



## 1.- Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Robótica
<b>Clave de la asignatura:</b>	RCJ-2403
<b>Créditos<sup>1</sup></b>	4-2-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Electrónica

## 2.- Presentación

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Electrónica las competencias necesarias para el modelado matemático y el control automático de mecanismos robóticos tales como robots manipuladores, robots móviles con ruedas y robots aéreos, siendo este grupo de robots ampliamente utilizados tanto en la industria como en otras aplicaciones civiles.

En los últimos años, debido principalmente al desarrollo tecnológico y al requerimiento de procesos industriales con un mayor nivel de automatización, se ha incrementado la necesidad de formar profesionistas capacitados en áreas tales como informática, cibernética y robótica.

La robótica es la rama del conocimiento que se dedica al estudio de los robots, es decir, de sistemas mecánicos dotados de movimiento, el cual puede ser controlado en forma automática para realizar diversas tareas previamente programadas. En la industria moderna el uso de robots manipuladores ha cobrado gran importancia, especialmente cuando se requiere la manipulación de piezas. Se les llama robots manipuladores a aquellos con aspecto de brazo que están destinados a este tipo de aplicaciones. Por otro lado, los robots móviles con ruedas y los robots aéreos también han incrementado sus áreas de aplicación en la industria (traslado de piezas), en búsqueda y rescate, en vigilancia, etc.

La robótica es una asignatura multidisciplinaria; requiere conocimientos en áreas tales como mecánica, electrónica, computación y control automático. Para el ingeniero en electrónica, y especialmente para aquel que tiene un perfil enfocado a la instrumentación y el control automático, el conocimiento de la robótica le da las competencias necesarias para

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos



enfrentar problemas en los que se requiera el análisis y diseño de sistemas que proporcionen cierta automatización industrial, o soluciones móviles en ambientes extremos.

La asignatura introduce conceptos básicos sobre robótica, poniendo énfasis en el conocimiento de los diversos subsistemas que integran un robot, así como sus características de funcionamiento. También se abordan temas tales como el modelado, el sensado de posición y movimiento, así como el control de robots.

Para su mejor aprovechamiento, esta asignatura requiere que el estudiante cuente con competencias adquiridas en asignaturas previas, tales como programación, modelado de sistemas, instrumentación y control automático.

#### **Intención didáctica.**

Los temas que integran la presente asignatura han sido organizados en cinco temas, tal como se describe a continuación:

El primer tema inicia con un breve repaso de las herramientas matemáticas que serán requeridas en el curso, en particular temas de teoría de conjuntos y álgebra lineal; posteriormente, se estudian conceptos básicos sobre robótica (historia, clasificación y aplicaciones de robots, componentes de un sistema robótico, grados de libertad, etc.). Así mismo, se trata el problema de localización espacial de cuerpos rígidos, y en particular se estudian las distintas herramientas matemáticas para la representación de la posición y orientación, tales como: matrices de rotación, ángulos de Euler y par de rotación.

El segundo tema aborda específicamente a los robots manipuladores, estudiando su arquitectura, así como el modelado cinemático (directo e inverso). Se estudia aquí el procedimiento originalmente propuesto por Denavit y Hartenberg.

En el tercer tema, se trata el modelado de robots móviles, utilizando el formalismo de Newton-Euler y el de Euler-Lagrange. Específicamente, se abordan los modelados de robots móviles con ruedas del tipo unicycle y robots aéreos de cuatro rotores.

En el cuarto tema, se estudian los diferentes tipos de sensores utilizados en robótica. Por ejemplo, se tienen sensores especializados para la posición y los movimientos lineales, movimientos rotacionales, sistemas de medición inercial, etc.

Finalmente, en el tema cinco se estudian algunos esquemas para el control de robots manipuladores, móviles con ruedas y aéreos de cuatro rotores. Los algoritmos de control a utilizar son del tipo PID.



Todos los temas están interrelacionados y se debe contar con cierto dominio de conceptos matemáticos básicos, tales como operaciones con matrices; destacando que son una herramienta fundamental en el estudio de los modelos generados.

Para este curso no se contemplan horas de laboratorio. Sin embargo, si se propone la realización de una actividad integradora (proyecto final) que permita aplicar los conceptos de robótica estudiados durante el curso. Esto permite cerrar la asignatura mostrándola como útil en el desempeño profesional. Se pretende que la mayoría de los contenidos sean presentados en clase, aunque también se contempla la posibilidad de encargar el estudiante actividades de investigación extra clase, las cuales serán evaluadas como tareas, que deberán ser entregadas al profesor.

