

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sensores Bioelectrónicos
Clave de la asignatura:	IBJ-2401
SATCA¹:	4-2-6
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En la asignatura “Sensores Bioelectrónicos”, el estudiante consolida sus conocimientos en el área de instrumentación basada en sensores, principalmente del tipo biomédico. De manera específica en cada ámbito de su formación:

En el aspecto profesional:

- Una visión general de los diferentes tipos de sensado para variables biológicas
- Habilidad a través de la práctica de aplicar la electrónica para monitorear variables biológicas
- Uso básico y general de técnicas de instrumentación avanzada como transmisión inalámbrica y el uso de microcontroladores de última generación para la electrónica aplicada
- Reconocimiento de la naturaleza de una señal y la manera eficaz de monitorearla

En el aspecto personal:

- Ejercicio de razonamiento e investigación de fenómenos
- Responsabilidad (Disciplina de solución de problemas)
- Auto aprendizaje que le permita buscar soluciones a los problemas.

En el aspecto social:

- Fomentar la aplicación útil del conocimiento en el ámbito de la salud.
- Fomentar el liderazgo en grupos de trabajo
- Fomentar la capacidad de análisis de problemáticas de distintas áreas del conocimiento (multidisciplinariedad)

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

El temario se diseña en siete temas. Los contenidos conceptuales básicos de la asignatura se tratan en la primera unidad, donde se incluyen temas de repaso sobre la transmisión nerviosa (desde el punto de vista electrónico e instrumental), el funcionamiento de Amplificadores Operacionales y de Transducción de señales.

En el segundo tema se abordan a fondo los sensores resistivos, desde su construcción, características, aplicaciones y acoplamiento-medición. En los temas subsecuentes se tratan los mismos tópicos, pero para diferentes tipos de sensores: capacitivos, inductivos, ópticos y otros tipos de sensores (temas 3, 4, 5 y 6 respectivamente). Finalmente, el séptimo tema comprende el diseño e implementación de un sistema de instrumentación virtual basado en LabView realizando un instrumento para medición de una variable biológica (de ser posible) utilizando un sensor.

Esta asignatura se encuentra muy relacionada con Tratamiento de bioseñales. El objetivo de la asignatura promueve el desarrollo de habilidades prácticas en la instrumentación electrónica aplicada al monitoreo biomédico a través del reconocimiento de la naturaleza de una señal o variable biológica. Diseño de instrumentos basados en sensores, reingeniería o modificación de los mismos. Finalmente, en forma general se prepara al estudiante para desarrollarse como instrumentista de un hospital o laboratorio, como gerente de mantenimiento, creando equipos de trabajo, o empresario con el desarrollo de equipos instrumentales con tecnología nacional; además de desempeñarse con una conciencia social, crítica y propositiva a través del reconocimiento de los problemas de salud social y sus alternativas de solución.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de la Laguna, junio 2017. Instituto Tecnológico de la Laguna. Marzo 2021.	Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de la Laguna. Subacademia de Instrumentación Biomédica del Instituto Tecnológico de la Laguna	Diseño curricular de la Especialidad: Instrumentación Biomédica

Instituto Tecnológico de la Laguna. Marzo 2024.	Subacademia de Instrumentación Biomédica del Instituto Tecnológico de la Laguna	Rediseño curricular de la Especialidad: Instrumentación Biomédica, actualización de programas
---	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) general(es) de la asignatura
Diferencia los tipos de señales biológicas y las relaciona con un tipo de sensor para monitoreo y predicción de comportamientos.
Caracteriza los sensores con los circuitos electrónicos y los vincula con los contenidos de las asignaturas de la ingeniería en estudio.
Analiza e implementa sistemas de instrumentación basados en sensores bioelectrónicos que sean aplicables a monitoreo de variables biológicas y asociarlo con el diagnóstico médico de afecciones vitales.

5. Competencias previas

La asignatura de Sensores Bioelectronicos requiere que los estudiantes candidatos a cursarla tengan conocimientos sobre electrónica analógica, digital y diseño de circuitos electrónicos.

Redacción técnica en forma clara y precisa.

