

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA



PROGRAMA DE ESTUDIOS

BIOELECTRONICS

Elaboró:	Dr. Rigoberto Martínez Méndez	Facultad de Ingeniería
	Dr. Jorge Rodríguez Arce	Facultad de Ingeniería
Asesoría técnica:	M. en T.D.E. Araceli Rivera Guzmán	Dirección de Estudios Profesionales
Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	06 de diciembre de 2023	08 de diciembre de 2023

Facultad de Ingeniería

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	5
IV. Objetivos de la formación profesional.	7
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	8
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	8
VII. Acervo bibliográfico.	10





I. Datos de identificación.

Espacio académico donde se imparte

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica

<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>
Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Carácter Tipo Periodo escolar

Área curricular Núcleo de formación

Seriación

UA Antecedente UA Consecuente

Formación común

No presenta





II. Presentación del programa de estudios

One of the areas where Electronic Engineering has great application is in Biomedicine (also called Bioengineering). Understanding this area as the application of physics, chemistry, mathematics, computer science and engineering for the study of biology, medicine, human behavior, and health. Electronic Engineering is important in the design, development, and maintenance of medical equipment for life support, diagnosis and monitoring of pathologies that affect human health. Medical equipment such as electrocardiographs (ECG), oximeters, thermometers, glucometers, ventilators, electrocautery, electroencephalographs (EEG), electromyographs (EMG), among many other devices used in the health care, use electronic systems. Due to this, it can be inferred that an Electronics Engineer is essential in this area.

This course is optional and aims for students to acquire the ability to design specific electronic systems for the acquisition, conditioning, and processing of biosignals used in electronic systems applied to health care. This course contributes to the education of students in accordance with the objective of the educational program, which mentions the education of professionals capable of meeting the needs of society, and in this case, specifically in health.

This course is not serialized but it is suggested to take it in the penultimate semester, since it is necessary for the student to master the knowledge and skills acquired in previous courses. This course requires knowledge of analysis and design of analog and digital electronic circuits, instrumentation systems, and microcontrollers.

In this course, students will learn to implement circuits and systems for the acquisition, conditioning, and processing of biosignals such as ECG, EMG, PPG, GSR, and others. For this, the anatomical and physiological principles necessary to understand the origin and characteristics of these signals will be analyzed first. In addition, the types of sensors most used to acquire biosignals, the basic electronic circuits for conditioning the acquired signal, and the standards that govern the design of medical equipment will be studied, to guarantee the safety of the subject.

In addition, this course will be taught in English, with the aim of familiarizing the student with the use of English in their professional activities, acquiring vocabulary specific to their training and increasing their communication skills in a second language.





III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	
O B L I G A T O R I A S	Programación básica 2 2 4 6	Epistemología 3 1 4 7	Probabilidad y estadística 3 1 4 7	Métodos numéricos 1 3 4 5	Modelado de sistemas dinámicos aplicados 3 1 4 7	Control analógico y digital I 4 2 6 10	Control analógico y digital II 4 2 6 10	Instrumentación 2 4 6 8	Filtrado de señales 3 3 6 9		
	Algebra superior 3 1 4 7	Algebra lineal 3 1 4 7	Metrología 2 4 6 8	Circuitos electrónicos 3 3 6 9	Sistemas lineales y señales 4 2 6 10	Sistemas digitales 2 4 6 8	Microcontroladores 2 4 6 8	Programación paralela y sistemas operativos en tiempo real 2 3 5 7	Sistemas embebidos 0 4 4 4		
	Geometría analítica 3 1 4 7	Cálculo II 3 1 4 7	Cálculo III 3 1 4 7	Cálculo avanzado 3 1 4 7	Electrónica I 3 3 6 9	Electrónica II 3 3 6 9	Electrónica de potencia I 2 3 5 7	Electrónica de potencia II 2 3 5 7	Redes de comunicación 2 3 5 7		
	Cálculo I 3 1 4 7	Ecuaciones diferenciales 3 1 4 7	Dinámica 3 1 4 7	Ciencia, tecnología y sociedad 1 2 3 4	Administración de la producción 2 1 3 5	Instalaciones eléctricas 3 1 4 7	Costos y evaluación de proyectos 2 2 4 6	Mantenimiento industrial 3 1 4 7			
	Expresión oral y escrita 0 3 3 3	Estática 3 1 4 7	Física de semiconductores 3 1 4 7	Dibujo electrónico 1 3 4 5	Máquinas eléctricas 2 2 4 6	Física de ondas 3 1 4 7	Ética profesional 2 2 4 6	Calidad 3 1 4 7			
		Química 3 1 4 7	Termodinámica 3 1 4 7	Teoría electromagnética I 4 2 6 10	Teoría electromagnética II 4 2 6 10	Radiación y propagación electromagnética 2 3 5 7	Comunicación I 3 2 5 8	Comunicación II 3 2 5 8			
O P T A T I V A S	El Ingeniero y su entorno socioeconómico 3 1 4 7	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6			Integrativa profesional** - - - 8	Control de procesos industriales 2 4 6 8		
								Optativa 1 3 1 4 7	Optativa 2 3 1 4 7		
										P r a c t i c a P r o f e s i o n a l i : 30	

