

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sensores y Actuadores
Clave de la asignatura:	IBF-1027
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Biomédica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Biomédico (Principalmente en los incisos 2, 6, 7 y 10) los conocimientos de los principios de funcionamiento de los sensores más utilizados en el campo de la Ingeniería Biomédica, así como los principios de funcionamiento de válvulas y actuadores.

La importancia radica en integrar a los sensores, actuadores, electrodos y válvulas, en sistemas de medición y control de señales biomédicas coadyuvando el desarrollo e innovación de tecnología médica así como para el mantenimiento de la instrumentación y equipo médico.

La asignatura se ubica en el sexto semestre de Ingeniería Biomédica donde el énfasis se centra en utilizar sensores y actuadores en el desarrollo y aplicación de tecnología médica.

Esta asignatura se relaciona con las materias siguientes:

- Amplificador de Bioseñales: se relaciona con los temas 1,2,3,4 y con las competencias específicas:
 - Comprende las Bioseñales y sus orígenes y procesos para utilizar sensores adecuados.
 - Identifica y comprende las características de las Bioseñales para utilizar sensores adecuados.
 - Diseña circuitos electrónicos con dispositivos amplificadores para aplicaciones con Bioseñales para utilizar sensores y actuadores.
- Instrumentación Biomédica: se relaciona con el tema 1 y con la competencia específica:
 - Comprende los principios de funcionamiento de los principales equipos biomédicos empleados en el ámbito hospitalario, para usarlos y proporcionarles cuidados básicos.
- Instrumentación Virtual: se relaciona con el tema 4 y con la competencia específica:

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

<ul style="list-style-type: none"> ○ Aplica sistemas basados en tarjetas de adquisición de datos y programados con LABVIEW, MATLAB u otra herramienta en sistemas o instrumentos electrónicos biomédicos, para las señales de los sensores. ▪ Sistemas de Cómputo y Redes: se relaciona con el tema 2 y con la competencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Integra soluciones de sistemas distribuidos en el área biomédica para redes de sensores. ▪ Electrónica Analógica: se relaciona con el tema 4 y con la competencia específica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Diseña, construye y aplica circuitos electrónicos con dispositivos opto electrónicos, para comprender el funcionamiento de sensores ópticos. ▪ Mediciones Eléctricas: se relaciona con el tema 2 y con la competencia específica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Selecciona y utiliza cada uno de los instrumentos de medición básicos para obtener los valores de los parámetros eléctricos de una señal.
<p>Intención didáctica</p>
<p>El temario se organiza en cuatro temas delimitando claramente los tópicos de: Tipos de Sensores, Sensores para Medición de Bioseñales, Tipos de Electrodo, Válvulas y Actuadores.</p> <p>El tema uno se subdivide en 5 subtemas. En los cuales se aborda la estructura física de los principales tipos de sensores utilizados en este campo de la ingeniería, como lo son: De presión, de flujo, de temperatura, de peso, de conductividad, de pH y de instrumentación. Donde se identifican las características y el principio de funcionamiento de cada sensor.</p> <p>El tema dos se subdivide en 7 subtemas. En el subtema 2.1 se aborda el análisis de los Circuitos de Medición y Sistemas de Adquisición de Datos de la Bioimpedancia. En el subtema 2.2 se aborda la aplicación de los Métodos de Medición y Procesamiento de la Señal del Biomagnetismo. En el subtema 2.3 se aborda el análisis y aplicación de los Sensores Acústicos, la Fonocardiografía y Ultrasonido referentes a la Bioacústica. En el subtema 2.4 se aborda el análisis y aplicación de los sensores de Flujo Sanguíneo y Presión, así como la Linealización y adquisición de datos referentes a la Biomecánica. En el subtema 2.5 se abordan el análisis y aplicación de los sensores de Oxígeno, de Alcohol, de Carbono, así como los métodos de diseño, todo esto referente a la Bioquímica. En el subtema 2.6 se aborda el análisis y aplicación del Espectro Óptico, Foceldas, Fotodiodos, Fototransistores, Sensores Infrarrojos y los Métodos de diseño para conversión de luz a voltaje o frecuencia, todo referente a las señales Bio-ópticas. En el subtema 2.7 se aborda el análisis y aplicación del sensor de Biopotencial referente a sensores Bioeléctricos. Para contemplar los sensores de medición de las Bioseñales más importantes en este ámbito.</p> <p>El tema tres se subdivide en 5 subtemas. En el subtema 3.1, 3.2 y 3.3 se ve el análisis y aplicación de los electrodos para: Electrocardiogramas, Electrocardiógrafos, Electromiógrafos y Electroencefalogramas, de Superficie y Micro-Electrodos respectivamente. En el subtema 3.4 se analizan los Parámetros y características eléctricas de los electrodos. En el subtema 3.5 se analizan y prueban los Modelos Matemáticos de</p>

simulación. Todos esto con la finalidad de obtener ECG, EEG, EMG considerando los requisitos de instalación en base a la normatividad vigente. Para facilitar la comprensión de la utilización de estos sensores específicos, se incluyen la simulación de los modelos matemáticos que los representan.

