



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control de Brazos Manipuladores
Clave de la asignatura:	MED-2506
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura		
En esta asignatura se desarrollan competencias que aportan al perfil del ingeniero habilidades para programar, integrar, modelar (cinemática), simular, generar trayectorias de Brazos de Robot Industriales. Lo cual le permitirá integrar a procesos automatizados brazos de robot, escalar dichos procesos para mejor rendimiento, evaluar en qué condiciones se pueden integrar dichos brazos de basándose en simulaciones y generación de trayectorias de los brazos, decidir bajo qué condiciones es sostenible integrar los brazos de robot a los procesos. La asignatura consiste en el conocimiento de la estructura interna y externa de un brazo de robot industrial, así como la configuración, programación, simulación, generación de trayectorias, conexión con otros dispositivos inteligentes bajo distintos protocolos, una vez conocido todo ello evaluar la integración del mismo en un proceso con fines de automatización La asignatura requiere que el estudiante cuente con bases sólidas en instrumentación, controladores lógicos programables, programación estructurada y visual, microcontroladores, control. Los temas, subtemas, y asignaturas previas requeridas se enuncian a continuación:		
Mecánica Clásica	Interpreta con la ayuda de vectores los movimientos del cuerpo rígido.	<i>Conceptos Fundamentales</i>
	Aplica los diferentes tipos de movimiento para obtener un modelo cinemático de un brazo de de robot industrial.	<i>Cinemática</i>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos





Álgebra Lineal	Utiliza los números complejos y sus propiedades, para describir y fundamentar ecuaciones de modelado de brazos de robot.	<i>Números Complejos</i>
	Con la ayuda de las propiedades de las matrices, desarrolla ecuaciones de modelado de robots, para su posterior interpretación, programación para simular y generación de trayectorias.	<i>Matrices y Determinantes</i>
	Resuelve ecuaciones de modelado usando para ello las propiedades de sistemas de ecuaciones lineales y métodos de solución.	<i>Sistemas de Ecuaciones Lineales</i>
	Utiliza las propiedades de los productos de vectores para analizar ecuaciones de modelado	<i>Espacios Vectoriales</i>
	Aplica el concepto de transformaciones lineales para plantear Matrices de Transformación Homogéneas las cuales contengan el modelado de un brazo de robot.	<i>Transformaciones Lineales</i>
Programación Estructurada	Emplea los conceptos básicos de programación para realizar programas en el lenguaje del brazo de robot.	<i>Elementos del Lenguaje de Programación</i>
	Adapta los conceptos de programación modular, hacia diversas tareas que un brazo de robot puede realizar en un proceso industrial.	<i>Programación Modular</i>
	Recurre a los puertos RS-232 y paralelo para adaptar señales de entrada y salida en el controlador del robot, con el objetivo de poder escalar un proceso con diferentes dispositivos.	<i>Aplicación de Puertos de Comunicación</i>
Programación Visual	Aplica los conocimientos de programación orientada a objetos para en conjunto a los conocimientos de modelado realizar programas de simulación de movimientos de los brazos de robot.	<i>Interfaces Gráficas de Usuario. Elementos Básicos de la Interfaz Gráfica de Usuario.</i>





		<i>Elementos Avanzados de la Interfaz Gráfica de Usuario. Desarrollo de Aplicaciones.</i>
Control I	Analiza la importancia que tiene un controlador en las variables de más interés en el control de un brazo de robot.	<i>Diseño de Compensadores.</i>
Microcontroladores	Utiliza el protocolo y arquitectura que sea conveniente para intercambiar información entre el controlador del brazo de robot y un sistema basado en un microcontrolador.	<i>Interfaces de Comunicación</i>
Instrumentación	Aplica los conocimientos sobre sensores para comprender, el tipo de sensores con los que consta el sistema interno de un brazo de robot. Además usa sus conocimientos sobre calibración para llevar a cabo mantenimiento sobre el brazo de robot.	<i>Sensores y Transmisores</i>
	Emplea el principio básico de diversos actuadores eléctricos y neumáticos, para comprender la morfología y diferentes configuraciones de brazos de robot.	<i>Actuadores</i>
Controladores Lógicos Programables	Usa los fundamentos de automatización para poder integrar un brazo de robot a un proceso e incluso usar el brazo de robot como el controlador principal de dicho proceso.	<i>Fundamentos de Automatización</i>
	Utiliza la programación de controladores lógicos programables para poder comunicar e intercambiar información con el controlador del brazo de robot, con el objetivo de poder expandir un proceso en la automatización.	<i>Estructura del Controlador Lógico Programable</i>
Intención didáctica		





La asignatura comprende cuatro temas fundamentales, en el primer tema se encuentran los conceptos básicos de los brazos de robot industriales, de forma tal comprenda como están constituidos los brazos de robot industriales, su estructura mecánica y partes de su controlador con interfaces de enseñanza y aprendizaje.

