

<b>Curso:</b> Sensores Biomédicos y Bioseñales		<b>Horas aula:</b> 2
<b>Clave:</b> 071CE082		<b>Horas virtuales:</b> 1
<b>Antecedentes:</b> 071CP078		<b>Horas laboratorio:</b> 2 <b>Horas independientes:</b> 2
<b>Competencia del área:</b>	<b>Competencia del curso:</b> 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.	
<b>Elementos de competencia:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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.</li> <li>2. 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.</li> <li>3. 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.</li> </ol>		
<b>Perfil del docente:</b>		
Formación académica: Licenciatura, maestría o doctorado en Ingeniería Biomédica, Electrónica o Mecatrónica. Formación pedagógica: Especialidad o diplomado en educación por competencias. Experiencia laboral: Un año en áreas de ingeniería y experiencia docente deseable de un año.		
<b>Elaboró:</b> EDUARDO TEYES MORENO		Noviembre 2022
<b>Revisó:</b> FLORIDA PATRICIA MENDOZA WILLIS		Diciembre 2022
<b>Última actualización:</b>		
<b>Autorizó:</b> Coordinación de Procesos Educativos		

**Elemento de competencia 1:** 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.

**Competencias blandas a promover:** Responsabilidad.

**EC1 Fase I: Bioseñales y principios físicos para su identificación.**

**Contenido:** Conceptos, tipos, características y niveles óptimos de las bioseñales, Electrocardiograma (ECG, EKG), Electroencefalograma (EEG), Electromiograma (EMG), Electrorretinograma (ERG), Electro-oculograma (EOG) y Electrogastrografía (EGG). Leyes de Gauss, inducción de Faraday, Ampere-Maxwell, capilaridad, reacciones químicas impulsadas por voltaje, propagación de ondas y dispersión de la luz.

**EC1 F1 Actividad de aprendizaje 1: Síntesis sobre las ecuaciones de Maxwell.**

Realizar una síntesis sobre las leyes de Gauss del campo eléctrico, ley de Gauss de campo magnético, ley de Faraday y ley de Ampere-Maxwell para encontrar la relación entre un campo magnético y un campo eléctrico; plasmarlo con la demostración de cada Ley.

1 hr. Independiente

**Tipo de actividad:**

Aula ( ) Virtuales ( ) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual (X) Equipo ( )  
Independientes (X)

**Recursos:**

Hayt, W., y Buck, J. (2006). *Teoría electromagnética: Capítulo 3.* (7a. ed.). McGrawHill.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Síntesis](#)

**EC1 F1 Actividad de aprendizaje 2: Resumen sobre bioseñales.**

Elaborar un resumen sobre las características y naturaleza de las señales bioeléctricas, biomagnéticas, bioquímicas, biomecánicas, bioacústicas y bioópticas.

1 hr. Aula  
1 hr. Virtual

**Tipo de actividad:**

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X)  
Independientes ( )

**Recursos:**

- [Introduction to Biomedical Engineering](#) . Capítulo 11 y 12.
- [Biomedical Signals and Sensors I](#) Capítulo 1.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Resumen](#)

**EC1 F1 Actividad de aprendizaje 3: Presentación oral de señales bioeléctricas típicas.**

Elaborar una presentación oral seleccionando una de las señales bioeléctricas típicas (ECG, EEG, EMG, ERG, EOG y EGG) y en equipo, describir las principales características naturales como su amplitud y frecuencia.

