



Programa de asignatura por competencias de educación superior

Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

Actualización:	Mayo 09, 2022				
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica	Asignatura:	Instrumentación médica I		
Academia:	Biomédica / Mecatrónica	Clave:	19SMEBM02		
Módulo formativo:	Biomédica	Seriación:	19SMEBM03 - Instrumentación médica II		
Tipo de curso:	Presencial	Prerrequisito:	19SMEBM01 - Tópicos de ingeniería biomédica		
Semestre:	Séptimo	Créditos:	4.50	Horas semestre:	72 horas
Teoría:	3 horas	Práctica:	1 hora	Trabajo indpt.:	0 horas
				Total x semana:	4 horas

Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

Objetivos educacionales		Criterios de desempeño	Indicadores
OE1	El egresado solucionará problemas del entorno laboral en el que se desempeñe, mediante el uso de conocimientos técnicos adquiridos para la identificación, desarrollo innovador, aplicación y control de las posibles soluciones, utilizando sus habilidades en mecánica, electrónica, control y automatización para dar el resultado adecuado según las condiciones del problema.	El egresado aplicará las técnicas y metodologías para la identificación de problemas referentes a su entorno laboral, proponiendo soluciones creativas e innovadoras para los mismos.	% de alumnos que implementan diversidad de técnicas y metodologías para identificar problemas en su entorno laboral.
OE2	El egresado diseñará, mejorará o mantendrá de forma eficiente y sustentable equipos que cubran adecuadamente las diferentes necesidades del ámbito laboral, utilizando sus competencias técnicas de diseño, con sus conocimientos de materiales, control y procesos para lograr la mejor solución innovadora de la necesidad planteada.	El egresado fundamentará documentalmente la solución a problemas, desde la identificación hasta su resolución.	% de egresados que diseñan, mejoran o dan mantenimiento a equipos.
OE3	El egresado generará relaciones interpersonales y profesionales de otras áreas, para desarrollar habilidades técnicas, administrativas y colaborativas en el desarrollo de proyectos mecatrónicos.	El egresado desarrollará canales de comunicación y de gestión con departamentos y áreas relacionadas con los proyectos que lidera y coordina.	% de egresados que participan en más de un departamento y/o área por proyecto con las que se relaciona.



Atributos de egreso de plan de estudios		Criterios de desempeño	Componentes
AE2	Desarrollar, innovar y/o implementar sistemas, procesos y productos para la solución integral de necesidades concretas en el campo de la mecatrónica.	- Pondrá en práctica conocimientos previos de fisiología médica básica para implementar procesos referentes a la medición de bio-señales.	1. Definición de las bio-señales. 1.1 Variables fisiológicas medibles. 1.2 Restricciones en la medición de variables fisiológicas. 1.3 Electrodo de registro en biomédica. 1.4 Bioeléctrica. 1.5 Mediciones y registro del sistema cardíaco. 1.6 Mediciones y registro del sistema muscular. 1.7 Mediciones y registro del sistema nervioso central. 1.8 Mediciones y registro de la composición corporal (bioimpedancia).
AE3	Desarrollar procesos y productos industriales desde un enfoque mecánico, electrónico, robótico, automatización y control, utilizando el juicio ingenieril para establecer conclusiones.	- Integrará conocimientos previos adquiridos en electrónica analógica para aplicarlos al procesamiento de bio-señales.	2. Amplificadores operaciones (Op Amps). 2.1 Características. 2.2 Reglas básicas de operación. 2.3 Amplificadores inversores y no inversores. 2.4 Amplificadores diferenciales. 2.5 Comparadores, rectificadores, amplificadores logarítmicos, integradores y diferenciadores. 2.6 Filtros activos: filtros pasa bajas, pasa alta, filtros pasabandas filtro de rechazo de banda y filtros notch. 2.7 Respuesta frecuencial: ganancia de bucle, ganancia de bucle abierto, compensación, ganancia de bucle cerrado, producto de ganancia de ancho de banda, tasa de cambio de voltaje.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			2.8 Voltaje de compensación: nulling, flujo de corriente y ruido. 2.9 Corriente de polarización, resistencias de entrada y salida de una red eléctrica, detector sensible a variaciones de fase.
AE7	Aportar soluciones creativas a problemas de ingeniería mecatrónica de manera autónoma y en equipo.	- Creará nuevos dispositivos y/o prototipos biomédicos mediante la aplicación de matemáticas avanzadas para integrar el conocimiento adquirido en el procesamiento de señales biológicas.	3. Teoría de la transformada Wavelet. 3.1 Conceptos básicos. 3.2 Transformada wavelet continua. 3.3 Transformada wavelet semi discreta. 3.4 Transformada wavelet discreta. 3.5 Datos Discretos: Las series de Fourier y la Transformada Discreta de Fourier (DTF). 3.6 Procesamiento de señales de sEMG, EOG y ECG).

Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver		
El uso diario de tecnologías sanitarias ha creado un parteaguas en la atención clínica para el diagnóstico y tratamiento oportuno de los pacientes, por lo que es emergente el conocimiento en equipos médicos orientados a la captación, procesamiento e interpretación de bioseñales.		
Atributos (competencia específica) de la asignatura		
Identificar y resolver de manera asertiva aquellos problemas que se presenten con los equipos médicos relativos a la adquisición, procesamiento e interpretación de señales biológicas.		
Aportación a la competencia específica		Aportación a las competencias transversales
Saber	Saber hacer	Saber Ser
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar los equipos destinados a la adquisición de señales biológicas. - Determinar las posibles fallas en los equipos biomédicos. - Analizar con detalle las señales biológicas para entender su naturaleza fisiológica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dar solución a problemas reales en el ámbito biomédico. - Desarrollar capacidad inventiva para crear prototipos que sean capaces de captar algunas de las señales biológicas- - Comunicar en tiempo y forma los problemas detectados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Profesional ético. - Con alto sentido de responsabilidad. - Lograr una empatía de trabajo con distintas áreas multidisciplinares.
Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad		
<ul style="list-style-type: none"> -Unidad 1: Portafolio de evidencias, mapas mentales, discusión de artículos científicos, lluvia de ideas, exposiciones del ámbito biomédico. -Unidad 2: Portafolio de evidencias serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, modelados en 3D, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico. -Unidad 3: Portafolio de evidencias serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, modelados en 3D, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico. 		

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Origen de las señales biológicas."

Número y nombre de la unidad: 1. Origen de las señales biológicas.				
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría: 20 horas	Práctica: 4 horas	Porcentaje del programa: 33.33%
Aprendizajes esperados: Discriminar y analizar las diferentes señales biológicas para comprender su naturaleza e interpretación de estas en la fisiopatología médica.				
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)
1. Definición de las bioseñales. 1.1 Variables fisiológicas medibles. 1.2 Restricciones en la medición de variables fisiológicas. 1.3 Electrodo de registro en biomédica. 1.4 Bioeléctrica. 1.5 Mediciones y registro del sistema cardíaco. 1.6 Mediciones y registro del sistema muscular. 1.7 Mediciones y registro del sistema nervioso central. 1.8 Mediciones y registro de la composición corporal (bioimpedancia).	Saber: - Saber identificar las bioseñales, artefactos y ruido generados desde su adquisición. Saber hacer: - Interpretar las diferentes bio-señales (ECG, EEG, EOG, y sEMG) así como distinguirlos ruidos y artefactos. Ser: - Desarrollar sentido de profesionalismo y empatía al paciente al momento de la adquisición de bioseñales.	- Exposiciones por parte del docente, con debates guiados y moderados por el mismo. - Lectura de bibliografía compatible con la unidad de aprendizaje - Elaboración de trabajos escritos y/o exposiciones - Visitas a hospitales, centros de investigación, laboratorios clínicos hospitalarios, otros centros educativos, entre otros.	Evaluación formativa: - Discusión en clase de los diferentes puntos de vista de los alumnos. - Entrega de trabajos (mapas conceptuales, lluvia de ideas, resúmenes, exposiciones, etc) - Participación de calidad en clase. Evaluación sumativa: -Examen escrito de conocimientos adquiridos. -Entrega por escrito (con evidencias adjuntas) de prácticas y/o visitas realizadas en el laboratorio de Biomédica o en algún otro sitio de interés.	- Portafolio de evidencias donde serán contempladas las actividades, tareas, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico. - Desarrollo de un prototipo de dispositivo biomédico para adquisición de bioseñales.
Bibliografía				
- Bronzino, J. D. (2006a). Medical devices and systems. In Medical Devices and Systems. https://doi.org/10.1201/9781420003864 - Bronzino, J. D. (2006b). The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I: Biomedical Engineering Fundamentals. - Webster, J. G. (2010). Medical Instrumentation (FOURTH EDI). Retrieved from - http://fa.bme.sut.ac.ir/Downloads/AcademicStaff/3/Courses/4/Medical_instrumentation_application_and_design_4th.pdf				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Amplificadores Operacionales y procesamiento de bioseñales."

