

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**



PROGRAMA DE ESTUDIOS

SISTEMAS EMBEBIDOS

Elaboró:	<u>Dr. Giorgio Mackenzie Cruz Martínez</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Jorge Rodríguez Arce</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>
	<u>Dr. Javier Salas García</u>	<u>Facultad de Ingeniería</u>

Asesoría técnica:	<u>M. en T.D.E. Araceli Rivera Guzmán</u>	<u>Dirección de Estudios Profesionales</u>
--------------------------	---	--

Fecha de aprobación:	<u>H. Consejo Académico</u>	<u>H. Consejo de Gobierno</u>
	<u>06 de diciembre de 2023</u>	<u>08 de diciembre de 2023</u>

Facultad de Ingeniería



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.	9
VII. Acervo bibliográfico.	11





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ingeniería

Estudios profesionales

Licenciatura de Ingeniería en Electrónica, 2019

Unidad de aprendizaje

Sistemas embebidos

Clave

LINE36

Carga académica

0

4

4

4

Horas
teóricas

Horas
prácticas

Total de
horas

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Taller

Periodo escolar

Noveno

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño de
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

**Programación paralela y
sistemas operativos en
tiempo real**

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

Los sistemas embebidos son sistemas electrónicos que emplean por lo menos un microcontrolador o microprocesador para realizar tareas específicas en el área de la instrumentación y el control (algunas ocasiones en tiempo real). De esta manera los sistemas embebidos son diseñados y construidos para resolver problemas específicos a diferencia de los sistemas de propósito general como las computadoras. Algunos ejemplos de estos sistemas pueden ser dispositivos de control de acceso, la electrónica de dispositivos de medición, los sistemas de control de un vehículo, el control de temperatura de un proceso, entre otras aplicaciones.

Esta UA contribuye en el perfil de egreso en la integración e instalación de sistemas electrónicos analógicos y digitales mediante el análisis de los sistemas embebidos con el fin de crear sistemas electrónicos dedicados y específicos en áreas como el control, potencia, filtrado, robótica, etc. empleando sistemas operativos en tiempo real y los periféricos propios del microcontrolador o microprocesador y protocolos de comunicación estandarizados.

La unidad de aprendizaje está estructurada en cinco unidades temáticas que abarcan desde la introducción a los sistemas embebidos y los componentes básicos, el ensamble de sistemas embebidos basados en microcontrolador y microprocesador, la comunicación entre estos sistemas y la introducción a los sistemas embebidos con sistemas operativos en tiempo real.

La UA es de tipo Taller, lo que implica que el docente promueve en el alumno la aplicación del conocimiento de manera práctica, diseñando e implementando sistemas embebidos. Además, considerando que la UA pertenece al Núcleo Integral, se espera que el alumnado desarrolle las habilidades de integración y aplicación de conocimientos previos para solución de diversos problemas en el contexto de la Ingeniería Electrónica que requieran el uso e implementación de sistemas embebidos. De manera general, en este curso los estudiantes desarrollarán las habilidades de ingeniería para ensamblar hardware (sensores, circuitos analógicos y digitales, etc) y software para el diseño e integración de un sistema electrónico que pueda ser integrado en otros sistemas mecánicos, electrónicos y de control.

La Unidad de Aprendizaje de Sistemas embebidos no tiene una seriación consecuente, pero si una seriación antecedente con la unidad de aprendizaje de Programación paralela y sistemas operativos en tiempo real. Esta seriación es importante para que el alumno tenga los conocimientos previos sobre la programación de un sistema operativo en tiempo real para su incorporación a sistemas embebidos que requieran procesamiento de tiempo real.





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		
	Álgebra superior 3 1 4 7	Álgebra lineal 3 1 4 7	Metrología 2 4 6 8	Circuitos eléctricos 3 3 6 9	Sistemas lineales y señales 4 2 6 10	Sistemas digitales 2 4 6 8	Microcontroladores 2 4 6 7	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 3 5 8	Comunicación II 3 3 5 8			
	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	
											Práctica profesional I -- -- -- 30

HT 14	HT 20	HT 19	HT 15	HT 20	HT 17	HT 15	HT 15	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 37	CR 48	CR 49	CR 48	CR 52	CR 48	CR 45	CR 52	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
								Bioelectrónica [†]	
								3	
								1	
								4	
								7	
								Ingeniería de audio	
								3	
								1	
								4	
								7	
								Robótica	
								3	
								1	
								4	
								7	
								Electrónica de potencia en sistemas sustentables	
								3	
								1	
								4	
								7	
								Electrónica de los sistemas de transporte	
								3	
								1	
								4	
								7	
								Telefonía	
								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 seriación.

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

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 22 UA	56
	31
	87
	143

Total del núcleo básico: acreditar 22 UA para cubrir 143 créditos

Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 21 UA	58
	47
	105
	163

Total del núcleo sustantivo: acreditar 21 UA para cubrir 163 créditos

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 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	480



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:

Son objetivos de los estudios profesionales de la Licenciatura de Ingeniería en Electrónica 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.
- 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.

Analizar sistemas embebidos haciendo uso de sistemas operativos de tiempo real multitarea y los dispositivos periféricos propios del microcontrolador o externos mediante protocolos de comunicación estandarizados, gestionados desde software de terceros que mediante de herramientas generadoras de código para el microcontrolador con el fin de crear sistemas electrónicos dedicados y específicos en áreas como control, potencia, filtrado, robótica, etc.





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

Unidad temática 1. IDE para los sistemas embebidos.

Objetivo: Analizar los componentes de un sistema embebido, a través de la información dentro de las hojas de especificaciones, así como de sus IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) que brinda los fabricantes, para la solución de diversos problemas en el contexto de la Ingeniería Electrónica.

Temas:

- 1.1 Definición de los sistemas embebidos
- 1.2 Componentes básicos de un sistema embebido
- 1.3 Lenguajes de programación para sistemas embebidos+
- 1.4 IDE.

Unidad temática 2. Sistemas operativos en tiempo real en sistemas embebidos.

Objetivo: Diseñar sistemas embebidos que ejecuten operaciones en tiempo real, haciendo uso correcto de los servicios de interrupciones, tiempos de ejecución y optimización de software, para la solución de diversos problemas en el contexto de la Ingeniería Electrónica.

Temas:

- 2.1 Vector de Interrupciones.
- 2.2 Interrupciones por puertos de entrada.
- 2.3 Interrupciones por timer.
- 2.4 Computo de preescaler
- 2.5 Selección del tiempo de ejecución





Unidad temática 3. Comunicación entre Sistemas embebidos

Objetivo: Comunicar sistemas embebidos, empleando los diferentes recursos del IDE y combinando diferentes protocolos de comunicación implementados en hardware o software, para la solución de distintos problemas en áreas como control, potencia, filtrado, robótica, etc.

Temas:

- 3.1. Protocolo de comunicación serial RS232.
- 3.2. Protocolo de comunicación serial I2C.
- 3.3. Protocolo de comunicación serial SPI.
- 3.4. Protocolo CAN.
- 3.5. Protocolos de Radio Frecuencia
- 3.7. Comunicación microcontrolador – microcontrolador.

Unidad temática 4. IoT en Sistemas embebidos.

Objetivo: Ensamblar IoT en sistemas embebidos, haciendo uso de herramientas dedicadas a WEB server, para la solución de distintos problemas en áreas como instrumentación y control, bases de datos, etc.

Temas:

- 4.1 IoT.
- 4.2 Ethernet.
- 4.3 Interfaz de usuario (GUI).

Unidad temática 5. Diseño de Sistemas embebidos utilizando generadores de código.

Objetivo: Diseñar sistemas embebidos, utilizando un generador de código para un hardware específico, con herramientas de capa blanda, con el fin de desarrollar sistemas en menor tiempo y de una forma técnicamente competitiva.

Temas:

- 5.1. Esquema de desarrollo de sistemas embebidos utilizando herramientas de terceros de alto nivel.
- 5.2. Diseñando funciones complejas en ambiente de desarrollos con bloques.
- 5.3. Configuración del hardware específico y del generador de Código.
- 5.4. Carga del código dentro del sistema embebido.



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Ball, S. (2004). *Analog Interfacing to Embedded Microprocessor Systems*. Newnes.
- Galeano, G. (2009). *Programación de Sistemas Embebidos*. Alfaomega. **[TK7895.E42 G35 2009]**
- Murti, K.C. (2022). *Design Principles for Embedded Systems*. Springer.
- Oner, V. (2021), *Developing IoT Projects with ESP32*. Packt Publishing.
- White, E. (2011). *Making Embedded Systems*. O'Reilly.
- Zhu, Y. (2017). *Embedded Systems with Arm Cortex-M Microcontrollers*. E-Man Press LLC.
- Cayssials, R. (2009) *Sistemas embebidos en FPGA*. Alfaomega. **[TK7895.E42 C39 2014]**