2 hrs. Aula  
1 hr. Virtual

**Tipo de actividad:**

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  
Independientes ( )

**Recursos:**

- [Introduction to Biomedical Engineering](#) . Capítulo 11 y 12.
- [Biomedical Signals and Sensors I](#) Capítulo 3.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Presentación Oral](#)

<p><b>EC1 F1 Actividad de aprendizaje 4: Cuadro comparativo de amplitudes y frecuencias de las señales bioeléctricas.</b></p> <p>Realizar un cuadro comparativo sobre las amplitudes y frecuencias de las señales bioeléctricas típicas (ECG, EEG, EMG, ERG, EOG y EGG).</p> <p>1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo ( ) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Introduction to Biomedical Engineering</a> . Capítulo 11 y 12.</li> <li>• <a href="#">Biomedical Signals and Sensors I</a> Capítulo 1.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Cuadro Comparativo</a></p>
<p><b>EC1 Fase II: Caracterización de las señales y bioseñales.</b></p> <p><b>Contenido:</b> Características de las señales analógicas, digitales, continuas, discretas, periódicas y no periódicas. Análisis, Series y Transformadas de Fourier.</p>	
<p><b>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 5: Mapa conceptual sobre características de las señales.</b></p> <p>Elaborar un mapa conceptual sobre las características de las señales analógicas, digitales, continuas, discretas, periódicas y no periódicas.</p> <p>1 hr. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo ( ) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Introducción a las señales y sistemas</a> . Capítulo 1.</li> <li>• <a href="#">Teoría de Señales</a> . Capítulo 1.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Mapa Conceptual</a></p>
<p><b>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 6: Resumen sobre Análisis de Fourier.</b></p> <p>Elaborar un resumen sobre el análisis de funciones periódicas y no periódicas mediante series y Transformadas de Fourier.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Introducción a las señales y sistemas</a> . Capítulo 3 y 4.</li> <li>• <a href="#">Teoría de Señales</a> . Capítulo 2.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Resumen</a></p>
<p><b>EC1 F2 Actividad de aprendizaje 7: Solución de ejercicios sobre Series y Transformadas de Fourier.</b></p> <p>Resolver los ejercicios planteados por el facilitador, de acuerdo a los temas sobre: Series y Transformadas de Fourier.</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p>

<p>3 hrs. Aula 2 hrs. Independientes</p>	<p>Hojas de ejercicios proporcionados por el facilitador.</p> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b> Rúbrica de <a href="#">Solución Individual de Ejercicios</a></p>
<p><b>EC1 Fase III: Acondicionamiento de las señales y bioseñales.</b></p> <p><b>Contenido:</b> Recolección, amplificación y filtrado de señales. Diseños y configuraciones de amplificadores operaciones, de instrumentación y de aislamiento.</p>	
<p><b>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 8: Resumen sobre filtros y amplificadores.</b></p> <p>Elaborar un resumen sobre los diferentes tipos de filtros y amplificadores (operacionales, diferenciales, de instrumentación y de aislamiento), así como de sus características, configuraciones y diseños que pueden ser implementados en el procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino</a> . Capítulo 2.</li> <li>• <a href="#">Electrónica</a> . Capítulo 8.</li> <li>• John D., Enderle, Joseph D., Bronzino. (2012). <a href="#">Introduction to Biomedical Engineering</a> . Capítulo 9.</li> <li>• <a href="#">Principios de electrónica</a> . Capítulo 18, 20 y 21.</li> <li>• <a href="#">Electrónica</a> . Capítulo 3.</li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales</a> . Capítulo 7 y 8.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b> Rúbrica de <a href="#">Resumen</a></p>
<p><b>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 9: Práctica de laboratorio 1 sobre amplificadores operacionales</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 1, sobre amplificadores operacionales para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales ( ) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b> Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 10: Práctica de laboratorio 2 sobre amplificadores de instrumentación</b></p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales ( ) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)</p>