Para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje, se sugiere que, una vez presentado un nuevo contenido, se realicen en el pizarrón una serie de ejercicios, los cuales pueden ser desarrollados por el mismo profesor, o por algunos estudiantes de manera voluntaria. Así mismo, se pueden encargar ejercicios como parte de las tareas extra clase.

Como parte del curso, perfectamente cabe la posibilidad de utilizar como apoyo herramientas de software, así como materiales didácticos diversos (videoprojector, dispositivos multimedia, internet, etc.) que en la actualidad están disponibles para la mejor comprensión de los temas. Entre los paquetes de software sugeridos para este curso están: SolidWorks y Matlab/Simulink, ya que permiten el diseño, programación y simulación de sistemas robóticos.

En el transcurso de todas las actividades programadas, es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y que, en consecuencia, actúe de una manera profesional. Se pretende que el estudiante aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; así mismo, que desarrolle competencias genéricas mediante aptitudes tales como la puntualidad, el entusiasmo, la autonomía, la creatividad, etc.



### 3.- Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna. Marzo 2024.	Academia de Ingeniería Electrónica y Cuerpo Académico de Mecatrónica y Control del Instituto Tecnológico de La Laguna	Diseño curricular de la especialidad: Robótica y Control Avanzado.

### 4.- Competencia(s) a desarrollar

#### Competencia(s) específica(s) de la asignatura:

- Comprende y aplica los componentes principales de un sistema robótico y las principales formas de representación.
- Comprende y analiza los aspectos principales de modelado de robots.
- Comprende y analiza los aspectos principales del sensado para robots.
- Comprende y analiza los aspectos principales del control de robots.

### 5.- Competencias previas

- Habilidad para llevar a cabo operaciones básicas con matrices (de la asignatura Álgebra Lineal).
- Capacidad para aplicar las leyes fundamentales de la física a problemas de cinemática y dinámica (de la asignatura Modelado de Sistemas Mecatrónicos).
- Habilidad para el análisis y diseño de sistemas de control automático (de las asignaturas de Control: Control I y Control II).
- Capacidad para identificar y utilizar diferentes tipos de sensores y actuadores (diferentes asignaturas previas en las que tratan sensores y actuadores).
- Habilidad para el diseño e implementación de algoritmos para la solución de problemas mediante la computadora (de las asignaturas de Programación Estructurada y Programación Visual).
- Habilidad para el análisis y diseño de modelos de sistemas dinámicos (de la asignatura Modelado de Sistemas Mecatrónicos).



## 6.- Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la robótica	1.1 Fundamentos matemáticos 1.2 Historia de la robótica 1.3 Clasificación y aplicaciones de los robots 1.4 Componentes básicos de un sistema robótico 1.5 Espacios de configuración 1.6 Representación de la posición 1.7 Representación de la orientación
2	Robots manipuladores	2.1 Arquitectura de un robot manipulador 2.2 Matriz de transformación homogénea 2.3 Parámetros de Denavit-Hartenberg 2.4 Cinemática directa 2.5 Cinemática inversa
3	Robótica Móvil	3.1 Descripción y configuración de robots móviles con ruedas 3.2 Modelado cinemático y dinámico de robots móviles con ruedas 3.3 Descripción y configuración de robots aéreos 3.4 Modelado dinámico de robots aéreos
4	Sensado de movimientos en robótica	4.1 Sensores para posición y movimiento lineal 4.2 Sensores para movimiento rotacional 4.3 Central Inercial
5	Control de robots	5.1 Introducción al control de robots 5.2 Control de robots manipuladores 5.3 Control de robots móviles con ruedas 5.4 Control de robots aéreos

## 7.- Actividades de aprendizaje de los temas.

Tema 1: Introducción a la robótica	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<u>Específicas.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudia conceptos básicos sobre robótica y comprende su importancia en la actualidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Repasa algunas herramientas matemáticas requeridas en el curso.</li> <li>Investiga diferentes aspectos relacionados con la robótica y los robots (historia, clasificación, aplicaciones, etc.).</li> <li>Describe los principales componentes que integran un sistema de control de robots.</li> <li>Identifica la importancia de conceptos teóricos como <i>espacios de configuración</i> y <i>grados de libertad</i>.</li> <li>Identifica los tipos de representación para la posición y orientación del robot (parametrizaciones).</li> </ul>
<u>Genéricas.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de aprender</li> <li>Capacidades cognitivas</li> <li>Habilidad de investigación</li> </ul>	