HT 14	HT 20	HT 19	HT 16	HT 20	HT 17	HT 16	HT 16	HT 13	HT --
HP 8	HP 8	HP 11	HP 18	HP 13	HP 14	HP 15	HP 14**	HP 18	HP **
TH 23	TH 28	TH 30	TH 31	TH 33	TH 31	TH 30	TH 29***	TH 29	TH **
CR 97	CR 48	CR 48	CR 48	CR 53	CR 48	CR 46	CR 62	CR 42	CR 30



Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica
Reestructuración, 2019
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10								
								<table border="1"> <tr><td>Bioelectronics</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Bioelectronics	3		1		4		7	
Bioelectronics	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Ingeniería de audio</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Ingeniería de audio	3		1		4		7	
Ingeniería de audio	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Robótica</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Robótica	3		1		4		7	
Robótica	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Electrónica de potencia en sistemas sustentables</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Electrónica de potencia en sistemas sustentables	3		1		4		7	
Electrónica de potencia en sistemas sustentables	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Electrónica de los sistemas de transporte</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Electrónica de los sistemas de transporte	3		1		4		7	
Electrónica de los sistemas de transporte	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Telefonía</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Telefonía	3		1		4		7	
Telefonía	3																
	1																
	4																
	7																
								<table border="1"> <tr><td>Control avanzado</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>7</td></tr> </table>	Control avanzado	3		1		4		7	
Control avanzado	3																
	1																
	4																
	7																

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

⇒ 34 líneas de serbación.

Créditos mínimos 22 y máximos 56 por periodo escolar.

*Actividad académica.

**Las horas de la actividad académica.

†UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

	Núcleo básico obligatorio.
	Núcleo sustantivo obligatorio.
	Núcleo Integral obligatorio.
	Núcleo Integral optativo.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

<table border="1"> <tr><td>Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 22 UA</td><td>56</td></tr> <tr><td></td><td>31</td></tr> <tr><td></td><td>87</td></tr> <tr><td></td><td>143</td></tr> </table>	Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 22 UA	56		31		87		143	<table border="1"> <tr><td>Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 21 UA</td><td>58</td></tr> <tr><td></td><td>47</td></tr> <tr><td></td><td>105</td></tr> <tr><td></td><td>163</td></tr> </table>	Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	58		47		105		163	<table border="1"> <tr><td>Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 13 UA + 2*</td><td>28</td></tr> <tr><td></td><td>88**</td></tr> <tr><td></td><td>94**</td></tr> <tr><td></td><td>130</td></tr> </table>	Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 13 UA + 2*	28		88**		94**		130	<table border="1"> <tr><td>Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 2 UA</td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>14</td></tr> </table>	Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 2 UA	8		2		8		14	<table border="1"> <tr><td>Total del núcleo básico: acreditar 22 UA para cubrir 143 créditos</td></tr> </table>	Total del núcleo básico: acreditar 22 UA para cubrir 143 créditos	<table border="1"> <tr><td>Total del núcleo sustantivo: acreditar 21 UA para cubrir 163 créditos</td></tr> </table>	Total del núcleo sustantivo: acreditar 21 UA para cubrir 163 créditos	<table border="1"> <tr><td>Total del núcleo Integral: acreditar 15 UA + 2* para cubrir 144 créditos</td></tr> </table>	Total del núcleo Integral: acreditar 15 UA + 2* para cubrir 144 créditos
Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 22 UA	56																																								
	31																																								
	87																																								
	143																																								
Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	58																																								
	47																																								
	105																																								
	163																																								
Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 13 UA + 2*	28																																								
	88**																																								
	94**																																								
	130																																								
Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 2 UA	8																																								
	2																																								
	8																																								
	14																																								
Total del núcleo básico: acreditar 22 UA para cubrir 143 créditos																																									
Total del núcleo sustantivo: acreditar 21 UA para cubrir 163 créditos																																									
Total del núcleo Integral: acreditar 15 UA + 2* para cubrir 144 créditos																																									

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	56 + 2 Actividades académicas
UA optativas	2
UA a acreditar	58 + 2 Actividades académicas
Créditos	460



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Formar profesionales, críticos, creativos, dispuestos a adquirir el espíritu universitario, interesados por resolver problemas técnicos relacionados con el diseño, ensamble, instalación, evaluación, validación y mantenimiento de sistemas electrónicos contemplando aspectos éticos, humanísticos, de inclusión, en armonía con el medio ambiente para contribuir al progreso, económico y cultural del país y satisfacer las necesidades de la sociedad.

Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Aprender los modelos, teorías y ciencias que explican el objeto de estudio de su formación.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas en una segunda lengua.
- Tomar decisiones y formular soluciones racionales, éticas y estéticas.
- Comprender y aplicar los principios subyacentes a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la intervención profesional.
- Emplear las habilidades técnicas y tecnológicas para evolucionar en el campo laboral.
- Desarrollar un juicio profesional basado en la responsabilidad, objetividad, credibilidad y la justicia.