<p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 2, sobre amplificadores de instrumentación para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p>Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC1 F3 Actividad de aprendizaje 11: Práctica de laboratorio 3 sobre filtrado para procesamiento y acondicionamiento de señales</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 3, sobre filtrado para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b></p> <p>Aula ( ) Virtuales ( ) Laboratorio (X)  Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>Evaluación formativa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis sobre las ecuaciones de Maxwell.</li> <li>• Resumen sobre bioseñales.</li> <li>• Presentación oral de señales bioeléctricas típicas.</li> <li>• Cuadro comparativo de amplitudes y frecuencias de las señales bioeléctricas.</li> <li>• Mapa conceptual sobre características de las señales.</li> <li>• Resumen sobre Análisis de Fourier.</li> <li>• Solución de Ejercicios sobre Transformada de Fourier.</li> <li>• Resumen sobre amplificadores operacionales, de instrumentación y de aislamiento.</li> <li>• Práctica de laboratorio 1 sobre amplificadores operacionales para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas.</li> <li>• Práctica de laboratorio 2 sobre amplificadores de instrumentación para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas.</li> <li>• Práctica de laboratorio 3 sobre filtrado para procesamiento y acondicionamiento de señales biomédicas.</li> </ul>	
<p><b>Fuentes de información</b></p>	

1. Corona, L., Abarca, G., y Mares, J. (2019). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino* (2a. ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/121284>
2. Enderle, J., y Bronzino, J. (2012). *Introduction to Biomedical Engineering* (3a. ed.) <https://drive.google.com/file/d/1iZq8-Fvu1ticH8w-7ZjWZ7sIX0AQinHY/view?usp=sharing>
3. García, M. & Huerta, P. (2015). *Electrónica*. RA-MA Editorial. <https://elibro.net/es/lc/ues/titulos/62480>
4. Hayt, W., y Buck, J. (2006). *Teoría electromagnética* (7a. ed.). McGrawHill.
5. Kaniusas, E. (2012). *Biomedical Signals and Sensors I, Linking Physiological Phenomena and Biosignals*. <https://drive.google.com/file/d/1WYBbDUF65jjymZEVQabBu45vCI6Lo0K6/view?usp=sharing>
6. Malvino, A., y Bates, D. (2007). *Principios de electrónica* (7a. ed.). Editorial McGraw-Hill/Interamericana. <https://drive.google.com/file/d/13fq83ijFbVB5h6gt6rlR2UW-0Wq9esxP/view?usp=sharing>
7. Mijarez, R. (2015). *Electrónica*. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/39440>
8. Tello, J. (2017). *Introducción a las señales y sistemas*. <https://elibro.net/es/ereader/ues/70025>
9. Vallejo, M., y Arias, A. (2022). *Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net/es/ereader/ues/216779>
10. Vera, E. (2020). *Teoría de Señales*. Universitas. <https://elibro.net/es/ereader/ues/174560>

**Elemento de competencia 2:** 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.

**Competencias blandas a promover:** Responsabilidad.

**EC2 Fase I: Sensores y transductores.**

**Contenido:** Conceptos, tipos y características técnicas de los sensores y transductores. Electrodo superficial.

**EC2 F1 Actividad de aprendizaje 12: Investigación de conceptos sobre sensores y transductores.**

Elaborar una investigación de conceptos sobre sensores y transductores, anexando una descripción individual de la comparación y diferencias entre los conceptos.

2 hrs. Aula  
1 hr. Virtual

**Tipo de actividad:**

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X)  
Independientes ( )

**Recursos:**

- [Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino](#). Capítulo 1.
- [Introduction to Biomedical Engineering](#). Capítulo 9 y 10.
- [Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales](#). Capítulo 2.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Investigación de Conceptos](#)

**EC2 F1 Actividad de aprendizaje 13: Síntesis sobre las características técnicas de los sensores y transductores.**

Realizar una síntesis sobre las características técnicas de los sensores y transductores, agregando gráficos que representen la definición de cada característica según se requiera.

