

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Robótica</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>MTF-1025</b>
<b>SATCA:</b>	<b>3 - 2 - 5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Mecatrónica</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecatrónico la capacidad para realizar 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 la selección y programación de robots comerciales para un determinado proceso industrial.

La materia en su constitución ha tenido especial interés en abordar los diferentes campos de las ingenierías y de la tecnología que intervienen en la integración de un robot y da énfasis en la importancia que reviste la robótica actualmente en los campos diversos en el quehacer profesional.

La asignatura integra a las diversas ingenierías, pues requiere de ellas conocimientos de los diversos subsistemas que contiene un robot, así como sus características fundamentales de funcionamiento. Temas como la cinemática, dinámica, control y otros más son considerados con gran atención contemplando los enfoques teóricos y prácticos en el tratamiento de los conceptos de la robótica.

El profesional en el desempeño cotidiano será capaz de comprender las características, parámetros y conceptos intrínsecos de un sistema robótico al observar sus diferentes configuraciones, de este modo será capaz de seleccionar y programar estos sistemas propiciando con ello la modernización de los procesos productivos.

### Intención didáctica

El temario contiene cuatro temas, contemplando en su primer tema la identificación de los diversos tipos de robots; así como sus diferentes especificaciones y aplicaciones. Además de que se entra en contacto con un manipulador industrial para moverlo de forma manual.

El tema dos comprende el entendimiento claro de lo que significa la formalización matemática de los movimientos de las articulaciones (traslaciones y rotaciones) en un sistema de referencia espacial dado. Considera la demostración y utilización de la matriz de transformación homogénea 3D como una herramienta matemática que permite describir el movimiento de una cadena de eslabones que constituyen a un determinado robot, también la inversa de esta matriz es definida. También se realiza un estudio de la cinemática directa e inversa utilizando la metodología de Denavit–Hartenberg. Sin dejar de lado el estudio de los algoritmos que realizan la generación de trayectorias que gobiernan los movimientos del robot, las interpolaciones y las restricciones de estas. Así mismo, se realizan programas con funciones especiales simulando la incursión del manipulador en procesos industriales.

El tercer tema realiza la modelación dinámica del robot utilizando la metodología de Lagrange-Euler y Newton-Euler con el objetivo de definir la potencia de los motores que impulsan los movimientos del robot, así como la evaluación de las inercias y esfuerzos involucrados, esto permite determinar la resistencia que deberían tener los soportes, engranes, bandas, etc. que requiere el robot. En cuanto a la programación de robots se abarcan procedimientos de masterización que son frecuentes en el mantenimiento a manipuladores.

El cuarto tema contempla el control del movimiento de un robot considerando sus articulaciones desacopladas y acopladas, la obtención de funciones de transferencia y el diseño de controladores.

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.

Decididamente el énfasis fundamental de la materia es reunir todo el conocimiento necesario en las varias disciplinas que involucran a la robótica y prepararse para materias posteriores como manufactura avanzada donde los sistemas automáticos convergen para obtener una producción con altos estándares.

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.

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.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean artificiales, virtuales o naturales.

Perfectamente cabe la posibilidad de utilizar herramientas de apoyo, materiales diversos que en la actualidad son más disponibles para la comprensión de los diversos temas. Una herramienta sugerida para la evaluación de sistemas reales es RAPL y Matlab, los cuales se encuentran como una opción de programación y simulación de sistemas robóticos de diferentes configuraciones.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

Se pretende que durante el curso de manera integral se conforme una visión del futuro profesionista y se pueda crear la confianza en él que permita interpretar el mundo que le rodea, sea este dentro de su desempeño laboral o no, donde fundamentalmente el enfoque sistemático será una herramienta de desempeño de la profesión, así mismo del desarrollo humano.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su 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. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.

<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Apizaco, Celaya, Chapala, Cd. Cuauhtémoc, Colima, Culiacán, Huixquilucan, La Laguna, León, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de Hidalgo, Querétaro, Tlalnepantla, Uruapan, Veracruz y Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.          Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

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

##### Competencia específica de la asignatura

Realiza estudios cinemáticos y dinámicos de los movimientos de robots y manipuladores para el diseño, aplicación y control de sistemas robóticos, así como para programar robots industriales comerciales.

