

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



PROGRAMA DE ESTUDIOS

ROBÓTICA

Elaboró:	<u>Dr. Giorgio Mackenzie Cruz Martínez</u>	<u>Ingeniería</u>
	<u>Ing. Stephanie Cruz Martínez</u>	<u>Ingeniería</u>
	<u>Mtro. Víctor Manuel Montaña Serrano</u>	<u>Ingeniería</u>

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

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	<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

Robótica

Clave

LINE42

Carga académica

3

1

4

7

Horas
teóricas

Horas
prácticas

Total de
horas

Créditos

Carácter

Optativa

Tipo

Curso

Periodo escolar

Noveno

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño de
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

Ninguno

Ninguno

UA Antecedente

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X





II. Presentación del programa de estudios.

Los robots son dispositivos se han metido de lleno en los sistemas de manufactura en cualquier proceso de producción. Están presentes desde hace varias décadas y la tendencia persiste en la sustitución de máquinas y personal en todas las tareas repetitivas en las líneas de ensamblaje. Los robots industriales son la consecuencia de la integración de la automatización y dispositivos mecánicos, además del incremento del poder de cómputo de los ordenadores y el desarrollo de sensores e interfaces electrónicas. De aquí la relación innata que tiene con la Ingeniería electrónica además de la ingeniería en computación y la ingeniería mecánica.

Los niveles que actualmente presentan los robots respecto a la complejidad de tareas que pueden realizar, así como la precisión, repetibilidad y resolución, exigen profesionistas que diseñen, programe y den mantenimiento a estos dispositivos, en el menor de los tiempos y con un nivel de competitividad constante mente incrementándose.

Por las razones anteriormente citadas se requiere que el Ingeniero en Electrónica que pretenda dedicarse al ambiente industrial en las actividades referente a la automatización ya sea dentro del proceso de manufactura o en el diseño de estos, domine los conocimientos y los atributos necesarios que le permitan comprender la problemática relacionada a la robótica.

Esta UA se enfocará en las arquitecturas típicas de los robots industriales, se retomarán los conocimientos de la UA de Modelado de sistemas dinámicos aplicados, para obtener los modelos dinámicos de los mismos, y aplicar la teoría de control para que los robots puedan posicionarse y seguir trayectorias y efectuar tareas. Este curso está centrado en dar las herramientas analíticas básicas y actuales que permitan que un robot manipulador haga tareas simples, además considerando que los alumnos ya cuentan con los conocimientos de sistemas embebidos y electrónica de potencia, serían ya capaces de simular y diseñar modelos físicos experimentales en donde pongan a prueba las teorías de control de un manipulador.

De esta forma la UA está compuesta por seis unidades temáticas. La Unidad 1 habla sobre la cinemática de manipuladores aborda la cinemática directa e inversa. La unidad 2 sienta las bases para la nomenclatura del modelado dinámico de manipuladores, comenzando con los casos más simples como la centrífuga y el péndulo hasta llegar a los manipuladores de 3 grados de libertad, la Unidad 4 describe técnicas de control de posición con el fin de lograr que los manipuladores lleguen a puntos deseados por sí mismos. La Unidad 5 plantea estrategias para hacer seguimientos de trayectorias de forma automática y por último en la Unidad 6 se trata de diseñar controles hápticos para manipuladores mediante técnicas de control de impedancia.





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 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			
	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
HP	8
TH	23
CR	37

HT	20
HP	8
TH	28
CR	48

HT	19
HP	11
TH	30
CR	49

HT	15
HP	18
TH	31
CR	48

HT	20
HP	13
TH	33
CR	52

HT	17
HP	14
TH	31
CR	48

HT	16
HP	15
TH	30
CR	45

HT	16
HP	14***
TH	29***
CR	62

HT	13
HP	18
TH	29
CR	42

HT	-
HP	**
TH	**
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 serbón.

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	480





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.

Proponer robots manipuladores industriales a través del análisis de la cinemática directa e inversa y la síntesis del modelo dinámico haciendo uso de software específico de las arquitecturas robóticas comunes para construir esquemas de control que integren soluciones de forma coordinada con de las celdas de trabajo industriales.