2 hrs. Aula

**Tipo de actividad:**

Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual (X) Equipo ( )  
Independientes ( )

**Recursos:**

- [Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino](#). Capítulo 1.
- [Introduction to Biomedical Enginee.](#) Capítulo 9 y 10.
- [Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales](#). Capítulo 2.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Síntesis](#)

**EC2 F1 Actividad de aprendizaje 14: Trabajo escrito sobre electrodos de uso médico.**

Elaborar un trabajo escrito sobre la definición, principios de funcionamiento, composición, tipos y características de los electrodos de uso médico, agregando imágenes y ejemplos representativos.

2 hrs. Aula  
1 hr. Virtual

**Tipo de actividad:**

Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( )  
Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  
Independientes ( )

**Recursos:**

[Introduction to Biomedical Engineering](#). Capítulo 10.

**Criterios de evaluación de la actividad:**

	Rúbrica de <a href="#">Trabajo Escrito</a>
<p><b>EC2 F1 Actividad de aprendizaje 15: Práctica de laboratorio 4 sobre adquisición y acondicionamiento de señales biomédicas</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 4, sobre adquisición y acondicionamiento de señales biomédicas con uso de electrodos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>1 hr. Virtual 4 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC2 Fase II: Características típicas de un sistema de medición.</b></p> <p><b>Contenido:</b> Conceptualización de histéresis y su repercusión en la linealidad, precisión y exactitud de un sistema de medición.</p>	
<p><b>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 16: Trabajo de investigación sobre sistemas de medición.</b></p> <p>Elaborar un trabajo de investigación sobre los sistemas de medición, conceptualizando las definiciones, tipos y características, haciendo énfasis en aplicaciones de sistemas biomédicos.</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Virtual 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales (X) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Introduction to Biomedical Engineering</a>. Capítulo 9.</li> <li>• <a href="#">Introducción a las señales y sistemas</a>. Capítulo 1.</li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales</a>. Capítulo 1.</li> <li>• <a href="#">Teoría de Señales</a>. Capítulo 1.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica <a href="#">Trabajo de Investigación</a></p>
<p><b>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 17: Cuadro comparativo sobre histéresis, linealidad, precisión y exactitud.</b></p> <p>Realizar un cuadro comparativo sobre histéresis, linealidad, precisión y exactitud, haciendo énfasis en la repercusión de cada conceptualización en un sistema de medición.</p> <p>1 hr. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <p><a href="#">Principios de electrónica</a>. Capítulo 22.</p> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Cuadro Comparativo</a></p>

<p><b>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 18: Solución de ejercicios sobre linealidad.</b></p> <p>Resolver los ejercicios planteados por el facilitador, de acuerdo a los temas sobre: linealidad de un sistema de medición, ajustando una línea de regresión.</p> <p>1 hr. Aula 2 hrs. Independientes</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de ejercicios proporcionados por el facilitador.</li> <li>• <a href="#">Regresión lineal simple</a>.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Solución Individual de Ejercicios</a></p>
<p><b>EC2 F2 Actividad de aprendizaje 19: Práctica de laboratorio 5 sobre histéresis y linealidad en los sistemas de medición.</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 5, sobre histéresis y linealidad en los sistemas de medición, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>1 hr. Virtual 2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC2 Fase III: Sistemas embebidos en el uso de aplicaciones biomédicas</b></p> <p><b>Contenido:</b> Tipos y características de los sistemas embebidos, microcontroladores, computadoras de placa única (SBC), tarjetas de adquisición de datos (DAQ), procesadores digitales de señales (DSP). Procesamiento analógico y digital de señales. Conversión analógica-digital (A/D) y digital-analógica (D/A).</p>	
<p><b>EC2 F3 Actividad de aprendizaje 20: Resumen sobre sistemas embebidos</b></p> <p>Elaborar un resumen sobre los tipos y características de los sistemas embebidos, microcontroladores, computadoras de placa única (SBC), tarjetas de adquisición de datos (DAQ) y procesadores digitales de señales (DSP).</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual (X) Equipo ( ) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Digital Signal Processing (DSP) with Python Programming</a>.</li> <li>• <a href="#">Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino</a>.</li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales</a>. Capítulo 9.</li> <li>• <a href="#">Teoría de Señales</a>. Capítulo 5.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Resumen</a></p>

