



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control de Brazos Manipuladores
Clave de la asignatura:	MEM-2204
SATCA¹:	2-4-6
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 y dar mantenimiento, de Brazos de Robot Industriales. Lo cual le permitirá integrar a procesos automatizados brazos de robot, escalar dichos procesos para mejor rendimiento, dar diferentes tipos de mantenimiento a diversos tipos de brazos de robot, 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, calibración, programación, mantenimiento, 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, así como bases solidas de algebra lineal, así como mecánica clásica. 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>
-------------------------	--	--------------------------------

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos





	Aplica los diferentes tipos de movimiento para obtener un modelo cinemático de un brazo de de robot industrial.	<i>Cinemática</i>
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	<i>Interfaces Gráficas de Usuario.</i>





	modelado realizar programas de simulación de movimientos de los brazos de robot.	<i>Elementos Básicos de la Interfaz Gráfica de Usuario. 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	<i>Estructura del Controlador Lógico</i>





	información con el controlador del brazo de robot, con el objetivo de poder expandir un proceso en la automatización.	<i>Programable</i>
Intención didáctica		
<p>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, los tipos de morfología existentes, elementos internos y externos, la clasificación de acuerdo al tipo de energía que procesan, tipos de herramientas, controlador y interfaces de enseñanza y aprendizaje.</p> <p>En el segundo tema se definen y se aplica la metodología para la programación 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 control de flujo, aritméticas, instrucciones de estatus, ciclos, subrutinas, etc.</p> <p>En el tercer tema se abordan los conceptos de Modelado, Trayectorias y Simulación. Durante ello se propone abordar el modelado cinemático directo, inverso y el algoritmo Denavit-Hartenberg, después de ello usar interfaces gráficas de usuario en un lenguaje matemático que le permita al alumno programar los algoritmos de modelado y movimiento, todo con el fin que pueda evaluar los posibles movimientos del brazo y su espacio de trabajo.</p> <p>En el cuarto tema se usan los conceptos de Integración, puertos de expansión del controlador y mantenimiento, para proveer a la estudiante de herramientas que le ayuden a automatizar un proceso intercomunicando el controlador del brazo de robot con otros dispositivos, además de llevar a cabo diferentes tipos de mantenimientos a sistemas robotizados.</p> <p>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</p>		





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 actúe 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





4. Competencia(s) a desarrollar

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

5. Competencias previas

<p>Analiza diferentes tipos de sensores de velocidad, posición, fuerza, aceleración entre otros para poder comprender y dar mantenimiento a brazos de robot.</p> <p>Aplica los principios de funcionamiento básico de diferentes actuadores para llevar a cabo un clasificación adecuada de diferentes configuraciones de brazos de robot.</p> <p>Usar conocimientos de programación para adaptarse al lenguaje específico de un determinado brazo de robot.</p> <p>Emplear sintonía de control para entender cómo se lleva realiza el movimiento los brazos de robot sobre sus articulaciones.</p> <p>Utilizar vectores para comprender el movimiento de brazos de robot.</p> <p>Aplicar conocimientos de algebra lineal para desarrollar diferentes modelados cinemáticos.</p> <p>Usar interfaces gráficas de usuario para llevar a cabo simulaciones de brazos de robot.</p> <p>Realizar intercomunicaciones entre el controlador del robot y diferentes dispositivos.</p>

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Aspectos Básicos y Configuraciones de Brazos de Robot	1.1 Historia. 1.2 Campos de la robótica. 1.3 Brazos de robot. 1.4 Tipos de brazos según su energía. 1.5 Elementos de componen el sistema. 1.6 Configuración de brazos de robot.
2	Programación de Brazos de Robot	2.1 Lenguajes de programación. 2.2 Programación desde terminal. 2.3 Programación desde péndulo de enseñanza 2.4 Tipos de Datos. 2.5 Sistemas de Coordenadas. 2.6 Instrucciones de flujo de programa.





		<p>2.7 Lazos condicionales e incondicionales</p> <p>2.8 Funciones y Subrutinas.</p> <p>2.9 Librerías.</p> <p>2.10 Mantenimiento a robots manipuladores</p>
3	Comunicación e Integración con dispositivos.	<p>3.1 Puertos de comunicación, arquitecturas y protocolos.</p> <p>3.2 Puertos de propósito general.</p> <p>3.3 Instrucciones de Estatus.</p> <p>3.4 Comunicación con dispositivos.</p> <p>3.5 Integración a un proceso de automatización.</p>
4	Modelado, Simulación y Trayectorias	<p>4.1 Matrices de Transformación Homogénea.</p> <p>4.2 Cinemática Directa e Inversa.</p> <p>4.3 Algoritmo Denavit-Hartenberg.</p> <p>4.4 Desarrollo de una interfaz grafica de modelado.</p> <p>4.5 Programación de Trayectorias e Interpolación de las mismas.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Aspectos Básicos y Configuraciones de Brazos de Robot.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Selecciona los sucesos más importantes en la evolución de la robótica. ✓ Identifica los diferentes campos en donde la robótica es usada. ✓ Reconoce los componentes esenciales de un brazo de robot. ✓ Clasifica los brazos de robot según su morfología y energía impulsora. <p>Genéricas: <i>Competencias Instrumentales</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Busca, selecciona y organiza información acerca de la historia de la robótica. Para ello utilizar: Libros, Journals, Revistas, Artículos, eBooks e información de la web (solo que sea de universidades). • Realizar mapas conceptuales en donde muestre la evolución de los brazos de robot industriales. • Elaborar ensayos sobre los precursores y antecedentes de la





- ✓ 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.
- ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos.

