



Programa de asignatura por competencias de educación superior

Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

Actualización:	Junio 24, 2022				
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica	Asignatura:	Instrumentación médica II		
Academia:	Biomédica / Mecatrónica	Clave:	19SMEBM03		
Módulo formativo:	Biomédica	Seriación:	19SMEBM04 - Instrumentación médica III		
Tipo de curso:	Presencial	Prerrequisito:	19SMEBM02 - Instrumentación médica I		
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.
O2	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
AE1	Identificar y resolver problemas en el campo de la mecatrónica aplicando los principios de las ciencias básicas como la matemáticas y física, así como otras ciencias de la ingeniería.	- Identificar las bioseñales obtenidas para lograr una conversión a variable física mediante la interfaz con sensores, transductores y detectores.	1. Definición de biosensores y transductores biomédicos. 1.1 Conformación de los biosensores (analitos, transductores y detectores). 1.2 Clasificación y caracterización de los biosensores. 1.3 Clasificación y caracterización de los transductores. 1.4 Principio de funcionamiento de los transductores. 1.5 Aplicación de los biosensores en el área médica. 1.6 Biosensores en el área de desarrollo tecnológico e investigación.
AE2	Desarrollar, innovar y/o implementar sistemas, procesos y productos para la solución integral de necesidades concretas en el campo de la mecatrónica.	- Conocer los principios de operación de los equipos médicos que adquieren imágenes biomédicas para identificar su aplicación y uso diagnóstico.	1. Definición de imágenes médicas. 1.1 Sistemas de adquisición de imágenes médicas. 1.1.1 Principios de operación de los Rayos X. 1.1.2 Definición y utilidad de radioisótopos. 1.1.3 Tomografía Axial computarizada. 1.1.4 SPECT y PET SCAN. 1.1.5 Mamografía y Tomosíntesis. 1.1.6 Gammagrafía ósea. 1.1.7 Angiografía y Fluoroscopia. 1.2 Resonancia Magnética. 1.3 Ecsonografía convencional (2D, 3D y 4D) y Doppler. 1.4 Adquisición de imágenes por microscopia (óptica, electrónica y confocal). 2.4.1 Cortes histológicos, citologías, frotis sanguíneos y médula ósea.



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

No.	Atributos de egreso de plan de estudios	Criterios de desempeño	Componentes
			1.5 Adquisición de imágenes médicas por cámaras HD. 1.5.1 Cámaras digitales HD. 1.5.2 Cámaras térmicas. 1.5.3 Cámaras retinales. 1.5.4 Cámaras de laparoscopios, colposcopios, artroscopios, etc.
AE6	Reconocer la mejora continua como parte de su desarrollo profesional para incrementar su productividad y competitividad con innovación en el ámbito de la mecatrónica.	- Incentivar en el alumno un constante desarrollo en el ámbito tecnológico biomédico con dispositivos novedosos y de fabricación nacional.	3. Definición del procesamiento de imágenes médicas. 3.1 Adquisición y almacenamiento de imágenes médica. 3.2 Técnicas de procesamiento basadas en punto de la imagen. 3.2.1 Histograma de una Imagen. 3.2.2 Realce de imágenes por modificación del contraste (negativo de la imagen, control del brillo de una imagen, binarización de imágenes, ampliación del contraste). 3.3 Perfil en una imagen. 3.4 Técnicas de colores falsos y pseudocolor. 3.5 Procesamiento basado en una región de la imagen. 3.5.1 Convolución. 3.5.2 Filtrado espacial pasa-bajo. 3.5.3 Filtrado pasa-alto. 3.5.4 Filtrado no-lineal de la imagen (Filtro promediador, Filtro deMediana). 3.5.5 Detección de contorno (Método para el reforzamiento de bordes, Detección de contornos basados en gradientes, Detección de contorno basado en la Laplaciana y otros detectores de contornos. 3.6 Segmentación de imágenes. 3.6.1 Segmentación basada en el uso de un umbral. 3.6.2 Segmentación por crecimiento de regiones.

Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

Problema a resolver		
Los biosensores e imágenes médicas son una herramienta complementaria elemental para el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías médicas hoy en día y serán el cimiento del desarrollo de la inteligencia artificial en medicina.		
Atributos (competencia específica) de la asignatura		
Adquirir conocimiento de los diferentes biosensores que se utilizan para el diagnóstico médico y en el área de investigación del desarrollo tecnológico. También se pretende que sea capaz de clasificar, analizar y procesar diversas imágenes médicas mediante herramientas de visión artificial para la construcción de sistemas asistidos por computadora.		
Aportación a la competencia específica		Aportación a las competencias transversales
Saber	Saber hacer	Saber Ser
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer la clasificación de los biosensores y transductores, así como su utilidad en el área médica. - Identificar los equipos destinados a la adquisición de imágenes médicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender el desarrollo tecnológico de los biosensores e identificar su aplicabilidad en el área médica o de investigación. - Interpretar y clasificar las imágenes médicas que se obtienen a partir de diferentes equipos médicos. 	<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		
Unidad 1: Portafolio de evidencias serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, mapas mentales y/o lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico.		
Unidad 2: Portafolio de evidencias serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, archivos electrónicos, 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, archivos electrónicos, 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 "Biosensores y transductores biomédicos."

