

## 5.2.5 Robótica Industrial

### 1 Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<b>ROBÓTICA INDUSTRIAL</b>
Clave de la asignatura:	<b>CAD-2005</b>
Créditos SATCA <sup>4</sup> :	<b>2 – 3 – 5</b>
Carrera:	<b>INGENIERÍA ELECTRONICA</b>

### 2 Presentación

#### Caracterización de la asignatura

El principal objetivo de la Industrial 4.0 es crear fábricas inteligentes por medio de la integración de sistemas de fabricación ciber físicos (virtuales y físicos); la cuarta revolución industrial implica la realización de máquinas y sistemas inteligentes conectados, la total automatización de la manufactura.

La automatización y uso de robots industriales y su implementación en industrias 4.0 es una realidad que se vive prácticamente en cualquier industria, es por ello por lo que el estudiante de ingeniería debe estar preparado para las exigencias globales. Es por lo anterior que se incorpora esta materia en el módulo de especialidad para la carrera de Ingeniería Electrónica.

La intención de esta materia es que los estudiantes, diseñen u optimicen, implementen y programen diferentes sistemas que integran un robot industrial.

Las principales aportaciones que esta asignatura brinda al perfil profesional son:

- Resolver problemas en el sector productivo mediante la automatización, instrumentación y control.
- Desarrollar aplicaciones en un lenguaje de programación de alto nivel para la solución de problemas relacionados con las diferentes disciplinas en el área.
- Planear, organizar, dirigir y controlar actividades de instalación, actualización, operación y mantenimiento de equipos y/o sistemas electrónicos.
- Dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinario y multidisciplinario en contextos nacionales e internacionales.
- Capacitar y actualizar en las diversas áreas de aplicación de ingeniería electrónica.

#### Intención didáctica

El temario de esta asignatura se organiza en 5 unidades, las cuales deberán tratarse bajo un enfoque donde el alumno desarrolle a sus habilidades, destrezas y aptitudes; esto es cada tema deber ser orientado hacia diferentes aplicaciones donde el



estudiante sepa con claridad donde las va a utilizar de manera adecuada en el campo laboral. El profesor deberá aplicar las estrategias pertinentes para llevar al alumno a su formación bajo esta didáctica.

Cabe resaltar la importancia de realizar la capacitación de manipulación de robots a lo largo del curso para permitir vincular la teoría con la práctica.

Todos los temas están interrelacionados y es necesario contar con cierto dominio matemático. Es necesario conocer los conceptos fundamentales de operaciones matriciales y la transformada de Laplace, destacando que se vuelven unas herramientas fundamentales en el estudio de los modelos matemáticos generados.

En la unidad uno se abordarán los temas introductorios a la robótica industrial, con la finalidad de que el alumno se familiarice con términos y conceptos; la unidad dos es referentes a las matrices de transformación más comúnmente usadas en robots; en la tercera unidad se verán las leyes de cinemática para la programación de un robot; en la unidad cuatro se tratarán tópicos referentes a la programación de sistemas robóticos. Finalmente, en la unidad 5 se ahondarán en temas relacionados con los sistemas de control aplicados en la robótica industrial.

Dentro del curso se contempla la posibilidad del desarrollo de actividades prácticas que promuevan, de los temas básicos a los avanzados, el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de las articulaciones del robot, que pueden ser de naturaleza eléctrica, neumática o hidráulica, considerando siempre sus datos relevantes; el planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; así mismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis- síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado, así, por ejemplo, la robótica es posible observarla en aplicaciones prácticas que brinden una mejor comprensión de sus características. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

Se sugiere una actividad integradora (proyecto final) que permita aplicar los conceptos de robótica estudiados durante el curso. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores.

Con todo lo anterior se espera que el alumno tenga las herramientas suficientes para poderlas llevar a cabo en su ámbito profesional cuando esto sea requerido

3 Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Apizaco, marzo 2020.	Representantes de Academia de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco.	Elaboración e integración del Módulo de Especialidad de la Carrera de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco.

4 Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar, optimizar y poner en operación sistemas que integren equipos instrumentación y automatización en robótica industrial.</li> <li>• Seleccionar los sistemas que integren equipos de la ingeniería en robótica industrial, de acuerdo con el tipo de aplicación.</li> <li>• Manejar los principios y aplicaciones de otras disciplinas relacionadas con la ingeniería en robótica industrial.</li> <li>• Utilizar los procesos, métodos, instrumentos y herramientas propias de la ingeniería en robótica industrial</li> </ul>

5 Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación de dispositivos de control (PLC's, microcontroladores, PAC's, etc.)</li> <li>• Diseño de amplificadores de potencia</li> <li>• Selección de sensores, actuadores y controladores.</li> <li>• Diseño e implementaciones de leyes de control.</li> <li>• Maquinas Eléctricas.</li> <li>• Protocolos de comunicación industrial</li> </ul>
---

6 Temario

No.	Temas	Subtemas
1	<b>Introducción a la Robótica.</b>	1.1. Historia de los robots 1.2. Definiciones de robot 1.3. Aplicaciones industriales clásicas y modernas 1.4. Robots en la Industria 4.0 1.5. Características principales de los robots 1.6. Robots industriales 1.7. Robots autónomos 1.8. Robots Móviles 1.9. Grados de libertad