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.

robótica.

- Generar una definición para brazo de robot industrial.
- Realizar visitas a empresas para ver en campo de acción a los brazos de robot.
- Clasificar las diferentes articulaciones de brazos de robot.
- Realizar un plenario en donde se clasifiquen los brazos de robot de acuerdo a su configuración, tipo de energía y aplicaciones en la industria.
- 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 que requieran especial cuidado en la operación, para salvo guardar la seguridad de las personas que lo operen.
- Trabajar en equipo para realizar un exposición interactiva, ante los compañeros de grupo, la meta será dejar en claro los tipos de brazos de robot, tomando en cuenta diferentes tópicos abordados en clase.
- 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.





	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Animaciones de modelos de robot ✓ Modelos a escala elaborados de material reciclable.
<p>2. Programación de Brazos de Robot.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Especifica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Manipular el robot desde el péndulo de enseñanza. ✓ Grabar y editar puntos en diferentes tipos de coordenadas desde el péndulo de enseñanza. ✓ Navegar en los menús desde la terminal. ✓ Grabar y editar puntos desde la terminal. ✓ Manipular el robot desde la terminal. ✓ Ejecutar procedimiento de calibración para cada grado de libertad desde la terminal. ✓ Realizar programas con movimientos sencillos. ✓ Elaborar programas con instrucciones para la herramienta. ✓ Programar con arreglos, tareas que involucren la repetición de puntos. ✓ Emplear transformación de coordenadas. ✓ Usar instrucciones de control de flujo para un determinado proceso. ✓ Aplicar lazos condicionales e incondicionales para la realización 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 péndulo de enseñanza. • Explicar entre compañero como se manipula el robot desde la terminal. • 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





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.
- ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas.

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 ó videos de la práctica, buscar información contextual en libros, revistas y/o internet.





<p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
<p>3. Comunicación e Integración con dispositivos.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 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. ✓ Emplea instrucciones de estatus para usar los periféricos del sistema como interfaces para el usuario. ✓ Realizar comunicación con diferentes dispositivos, PLC's, Microcontroladores y/o instrumentos virtuales. ✓ Realizar una o varias integraciones del brazo de robot con otros dispositivos para sincronizar un proceso con fines de automatización. <p>Genéricas:</p> <p><i>Competencias Instrumentales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. ✓ Capacidad de organizar y planificar. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Tomar nota de la exposición del docente sobre las instrucciones de estatus. • 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>). • Analizar, proponer y desarrollar una aplicación para automatizar un proceso, en el que el controlador se comunique con un dispositivo al menos.





<ul style="list-style-type: none"> ✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones. <p><i>Competencias interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 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. <p><i>Competencias sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	
--	--

4. Modelado, Simulación y Trayectorias

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar Información sobre matrices de transformación homogénea. • Recopilar información sobre cinemática inversa y directa. • Investigar sobre la generación de trayectorias.





brazo de robot de al menos tres grados de libertad usando cualquiera de los siguientes métodos:

- Cinemática Directa*
- Cinemática Inversa*
- Algoritmo Denavit-Hartenberg.*

- ✓ Desarrollar una interfaz gráfica de usuario basándose en un modelado para realizar movimientos de un brazo de robot de al menos tres grados de libertad.
- ✓ Simular trayectorias y probarlas con el brazo de robot del laboratorio.

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

- Buscar información acerca de la simulación de robots usando su modelo cinemático y/o dinámico.
- Realizar diversos problemas sobre matrices de transformación.
- Desarrollar las graficas pertinentes de los problemas vistos en clase.
- Analizar el algoritmo Denavit-Hartenberg que el docente expone ante el grupo.
- Elaborar el problemario, para ello auxiliarse de diagramas de cuerpo libre.
- Usando un lenguaje matemático descriptivo elaborar una interfaz grafica de usuario para llevar a cabo una simulación de brazo de robot.
- Obtener el material que el docente proporciona a través de la web, sobre trayectorias, leerlo y cuestionar al docente sobre dudas existentes.
- Planificar trayectorias en base a lo aprendido y comprobarlas en el brazo de robot del laboratorio.





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.
- Manual de Mantenimiento.
- 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*.



Número de registro: RPIL-072
Fecha de inicio: 2017-04-10
Termino de la certificación 2021-04-10



Av. Universidad 1200, col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez,
C.P. 03330, Ciudad de México.
Tel. (55) 3600-2511, ext. 65047 / correo: s_academica@tecnm.mx