Número y nombre de la unidad:		2. Amplificadores Operacionales y procesamiento de bioseñales.					
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	20 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	33.33%
Aprendizajes esperados:		Discriminar y analizar las diferentes señales biológicas para comprender su naturaleza e interpretación de estas en la fisiología médica.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
2. Amplificadores operaciones (Op Amps). 2.1 Características. 2.2 Reglas básicas de operación. 2.3 Amplificadores inversores y no inversores. 2.4 Amplificadores diferenciales. 2.5 Comparadores, rectificadores, amplificadores logarítmicos, integradores y diferenciadores. 2.6 Filtros activos: filtros pasa bajas, pasa alta, filtros pasabandas, filtro de rechazo de banda y filtros notch. 2.7 Respuesta frecuencial: ganancia de bucle, ganancia de bucle abierto, compensación, ganancia de bucle cerrado, producto de ganancia de ancho de banda, tasa de cambio de voltaje.	Saber: - Identificar los filtros digitales para su correcto tratamiento para las bioseñales. Saber hacer: - Saber reconocer y eliminar artefactos y el ruido en las bioseñales. - Aplicar los diferentes filtros digitales para el procesamiento y obtención de bioseñales. - Manejar los filtros digitales para su correcto tratamiento para las bioseñales. - Desarrollar mecanismos de búsqueda metodológica para mejorar el procesamiento de las bioseñales.	-Exposiciones por parte del docente, con debates guiados y moderados por el mismo. -Lectura de bibliografía compatible con la unidad de aprendizaje -Elaboración de trabajos escritos y/o exposiciones -Visitas a hospitales, centros de investigación, laboratorios clínicos hospitalarios, otros centros educativos entre otros	Evaluación formativa: -Discusión en clase de los diferentes puntos de vista de los alumnos. -Entrega de trabajos (mapas conceptuales, lluvia de ideas, resúmenes, exposiciones, etc). -Participación de calidad en clase. Evaluación sumativa: -Examen escrito de conocimientos adquiridos. -Entrega por escrito (con evidencias adjuntas) de prácticas y/o visitas realizadas en el laboratorio de Biomédica o en algún otro sitio de interés.	- Portafolio de evidencias donde serán contempladas las actividades, tareas, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico - Desarrollo de algún prototipo para captación de bioseñales.			



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Amplificadores Operacionales y procesamiento de bioseñales."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
2.8 Voltaje de compensación: nulling, flujo de corriente y ruido. 2.9 Corriente de polarización, resistencias de entrada y salida de una red eléctrica, detector sensible a variaciones de fase.	Ser: - Profesional ético. - Con alto sentido de responsabilidad. - Lograr una empatía de trabajo con distintas áreas multidisciplinarias.			
Bibliografía				
- Coughlin, R.; Driscoll, F. (2022). Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales / R.F. Coughlin, F.F. Driscoll?; tr. por Efrén Alatorre Miguel. - Webster, J. G. (2010). Medical Instrumentatio (FOURTH EDI). Retrieved from http://fa.bme.sut.ac.ir/Downloads/AcademicStaff/3/Courses/4/Medical instrumentation application and design 4th.pdf				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Transformada de wavelet y series de Fourier."