		<p>1.10. Configuraciones básicas y estructura mecánica.</p> <p>1.11. Transmisiones y reductores</p> <p>1.12. Tipos de efectores finales</p> <p>1.13. Elementos que integran un robot.</p> <p>1.13.1. Sensores (ultrasónicos, capacitivos, presión, ópticos, etc.)</p> <p>1.13.2. Actuadores y herramientas (neumáticos, eléctricos, hidráulicos, etc.)</p>
2	Transformaciones	<p>2.1. Matrices de transformación</p> <p>2.1.1. Traslación</p> <p>2.1.2. Rotación</p> <p>2.1.3. Rotación</p> <p>2.1.4. Cambio de coordenadas</p> <p>2.1.5. Escalamiento</p>
3	Cinemática	<p>3.1. Ecuaciones de cinemática</p> <p>3.2. Cinemática directa</p> <p>3.3. Cinemática inversa</p> <p>3.4. Solución de ecuaciones de cinemática</p> <p>3.5. Trayectorias</p>
4	Programación de robots	<p>4.1. Métodos de Programación de un robot</p> <p>4.2. Requerimientos de un sistema de programación</p> <p>4.3. Programación por guiado</p> <p>4.4. Programación a nivel de Robot y programación a nivel de tarea.</p>
5	Control de robots en la industria 4.0	<p>5.1. Fundamentos de control usando micro-procesadores, PLC o microcontroladores, etc.</p> <p>5.2. Algoritmos de control</p> <p>5.3. Sistemas de comunicación.</p>

**7 Actividades de aprendizaje de los temas**

Nombre de tema <b>Introducción a la Robótica.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> El alumno debe comprender la utilización práctica e importancia de los robots en la industria, así como los elementos que lo integran.</p> <p><b>Genéricas:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una línea del tiempo de la historia de los robots.</li> <li>Identificar las características principales.</li> <li>Conocer las configuraciones básicas.</li> </ul>



Ingeniería Electrónica

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> </ul> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer en forma simple las principales estructuras mecánicas empleadas en un robot.</li> </ul>
<p>Nombre de tema <b>Transformaciones</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b> Identificar y realizar las matrices de transformaciones necesarias para la manipulación de un robot, giros, escalamientos y traslaciones en un espacio tridimensional.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y realizar las matrices de translación</li> <li>• Conocer y realizar las matrices de rotación</li> <li>• Conocer y realizar matrices de cambio de coordenadas tridimensionales</li> <li>• Identificar las transformaciones involucradas en sistemas de visión.</li> </ul>

<p>Nombre de tema <b>Cinemática</b></p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p><b>Específica(s):</b> Conocer las ecuaciones que rigen el comportamiento cinemático de los robots para analizar los problemas de posicionamiento del manipulador.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la posición y orientación de la mano, algoritmo de Denavit Hartenberg</li> <li>• Identificación de los grados de libertad</li> <li>• Conocer la región accesible del manipulador</li> <li>• Solucionar del modelo cinemático directo</li> <li>• Solucionar del modelo cinemático inverso</li> <li>• Comprender el Jacobiano del manipulador</li> </ul>



Nombre de tema <b>Programación de robots</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Programar una tarea repetitiva del manipulador en base cada uno de los puntos o manejando las ecuaciones cinemáticas</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar y manejar un programa que visualizar el funcionamiento de una tarea.</li> <li>• Familiarizarse en cómo construir un lenguaje de programación que contenga varias instrucciones.</li> <li>• Identificar la diferencia entre programación a nivel tarea y nivel robot</li> </ul>

### 8 Práctica(s)

- Introducción a la robótica industrial y la identificación de los elementos que constituyen un robot.
- Introducción y familiarización de software capaz de simular el comportamiento dinámico de mecanismos multicuerpo.
- Uso de herramientas necesarias determinar las coordenadas articulares y las características geométricas del robot (cinemática directa).
- Solución de las ecuaciones de cinemática, usando un software de programación.
- Selección de servo accionamientos.
- Planificación de trayectorias.
- Simulación y control de robots.
- Programación de un robot industrial
- Remasterización del robot.
- Programación del origen.
- Manipulación de E/S digitales



## 9 Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** Marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** Con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** Consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** Es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Proyectos integradores propuestos con el objetivo de utilizar los conocimientos obtenidos durante el curso y las practicas realizadas, de tal manera que en un robot:

- Identifique los grados de libertad
- Tipo de servo accionadores y sensores.
- Determinación de ecuaciones de cinemática.
- Simulación y control del robot.
- Manipulación de E/S digitales.
- Integración del robot a un sistema de producción o manufactura.



## 10 Evaluación con competencias

- Evaluar los reportes y actividades realizadas en el laboratorio, de acuerdo a un formato previamente establecido.
- Tomar en cuenta la calificación de tareas y ejercicios.
- Considerar la participación en las actividades programadas en la materia:
  - Participación en clases
  - Exposición de temas
  - Asistencia
  - Paneles de discusión.
  - Participación en congresos o concursos
- Aplicar exámenes escritos considerando que no sea el factor decisivo para la acreditación del curso.
- Revisar el desarrollo de proyectos.
- Evaluar informes escritos de las visitas industriales. Considerar el desempeño integral del alumno.

## 11 Fuentes de información

1. Saltarén P. Roque J., Prácticas de robótica utilizando MatLab, Universidad Miguel Hernández. Departamento de Ingeniería, 2000
2. Joyanes, Luis, INDUSTRIA 4.0 - La cuarta revolución industrial, Alfaomega, 2017.
3. Control de movimiento de robots manipuladores Víctor Santibáñez y Rafael Nelly Prentice Hall
4. Ferraté, G., Amat, F. y otros. "Robótica industrial". Prentice Hall
5. Ayres, R.U. y otros. "Robotics and flexible manufacturing technologies".
6. Lothe, F., Kauffmann, J.M. "Robot components and systems".
7. José María Angulo Usategui , " Curso de Robótica ", Paraninfo Madrid