Particulares

- Ensamblar sistemas electrónicos analógicos y digitales evaluando el tipo, costo, propósito y características de montaje de componentes utilizando los fundamentos de la teoría de los semiconductores, electrónica y teoría electromagnética para contribuir en diversos ámbitos de la sociedad tales como la salud, la educación, la industria y los servicios.
- Instalar sistemas electrónicos analógicos y digitales ponderando los requerimientos técnicos, de espacio, normativos, de prueba y de seguridad empleando el conocimiento de los estándares nacionales e internacionales para solucionar problemas técnicos en el área de automatización, telecomunicaciones, energía sustentable, sistemas de transporte, bioelectrónica y electrónica entre otras dentro de las organizaciones.

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



- Evaluar sistemas electrónicos analógicos y digitales caracterizando su funcionamiento a partir de sus parámetros de operación y uso para establecer su óptimo desempeño en su vida útil.
- Organizar inspecciones sobre los sistemas electrónicos analógicos y digitales utilizando técnicas analíticas tales como indicadores estadísticos de fiabilidad y disponibilidad para pronosticar fallas y extender la vida útil de los equipos.

Objetivos del núcleo de formación:

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Evaluar las condiciones, requerimientos técnicos, alcances y limitaciones de problemas prácticos de la electrónica a través de técnicas y métodos de diseño que aplican los conocimientos de redes de comunicación, electrónica de potencia, mantenimiento industrial, sistemas embebidos, instrumentación y control de procesos industriales para responder técnicamente a las necesidades de las organizaciones productivas, industriales y de servicios.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Students will be capable to design analog and digital electronic circuits using electronic devices for measuring, acquiring, conditioning, and processing physiological signals to solve problems that help to improve the quality of life of people.

VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unit 1. Introduction to bioelectronics
Objective: Analyze the implications of bioelectronics in health care, in order to contextualize the importance of this discipline, through a historical perspective of health care and regulations in the design of medical equipment.
Topics:
1.1 Historical perspective of health care and its relationship with engineering.
1.2 Main branches of electronic engineering applied to health.
1.3 Ethics and morals in the application of engineering in medicine.
1.4 Regulations in the design of medical equipment.





Unit 2. Anatomy and Physiology Principles

Objective: Classify the physiology of the body with its operation and generation of biosignals, through the analysis of each of the subsystems, to devise electronic systems capable of measuring said biosignals.

Topics:

- 2.1 Cell organization.
- 2.2 Human tissues.
- 2.3 Organic systems.
- 2.4 Homeostasis.
- 2.5 Biomechanics of the body.

Unit 3. Biomedical sensors

Objective: Develop biomedical signal acquisition systems, by analyzing the characteristics of different types of sensors, to select the most suitable for a specific application.

Topics:

- 3.1 Measurement of biopotentials.
- 3.2 Measurements of biophysical variables.
- 3.3 Bioimpedance monitoring.
- 3.4 Bioanalytical sensors.
- 3.5 Optical sensors.

Unit 4. Medical devices and instruments

Objective: Design electronic systems for biosignal acquisition, through the selection of the most appropriate circuits and conditioning techniques, to perform the measurement and monitoring in different medical applications.

Topics:

- 4.1 Biopotential amplifiers.
- 4.2 Non-invasive blood pressure measurement.
- 4.3 Bioimpedance measurement.
- 4.4 Electrostimulators.
- 4.5 Electrosurgical devices.
- 4.6 Non-invasive optical monitoring.





Unit 5. Biosignals processing

Objective: Contrast the different biosignal processing techniques, through their analysis and comparison, to choose the most appropriate according to the application and the type of biosignal for health monitoring.

Temas:

- 5.1 Digital acquisition of biosignals.
- 5.2 Characteristics of biosignals.
- 5.3 Representation in time and frequency.
- 5.4 Analysis in time and frequency.
- 5.5 Neural networks.

VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

Bronzino, J. D., & Peterson, D. D. R., (2015), *The Biomedical Engineering Handbook: Four Volume Set*, Boca Raton, Fla.

Bronzino, J. D., & Peterson, D. R., (2014), *Biomedical Engineering Fundamentals*.

Iadanza, E. (Ed.), (2019), *Clinical Engineering Handbook*. London.

Liang, H., Bronzino, J. D., & Peterson, D. R. (Eds.), (2012), *Biosignal Processing: Principles and Practices*.

Pal, K., Kraatz, H.-B., Khasnobish, A., Bag, S., Banerjee, I., & Kuruganti, U. (Eds.), (2019), *Bioelectronics and Medical Devices From Materials to Devices—Fabrication, Applications and Reliability*. Woodhead Publishing.

Schreiner, S., Bronzino, J. D., & Peterson, D. R. (Eds.), (2017), *Medical Instruments and Devices: Principles and Practices*, CRC Press.

Complementario:

Madhavan, G., Oakley, B., & Kun, L., (2009), *Career Development in Bioengineering and Biotechnology*, Springer Science & Business Media.