Número y nombre de la unidad: 3. Transformada de wavelet y series de Fourier.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	20 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	33.33%
Aprendizajes esperados: Aplicar métodos de matemáticas avanzadas para el procesamiento de señales e interpretar los resultados de la metodología aplicada.							
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
3. Teoría de la transformada Wavelet. 3.1 Conceptos básicos. 3.2 Transformada wavelet continua. 3.3 Transformada wavelet semi discreta. 3.4 Transformada wavelet discreta. 3.5 Datos Discretos: Las series de Fourier y la Transformada Discreta de Fourier (DTF). 3.6 Procesamiento de señales de sEMG, EOG y ECG).	Saber: - Identificar la naturaleza de las señales biológicas para correcta caracterización de las misma con matemáticas avanzadas (de la transformada de wavelet y series de Fourier). Saber hacer: - Emplear la transformada de Fourier para el análisis de espectro de frecuencia de las bio-señales. - Emplear los diferentes filtros digitales en las bio-señales, así como la transformada	- Exposiciones por parte del docente, con debates guiados y moderados por el mismo. - Lectura de bibliografía compatible con la unidad de aprendizaje. - Elaboración de trabajos escritos y/o exposiciones. - Visitas a hospitales, centros de investigación, laboratorios clínicos hospitalarios, otros centros educativos, entre otros.	Evaluación formativa: - Discusión en clase de artículos de investigación en el ámbito de ingeniería biomédica y desarrollos tecnológicos. - Entrega de trabajos (mapas conceptuales, lluvia de ideas, resúmenes, exposiciones, prototipos, modelados en 3D). - Participación de calidad en clase. Evaluación sumativa: - Examen escrito de conocimientos adquiridos. - Entrega por escrito (con evidencias adjuntas) de prácticas y/o visitas realizadas en el laboratorio de Biomédica o en algún otro sitio de interés.	Portafolio de evidencias donde serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, modelados en 3D, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico.			



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Transformada de wavelet y series de Fourier."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
	<p>Wavelet con fines de pre procesamiento de las mismas.</p> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profesional ético. - Con alto sentido de responsabilidad. - Lograr una empatía de trabajo con distintas áreas multidisciplinarias. 			
Bibliografía				
<p>- Harikrishna, E.; Reddy, K. A. (2021). Use of Transforms in Biomedical Signal Processing and Analysis. In (Ed.), Real Perspective of Fourier Transforms and Current Developments in Superconductivity. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.98239</p> <p>- Nikolic, G.S.; Cakic, D.J. (2017). New Spectral Applications of the Fourier Transforms in Medicine, Biological and Biomedical Fields. Cvetkovic (Eds.), Fourier Transforms - High-tech Application and Current Trends. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/66577</p> <p>- Adibpour, P. (2018). Discrete Fourier Transform Techniques to Improve Diagnosis Accuracy in Biomedical Applications. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.11575/PRISM/5376</p> <p>- Coughlin, R.; Driscoll, F. (2022). Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales / R.F. Coughlin, F.F. Driscoll?; tr. por Efrén Alatorre Miguel.</p> <p>- Webster, J. G. (2010). Medical Instrumentation (FOURTH EDI). Retrieved from http://fa.bme.sut.ac.ir/Downloads/AcademicStaff/3/Courses/4/Medical instrumentation application and design 4th.pdf</p> <p>- Sepúlveda, F. A.; Castellanos, G. (2004). Determinación de voces disfónicas usando bases WAVELET DISCRIMINANTES. Scientia Et Technica, X(26),167-172.[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911640029</p> <p>- Giraldo, E.; Fetecua, J.G.; Rodríguez, A.L. (2006). Caracterización adaptativa de señales ECG a partir de descomposición por WAVELET PACKETS. Scientia Et Technica, XII(32),19-23.[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911652005</p> <p>- Ballesteros, D.M. (2004). Diseño de filtros fir-wavelet sobre FPGAs para eliminación de ruido de fondo en señales bioeléctricas. Umbral Científico, (5),50-58.[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: 1692-3375. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?</p>				



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Transformada de wavelet y series de Fourier."

Bibliografía

id=30400507

- Gutiérrez, A.; Lara, M.; Hernández, P. R. (2005). Evaluación de un Detector de Complejo QRS Basado en la Wavelet de Haar, Usando las Bases de Datos MIT-BIH de Arritmias y Europea del Segmento ST y de la Onda T. *Computación y Sistemas*, 8(4),293-302. [fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: 1405-5546. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61580404>
- Correa, J.L.; Morales, E.; Huerta, J.A.; González, J.J.; Cárdenas, C.R. (2016). Sistema de Adquisición de Señales SEMG para la Detección de Fatiga Muscular. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(1),17-27.[fecha de Consulta 18 de Marzo de 2022]. ISSN: 0188-9532. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61943766003>



V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura
<p>Carrera(s): Maestría y/o Doctorado en Ciencias Electrónicas o afines al área biomédica. o carrera afín</p> <ul style="list-style-type: none">- Docente de cátedra relacionada a la materia. <p>Desarrollador de prototipos biomédicos.</p> <ul style="list-style-type: none">- Experiencia mínima de dos años- Maestría y/o doctorado en ciencias médicas, biomédicas o ingenierías