Número y nombre de la unidad: 1. Biosensores y transductores biomédicos.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	16 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	27.78%
Aprendizajes esperados: Identificar los tipos de biosensores y transductores para su utilidad dentro del área 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 biosensores y transductores biomédicos. 1.1 Conformación de los biosensores (analitos, transductores y detectores). 1.2 Clasificación y caracterización de los biosensores. 1.3 Clasificación y caracterización de los transductores. 1.4 Principio de funcionamiento de los transductores. 1.5 Aplicación de los biosensores en el área médica. 1.6 Biosensores en el área de desarrollo tecnológico e investigación.	Saber: - Identificar las bioseñales obtenidas para lograr una conversión a variable física mediante la interfaz con sensores, transductores y detectores. Saber hacer: - Identificar y analizar señales biológicas para su posterior tratamiento, caracterización e interpretación con el fin de dar una herramienta para establecer un diagnóstico médico. Ser: Desarrollar sentido de profesionalismo y	- Rescate de conocimientos previos. - 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 diagnóstica: - Rescatar conocimiento previo. 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	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 4.1. Desglose específico de la unidad "Biosensores y transductores biomédicos."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
	empatía al paciente al momento de la adquisición de bioseñales para su traducción en parámetros médicos.		realizadas en el laboratorio de Biomédica o en algún otro sitio de interés.	
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. -Torres, E.; Méndez, A. (2014). Biosensores Enzimáticos. Revista Digital Universitaria, 15(12), 1607-1609. Retrieved from http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art97/ -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 "Equipos de adquisición de imágenes médicas."

Número y nombre de la unidad: 2. Equipos de adquisición de imágenes médicas.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	16 horas	Práctica:	4 horas	Porcentaje del programa:	27.78%
Aprendizajes esperados:		Interpretar y clasificar las imágenes médicas que se obtienen a partir de diferentes equipos médicos.					
Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)			
2. Definición de imágenes médicas. 2.1 Sistemas de adquisición de imágenes médicas. 2.1.1 Principios de operación de los Rayos X. 2.1.2 Definición y utilidad de radioisótopos. 2.1.3 Tomografía Axial computarizada. 2.1.4 SPECT y PET SCAN. 2.1.5 Mamografía y Tomosíntesis. 2.1.6 Gammagrafía ósea. 2.1.7 Angiografía y Fluoroscopia. 2.2 Resonancia Magnética. 2.3 Ecosonografía convencional (2D, 3D y 4D) y Doppler. 2.4 Adquisición de imágenes por microscopia (óptica, electrónica y confocal). 2.4.1 Cortes histológicos, citologías, frotis sanguíneos y medula ósea.	Saber: - Conocer los principios de operación de los equipos médicos que adquieren imágenes biomédicas. Saber hacer: - Identificar el uso de las imágenes médicas para establecer diagnósticos médicos Ser: Asertivo en la identificación y uso apropiado de las imágenes médicas	- 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	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 4.2. Desglose específico de la unidad "Equipos de adquisición de imágenes médicas."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
2.5 Adquisición de imágenes médicas por cámaras HD. 2.5.1 Cámaras digitales HD. 2.5.2 Cámaras térmicas. 2.5.3 Cámaras retinales. 2.5.4 Cámaras de laparoscopios, colposcopios, artroscopios, etc.			otro sitio de interés.	
Bibliografía				
<p>- Bronzino, J. D. (2006a). Medical devices and systems. In Medical Devices and Systems. https://doi.org/10.1201/9781420003864</p> <p>- Bronzino, J. D. (2006b). The Biomedical Engineering Handbook, Vol. I: Biomedical Engineering Fundamentals.</p> <p>- Torres, E.; Méndez, A. (2014). Biosensores Enzimáticos. Revista Digital Universitaria, 15(12), 1607 6079. Retrieved from http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art97/</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>				

Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Procesamiento digital de imágenes biomédicas."