Tema 2: Robots manipuladores	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<u>Específicas.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende los fundamentos de un robot manipulador y el modelado cinemático de éste, así como también su importancia y limitaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisa los tipos de arquitecturas en robots manipuladores</li> <li>Realiza conversiones entre diferentes parametrizaciones.</li> <li>Muestra la forma de modelar la postura empleando matrices de transformación homogénea.</li> <li>Revisa el algoritmo de Denavit-Hartenberg para obtener el modelo cinemático directo.</li> </ul>
<u>Genéricas.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad de investigación</li> <li>Capacidad de análisis</li> <li>Solución de problema</li> </ul>	



<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de aprender</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Investiga los métodos para obtener el modelo cinemático inverso.</li><li>Investiga los métodos para obtener la matriz Jacobiana.</li></ul>
<b>Tema 3: Robótica móvil</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<u>Específicas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>Comprende las arquitecturas en robótica móvil, enfocándose en el modelado de robots móviles con ruedas y robots aéreos de cuatro rotores.</li></ul> <u>Genéricas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>Habilidad de investigación</li><li>Capacidad de análisis</li><li>Solución de problema</li><li>Capacidad de aprender</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Revisa los aspectos básicos en robótica móvil</li><li>Describe el modelado cinemático y dinámico de un robot móvil con ruedas</li><li>Describe el modelado dinámico de un robot aéreo con cuatro rotores</li><li>Analiza los distintos factores que pueden modificar los modelados de los robots móviles</li></ul>

<b>Tema 4: Sensado de movimientos en robótica</b>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<u>Específicas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>Identifica y comprende el problema de sensado de movimientos en robótica.</li></ul> <u>Genéricas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>Habilidades de investigación</li><li>Solución de problemas</li><li>Capacidad de aprender</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Investiga las diferentes formas de sensar los movimientos de un robot.</li><li>Revisa los principales dispositivos dedicados al sensado de posición y movimiento lineal.</li><li>Revisa los principales dispositivos dedicados al sensado de movimiento rotacional.</li><li>Investiga e identifica el funcionamiento de una central inercial</li></ul>

Tema 5: Control de robots	
Competencias.	Actividades de Aprendizaje
<u>Específicas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>● Revisa los esquemas básicos para el control de robots.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Investiga y analiza esquemas de control en robots manipuladores.</li><li>● Investiga y analiza esquemas de control en robots móviles con ruedas.</li><li>● Investiga y analiza esquemas de control en robots aéreos</li><li>● Realiza simulaciones de los controladores en robots manipuladores, móviles con ruedas y aéreos.</li></ul>
<u>Genéricas.</u> <ul style="list-style-type: none"><li>● Habilidades de investigación</li><li>● Solución de problemas</li><li>● Capacidad de generar nuevas ideas</li></ul>	

## 8.- Práctica(s)

Debido a que no se cuenta con un Laboratorio de Robótica, no se tienen programadas prácticas para esta asignatura.

## 9.- Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto final es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(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.

El proyecto se determina en común acuerdo con el estudiante y el profesor experto asignado, tomado en cuenta los materiales, equipos y tiempo disponibles.

## 10.- Evaluación por competencias.

La evaluación de la asignatura se hará con base en los siguientes criterios de desempeño:

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.



## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Barrientos, A, Peñín, L., Balaguer, C y Aracil, R. (2007). *Fundamentos de Robótica*. McGraw-Hill/Interamericana de España. ISBN 84-481-0815-9.
2. Ollero, A. (2007). *Robótica: Manipuladores y Robots Móviles*. Colombia: Alfaomega, Marcombo.
3. Siegwart, Nourbakhsh, Scaramuzza (2011). *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, 2ed. MIT Press.
4. Klancer G. (2017). *Wheeled Mobile Robotics: From Fundamentals Towards Autonomous Systems*. 1th edition. Edit. Butterworth-Heinemann.
5. Giamarchi F. (2001). *Robótica Móvil estudio y construcción*. Edit. Paraninfo.
6. Craig, J. (2006). *Robótica*. PEARSON Prentice Hall.
7. Saha, S. (2010). *Introducción a la robótica*. McGraw-Hill.
8. Reyes, F. (2011). *Robótica: Control de Robots Manipuladores*. Alfaomega.
9. Reyes, F. (2012). *MATLAB Aplicado a Robótica y Mecatrónica*. Alfaomega.