<p><b>EC2 F3 Actividad de aprendizaje 21: Trabajo de investigación sobre procesamiento analógico y digital de señales.</b></p> <p>Elaborar un trabajo de investigación sobre procesamiento analógico de señales, conceptos de muestreo, conversión analógica-digital (A/D) y digital-analógica (D/A).</p> <p>2 hrs. Aula 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino.</a></li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales.</a> Capítulo 9.</li> <li>• <a href="#">Teoría de Señales.</a> Capítulo 5.</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica <a href="#">Trabajo de Investigación</a></p>
<p><b>EC2 F3 Actividad de aprendizaje 22: Práctica de laboratorio 6 sobre procesamiento analógico y digital de una señal biomédica</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 6, sobre procesamiento analógico y digital de una señal biomédica mediante sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>1 hr. Virtual 2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>Evaluación formativa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de conceptos sobre sensores y transductores.</li> <li>• Síntesis sobre las características técnicas de los sensores y transductores.</li> <li>• Trabajo escrito sobre electrodos de uso médico.</li> <li>• Práctica de laboratorio 4 sobre adquisición y acondicionamiento de señales biomédicas con uso de electrodos.</li> <li>• Trabajo de investigación sobre sistemas de medición.</li> <li>• Cuadro comparativo sobre histéresis, linealidad, precisión y exactitud.</li> <li>• Solución de Ejercicios sobre linealidad.</li> <li>• Práctica de laboratorio 5 sobre histéresis y linealidad en los sistemas de medición.</li> <li>• Resumen sobre sistemas embebidos.</li> <li>• Trabajo de investigación sobre procesamiento analógico y digital de señales.</li> <li>• Práctica de laboratorio 6 sobre procesamiento analógico y digital de señales mediante sistemas embebidos.</li> </ul>	

## Fuentes de información

1. Carollo, M. (2011). Regresión lineal simple. USC, Departamento de Estadística e Investigación Operativa. [https://drive.google.com/file/d/18PRYT5yhFW-43YgLkLr4PHm1\\_ZKBupw/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/18PRYT5yhFW-43YgLkLr4PHm1_ZKBupw/view?usp=sharing)
2. Corona, L., Abarca, G., y Mares, J. (2019). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino* (2a. ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/121284>
3. Charbit, M. (2017). *Digital Signal Processing (DSP) with Python Programming*. Wiley. <https://elibro.net/es/ereader/ues/177710>
4. Enderle, J., y Bronzino, J. (2012). *Introduction to Biomedical Engineering* (3a. ed.). <https://drive.google.com/file/d/1iZq8-Fvu1ticH8w-7ZjWZ7slX0AQinHY/view?usp=sharing>
5. Kaniusas, E. (2012). *Biomedical Signals and Sensors I, Linking Physiological Phenomena and Biosignals*. Editorial Springer. <https://drive.google.com/file/d/1WYBbDUF65jymZEVQabBu45vCl6Lo0K6/view?usp=sharing>
6. Kaniusas, E. (2015). *Biomedical Signals and Sensors II, Linking Acoustic and Optic Biosignals and Biomedical Sensors*. Editorial Springer. <https://drive.google.com/file/d/18YeBkrCdWTkEWXOw7jkatXztAkJ8YT8h/view?usp=sharing>
7. Pérez, R. & González, O. (2016). *Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/71660>
8. Malvino, A. y Bates, D. (2007). *Principios de electrónica* (7a. ed.). Editorial Mcgraw-Hill/Interamericana. <https://drive.google.com/file/d/13fq83ijFbVB5h6gt6rIR2UW-0Wq9esxP/view?usp=sharing>
9. Tello, J. (2017). *Introducción a las señales y sistemas*. Universidad del Norte. <https://elibro.net/es/ereader/ues/70025>
10. Vallejo, M., y Arias, A. (2022). *Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net/es/ereader/ues/216779>
11. Vera, E. (2020). *Teoría de Señales*. Jorge Sarmiento Editor - Universitat. <https://elibro.net/es/ereader/ues/174560>