En el segundo tema se definen y se aplica la metodología para la programación y simulación de los brazos de robot industriales por lo menos se debe abordar un lenguaje de programación para un brazo de robot específico, se propone la realización de prácticas, con dicho lenguaje en donde el alumno pueda abordar desde el proceso de aprendizaje de puntos en el espacio del robot, programación de trayectorias, pasando por instrucciones de movimiento, instrucciones de control, funciones y subrutinas.

En el tercer tema se usan los conceptos de Integración y comunicación, para proveer a la estudiante de herramientas que le ayuden a automatizar un proceso intercomunicando el controlador del brazo de robot con otros dispositivos periféricos y usar interfaces gráficas de usuario.

En el cuarto tema se abordan los conceptos básicos de Modelado de brazos robótico. Durante ello se propone abordar la introducción al modelado cinemático directo, inverso en un lenguaje matemático que le permita al alumno tener las bases para evaluar los posibles movimientos del brazo y su espacio de trabajo.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

Las competencias genéricas que se fortalecen en esta asignatura son las interpersonales, instrumentales y sistémicas a través de investigación, trabajo en equipo, elaboración de prácticas y redacción de reportes respectivos, ensayos, exposiciones, análisis de casos, entre otros.

Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva particularmente a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la





curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actué de manera profesional.

El docente debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, y tener capacidad para trabajar en equipo, destrezas que le permitan proponer actividades a desarrollar, formación pedagógica para abordar con mayor propiedad los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes, facilitar, direccionar y orientar el trabajo del estudiante, potenciar en el estudiante la autonomía y toma de decisiones, estimular y potenciar el trabajo autónomo y cooperativo, facilitar la interacción personal.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Cd. Lerdo Durango. Enero del 2013	Representantes de la academia de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo	Evaluación Curricular de la especialidad la división de Ingeniería Electrónica
Revisión: Tecnológico Nacional de México campus Lerdo. Ciudad Lerdo, Durango a Junio de 2022	Integrantes de la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo	Revisión del programa
Revisión: Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Ciudad Lerdo, Durango a Abril de 2025.	Integrantes de la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.	Actualización del Módulo de Especialidad de acuerdo al estudio realizado.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Programa, conoce, comprende, analiza, simula, modela y opera brazos de robot





5. Competencias previas

Analiza diferentes tipos de sensores de velocidad, posición, fuerza, aceleración entre otros para poder comprender y dar mantenimiento a brazos de robot.

Aplica los principios de funcionamiento básico de diferentes actuadores para llevar a cabo una clasificación adecuada de diferentes configuraciones de brazos de robot.

Usar conocimientos de programación para adaptarse al lenguaje específico de un determinado brazo de robot.

Emplear sintonía de control para entender cómo se lleva a cabo el movimiento de los brazos de robot sobre sus articulaciones.

Utilizar vectores para comprender el movimiento de brazos de robot.

Aplicar conocimientos de álgebra lineal para desarrollar diferentes modelos cinemáticos.

Usar interfaces gráficas de usuario para llevar a cabo simulaciones de brazos de robot.

Realizar intercomunicaciones entre el controlador del robot y diferentes dispositivos.

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Aspectos Básicos y Configuraciones de Brazos de Robot	1.1 Definición y clasificación de los brazos de robot. 1.2 Estructura Mecánica de los brazos de robot. 1.3 Configuración de brazos de robot. 1.4 Sistemas de coordenadas y tipos de movimientos. 1.5 Espacio de Trabajo. 1.6 Estructura del controlador
2	Simulación y Programación de Brazos de Robot	2.1 Lenguaje de programación 2.2 Tipos de datos. 2.3 Detección de colisiones 2.4 Comandos/Instrucciones de movimiento. 2.5 Comandos/Instrucciones de control de programa 2.6 Entradas/Salidas Digitales 2.7 Funciones y Subrutinas.





