UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA					
Clave: 4662	**Créditos:** 5	**Horas totales:** 64	**Horas Teoría:** 1	**Horas Práctica:** 2	**Horas Semana:** 4
Modalidad: Presencial			**Eje de formación:** Profesionalizante		
Elaborado por: DR. CARLOS FIGUEROA NAVARRO, DR. RAFAEL CASTILLO ORTEGA					
Antecedente: Ninguno			**Consecuente:** Ninguno		
Carácter: Obligatoria			**Departamento de Servicio:** Ingeniería Industrial		

Propósito:
La asignatura pertenece al eje profesionalizante, se imparte en el octavo semestre y es de carácter obligatoria. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos de la manipulación mecánica y conceptualizar la robótica como síntesis de mecanismos con sensores, actuadores y computación. La robótica explicada como el deseo de sintetizar algunos aspectos de la función humana mediante el uso de tecnología.

I. Contextualización

Introducción:

Esta materia introduce al alumno al estudio de la ciencia e ingeniera de la manipulación mecánica. Esta es una subdisciplina de la robótica que tiene su base en varios campos de la física y las matemáticas, donde los más relevantes son: mecánica, teoría de control y ciencia computacional. La asignatura está organizada en base a estos temas.

Es de mucha utilidad que el estudiante tenga bien claro los conceptos de: estática, dinámica, álgebra lineal y programación de computadoras.

La robótica como parte de la automatización y la mecatrónica es un generador de tecnología, por tanto, se considera área estratégica para el interés nacional, ya que su impacto repercute en los aspectos económicos y sociales y forma parte de la vida cotidiana, educación y cultura. El progreso de la ciencia y tecnología han transformado el concepto de robot, lo que era un androide de la ciencia ficción, ha pasado a ser un instrumento de ingeniería. A partir de la década de los noventa, han crecido exponencialmente las cadenas de producción robotizadas. La palabra robot es sinónimo de automatización. Las ventajas que ofrece son reducir costos, incrementar la producción, mejorar la calidad del producto, reducir problemas de operación en ambientes hostiles. Todo lo anterior hace que esta asignatura sea de interés importante en Ingeniería en Mecatrónica. Las unidades didácticas del curso son:

la Unidad didáctica I trata de las matemáticas utilizadas para escribir posiciones y orientaciones en el espacio tridimensional. La manipulación mecánica se refiere al desplazamiento de objetos (piezas, herramientas, el robot en sí) en el espacio. Por lo tanto, se estudian formas de describir estas acciones de una manera comprensible e intuitiva.

En la Unidad didáctica II se presenta la geometría de manipuladores mecánicos. Se introduce la rama de la ingeniería mecánica conocida como cinemática. El estudio del movimiento sin considerar las fuerzas que lo ocasionan. Se estudia la cinemática de manipuladores de problemas de posicionamiento estático.

En la Unidad didáctica III se expande la investigación de la cinemática a velocidades y fuerzas estáticas. Se estudia las fuerzas y momentos requeridos para producir el movimiento de un manipulador es decir la dinámica de los manipuladores. También se estudian trayectorias a través del espacio.

En la Unidad didáctica IV se estudian los métodos para controlar un manipulador generalmente con una computadora digital de manera que rastree fielmente una trayectoria de posición deseada a través del espacio.

En la Unidad didáctica V se cubre el campo del control de la fuerza activa con un manipulador, es decir, estudiar cómo controlar la aplicación de fuerzas mediante el manipulador. En esta misma unidad se da un panorama general de los métodos de programación de robots y problemas específicos asociados con la programación de robots industriales.

Perfil del(los) instructor(es):	Poseer Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica. Preferentemente con grado académico de maestría o especialidad. Con experiencia docente y desarrollo profesional comprobada cuando menos de dos años en el campo de la materia.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- HABILIDAD PARA UTILIZAR HERRAMIENTAS DE TECNOLOGÍA EN INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES PARA EL DIBUJO, DISEÑO, MANUFACTURA E INGENIERÍA ASISTIDOS POR COMPUTADORA.
  - Desarrollar algoritmos que realicen la generación de trayectorias que gobiernan los movimientos del robot, las interpolaciones y las restricciones de estas. Describir la cinemática y la dinámica de robots.
  - Saber programar el funcionamiento de robots y manipuladores industriales en software comercial como MATLAB.
- HABILIDAD PARA DESARROLLAR SISTEMAS DE CONTROL Y DE AUTOMATIZACIÓN.