**Elemento de competencia 3:** 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.

**Competencias blandas a promover:** Responsabilidad y enfoque en la calidad

**EC3 Fase I: Digitalización de sensores y transductores.**

**Contenido:** Sensores de temperatura, humedad, electromagnéticos. Diseño de prototipos funcionales con ayuda de sistemas embebidos y softwares de cómputo para el desarrollo de aplicaciones biomédicas.

**EC3 F1 Actividad de aprendizaje 23: Práctica de laboratorio 7 sobre sensor de Efecto Hall.**

Realizar la práctica de laboratorio N°. 7, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor de Efecto Hall, mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.

1 hr. Virtual  
2 hrs. Laboratorio  
1 hr. Independiente

**Tipo de actividad:**

Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X)  
Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  
Independientes (X)

**Recursos:**

- Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador
- Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador
- Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Reporte de Práctica de Laboratorio](#)

**EC3 F1 Actividad de aprendizaje 24: Práctica de laboratorio 8 sobre Sensor de Temperatura.**

Realizar la práctica de laboratorio N°. 8, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor de temperatura, mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.

1 hr. Virtual  
2 hrs. Laboratorio  
1 hr. Independiente

**Tipo de actividad:**

Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X)  
Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  
Independientes (X)

**Recursos:**

- Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador
- Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador
- Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar

**Criterios de evaluación de la actividad:**

Rúbrica de [Reporte de Práctica de Laboratorio](#)

**EC3 F1 Actividad de aprendizaje 25: Práctica de laboratorio 9 sobre Sensor de Humedad.**

Realizar la práctica de laboratorio N°. 9, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor de humedad, mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.

**Tipo de actividad:**

Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X)  
Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X)  
Independientes (X)

**Recursos:**

- Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador
- Formato de práctica de laboratorio proporcionado

<p>1 hr. Virtual 2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p>por el facilitador</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC3 Fase II: Recolección de señales bioeléctricas típicas.</b></p>	
<p><b>Contenido:</b> Sensores ópticos, de proximidad. Diseño de prototipos funcionales para la recolección de señales bioeléctricas, con ayuda de sistemas embebidos y softwares de cómputo para el desarrollo de aplicaciones biomédicas.</p>	
<p><b>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 26: Práctica de laboratorio 10 sobre sensor de Proximidad.</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 10, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor de proximidad, mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>1 hr. Virtual 1 hr. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 27: Práctica de laboratorio 11 sobre sensor Óptico de Pulso Cardíaco.</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 10, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor óptico de pulso cardíaco, mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>1 hr. Virtual 2 hrs. Laboratorio 1 hr. Independiente</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales (X) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC3 F2 Actividad de aprendizaje 28: Práctica de laboratorio 12 sobre Diseño de un</b></p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula ( ) Virtuales ( ) Laboratorio (X)</p>