Conocimientos de Microprocesadores y Controladores Lógicos Programables.

Resulta sumamente recomendable que el estudiante maneje programación en lenguajes visuales, tales como Visual Basic, C+, C#, etc, programación en Matlab.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos Básicos	<p>1.1 Sensores y Transductores</p> <p>1.1.1 Definiciones y clasificación.</p> <p>1.1.2 Biosensores</p> <p>1.1.3 Terminología</p> <p>1.2 Transmisión nerviosa (Ámbito electrónico)</p> <p>1.2.1 Neurona</p> <p>1.2.2 Potenciales</p> <p>1.2.3 Transmisión nerviosa</p> <p>1.2.4 Ejemplo instrumental demedición</p> <p>1.3 Mediciones Biológicas</p> <p>1.3.1 Mediciones sobre piel</p> <p>1.3.1.1 Mediciones invasivas y no invasivas</p> <p>1.3.1.2 Electrodo de presión</p> <p>1.3.2 Mediciones Intramusculares</p> <p>1.3.2.1 Mediciones in situ</p> <p>1.3.2.2 Sondas de medición</p> <p>1.4 Ejemplo De Medición Indirecta</p> <p>1.4.1 Reacciones biológicas</p> <p>1.4.2 Medición de variables</p> <p>1.4.3 Reacción enzimática (medición)</p> <p>1.5 Amplificadores especiales</p> <p>1.5.1 Amplificador Operacional aislado</p> <p>1.5.2 Amplificador de Instrumentación</p>
2	Sensores Resistivos	<p>2.1 Conceptos básicos</p> <p>2.1.1 Generalidades y clasificación</p> <p>2.1.2 Esquematización</p> <p>2.2 Construcción</p> <p>2.2.1 Materiales y proceso</p> <p>2.2.2 Características físicas</p> <p>2.3 Funcionamiento</p> <p>2.3.1 Principio de variación</p> <p>2.3.2 Caracterización y calibración</p> <p>2.4 Aplicaciones</p> <p>2.4.1 Circuitos de aplicación</p> <p>2.4.2 Ejemplos de medición</p>

3	Sensores Capacitivos	<p>3.1 Conceptos básicos</p> <p>3.1.1 Generalidades y clasificación</p> <p>3.1.2 Esquematización</p> <p>3.2 Construcción</p> <p>3.2.1 Materiales y proceso</p> <p>3.2.2 Características físicas</p> <p>3.3 Funcionamiento</p> <p>3.3.1 Principio de variación</p> <p>3.3.2 Caracterización y calibración</p> <p>3.4 Aplicaciones</p> <p>3.4.1 Circuitos de aplicación</p> <p>3.4.2 Ejemplos de medición</p>
4	Sensores Inductivos	<p>4.1 Conceptos básicos</p> <p>4.1.1 Generalidades y clasificación</p> <p>4.1.2 Esquematización</p> <p>4.2 Construcción</p> <p>4.2.1 Materiales y proceso</p> <p>4.2.2 Características físicas</p> <p>4.3 Funcionamiento</p> <p>4.3.1 Principio de variación</p> <p>4.3.2 Caracterización y calibración</p> <p>4.4 Aplicaciones</p> <p>4.4.1 Circuitos de aplicación</p> <p>4.4.2 Ejemplos de medición</p>
5	Sensores Ópticos	<p>5.1 Conceptos básicos</p> <p>5.1.1 Generalidades y clasificación</p> <p>5.1.2 Esquematización</p> <p>5.2 Construcción</p> <p>5.2.1 Materiales y proceso</p> <p>5.2.2 Características físicas</p> <p>5.3 Funcionamiento</p> <p>5.3.1 Principio de variación</p> <p>5.3.2 Caracterización y calibración</p> <p>5.4 Aplicaciones</p> <p>5.4.1 Circuitos de aplicación</p> <p>5.4.2 Ejemplos de medición</p>