Número y nombre de la unidad: 3. Procesamiento digital de imágenes biomédicas.							
Tiempo y porcentaje para esta unidad:		Teoría:	26 horas	Práctica:	6 horas	Porcentaje del programa:	44.44%
Aprendizajes esperados: Aplicar métodos de matemáticas avanzadas para el procesamiento de señales e interpreta 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)			
31. Definición del procesamiento de imágenes médicas. 3.1 Adquisición y almacenamiento de imágenes médica. 3.2 Técnicas de procesamiento basadas en punto de la imagen. 3.2.1 Histograma de una Imagen. 3.2.2 Realce de imágenes por modificación del contraste (negativo de la imagen, control del brillo de una imagen, binarización de imágenes, ampliación del contraste. 3.3 Perfil en una imagen. 3.4 Técnicas de colores falsos y pseudocolor. 3.5 Procesamiento basado en una región de la imagen. 3.5.1 Convolución. 3.5.2 Filtrado espacial pasa-bajo. 3.5.3 Filtrado pasa-alto.	Saber: - Identificar las imágenes biomédicas y su utilidad en el ámbito médico. Saber hacer: - Emplear lenguajes de programación como C++, Python, librerías opencv, numpy, matplotlib así como software MATLAB u Octave o cualquier otro que analice imágenes. Ser: Propositivo para el desarrollo de tecnologías basadas en la interfaz hombre-maquina	- 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, análisis de imágenes por software, archivos en C++ ó python, exposiciones, prototipos, modelados en 3D) - Participación de calidad en clase. Evaluación sumativa: - Examen escrito de conocimientos adquiridos. - Entrega por escrito (con evidencias	Portafolio de evidencias serán contempladas las actividades, tareas, prototipos, modelados en 3D, mapas mentales y lluvia de ideas de la unidad en curso en el ámbito biomédico.			



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Procesamiento digital de imágenes biomédicas."

Temas y subtemas (secuencia)	Criterios de desempeño	Estrategias didácticas	Estrategias de evaluación	Producto Integrador de la unidad
<p>3.5.4 Filtraje no-lineal de la imagen (Filtropromediador, Filtro de Mediana).</p> <p>3.5.5 Detección de contorno (Método para el reforzamiento de bordes, Detección de contornos basados en gradientes, Detección de contorno basado en la Laplaciana y otros detectores de contornos.</p> <p>3.6 Segmentación de imágenes.</p> <p>3.6.1 Segmentación basada en el uso de un umbral.</p> <p>3.6.2 Segmentación por crecimiento de regiones.</p>			<p>adjuntas) de prácticas y/o visitas realizadas en el laboratorio de Biomédica o en algún otro sitio de interés.</p>	
Bibliografía				
<p>- Dougherty, G. (2009). Digital Image Processing for Medical Applications. In Immunohematology / American Red Cross. https://doi.org/10.1145/1327452.1327492</p> <p>- Kayser, K.; Görtler, J.; Bogovac, M.; Bogovac, A.; Goldmann, T.; Vollmer, E.; Kayser, G. (2009). AI (artificial intelligence) in histopathology--from image analysis to automated diagnosis. Folia Histochemica et Cytobiologica / Polish Academy of Sciences, Polish Histochemical and -Cytochemical Society, 47(3), 355?361. https://doi.org/10.2478/v10042-009-0087-y</p> <p>- Leong, F. J. W. M.; O D McGee, J. (2001). Automated complete slide digitization: A medium for simultaneous viewing by multiple pathologists. Journal of Pathology, 195(4), 508?514. https://doi.org/10.1002/path.972</p> <p>- Medina, R. B. J. (n.d.). Bases del Procesamiento de Imágenes Médicas. Retrieved from http://www.saber.ula.ve/redtelemedicina/TallerTelemedicina/j_bellera-01.pdf</p> <p>- Molnar, B.; Berczi, L.; Ficsor, L.; Varga, V.; Tagscherer, A.; Tulassay, Z. (2009). Digital slide and virtual microscopy-based routine and telepathology evaluation of gastrointestinal biopsy specimen. In Telepathology (pp. 5 18). https://doi.org/10.1007/978-3-540-85786-0_2</p> <p>- Muñoz, L. A.; Mendoza, L. E.; Velandia-Villamizar, H. J. (2013). Segmentación de Imágenes de Resonancia Magnética IRM utilizando LS-SVM y Análisis Multiresolución Wavelet. TecnoLógicas, 681 693. Retrieved from https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234341052</p> <p>- Raudales, I. R. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. Rev. Fac. Cienc. Méd. (Impr.), 35?43.</p>				



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Procesamiento digital de imágenes biomédicas."

Bibliografía

- 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](http://fa.bme.sut.ac.ir/Downloads/AcademicStaff/3/Courses/4/Medical%20instrumentation%20application%20and%20design%204th.pdf)



V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

Perfil deseable docente para impartir la asignatura
<p>Carrera(s): - Ingeniería electrónica.</p> <ul style="list-style-type: none">- Ingeniería biomédica.- Ingeniería en sistemas informáticos.- Ingeniería en desarrollo de software. o carrera afín <ul style="list-style-type: none">- Haber impartido materias afines al plan académico.- Experiencia mínima de dos años- Maestría y/ doctorado en cs. afines