<p><b>Electrocardiograma.</b></p> <p>Realizar la práctica de laboratorio N°. 12, sobre procesamiento analógico y digital de una señal proveniente de un sensor para electrocardiografía (ECG), mediante la implementación de sistemas embebidos, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>4 hrs. Laboratorio 2 hrs. Independientes</p>	<p>Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material y equipo de práctica propuesta por el facilitador</li> <li>• Formato de práctica de laboratorio proporcionado por el facilitador</li> <li>• Hojas de datos de los fabricantes, mismas que serán obtenidas por el estudiante según los componentes o reemplazos a utilizar</li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Reporte de Práctica de Laboratorio</a></p>
<p><b>EC3 Fase III: Implementación de un sistema de medición biomédico.</b></p> <p><b>Contenido:</b> Desarrollo de un sistema de medición, implementando biosensores y transductores, para la creación de aplicaciones biomédicas.</p>	
<p><b>EC3 F3 Actividad de aprendizaje 29: Proyecto Integrador de la materia</b></p> <p>Elaborar el documento formal del proyecto integrador, diseñando e implementando una aplicación biomédica, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>2 hrs. Aula 3 hrs. Laboratorio 2 hrs. Independientes</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio (X) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino .</a></li> <li>• <a href="#">Introduction to Biomedical Engineering.</a></li> <li>• <a href="#">Biomedical Signals and Sensors I, Linking Physiological Phenomena and Biosignals.</a></li> <li>• <a href="#">Biomedical Signals and Sensors II, Linking Acoustic and Optic Biosignals and Biomedical Sensors.</a></li> <li>• <a href="#">Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino.</a></li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales .</a></li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Proyecto Integrador</a></p>
<p><b>EC3 F3 Actividad de aprendizaje 30: Exposición Oral del Proyecto Integrador.</b></p> <p>Elaborar una exposición oral para la presentación del proyecto integrador, de acuerdo a las instrucciones del facilitador.</p> <p>3 hrs. Aula 2 hrs. Independientes</p>	<p><b>Tipo de actividad:</b> Aula (X) Virtuales ( ) Laboratorio ( ) Grupal ( ) Individual ( ) Equipo (X) Independientes (X)</p> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino .</a></li> <li>• <a href="#">Introduction to Biomedical Engineering.</a></li> <li>• <a href="#">Biomedical Signals and Sensors I, Linking Physiological Phenomena and Biosignals.</a></li> <li>• <a href="#">Biomedical Signals and Sensors II, Linking Acoustic and Optic Biosignals and Biomedical Sensors.</a></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino.</a></li> <li>• <a href="#">Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales.</a></li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación de la actividad:</b></p> <p>Rúbrica de <a href="#">Exposición Oral</a></p>
--	--

**Evaluación formativa:**

- Práctica de laboratorio 7. Sensor de Efecto Hall.
- Práctica de laboratorio 8. Sensor de Temperatura.
- Práctica de laboratorio 9. Sensor de Humedad.
- Práctica de laboratorio 10. Sensor de Proximidad.
- Práctica de laboratorio 11. Sensor Óptico de Pulso Cardíaco.
- Práctica de laboratorio 12. Diseño de un Electrocardiograma.
- Proyecto Integrador.
- Exposición Oral del Proyecto Integrador.

**Fuentes de información**

1. Corona, L., Abarca, G., y Mares, J. (2019). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*(2a. ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/121284>
2. Enderle, J., y Bronzino, J. (2012). *Introduction to Biomedical Engineering* (3a. ed.). <https://drive.google.com/file/d/1iZq8-Fvu1ticH8w-7ZjWZ7slX0AQinHY/view?usp=sharing>
3. Kaniusas, E. (2012). *Biomedical Signals and Sensors I, Linking Physiological Phenomena and Biosignals*. Editorial Springer. <https://drive.google.com/file/d/1WYBbDUF65jiymZEVQabBu45vCl6Lo0K6/view?usp=sharing>
4. Kaniusas, E. (2015). *Biomedical Signals and Sensors II, Linking Acoustic and Optic Biosignals and Biomedical Sensors*. Editorial Springer. <https://drive.google.com/file/d/18YeBkrCdWTkEWXOw7jkatXztAkj8YT8h/view?usp=sharing>
5. Pérez, R. &González, O. (2016). *Prototipo de adquisición de señales biológicas utilizando Arduino*. Editorial Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/ues/71660/>
6. Vallejo, M., y Arias, A. (2022). *Introducción a la adquisición y acondicionamiento de señales*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <https://elibro.net/es/ereader/ues/216779/>