6	Otros tipos de sensores	<ul style="list-style-type: none">6.1 Conceptos básicos<ul style="list-style-type: none">6.1.1 Generalidades y clasificación6.1.2 Esquematización6.2 Construcción<ul style="list-style-type: none">6.2.1 Materiales y proceso6.2.2 Características físicas6.3 Funcionamiento<ul style="list-style-type: none">6.3.1 Principio de variación6.3.2 Caracterización y calibración6.4 Aplicaciones<ul style="list-style-type: none">6.4.1 Circuitos de aplicación6.4.2 Ejemplos de medición
7	Programación en LabView	<ul style="list-style-type: none">7.1 Conceptos básicos<ul style="list-style-type: none">7.1.1 Características del software7.1.2 Navegación en el entorno7.2 Interfaces gráficas<ul style="list-style-type: none">7.2.1 LabView (introducción)7.2.2 Instrumentos Virtuales7.2.3 Diseño y Simulación de circuitos Electrónicos7.2.4 Adquisición y muestreo de señal7.2.5 Almacenamiento y Graficación7.4 Sistema de monitoreo<ul style="list-style-type: none">7.4.1 Identificación y solución de problemas7.4.2 Implementación y montaje

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1 Conceptos básicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Especifica los tipos de sensores y las maneras de adquirir la señal biológica de un ser vivo. <p>Genéricas:</p> <p>El estudiante aplica:</p> <p>Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de análisis y síntesis▪ Conocimientos básicos de la carrera▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés)▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad crítica y autocrítica▪ Trabajo en equipo▪ Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario▪ Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica▪ Habilidades de investigación▪ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)▪ Liderazgo▪ Conocimiento de culturas y costumbres de otros países▪ Capacidad para diseñar y gestionar proyectos	<ul style="list-style-type: none">• Explica sobre transmisión neuronal, desde el punto de vista eléctrico.• Desarrolla el resumen del tema completo.• Demuestra conocimiento para diseñar un sistema instrumental y seleccionar la variable para realizar un proyecto final.

Tema 2 Sensores resistivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza los sensores del tipo resistivo y aplica estos a la medición de variables fisiológicas. • Implementa circuitos de acoplamiento adecuados a la variación resistiva con amplificadores operacionales <p>Genéricas: El estudiante aplica:</p> <p>Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de análisis y síntesis ▪ Conocimientos básicos de la carrera ▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés) ▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investiga sobre el comportamiento interno de los materiales resistivos y sus características físicas ▪ Elabora una presentación en computadora de la unidad completa ▪ Consulta tablas de valores resistivos de los materiales más utilizados ▪ Realiza una práctica relacionada con el tema

Tema 3. Sensores capacitivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza los sensores del tipo capacitivo y los aplica a la medición de variables biológicas. • Implementa circuitos de acoplamiento adecuados a la variación capacitiva. <p>Genéricas: El estudiante aplica: Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés) • Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investiga sobre el comportamiento interno de los sensores capacitivos ▪ Elabora presentación en computadora del tema completo. ▪ Consulta artículos de revistas científicas indizadas relacionados con sensores capacitivos ▪ Realiza una práctica relacionada con el tema

Tema 4. Sensores inductivos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza los sensores del tipo inductivo y los aplica a la medición de variables biológicas. Implementa circuitos de acoplamiento adecuados a la variación inductiva <p>Genéricas: El estudiante aplica: Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis Conocimientos básicos de la carrera Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés) Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica Trabajo en equipo Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Habilidades de investigación Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Liderazgo Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelve cálculos teóricos de diseño de una bobina de 100 mH. Elabora una presentación en computadora del tema completo. Opina sobre de las variables biológicas que pudieran ser monitoreadas con sensores inductivos. Realiza una práctica relacionada con el tema

Tema 5. Sensores ópticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza los sensores del tipo óptico y los aplica a la medición de variables biológicas. • Implementa circuitos de acoplamiento adecuados a la variación óptica. <p>Genéricas: El estudiante aplica: Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de análisis y síntesis ▪ Conocimientos básicos de la carrera ▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés) ▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Liderazgo • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investiga artículos relacionados con sensores ópticos ▪ Caracteriza los efectos de luz de diferentes frecuencias sobre los cuerpos ▪ Opina sobre las variables biológicas que pudieran ser monitoreadas con sensores ópticos ▪ Realiza una práctica relacionada con el tema