#### 5. Competencias previas

- Comprenda y aplique los conceptos fundamentales de la estática (de la partícula y del cuerpo rígido), en la solución de sistemas sujetos a fuerzas, ya sean coplanares o espaciales, que se encuentren en equilibrio para contribuir al diseño de elementos mecánicos estructurales resistentes y seguros.
- Conoce los principios que rigen el comportamiento de partículas y cuerpos rígidos en cuanto a su posición, velocidad y aceleración, así como las causas y efectos que lo producen, para para caracterizar su comportamiento.
- Identifica, modela y manipula sistemas dinámicos para predecir comportamientos, tomar decisiones fundamentadas y resolver problemas.
- Aplica los métodos gráficos, analíticos y computacionales de análisis y síntesis para el diseño cinemático de sistemas mecánicos, formulando modelos matemáticos y virtuales.
- Aplica los conceptos del cálculo diferencial e integral en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración de la partícula.
- Aplica los principios de producto punto, producto cruz y el cálculo de la resultante en sumatorias vectoriales en los análisis cinemáticos, de posición, velocidad y aceleración.
- Resuelve sistemas de ecuaciones lineales para determinar los valores de las variables independientes.
- Utiliza software de análisis matemático para la solución de sistemas de ecuaciones lineales y la obtención de la derivada y la integral de funciones en el tiempo.

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Morfología del Robot	1.1 Historia de los robots 1.2 Estructura mecánica de un robot 1.3 Transmisiones y Reductores - Transmisiones - Reductores - Accionamiento Directo 1.4 Comparación de sistemas de acción - Actuadores neumáticos - Actuadores hidráulicos - Actuadores eléctricos 1.5 Sensores internos - Sensores de posición - Sensores de velocidad - Sensores de presencia 1.6 Elementos terminales 1.7 Tipos y características de robots

		1.8 Grados de libertad y espacio de trabajo 1.9 Aplicaciones 1.10 Programación básica de sistema robótico industrial
2	Cinemática de robots	2.1 Sistemas de coordenadas - Representación de un punto en el sistema de coordenadas - Descripciones espaciales posición orientación ejes de referencia 2.2 Movimiento rígido y transformaciones homogéneas - Rotaciones - Composición de rotaciones - Propiedades de las rotaciones - Matrices antisimétricas - Matrices y Transformaciones homogéneas 2.3 Representación de Denavit-Hartenberg 2.4 Modelo cinemático directo 2.5 Modelo cinemático inverso 2.6 Modelo cinemático de velocidad 2.7 Modelo cinemático de velocidad inverso 2.8 Planificación de trayectorias 2.9 Programación de funciones especiales de sistema robótico industrial
3	Dinámica de robots	3.1 Importancia de la dinámica del manipulador - Aplicaciones 3.2 Ecuaciones de Euler-Lagrange - Energía cinética - Energía potencial - Ecuaciones de movimiento 3.3 Formulación de Newton-Euler - Sistema de coordenadas rotantes - Sistema de coordenadas en movimiento - Cinemática de los elementos - Ecuaciones de movimiento recursivas 3.4 Ecuaciones de movimiento generalizadas de D'Alambert - Modelo dinámico simplificado - Ejemplos 3.5 Masterización de sistema robótico industrial
4	Introducción al control de robots	4.1 Introducción 4.2 Control de posición 4.3 Control de velocidad 4.4 Control de fuerza

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Morfología del Robot	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b>            Identifica los componentes de un robot industrial para determinar de los grados de libertad y espacio de trabajo de dicho manipulador las disciplinas que intervienen en su análisis y diseño.</p> <p>Manipula un robot industrial en forma manual a través de sus diversos sistemas de referencia para ubicar la herramienta de trabajo en puntos de interés.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Habilidad para la búsqueda y análisis de información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicación de los conocimientos en la práctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar en diferentes fuentes de los alumnos en forma individual o grupal sobre el tema de las aplicaciones de los robots.</li> <li>• Consultar diversas fuentes para conocer publicaciones científicas y tecnológicas de la robótica.</li> <li>• Describir los componentes de un robot industrial, las características de robots y las definiciones básicas de la robótica.</li> <li>• Comparar los diferentes sistemas de acción destacando sus ventajas y desventajas.</li> <li>• Leer de documentos de proporcionados por el profesor de antecedentes históricos, origen y desarrollo de la robótica, definición y clasificación de robots.</li> <li>• Investigar los componentes que constituyen un sistema robótico, así como sus características.</li> <li>• Investigar la definición de los conceptos de máquina y mecanismo, pares cinemáticos, cadenas cinemáticas y grados de libertad.</li> <li>• Calcular los grados de libertad de diversos mecanismos a través de criterio de Grubler-Kutzbach</li> <li>• Argumentar la clasificación de los robots por su configuración cartesiana.</li> <li>• Expone en clase las formas convencionales de programación de los robots industriales</li> <li>• Establecer los criterios de seguridad para manipular y programar un robot industrial.</li> <li>• Manipular en forma manual un robot industrial a través de sus diversos sistemas de referencia.</li> <li>• Establecer en un manipulador industrial marcos de referencia para un manipulación en forma manual.</li> </ul>

## 2. Cinemática de robots

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b>            Realizar análisis cinemáticos a robots industriales para la obtención de los modelos matemáticos que definen la ubicación espacial, la velocidad y la trayectoria del órgano terminal.</p> <p>Elaborar y editar programas en un sistema robótico industrial para implementar dicho manipulador en un proceso industrial.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organización y planificación</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Habilidades básicas en el modelado de sistemas</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad de manejo de software de Ingeniería</li> <li>• Habilidad para la búsqueda y análisis de información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Habilidad de modelar</li> <li>• Capacidad de aplicación de los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar ejercicios de operaciones vectoriales y matriciales.</li> <li>• Encontrar similitudes y diferencias al realizar rotaciones de tramas a partir de ángulos fijos y ángulos de Euler.</li> <li>• Determinar la posición y orientación de cuerpos en el espacio respecto a un sistema de referencia realizando ejercicios a partir de una transformación homogénea.</li> <li>• Obtener la matriz de traslación, rotación y transformación homogénea para algún movimiento determinado de un robot, dada su configuración particular.</li> <li>• Realizar la cadena cinemática de los eslabones de un robot utilizando la metodología Denavit–Hartenberg</li> <li>• Efectuar una búsqueda en internet sobre simuladores de uso gratuito.</li> <li>• Generar y analizar la obtención de la modelación cinemática de posición y velocidad de robots manipuladores, tanto de forma directa como inversa.</li> <li>• Realizar programas computacionales para la obtención de los modelos cinemáticos.</li> <li>• Calcular las matrices jacobianas para determinar las condiciones de cinemática de velocidad directa e inversa.</li> <li>• Realizar programa que planifique la trayectoria de un manipulador.</li> <li>• Realizar ejemplos de modelación que el profesor exponga en clase</li> <li>• Realizar una práctica en donde se programe en computadora y se simule el modelo de la cinemática de un robot.</li> <li>• Desarrollar programas con funciones básicas en un sistema robótico para la realización de las prácticas en el laboratorio, donde se generen trayectorias libres, lineales y circulares.</li> <li>• Desarrollar programas con funciones especiales en un sistema robótico para la realización de las prácticas en el laboratorio donde se tenga comunicación con elementos periféricos y exista cambio de herramientas.</li> </ul>