<b>Políticas</b>	<b>Metodología</b>	<b>Evaluación</b>
<p>La ponderación de calificación para examen escrito, actividades en clase, prácticas de laboratorio, proyecto integrador, será determinada por el docente.</p> <p>Se requiere formalidad en la entrega de actividades, considerando un puntaje a la ortografía y formato previamente</p>	<p>El curso se desarrollará durante el semestre de forma presencial dentro del aula y de manera práctica en laboratorio coordinado por el facilitador, a su vez, combinando sesiones presenciales y sesiones a través de las plataformas que provee la UES.</p> <p>Cada elemento de competencia,</p>	<p>La evaluación del curso se realizará de acuerdo al Reglamento Escolar vigente que considera los siguientes artículos:</p> <p><b>ARTÍCULO 27.</b> La evaluación es el proceso que permite valorar el desarrollo de las competencias establecidas en las secuencias didácticas del plan de estudio del</p>

<p>solicitado al estudiante.</p> <p>Las reglas dentro del aula y lo correspondiente al uso de laboratorios e instrumentación, serán acordados por los encargados de cada área y con consentimiento del maestro facilitador, apegados a los reglamentos institucionales y atendiendo el manejo correcto del lenguaje, valores y vestimenta por parte del docente y el estudiante.</p>	<p>fase y actividad tienen tiempo en aula y práctica las que se deberán de respetar y seguir mediante la realización de las actividades propuestas en tiempo y forma.</p> <p>Todas las sesiones deben considerar la participación activa de forma individual, en equipo y grupal, atendiendo las dudas expuestas por los estudiantes para promover la mejora del aprendizaje.</p> <p>El proceso de aprendizaje está diseñado bajo la siguiente estructura:</p> <p>Introducción al curso, mediante los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secuencia didáctica del curso.</li> <li>2. Elementos de competencia a desarrollarse durante el curso.</li> <li>3. Fases por cada elemento de competencia.</li> <li>4. Actividades académicas a realizar por el alumno.</li> <li>5. Metodología del curso.</li> <li>6. Políticas del curso.</li> <li>7. Descripción de la forma de evaluación del curso.</li> </ol>	<p>programa educativo correspondiente. Su metodología es integral y considera diversos tipos de evidencias de conocimiento, desempeño y producto por parte del alumno.</p> <p><b>ARTÍCULO 28.</b> Las modalidades de evaluación en la Universidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstica permanente, entendiéndola como la evaluación continua del estudiante durante la realización de una o varias actividades;</li> <li>• Formativa, siendo esta, la evaluación al alumno durante el desarrollo de cada elemento de competencia; y</li> <li>• Sumativa es la evaluación general de todas y cada una de las actividades y evidencias de las secuencias didácticas.</li> </ul> <p>Sólo los resultados de la evaluación sumativa tienen efectos de acreditación y serán reportados al departamento de registro y control escolar.</p> <p><b>ARTÍCULO 29.</b> La evaluación sumativa será realizada tomando en consideración de manera conjunta y razonada, las evidencias del desarrollo de las competencias y los aspectos relacionados con las actitudes y valores logrados por el alumno.</p> <p><b>ARTÍCULO 30.</b> Los resultados de la evaluación expresarán el grado de dominio de las competencias, por lo que la escala de evaluación contemplará los niveles de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Competente sobresaliente;</li> <li>• Competente avanzado;</li> <li>• Competente intermedio;</li> <li>• Competente básico; y</li> </ul>
--	---	---

		<ul style="list-style-type: none"><li>• No aprobado.</li></ul> <p>El nivel mínimo para acreditar una asignatura será el de competente básico. Para fines de acreditación los niveles tendrán un equivalente numérico conforme a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Competente sobresaliente 10</li><li>• Competente avanzado 9</li><li>• Competente intermedio 8</li><li>• Competente básico 7</li><li>• No aprobado 6</li></ul>
--	--	---