- Elaborar estudios cinemáticos y dinámicos de los movimientos de robots y manipuladores para el diseño, aplicación y control de sistemas robóticos, así como la posibilidad para seleccionar y programar robots comerciales para un determinado proceso industrial.

Objetivo General:

Entender la robótica como la rama de la Ingeniería en Mecatrónica, que aplica ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica y ciencias de la computación y que se ocupa del diseño, construcción, operación y aplicación de los robots. Asimismo, estudiar los fundamentos de control de robots, por tanto, se pretende hacer énfasis en aprender lo necesario de matemáticas y física para adquirir el rigor científico que requiere el análisis del diseño de robots manipuladores y sus algoritmos de control.

Objetivos Específicos:

1. Conocer de manera introductoria la mecánica y el control de manipuladores mecánicos. Se definen conceptos como cinemática, efector y trama. También en esta unidad se estudian las descripciones espaciales y transformaciones, la matriz de rotación.
2. Conocer la cinemática de los manipuladores como el análisis de las propiedades geométricas en el tiempo del movimiento.
3. Conocer velocidad lineal y angular en el movimiento de un manipulador asimismo estudiar las fuerzas que actúan y el concepto de matriz jacobiana para definir las propiedades de un robot.
4. Conocer como calcular historiales de tiempo de la posición de las articulaciones. Se estudia el método de control lineal.
5. Conocer el control de la posición cuando se hace contacto entre el efector final y el medio ambiente, también se estudia la interfaz entre el usuario humano y un robot industrial.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – DESCRIPCIONES ESPACIALES Y TRANSFORMACIONES.
Unidad Didáctica II – CINEMÁTICA DE MANIPULADORES.
Unidad Didáctica III – JACOBIANOS, VELOCIDADES Y FUERZAS ESTÁTICAS.
Unidad Didáctica IV – CONTROL LINEAL DE MANIPULADORES**.**
Unidad Didáctica V – CONTROL DE FUERZA ACTIVA DE MANIPULADORES Y PROGRAMACIÓN DE ROBOTS.

III. Didáctica

Unidades Didácticas:

Unidad didáctica I. **Descripciones espaciales y transformaciones**

En la unidad I, el alumno adquiere conocimientos sobre la mecánica y el control de manipuladores mecánicos. Se definen conceptos como cinemática, trama, vínculos, articulaciones, grados de libertad, efector final. Así mismo se define la dinámica que ocasiona el movimiento de un robot y la generación de trayectorias. También en esta unidad es importante estudiar las descripciones espaciales y transformaciones, la matriz de rotación, descripción de una trama, traslaciones y rotaciones, ecuaciones de transformadas, ángulos de Euler y consideraciones computacionales.

- Introducción
- Mecánica y control de manipuladores mecánicos
- Descripciones, posiciones, orientaciones y tramas

- Operadores: Traslaciones, rotaciones y transformaciones
- Aritmética de transformaciones
- Ecuaciones de transformadas
- Consideraciones computacionales.

Unidad didáctica II. Cinemática de manipuladores

En la unidad II, el alumno adquiere los conocimientos sobre cinemática como la ciencia que estudia la posición, la velocidad y la aceleración y en particular, la cinemática de los manipuladores se refiere a todas las propiedades geométricas en el tiempo del movimiento. La temática es: descripción de vínculos, articulaciones angulares y prismáticas, también aprenden a asignar tramas a vínculos, tipos de espacios como de actuador, de articulación y cartesiano y al final se estudia la cinemática de dos robots industriales.

- Descripción de vínculos.
- Conexión de vínculos.
- Asignación de tramas a vínculos.
- Cinemática de manipuladores.
- Espacio de actuador, de articulación y cartesiano.
- Cinemática de dos robots industriales.

Unidad didáctica III. **Jacobianos, velocidades y fuerzas estáticas**

En la unidad III, el alumno adquiere los conocimientos sobre velocidad lineal y angular de un cuerpo rígido que sirven para analizar el movimiento de un manipulador, también se deben analizar las fuerzas que actúan en el cuerpo rígido. Importante es el concepto de matriz jacobiana para definir las propiedades de un robot.
También esta unidad está dedicada al estudio de las fuerzas requeridas para producir un movimiento, por tanto, se examinan las ecuaciones del movimiento del manipulador el cual se debe a los momentos de torsión aplicado en actuadores o a fuerzas externas.

