

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Introducción a la robótica.
Carrera:	Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura:	MCD-1201
(Créditos) SATCA ¹	2 - 3 - 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero mecánico conocimientos de la interacción de la robótica con aplicación Industrial. La Robótica Industrial ha dado lugar, entre otras cosas, a procesos de producción mucho más eficientes, a una mayor calidad de los productos. Todos estos elementos aumentan la competitividad de una industria (país) frente a sus similares. Desde finales de los años 80 y principios de los 90 un nuevo enfoque en la Robótica ha emergido. Este nuevo tipo de Robótica se denomina Robótica Autónoma y algunos de sus denominadores principales: el robot autónomo enviado a Marte (Sojourner) por NASA, el Robot androide que camina autónomamente de Honda, COG en MIT y otros muchos han recibido una gran divulgación popular: CNN, BBC, Discovery Channel, TVE1, Scientific American, Times Magazine, Muy Interesante (por citar algunos ejemplos).

Esto refleja un auge en el entorno científico que se ve plasmado en una serie de congresos internacionales con un gran éxito de difusión: Autonomous Agents (97, 98), Simulation of Adaptive Behavior (90-98), etc. Estos congresos han tenido un éxito cada vez mayor y convierten este campo en uno de los de mayor crecimiento dentro del ámbito científico. Distintas revistas de investigación también han nacido en los últimos años y han tenido un crecimiento explosivo: Journal of Adaptive Behavior, Autonomous Robots, Robotics and Autonomous Systems, IEEE Transactions on Robotics and Automation, etc. En paralelo se ha producido un aumento de financiación y diseño de programas específicos a este campo en las agencias NSF, ONR y DARPA en U.S.A. así como sus homólogas en Japón y Alemania.

Intención didáctica.

La intención de este curso es empezar por definir en qué consisten los robots autónomos y cuál es la diferencia con respecto a la robótica industrial más clásica. Los Robots Autónomos (RA) son sistemas completos que operan eficientemente en

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

entornos complejos sin necesidad de estar constantemente guiados y controlados por operadores humanos. Una propiedad fundamental de los RA es la de poder reconfigurarse dinámicamente para resolver distintas tareas según las características del entorno se lo imponga en un momento dado. Hacemos énfasis en que son sistemas completos que perciben y actúan en entornos dinámicos y parcialmente impredecibles, coordinando interoperaciones entre capacidades complementarias de sus componentes. La funcionalidad de los RA es muy amplia y variada desde algunos RA que trabajan en entornos inhabitables, a otros que asisten a gente discapacitada.

Por otro lado, los Robots Industriales definieron una primera fase y dominaron el campo durante los años 70 y 80. En estos sistemas, robótica era prácticamente sinónimo de manipuladores, excepto por algún trabajo en vehículos guiados autónomamente. En general, los Robots Industriales son pre-programados para realizar tareas específicas y no disponen de capacidad para reconfigurarse autónomamente.

Este curso pretende introducir al estudiante a una serie de ideas/herramientas provenientes de disciplinas muy variadas: Inteligencia Artificial, Teoría de Automatas, Redes Neuronales, Teoría de Control, Teoría de Esquemas, Teoría basada en Comportamientos, Teoría de Decisión, Visión Computacional, Robótica Industrial Clásica, etc. Aunque existen cursos especializados en cada una de estas disciplinas, este curso pretende dar una visión global y unificadora, estudiando los distintos componentes en el contexto de sistemas completos con énfasis en los aspectos más relevantes de cada una de las disciplinas con relación a su incorporación en Robots Autónomos. El objetivo final del curso es que los estudiantes sean capaces de analizar así como formar parte de proyectos de investigación e industriales de Robótica Autónoma.

El programa de ésta asignatura está conformado por cinco unidades, en la primera unidad, se presenta la robótica como tecnología interdisciplinar, definiendo al robot industrial y comentando su desarrollo histórico.

En la segunda unidad se analiza los diferentes elementos que integran un robot sin pretender realizar un estudio exhaustivo de estos componentes.

En la tercera unidad se analizan las diferentes maneras para mover un robot o bien manipular un objeto mediante un robot.

En la cuarta unidad, se da un estudio de la cinemática del robot, que nos permite relacionar la posición de sus actuadores con la posición y orientación del mismo.

La quinta unidad, analiza la programación de los robots desde la parte genérica hasta la aplicación específica de lenguajes de programación de robots tipos.

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 para propuesta de robots, así como las restricciones propias para su programación; planteamiento de problemas; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales de inducción-deducción. En éstas actividades prácticas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos identifiquen las variables y les den su tratamiento en la solución de problemas, para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en ese proceso.