3. Dinámica de robots	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza análisis dinámicos a robots industriales para la obtención de los modelos matemáticos que determinen los pares y fuerzas articulares.</p> <p>Realizar a un sistema robótico la masterización con el fin de definir su posición de referencia.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organización y planificación</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Habilidades básicas en el modelado de sistemas</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad de manejo de software de Ingeniería</li> <li>• Conocimiento de la Transformada de Laplace</li> <li>• Habilidades básicas en el modelado de sistemas mediante la utilización de la Transformada de Laplace.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Habilidad de modelación</li> <li>• Capacidad de aplicación de los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y examinar los principios de la energía cinética y energía potencial.</li> <li>• Calcular momentos de inercia de diferentes elementos.</li> <li>• Formular el modelo dinámico de robots mediante el escalar lagrangiano.</li> <li>• Formular el modelo dinámico mediante variables de estado.</li> <li>• Obtener el modelo dinámico de los robots manipuladores.</li> <li>• Realiza el modelado dinámico de los eslabones de un robot utilizando Lagrange-Euler y Newton-Euler.</li> <li>• Realiza un proyecto, el modelo dinámico de un manipulador.</li> <li>• Realiza prácticas en donde se implemente un programa en computadora que simule el modelo de la dinámica de un robot y analiza los resultados de las simulaciones</li> <li>• Implementar el procedimiento para restablecer la posición de referencia de un robot mediante la masterización.</li> </ul>
4. Introducción al control de robots	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Reconoce los diferentes esquemas de control y su aplicación para los requerimientos de movimiento de un manipulador.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organización y planificación</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Habilidades básicas en el modelado de sistemas</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer en clase las formas convencionales de controlar la posición, velocidad y fuerza en robots industriales</li> <li>• Realizar prácticas orientadas a la simulación de modelos de control de uno o varios grados de libertad de un robot</li> <li>• Utilizar lenguajes de programación virtual para control y monitoreo de procesos de manufactura robotizados</li> </ul>

<p>computadora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad de manejo de software de Ingeniería</li> <li>• Conocimiento de la Transformada de Laplace</li> <li>• Habilidades básicas en el modelado de sistemas mediante la utilización de la Transformada de Laplace.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solución de problemas</li> <li>• Habilidad de modelar</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul>	
---	--

## 8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer condiciones de seguridad para manipular un robot industrial.</li> <li>• Manipular un robot industrial de forma manual con sus distintos marcos de referencia.</li> <li>• Generar programas donde se desarrollen movimientos libres, lineales y circulares.</li> <li>• Establecer marcos de referencia para la programación de robots en base a la herramienta a utilizar y el espacio de trabajo.</li> <li>• Desarrollar programas en un manipulador industrial donde se utilicen funciones del manipulador como posiciones de registro, cambios de herramientas, conexión con periféricos con entradas y salidas digitales, etc.</li> <li>• Masterizar un manipulador industrial para identificar su posición de origen.</li> <li>• Establece un robot experimental esquematizado que satisfaga a una necesidad real</li> <li>• Establece los parámetros que definen dimensionalmente al robot propuesto</li> <li>• Desarrolla el análisis cinemático del robot propuesto</li> <li>• Aplica el modelo dinámico al robot propuesto mediante el método de Lagrange – Euler</li> <li>• Aplica el modelo dinámico establecido por Newton – Euler al robot propuesto</li> <li>• Diseña y detalla el controlador dinámico articular para un sistema robótico propuesto</li> </ul>
--

## 9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fundamentación:</b> 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.</li> <li>• <b>Planeación:</b> 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.</li> <li>• <b>Ejecución:</b> 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</li> </ul>
---

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.

### 10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Mapa conceptual
- Problemario
- Examen
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes de prácticas
- Resúmenes
- Rúbrica
- Exposiciones orales.
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

### 11. Fuentes de información

1. Barrientos, A., Peñin, L. F., & Balaguer, C. (2011). *Fundamentos de robótica*. España: McGraw Hill.
2. Craig, J. J. (2006). *Robótica*. México: Pearson.
3. Crane, C. D., & Duffy, J. (2008). *Kinematic Analysis of Robot Manipulators*. Estados Unidos de America: Cambridge University Press.
4. *Fanuc Robotics Mexico*. (13 de Febrero de 2014). Obtenido de <http://www.fanucrobotics.com.mx>
5. Fu, K., Lee, C., & