. (n.d.). *A3144 Unipolar Hall-effect switch datasheet*. <https://www.allegromicro.com/en/products/sense/hall-effect-sensors/a3144>
2. Analog Devices. (n.d.). *AD620 Low cost instrumentation amplifier datasheet*. <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD620.pdf>
3. Arduino. (2024). *AnalogRead – Arduino Reference*. <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogread/>
4. Enderle, J. D., & Bronzino, J. D. (2012). *Introduction to biomedical engineering* (3rd ed.). Academic Press.
5. Fraden, J. (2016). *Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications* (5th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23932-5>
6. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2008). *IEEE 829-2008 – IEEE Standard for Software and System Test Documentation*. <https://standards.ieee.org/standard/829-2008.html>
7. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2016). *IEEE 1012-2016 – IEEE Standard for System and Software Verification and Validation*. <https://standards.ieee.org/standard/1012-2016.html>
8. International Organization for Standardization. (2016). *ISO 13485:2016 – Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes*. <https://www.iso.org/standard/59752.html>
9. International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14971:2019 – Medical devices – Application of risk management to medical devices*. <https://www.iso.org/standard/72704.html>
10. Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). *Discrete-time signal processing* (3rd ed.). Pearson Education.
11. Secretaría de Salud. (2012). *NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5272787
12. Secretaría de Salud. (2012). *NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5270834
13. SparkFun Electronics. (n.d.). *SS49E Linear Hall-effect sensor datasheet*. <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Components/General/SS49E.pdf>
14. Texas Instruments. (n.d.). *INA128 Precision instrumentation amplifier datasheet*. <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina128.pdf>
15. Texas Instruments. (n.d.). *LM35 Precision centigrade temperature sensor datasheet*. <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
16. Webster, J. G. (2010). *Medical instrumentation: Application and design* (4th ed.). John Wiley & Sons.

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.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

ANEXOS

Plantilla de entrega de práctica – Instrumentación I

Universidad Estadal de Sonora

Programa Educativo: Ingeniería Biomédica

Asignatura: Instrumentación I

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