

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



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ELECTRÓNICA DE POTENCIA II

Elaboró: M. Christian Castro Martínez Facultad de Ingeniería
Dr. Giorgio Mackenzie Cruz Martínez Facultad de Ingeniería

Asesoría técnica: Lic. Araceli Rivera Guzmán Dirección de Estudios Profesionales

Fecha de aprobación: H. Consejo Académico H. Consejo de Gobierno
12 de septiembre de 2022 13 de septiembre de 2022

Facultad de Ingeniería



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

Estudios profesionales

Unidad de aprendizaje Clave

Carga académica

<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>	<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.

En la actualidad todas las máquinas eléctricas contienen en menor o mayor medida dispositivos electrónicos que las controlan permitiendo tener comportamientos óptimos, o eficiencias superiores a versiones anteriores más simples que solo contenían dispositivos electromecánicos. Esto se repite en la industria de manufactura de cualquier área, así como en la industria del transporte, energía sustentable, y también en los productos de usos cotidianos. Los ingenieros en electrónica actuales requieren de competencias que les permitan diseñar, manejar, mantener y actualizar estos componentes dentro de las máquinas eléctricas a fin de mantenerse vigentes en el ambiente laboral. Esta área específica de la electrónica que trabaja con estos componentes que responden a estas necesidades se llama electrónica de potencia.

Los componentes a los que nos referimos son básicamente clasificados en dos ramas: fuentes de tensión (convertidores de corriente directa a corriente directa) e inversores (convertidores de corriente directa a corriente alterna). Ambos sustentados en las fuentes de corriente directa (convertidor de corriente alterna a corriente directa) ya analizados en la UA Electrónica de potencia I.

En esta UA se espera que se diseñen fuentes de voltaje DC-DC elevadores y reductoras con arquitecturas más comunes, que se utilizan actualmente en todos los dispositivos electrónicos de uso cotidiano desde cargadores de dispositivos móviles hasta fuentes de luminarias LEDs. Por otra parte, los inversores también se usan de forma generalizada en conjunto con bancos de baterías que almacenan energía generalmente de una fuente sustentable para posteriormente regresarla en corriente alterna. Otro uso muy importante de los inversores es el de control de motores síncronos y asíncronos trifásicos, actuadores fundamentales en la industria contemporánea.

Al ser una Unidad de Aprendizaje que es parte de una seriación de varios periodos se espera que el alumno domine a la perfección los equipos de medición básicos, además que comprenda plenamente los riesgos que implica trabajar con tensiones mayores a los niveles lógicos, se espera que el alumno también domine otras técnicas de sistemas digitales y de control que le permitan generar un proyecto integrador y funcional. Así mismo el profesor debe de ser consciente de las habilidades que los alumnos deben tener para siempre mantenerlos en un ambiente de constante motivación y desafío y debe cumplir con generar una interrelación con diferentes áreas de la electrónica.

La Unidad de aprendizaje de Electrónica de potencia II está formada por 5 unidades. La primera retoma el transistor MOSFET siendo base de todos los convertidores previamente mencionados y analiza sus principales circuitos de control, así como los de protección. La unidad 2 aborda los convertidores de corriente directa CD – CD. La unidad 3 retoma el concepto de factor de potencia, pero lo lleva a cargas inductivas. La unidad 4 presenta el diseño de inversores de una fase y trifásicos. Por último, la unidad 5 introduce al control voltaje corriente de los motores trifásicos.





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

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, 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 5 10	Control analógico y digital II 4 2 5 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 5 8	Circuitos eléctricos 3 3 6 9	Sistemas lineales y señales 4 2 6 10	Sistemas digitales 2 4 6 8	Microcontroladores 2 4 5 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	Estatica 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			
	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						
O P T A T I V A S											
									Integrativa profesional** - - - 8	Control de procesos industriales 2 4 6 8	
									Optativa 1 3 1 4 7		
									Optativa 2 3 1 4 7		
										30	
										P r a c t i c a P r o f e s i o n a l i	

HT 14	HT 20	HT 19	HT 15	HT 20	HT 17	HT 15	HT 15	HT 13	HT --
HP 9	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 63	CR 48	CR 45	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
								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 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

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	Total del núcleo Integral acreditar 13 UA + 2* para cubrir 144 créditos
Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 2 UA	8 2 8 14	

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	56 + 2 Actividades académicas
UA optativas	2
UA a acreditar	58 + 2 Actividades académicas
Créditos	450

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



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.

Diseñar controladores de voltaje de CA, propulsores de CD y CA utilizando los modelos de las arquitecturas típicas y técnicas de control para resolver problemas relacionados con la alimentación de motores trifásicos y con fuentes de energía alternativa.





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

Unidad temática 1. Transistor de potencia MOSFET

Objetivo: Diseñar circuitos de potencia con MOSFETs, a través de criterios de diseño para manejar motores de corriente alterna y corriente directa y software de simulación especializado, con el fin de mantener y actualizar sistemas industriales.

Temas:

- 1.1 Características generales.
- 1.2 Circuitos manejadores de compuerta.
 - 1.2.1 Cálculo del requerimiento de compuerta.
 - 1.2.2 Circuitos para conmutación inferior y conmutación superior.
 - 1.2.3 Módulos de disparo y módulos inteligentes.
- 1.3 Análisis térmico.
 - 1.3.1 Definición de modelo térmico equivalente.
 - 1.3.2 Cálculo de pérdidas por conducción (C.D) y conmutación (C.A.).
 - 1.3.3 Cálculo y selección del disipador.
- 1.4 Diseño de protecciones.
 - 1.4.1 Red Snubber.
 - 1.4.2 Diodo de rueda libre.
 - 1.4.3 Protecciones adicionales para la compuerta.

Unidad temática 2. Convertidores de corriente directa a corriente directa (CD – CD)

Objetivo: Diseñar circuitos convertidores de CD -CD, mediante criterios de diseño y simulación, con el fin de plantear sistemas específicos que resuelvan necesidades en aplicaciones industriales.

Temas:

- 2.1 Modulación de ancho de pulso (PWM).
- 2.2 Convertidor reductor o Buck.
 - 2.2.1 Modo continuo y modo discontinuo.
 - 2.2.2 Diseño del convertidor Buck en lazo abierto.
 - 2.2.3 Convertidores reductores con control de salida por voltaje.
 - 2.2.4 Cálculo de la eficiencia en convertidores reductores.
- 2.3 Convertidor elevador o Boost.
 - 2.3.1 Modo continuo y discontinuo





- 2.3.2 Diseño del convertidor Boost.
- 2.3.3 Cálculo de la eficiencia en convertidores elevadores.
- 2.4 Convertidor elevador – reductor (Buck – Boost).
 - 2.4.1 Modo continuo y discontinuo.
 - 2.4.3 Diseño del convertidor Boost.
 - 2.4.4 Cálculo de la eficiencia en convertidores elevadores.
- 2.5 Otros convertidores CD-CD.
 - 2.5.1 Convertidores Flyback.
 - 2.5.2 Convertidores Push – Pull.
- 2.6 Convertidores para sistemas basados en energías renovables.

Unidad temática 3. Factor de potencia

Objetivo: Analizar el impacto del factor de potencia y la aparición de armónicos en circuitos con cargas inductivas, aplicando teoría de circuitos y software de simulación especializado, con el propósito de proponer alternativas a la corrección del factor de potencia en equipos industriales.

Temas:

- 3.1 El problema del factor de potencia.
- 3.2 Análisis de armónicos en un circuito de potencia.
- 3.3 Corrección del factor de potencia.

Unidad temática 4. Convertidores conmutados de corriente directa a corriente alterna

Objetivo: Diseñar circuitos inversores revisando la teoría y mediante el empleo software de simulación especializado, a fin de validar los diseños propuestos antes de su implementación.

Temas:

- 4.1 Inversor de voltaje monofásico de medio puente y puente completo
- 4.2 Inversor trifásico de salida delta y salida estrella
- 4.3 Inversor de corriente





Unidad temática 5. Control de la velocidad y del par de motores eléctricos

Objetivo: Analizar el comportamiento de motores de CD síncronos y de inducción dentro de un esquema de control, mediante los modelos matemáticos y simulaciones en software, con el fin de manejar, mantener y actualizar aplicaciones en control de procesos industriales.

Temas:

5.1 Control de Motores de corriente directa

5.1.1 Control de velocidad

5.1.2 Control de Par

5.2 Control de Motores síncronos

5.2.1 Control de velocidad

5.2.2 Control de Par

5.3 Control de motores de Inducción

VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Fitzgerald, A. E. et al. (2004). *Máquinas Eléctricas*. 6^a edición. Mc. Graw Hill.
- Hart, D. W. (2001). *Electrónica de Potencia*. 1^a Edición. Pearson/Prentice Hall.
- Benavent García, J. M., Abellán García, A., & Figeres Amorós, E. (1999). *Electrónica de Potencia, Teoría y Aplicaciones*. México: Alfaomega.
- Rashid, M. H. (2015). *Electrónica de Potencia*. 4^a Edición. Pearson Educación.

Literatura en inglés:

- Dewan, S.B. and Straughen, A. (1975). *Power Semiconductor Circuits*. 1a Edición. Jhon Wiley and Sons.
- Irwin, J. D. (2001). *Power Electronics Handbook*. 1^a Edición. Academic Press.
- Mohan, N. (2011). *Power Electronics, a first course*. 1a Ed. Jhon Wiley and Sons.