3	Comunicación e Integración con Dispositivos.	3.1 Arquitecturas y protocolos de comunicación. 3.2 Integración con dispositivos periféricos. 3.3. Desarrollo de una interfaz gráfica de usuario.
4	Introducción al Modelado de Brazos de Robot	4.1 Matrices de Transformación Homogénea. 4.2 Introducción a la Cinemática Directa e Inversa.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Aspectos Básicos y Configuraciones de Brazos de Robot.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): ✓ Define el concepto de brazo robótico. ✓ Reconoce los componentes esenciales de la estructura mecánica de un brazo de robot. ✓ Clasifica los brazos de robot según su morfología y energía impulsora. ✓ Reconoce los componentes esenciales de un controlador de brazo robótico. Genéricas: <i>Competencias Instrumentales</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Capacidad de organizar y planificar. ✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones.	• Busca, selecciona y organiza información acerca de la definición de brazo robótico. • Generar una definición para brazo de robot industrial. • Clasificar las diferentes articulaciones de brazos de robot. • Realizar mapas conceptuales en donde muestre la clasificación de los brazos de robot industriales de acuerdo a su configuración, tipo de energía y aplicaciones en la industria. • Elaborar ensayos sobre los tipos de controladores de brazo robótico. • Realizar visitas a empresas para ver en campo de acción a los brazos de robot. • Levantar un lay-out del espacio físico en donde se encuentra el brazo de robot con el cual se practicará durante el curso, y señalar las áreas y partes





✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas. ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	que requieran especial cuidado en la operación, para salvo guardar la seguridad de las personas que lo operen. • Aplicar para las exposiciones al menos tres herramientas de las siguientes: ✓ Presentación animada (no powerpoint) ✓ Videos de fabricantes ✓ Videos de robot en proceso de la región. ✓ Animaciones de modelos de robot ✓ Modelos a escala elaborados de material reciclable.
2. Simulación y Programación de Brazos de Robot.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): ✓ Manipular el robot desde el péndulo de enseñanza. ✓ Grabar y editar puntos en diferentes tipos de coordenadas desde el péndulo de enseñanza. ✓ Realizar programas sencillos con instrucciones de movimientos para generación de trayectorias. ✓ Programar con arreglos, tareas que involucren la repetición de puntos.	• Observar la explicación que suministra el docente, sobre los elementos del brazo de robot, así como del espacio y lugar donde su ubica. • Realizar mapas conceptuales del sistema robotizado. • Leer el manual de programación que el docente proporcione. • Exponer ante el grupo el funcionamiento del teach pendant. • Explicar entre compañero como se manipula el robot desde la terminal.





- ✓ Usar instrucciones de control de programa para un determinado proceso.
- ✓ Aplicar lazos condicionales e incondicionales para la realización de tareas repetitivas.
- ✓ Elaborar programas con funciones y subrutinas, que reemplacen a programas ya vistos y posteriormente aplicar este tipo de programación a procesos específicos.
- ✓ Usar las funciones y subrutinas en librerías para poder proteger y ahorrar código en los programas.

Genéricas:

Competencias Instrumentales

- ✓ Capacidad de análisis y síntesis.
- ✓ Capacidad de organizar y planificar.
- ✓ Habilidades para el manejo de la computadora.
- ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos.
- ✓ Toma de decisiones.

Competencias interpersonales:

- ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas.
- ✓ Capacidad crítica y autocrítica.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Habilidades interpersonales.

- Elaborar un manual en equipo en donde se plasme el funcionamiento del sistema del brazo de robot, los aspectos de seguridad a tener en cuenta durante su operación.
- Realizar visitas guiadas por el docente al laboratorio, con el fin de aprender de la creación y edición de programas.
- Analizar los programas vistos en clase y expresar las dudas al docente o a los compañeros.
- Obtener la información necesaria para llevar a cabo las prácticas correspondientes al tema.
- Exponer cualquier duda al docente.
- Realizar el bosquejo de puntos necesarios para la práctica.
- Obtener la secuencia adecuada, mediante diagramas de flujo.
- Realizar la edición de la práctica.
- Corregir de ser necesario.
- Investigar sobre los puntos relevantes de la práctica para su documentación, para ello tomar fotos o videos de la práctica, buscar información contextual en libros, revistas y/o internet.





✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	
3. Comunicación e Integración con Dispositivos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): ✓ Opera los puertos de comunicación con los que cuente el brazo de robot disponible en el laboratorio. ✓ Usa los puertos de propósito general de entradas y salidas para la conexión de sensores y actuadores. ✓ Realizar comunicación con diferentes dispositivos periféricos como: PLC, Microcontroladores y/o instrumentos virtuales. Genéricas: <i>Competencias Instrumentales</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. ✓ Capacidad de organizar y planificar. ✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.	• Buscar los manuales pertinentes al sistema de brazo de robot. • Realizar una exposición ante grupo para explicar el funcionamiento de los puertos con los que cuenta el sistema. • Desarrollar uno o varios programas para el sistema que indique el profesor, para lograr comunicación con el controlador del brazo de robot. <i>(Programación vista en diferentes asignaturas previas).</i> • Elaborar una interfaz gráfica de usuario para llevar a cabo una simulación de brazo de robot





✓ Toma de decisiones. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas. ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	
4. Introducción al Modelado de Brazos de Robots	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Especifica(s): ✓ Obtener las ecuaciones de una matriz de transformación homogénea en 2D y 3D. ✓ Desarrollar las ecuaciones y graficas pertinentes a los movimientos de rotación y traslación. ✓ Obtener un modelo cinemático de un brazo de robot de al menos dos o tres grados de libertad usando los siguientes métodos: ↺ Cinemática Directa ↺ Cinemática Inversa	• Buscar Información sobre matrices de transformación homogénea. • Recopilar información sobre cinemática inversa y directa. • Realizar diversos problemas sobre matrices de transformación. • Realizar diversos problemas sobre modelado matemático.