El tema cuatro se subdivide en 5 subtemas. En el subtema 4.1, 4.2 y 4.3 se analizan los tipos y circuitos de interface de los actuadores y válvulas mayormente utilizados en el área biomédica. En el subtema 4.4 se analizan los tipos de pistones utilizados en válvulas y actuadores, según sea el caso del área biomédica. En el subtema 4.5 se analizan sistemas Micro-Electro-Mecánicos y Microrrobótica del área biomédica.

Se considera la relación de prácticas de laboratorio que permitan comprobar la teoría de los sensores y actuadores, con la construcción de circuitos de aplicación.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mérida del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Ensenada, La Paz, Mérida, Mexicali, Saltillo, San Luis Potosí, Tijuana, Pachuca y Veracruz.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Biomédica.
Instituto Tecnológico de Mérida del 1 al 3 de diciembre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Ensenada, La Paz, Mérida, Mexicali, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Tijuana y Veracruz.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Biomédica.
Instituto Tecnológico de Mérida del 26 y 27 de octubre de 2011.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Mérida, Pachuca y San Luis Potosí.	.
Instituto Tecnológico de Hermosillo del 26 al 29 de noviembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Hermosillo, Mérida, Orizaba, Purhepecha, Saltillo, Tijuana.	Reunión de Seguimiento Curricular de la Carrera de Ingeniería Biomédica.

<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
--	---	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Comprende los principios de funcionamiento de los diferentes sensores, válvulas y actuadores para el desarrollo e innovación de tecnología médica y mantenimiento a la instrumentación y equipo médico.</p>

5. Competencias previas

<p>Conoce los sistemas de medición para que visualice las señales generadas por los sensores y actuadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoce, identifica y analiza los sistemas fisiológicos para la distinción e interpretación de las magnitudes y tipos de señales generadas por el organismo y así poder reproducirlos con un Sensor y/o Actuador. • Lee e interpreta magnitudes de Mediciones Eléctricas. • Utiliza software para diseño y simulación de circuitos, para implementar sistemas de adquisición de datos.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Tipos de Sensores Biomédicos	<p>1.1. Sensores Biomédicos de Presión. 1.2. Sensores Biomédicos de Flujo 1.3. Sensores Biomédicos de Temperatura. 1.4. Sensores Biomédicos de Peso 1.5. Sensores Biomédicos de Conductividad y pH 1.6. Sensores de Instrumentación</p>
		<p>2.1 .Bioimpedancia 2.1.1. Circuitos de medición. 2.1.2. Sistema de Adquisición de</p>

2	Sensores para Medición de Bioseñales	<p>datos</p> <p>2.2. Biomagnetismo.</p> <p>2.2.1. Métodos de medición</p> <p>2.2.2. Procesamiento de la señal</p> <p>2.3. Bioacustica</p> <p>2.3.1. Sensores acústicos</p> <p>2.3.2. Fonocardiografía</p> <p>2.3.3. Ultrasonido</p> <p>2.4. Biomecánica</p> <p>2.4.1. Sensores de Flujo sanguíneo</p> <p>2.4.2. Sensores de Presión</p> <p>2.4.3. Linealización y adquisición</p> <p>2.5. Bioquímica</p> <p>2.5.1. Sensores de Oxígeno</p> <p>2.5.2. Sensores de Alcohol</p> <p>2.5.3. Sensores de Carbono</p> <p>2.5.4. Métodos de diseño.</p> <p>2.6. Bio-ópticas</p> <p>2.6.1. Espectro Óptico</p> <p>2.6.2. Fococeldas</p> <p>2.6.3. Fotodiodos</p> <p>2.6.4. Fototransistores</p> <p>2.6.5. Sensores Infrarrojos</p> <p>2.6.6. Métodos de diseño para conversión de luz a voltaje o frecuencia.</p> <p>2.7. Bioeléctricos</p> <p>2.7.1. Sensores de Biopotencial</p>
3	Tipos de Electrodo	<p>3.1. Electrodo para Electrocardiogramas, Electrocardiógrafos, Electromiógrafos y Electroencefalogramas.</p> <p>3.2. Electrodo de superficie</p>