De las actividades de aprendizaje, es necesario hacer más significativo y efectivo el aprendizaje para que el estudiante destaque la importancia que tiene ésta asignatura con su plan de estudios y con su vida profesional. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase, sobre todo en lo referente a la solución de problemas y compartir su solución en clase a partir de la discusión de sus resultados.

En el desarrollo del programa es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas:
<p>Conocer los conceptos básicos de la robótica y un panorama general sobre su aplicación en la industria.</p> <p>Conocer e identificar la estructura mecánica de un robot industrial y sus principales componentes.</p> <p>Conocer y aplicar las herramientas matemáticas para la representación de la posición y orientación de los robots industriales.</p> <p>Comprender los problemas fundamentales con respecto a la</p>	<p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Reducción de problemas• Solución de problemas• Toma de decisiones.

<p>cinemática del robot.</p> <p>Conocer y aplicar los algoritmos para la solución de los problemas de la cinemática directa e inversa.</p> <p>Conocer los principales lenguajes de programación de los robots industriales.</p> <p>Aplicar los conceptos de programación para estructurar un programa para la aplicación de un robot industrial.</p>	<p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Habilidades interpersonales <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Búsqueda del logro • Adaptación a nuevas situaciones
--	---

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<p>Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.</p> <p>1 al 18 de Mayo del 2012.</p>	<p>Dr. Roberto Carlos García Gómez</p> <p>M.C. Ignacio Arriola Cárdenas.</p> <p>Ing. Samuel Gómez Peñate</p>	<p>.</p>

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Conocer los fundamentos de la robótica, los componentes de los robots y el funcionamiento de dichos componentes. Realizar el análisis cinemático y desarrollar programas para el funcionamiento de un robot en una aplicación específica.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar adecuadamente los conocimientos del álgebra lineal para la representación de sistemas de ecuaciones.
- Conocer las principales estructuras de los algoritmos de programación.
- Conocer el uso de sensores y actuadores en sistemas mecánicos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
I	Introducción a la robótica.	1.1. Antecedentes históricos 1.2. Origen y desarrollo de la robótica. 1.3. Definición y clasificación del robot. 1.3.1. Definición del robot industrial. 1.3.2. Clasificación del robot industrial 1.3.3. Robots de servicio y teleoperados.
II	Morfología del robot	2.1. Estructura mecánica de un robot. 2.2. Transmisiones y reductores. 2.2.1. Transmisiones. 2.2.2. Reductores. 2.2.3. Accionamiento directo. 2.3. Actuadores. 2.3.1. Actuadores neumáticos. 2.3.2. Actuadores hidráulicos. 2.3.3. Actuadores eléctricos. 2.4. Sensores internos. 2.4.1. Sensores de posición 2.4.2. Sensores de velocidad. 2.4.3. Sensores de presencia. 2.5. Elementos terminales.
III	Herramientas matemáticas para la localización espacial.	3.1. Representación de la posición. 3.2. Representación de la orientación. 3.3. Matrices de transformación homogénea. 3.4. Aplicación de los cuaternios.
IV	Cinemática del robot.	4.1. El problema de cinemática directa. 4.2. Cinemática inversa. 4.3. Matriz Jacobiana.
V	Programación de robots.	5.1. Estructura de la programación. 5.2. Características básicas de los lenguajes RAPID y V+. 5.3. Programación MELFA BASIC IV. 5.5.1 Instrucciones básicas. 5.5.2 Señales de entrada y salida 5.5.3 Paletización 5.5.4 Saltos condicionales y bucles 5.5.5 Interrupciones.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Tener un dominio total y preciso de conocimiento al abordar los temas y así poder desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del

estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, análisis, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer la evolución de los modelos de diseño para la industria en la últimas décadas: comprender la problemática que se está planteando e identificar los parámetros que se presentan y los que se requieren; seleccionar la metodología de solución en base al modelo que se presenta.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: trabajar en equipo en la solución de problemas y prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar los tipos de movimiento de un elemento mecánico y su relación con otros elementos de una máquina o un sistema mecánico.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo los resultados y conclusiones obtenidas.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura con distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Cuando los temas lo requieran, hacer uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura e utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Proponer problemas que deba resolver utilizando software.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

1. Realización de prácticas solicitadas y elaborar un documento escrito con su desarrollo y conclusiones.
2. Asignación de ejercicios para resolver en extraclase.
3. Participación activa en la solución de problemas de cada unidad del programa.
4. Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y prácticos para cada unidad.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

- **Unidad 1: Introducción a la robótica.**

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los conceptos básicos de la robótica y un panorama general sobre su aplicación en la industria.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diferentes medios sobre los antecedentes históricos de la robótica. • Realizaran un ensayo sobre el origen y desarrollo de la robótica. • Investigar sobre las principales aplicaciones de los robots. • Discutir y comprender la definición de robots. • Realizaran exposiciones acerca de la