Genéricas:

Competencias Instrumentales

- ✓ Capacidad de análisis y síntesis.
- ✓ Capacidad de organizar y planificar.
- ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos.
- ✓ Habilidades para el manejo de la computadora.
- ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- ✓ Toma de decisiones.

Competencias Interpersonales:

- ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas.
- ✓ Capacidad crítica y autocrítica.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Habilidades interpersonales.
- ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas.

Competencias sistémicas:

- ✓ Habilidades de investigación.
- ✓ Capacidad de aprender.
- ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.





--	--

8. Prácticas

- ✓ Conocimiento del sistema de operación del brazo de robot.
- ✓ Seguridad y ubicación de puntos y circunstancias inseguras.
- ✓ Movimiento del brazo desde la terminal y desde el péndulo de enseñanza.
- ✓ Tipos de coordenadas y parámetros de movimiento.
- ✓ Movimiento de objetos a diferentes puntos dentro del espacio de trabajo.
- ✓ Tareas repetitivas usando arreglos.
- ✓ Tareas repetitivas usando lazos.
- ✓ Comunicación con dispositivos.
- ✓ Proceso mediante instrucciones de control de flujo.
- ✓ Interacción con el operador.
- ✓ Dibujar de trayectorias.
- ✓ Integración a un proceso, usando funciones y subrutinas desde librerías.

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

Automatización de un proceso de ensamblado de piezas en el cual se deben entregar los siguientes productos.

Confirmación en tiempo y espacio del proceso.

Comunicación con al menos un dispositivo inteligente.

Video con fines de venta a futuros clientes.

Manual del Operador.

Curso de Capacitación.

Código con instrucciones propias. *(Usar para ello subrutinas y funciones).*

Redacción de un artículo con fines a publicación.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos
- Exposición con medios didácticos
- Reportes escritos de las actividades de aprendizaje como mapas conceptuales
- Portafolio de evidencias
- Reporte del desarrollo del proyecto de asignatura
- Artículo técnico del desarrollo del proyecto de asignatura





- Reportes escritos de las prácticas, donde se incluyan los procedimientos realizados y resultados obtenidos, así como las observaciones y conclusiones a las que se hayan llegado.
- Reportes escritos de las investigaciones efectuadas.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente (programación, simulación, entre otras).
- Informes escritos de las conclusiones y observaciones en otras actividades encomendadas.
- Exámenes prácticos, donde se tome en cuenta el desempeño durante el desarrollo de la práctica y los resultados obtenidos.
- Proyecto que resuelva un problema, donde se reflejen las competencias adquiridas durante el curso.
- Exposiciones evaluadas conforme a la tabla de verificación determinada por el maestro.
- Realización de problemarios por subtemas de ser necesario.

11. Fuentes de información

- 1 Barrientos, Antonio. (2007). *Fundamentos de Robótica*. (2da Ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- 2 Reyes, Fernando. (2012). *Matlab Aplicado a Robótica y Mecatrónica*. Puebla, México: Alfaomega.
- 3 Reyes, Fernando. (2011). *Robótica: Control de Robots Manipuladores*. Puebla, México: Alfaomega.
- 4 Iñigo, Rafael. (2004). *Robots Manipuladores Industriales*. Barcelona, España: Alfaomega.
- 5 Craig, John J. (2006). *Robótica*. México: Pearson Prentice Hall.
- 6 Mellado, Martín. (2002). *Prácticas de Programación de Robots*. Valencia, España: UPV.
- 7 McCoub, Gordon. (2006). *Robot Builder's Bonanza*. USA: McGraw-Hill.
- 8 Ollero, Aníbal. (2007). *Robots Móviles y Manipuladores*. México: Alfaomega.
- 9 Angulo, José Ma. (2005). *Introducción a la Robótica*. Madrid, España: Thompson.
- 10 Spong, Mark. (2006). *Robot Modeling and Control*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- 11 Murray, Richard. (2013). *A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation*. (2da.Ed.). California: CRC Press.
- 12 Internet.
- 13 Manqueros, Victor. (2009). *Programación de Un Robot Manipulador apuntes del curso*.