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

Unidad temática 1. Cinemática de manipuladores

Objetivo: Formular el modelo cinemático directo de los robots manipuladores comunes, mediante transformaciones homogéneas y el algoritmo de DH, para conocer la posición de un manipulador dentro de un sistema de referencia.

Temas:

- 1.1 Cinemática Directa.
- 1.2 Método de Denavit-Hartenberg.
- 1.3 Cinemática directa de los robots: SCARA, esférico, cilíndrico, cartesiano.

Unidad temática 2. Dinámica de manipuladores

Objetivo: Formular el modelo dinámico de un robot manipulador de configuración común, mediante ecuaciones diferenciales, que permita establecer estrategias de control.

Temas:

- 2.1 Representación matemática de sistemas dinámicos.
- 2.2 Sistema Lineal Escalar.
- 2.3 Estimador de velocidad
- 2.4 Modelo dinámico de una centrifuga y de péndulo.
- 2.5 Modelo dinámico de un Robot de dos grados de libertad.
- 2.6 Modelo dinámico de un Robot de 3 grados de libertad RRR.
- 2.7 Modelo dinámico de un Robot cartesiano PPP.

Unidad temática 3. Identificación paramétrica de robots

Objetivo: Estimar los parámetros de un modelo dinámico de energía o de potencia de un robot, utilizando métodos numéricos a partir de la señal del par aplicado con el fin de establecer el modelo de un robot sin desarmarlo.

Temas:

- 3.1 Métodos de mínimos cuadráticos.
- 3.2 Modelo de regresión del péndulo.
- 3.3 Modelos de regresión de un robot de 2 grados de libertad.
- 3.4 Modelo de regresión de un robot cartesiano de 3 grados de libertad.





Unidad temática 4. Control de posición por moldeo de energía para manipuladores

Objetivo: Diseñar un control de posición para un robot manipulador, utilizando técnicas PD y PID que permita llegar a posiciones deseadas dentro de un sistema de referencia de forma autónoma.

Temas:

- 4.1 Control proporcional Derivativo de: un péndulo, robot de 2, 3 grados de libertad y robot cartesiano.
- 4.2 Control PID para un robot de dos grados de libertad.

Unidad temática 5. Control de trayectoria por moldeo de energía para manipuladores

Objetivo: Diseñar un control de trayectoria para un robot manipulador, utilizando técnicas de interpolación y controles PD que permita seguir trayectorias deseadas dentro de un sistema de referencia de forma autónoma.

Temas:

- 5.1 Control punto a punto.
- 5.2 Control tangente hiperbólico.
- 5.3 Control arco tangente.
- 5.4 Control PD.
- 5.5 Control par calculado.

Unidad temática 6. Control Fuerza - Impedancia para manipuladores.

Objetivo: Diseñar un control de fuerza para un robot manipulador, utilizando técnicas control de impedancias que permita hacer tareas de forma autónoma, para aplicaciones donde la fuerza empujada en el elemento terminal es importante.

Temas:

- 6.1 Sistemas hápticos.
- 6.2 Control de fuerza por lazo interno de posición.
- 6.3 Control de fuerza por lazo interno de velocidad.
- 6.4 Control Híbrido de fuerza posición.





VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Barrientos, A. (2007). *Fundamentos de la Robótica*. McGraw-Hill Interamericana de España [TJ211.F87 2007].
- Mellado Arteché, M. (2013). *Robótica*. Universidad Politécnica de Valencia. [TS191.8 .M45 2013].
- Pérez Cisneros A., Cuevas E. V., Zaldívar Navarro D. (2015) *Fundamentos de robótica y mecatrónica con Matlab Simulink*. Alfaomega. [TJ211 P46].
- Reyes, C. F. (2011). *Robótica: control de robots manipuladores*. Alfaomega. [TJ211.R494 2011].
- Reyes, C. F. (2012). *Matlab aplicado a la Robótica y la Mecatrónica*. Alfaomega. [TJ211.45. R49 2012].

Literatura en inglés:

- Quigley, M. (2015). *Programming robots with ROS*. O'Reilly & Associates Incorporated, Edition. [TJ211.45.Q54 2015]

Complementario:

- Criag, J. J. (2006). *Robótica traducción*, Alfonso Vidal Romero Elizondo; revisión técnica, José Ramón Álvarez Bada. Pearson Education [TJ211 .C67 2006]