Unidad 2: Morfología del robot.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer e identificar la estructura mecánica de un robot industrial y sus principales componentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de articulaciones de diferentes tipos de robot industrial. • Investigar los principales elementos mecánicos que se emplean para la transmisión de la energía mecánica en los robots. • Realizar exposiciones grupales sobre los principales actuadores y sensores empleados en los robots. • Participar en una plenaria grupal tratando los elementos terminales de un robot. • Usar software especializado para simular los movimientos de robots industriales. • Participar en una plenaria grupal para

	retroalimentar las experiencias y aclarar dudas.
--	--

Unidad 3: Herramientas matemáticas para la localización espacial.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer y aplicar las herramientas matemáticas para la representación de la posición y orientación de los robots industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en distintas fuentes de información sobre la representación de la posición de un robot (cartesianas, polares/cilíndricas, esféricas) • Realizar exposición grupal sobre la representación de la orientación de un robot (matrices de rotación, ángulos de Euler, par de rotación, etc.). • Definir las matrices de transformación homogénea para la representación de orientación. • Realizar traslación con matrices homogéneas • Realizar rotación con matrices homogéneas. • Realizar ejemplos de la combinación de traslación y rotación • Definir los cuaternios y su aplicación en la robótica. . • Realizar una plenaria grupal para comentar las ventajas y desventajas entre los métodos de localización espacial

Unidad 4: Cinemática del robot.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Comprender los problemas fundamentales con respecto a la cinemática del robot.</p> <p>Conocer y aplicar los algoritmos para la solución de los problemas de la cinemática directa e inversa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear el problema cinemático (cinemática directa e inversa) • Definir el método geométrico para la cinemática directa. • Definir el método de las matrices de transformación homogéneas. • Investigar por cualquier medio el algoritmo de Denavit-hartenberg, • Definir el método geométrico para la cinemática inversa.

	<ul style="list-style-type: none"> • Describir el algoritmo resolver la cinemática inversa.
--	--

Unidad 5: Programación de robots.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer los principales lenguajes de programación de los robots industriales.</p> <p>Aplicar los conceptos de programación para estructurar u programa para la aplicación de un robot industrial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir la estructura de programación general. • Definir las características básicas de los lenguajes RAPID Y V+. • Conocer las instrucciones básicas del lenguaje MELFA BASIC IV. y realizar una práctica usando estos comandos. • Conocer las instrucciones de entrada y salida del lenguaje MELFA BASIC IV. y realizar una práctica usando estos comandos. • Conocer las instrucciones de Paletización del lenguaje MELFA BASIC IV. y realizar una práctica usando estos comandos. • Conocer las instrucciones de saltos condicionales y bucles del lenguaje MELFA BASIC IV. y realizar una práctica usando estos comandos. • Conocer las instrucciones de interrupciones del lenguaje MELFA BASIC IV. y realizar una práctica usando estos comandos.

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Los robots industriales en la práctica. J. Engelberger. Ed. Deusto.
2. Robótica industrial. G. Ferrate. Ed. Marcombo.
3. Robótica práctica. José M^a Angulo. Ed. Paraninfo.
4. Introduction to Robots. McKerrow. Ed. Addison Wesley
5. Curso de Robótica. José M^a Angulo. Ed. Paraninfo.
6. Controladores lógicos y autómatas programables. Ed. Marcombo
7. Las Redes de Petri: En la Automática y la Informática, M. Silva. Ed. AC.
8. Autómatas Programables, A. Simon.

9. Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia, K.S. Fu, R.C. Gonzalez y C.S.G. Lee. Ed. McGraw Hill.
10. Introduction to Robotics, Mechanics and Control. Craig. Ed Addison Wesley 1986.
11. Industrial Robotics. Groover y otros. McGraw-Hill 1986.
12. Robot Manipulators. Mathematics, Programming and Control. R.P. Paul. The MIT Press, 1981.
13. Digital Image Processing. R.C. González and P. Wintz. Addison Wesley, 1987.
14. Robotic Engineering. An Integrated Approach. R.D. Klafter, T.A. Chmielewski and M. Negin. Prentice-Hall, 1989.
15. Robot Applications Design Manual. J. Hoshizaki and E. Bopp. John Wiley, 1990.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS (aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).

1. Ensayo sobre las nuevas tendencias de la robótica.
2. Análisis de los elementos básicos constitutivos de los robots.
3. Análisis de posición y orientación de robots.
4. Análisis posición de los actuadores de acuerdo a la posición y orientación solicitados.
5. Programas de ubicación de brazos robóticos industriales.