		<p>3.3. Micro electrodos</p> <p>3.4. Parámetros y características eléctricas</p> <p>3.5. Modelos matemáticos de simulación</p> <p>3.5.1. Modelación de la Interfaz Electrodo-Piel</p>
4	Válvulas y Actuadores Biomédicos	<p>4.1. Tipos de actuadores Biomédicos</p> <p>4.1.1. Circuitos de interface para actuadores Biomédicos</p> <p>4.2. Válvulas Biomédicas Neumáticas, Hidráulicas, Electroválvulas y de control proporcional.</p> <p>4.3. Circuitos de control de válvulas Biomédicas</p> <p>4.4. Tipos de Pistones</p> <p>4.4.1. Circuitos de control para pistones</p> <p>4.5. MEM's y Microrrobótica</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tipos de Sensores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprende los principios de funcionamiento de los diferentes sensores para desarrollo y mantenimiento de equipo Biomédico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades básicas del manejo de 	<ul style="list-style-type: none"> Selecciona el sensor adecuado para realizar mediciones de temperatura, presión, flujo, pH, conductividad y de instrumentación. En equipos de trabajo, Identifican los parámetros y características eléctricas de los diferentes sensores utilizados en el área médica. Realiza prácticas con los diferentes tipos de sensores utilizados en el área

<p>instrumentos de medición eléctricos, así como software para el diseño y simulación de circuitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de aprender 	<p>biomédica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Participar en plenarias grupales para discutir las aplicaciones de estos sensores en el área biomédica.
<p>Sensores para Medición de Bioseñales</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los principios de funcionamiento de los sensores de Bioseñales para diseño y manejo de instrumentos y equipo Biomédico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de instrumentos de medición eléctricos, así como software para el diseño y simulación de circuitos. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar características de los sensores para la medición de Bioseñales. • Realiza prácticas con los diferentes tipos de sensores utilizados en el área biomédica • En equipos de trabajo, identifican las características y valores de las Bioseñales para aplicar el sensor adecuado.
<p>Tipos de Electroodos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los diferentes tipos de electrodos así como su técnica de colocación para aplicarlos en la obtención de Bioseñales e innovar o dar mantenimiento a instrumentos y equipo Biomédico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de instrumentos de medición eléctricos, 	<ul style="list-style-type: none"> • Selecciona el electrodo adecuado para realizar la medición de parámetros de las Bioseñales • En equipos de trabajo, identifican los diferentes electrodos para aplicados en Bioseñales • Realiza prácticas con los diferentes tipos de electrodos utilizados en el área biomédica • Aplica los conocimientos para crear e Innovar Instrumentos y/o Equipo medico

<p>así como software para el diseño y simulación de circuitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Creatividad • Innovación 	
Válvulas y Actuadores	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende los principios de funcionamiento de las válvulas y los actuadores para aplicarlos en el desarrollo y mantenimiento de instrumentos y/o equipo Biomédico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades básicas del manejo de instrumentos de medición eléctricos, así como software para el diseño y simulación de circuitos. • Trabajo en equipo • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Creatividad • Innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Mide los parámetros e identifica las características de las válvulas y actuadores más utilizados en el área médica para comprender su aplicación • En equipos de trabajo, Identifican los diferentes tipo de válvulas y actuadores utilizados en equipo e instrumentación medica • Realiza prácticas con los diferentes tipos de válvulas y actuadores utilizados en el área biomédica • Aplica los conocimientos para crear e Innovar Instrumentos y/o Equipo medico

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el funcionamiento de los sensores de manera simulada y práctica. • Obtener las curvas y ecuaciones de comportamiento de los sensores • Comprobar el funcionamiento de los diferentes tipos de válvulas • Comprobar el funcionamiento de los diferentes tipos de actuadores • Comprobar el funcionamiento las configuraciones establecidas en la colocación de los electrodos. • Implementar un sistema de monitoreo de parámetros biomédicos.
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite 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 decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, 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 laboral-profesión, 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Examen.
- Reportes de practicas
- Investigaciones
- Simulaciones
- Ensayos
- Rubrica

11. Fuentes de información

1. John G. Webster. *Wiley Medical Instrumentation.*
2. Geddes. Wiley. *Principles of Biomedical Instrumentation..*

3. Carr & Brwon. *Introduction to Biomedical Equipment Technology*. Prentice Hall.
4. Ramon Pallas-Areny & John G. *Sensors and Signal Conditioning*, Webster. Wiley.
5. Ronald W. Larsen. *LabVIEW for Engineers*. Prentice Hall.
6. John Essick. *LabView for Scientists and Engineers*. Oxford University Press
7. www.universia.mx
8. Pallas, Ramón. *Sensores y Acondicionadores de Señal*. Marcombo S. A.
9. www.ti.com
10. <http://www.x-robotics.com/sensores.htm>
11. www.st.com
12. www.asconumatics.eu
13. Antonio Creus Solé. *Neumática e Hidráulica*. Alfa Omega Marcombo.
14. L. Cromwell, F. Weibell, *Biomedical instrumentation and measurements*, Ed. Prentice Hall.
15. R. S. Cobbold, *Transducers for biomedical measurements*. Ed. Wiley Interscience.
16. www.boenmedical.com