Tema 6. Otros tipos de sensores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y caracteriza los sensores específicos por la aplicación tales como: de presión, magnéticos, piezoeléctricos etc. <p>Genéricas: El estudiante aplica: Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis Conocimientos básicos de la carrera Comunicación oral y escrita en su propia lengua y habilidad en lengua extranjera (inglés) Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica Trabajo en equipo Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Habilidades de investigación Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Liderazgo Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> Organiza una visita al departamento de instrumentación de un hospital. Elabora presentación en computadora del tema completo. Investiga artículos en revistas indizadas sobre avances en el área de sensores biomédicos más recientes Realiza una práctica relacionada con el tema

Tema 7. Programación en LabView	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseña interfaces en computadora y sistemas de instrumentación basados en sensores para monitoreo de variables biomédicas. <p>Genéricas: El estudiante aplica: Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis Conocimientos básicos de la carrera Comunicación oral y escrita en su propia lengua Habilidades básicas de manejo de la computadora <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica Trabajo en equipo Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario Compromiso ético <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica Habilidades de investigación Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Liderazgo Capacidad para diseñar y gestionar proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> Expone en clase frente a grupo para explicar el diseño de una interfaz sencilla en LabView. Explicación ante el grupo del anteproyecto de su sistema de instrumentación final. Implementa un sistema de monitoreo de una variable fisiológica.

8. Práctica(s)

1. Diseñar e implementar un circuito seguidor y uno con ganancia utilizando un Amplificador Operacional especial, como un AO aislado.
2. Diseñar e implementar un circuito medidor de temperatura de la piel basado en un Amplificador Operacional Aislado.
3. Diseñar un filtro pasa-bajas de 4° orden utilizando Amplificadores Operacionales de propósito general.
4. Diseñar un circuito amplificador utilizando un Amplificador de Instrumentación.
5. Diseñar e implementar un circuito medidor de nivel utilizando sensor capacitivo.
6. Diseñar e implementar un sensor inductivo y monitorear variables.
7. Implementar circuito de medición de pulso mediante un sensor óptico.
8. Implementar un circuito de adquisición de la señal de oxímetro.
9. Diseñar una interfaz visual en LabView para monitoreo de presión arterial.

9. Proyecto de asignatura

Por equipos, los estudiantes de la materia de Sensores Bioelectrónicos desarrollan un proyecto integrador en el cual los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en esta materia. El proyecto integrador deberá consistir en el diseño de un sistema de instrumentación electromédica con los sensores estudiados, conectado a una interfaz de computadora desarrollada en LabView, para lograr el registro de los valores de la señal en archivos numéricos y gráficos. El objetivo de este proyecto es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual y legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con una patología específica. Permitiendo a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto profesional, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.



11. Fuentes de información

- [1] Jon S Wilson, “*Sensor Technology Handbook*”, Editorial: Newnes, 2004
- [2] Michael Thompson, Larisa-Emilia Cheran, “*Sensor Technology in Neuroscience*”, editorial Royal Society of Chemistry, 2013.
- [3] Gerard J. Tortora, “*Principios de Anatomía y Fisiología*” 15ª edición. Editorial Medica Panamericana, 2018.
- [4] Wolf, S & Smith, R., “*Guía Para Mediciones Electrónicas Y Prácticas de Laboratorio*” 2ª edición, Editorial Prentice Hall, 2008.
- [5] Coughlin, R, Driscoll, F. “*Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales*”. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.; 2000.
- [6] Pallas, R., “*Sensores y Acondicionadores de Señal*” 4ª edición, Alfaomega-Marcombo Ed. 2008.
- [7] Cooper, W. “*Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición*”. Editorial Prentice Hall. 2012.
- [8] Kirkpatrick James M. “*Electronic Drafting and Printed Circuit Board Design*” 2nd edition. Editorial Cenage Learning, 1989.
- [9] Diamond, D., “*Principles of Chemical and Biological Sensors*”. Editorial John Wiley & Sons. 1998.