- Velocidad lineal y angular en cuerpos rígidos.
- Movimiento de los vínculos de un robot.
- Jacobianos.
- Singularidades.
- Fuerzas estáticas en los manipuladores.
- Aceleración de un cuerpo rígido.
- Distribución de la masa.
- Ecuación de Newton y Euler.
- Estructura de las ecuaciones dinámicas de un manipulador.
- Formulación lagrangiana de la dinámica de manipuladores.
- Consideraciones computacionales.

Unidad didáctica IV. **Control lineal de manipuladores**

En la unidad IV, el alumno conoce como calcular historiales de tiempo de la posición de las articulaciones que corresponden a los movimientos deseados de efector final a través del espacio. Los métodos de control que se describen es de clase de control lineal que significa que el sistema puede modelarse con ecuaciones diferenciales lineales.

- Retroalimentación y control de lazo cerrados.
- Sistemas lineales de segundo orden.
- Control de seguimiento de trayectorias.
- Modelado y control de una sola articulación.
- Arquitectura de un controlador de un robot industrial.

Unidad didáctica V. Control de fuerza activa de manipuladores y programación de robots

En la unidad V, el alumno conoce como el control de la posición es apropiado cuando un manipulador está siguiendo una trayectoria por el espacio; pero cuando se hace contacto entre el efector final y el medio ambiente, el simple control de la posición ya no es suficiente. En esta unidad también se estudia la interfaz entre el usuario humano y un robot industrial.

- Aplicación de robots industriales a tareas de ensamblaje.
- Paradigma de tareas parcialmente restringidas.
- Control hibrido de posición fuerza.
- Control de fuerza en un sistema masa resorte.
- Esquemas de control de robots industriales.
- Tres niveles de programación de robots.
- Requerimientos de un lenguaje de programación de robots.

Criterios de desempeño:

1. Participación activa en clase.
2. Ser puntuales.
3. Asistencia. Es muy importante. Tomar en cuenta el Reglamento Escolar.
4. Cumplir puntualmente la entrega de todos los programas y prácticas.
5. Calificación de los exámenes efectuados en las fechas programadas.
6. Efectuar las simulaciones con MATLAB.
7. Trabajar en equipo.
8. Realizar el programa de prácticas de laboratorio.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos:

1. Exposición del maestro de temas teóricos.
2. Exposición de alumnos de ejercicios aplicados a la industria.
3. Actividades en el laboratorio de Robótica.

Experiencias de aprendizaje:

1. Elaborar programas para controlar manipuladores
2. Investigación de artículos en revistas de tecnología robótica
3. Pruebas experimentales en el laboratorio de Robótica.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Conexión a internet para reproducir videos experimentales de algoritmos de control.
5. Prototipos didácticos del laboratorio de Robótica.

6. Software MATLAB.

Bibliografía	*Básica/ Complementaria*
John Craig. (2006). Robótica. Edit. Prentice Hall.	***Básica***
Fernando Reyes Cortés. (2011). Robótica control de robots manipuladores. Edit. Alfaomega.	***Básica***
Fernando Reyes Cortés. (2009). MATLAB aplicado a robótica y mecatrónica. Edit. Alfaomega.	***Básica***
Antonio Barrientos, Luis Enrique Peñin, Carlos Balaguer, Rafael Araceli. (2014). Fundamentos de Robótica. 2da edición. Edit. McGraw Hill	***Complementaria***
Arantxa Rentería, María Rivas. (2000). Robótica industrial. Fundamentos y aplicaciones. Edit. McGraw Hill.	***Complementaria***

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos con relación a las unidades I y II	Examen escrito	20 %
2	C,H, A	Exposiciones de proyectos	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes con relación a trabajo en equipo y análisis de proyectos, exposición, organización de ideas.	Diseño y presentación de proyectos	20 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos con relación a las unidades III y IV	Examen escrito	15 %
4	H, A	Prácticas de laboratorio	Se evaluarán los conocimiento, habilidades y actitudes en la realización de prácticas de laboratorio	Evidencias de práctica de laboratorio	15 %
5	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos con relación a la unidad V	Examen escrito	20 %
6	H, A	Participación activa en clase	Se evaluarán las habilidades de comunicación, organización y actitudes de trabajo y compromiso del alumno	Participación en clases y asistencia	10 %
Total					**100 %**

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes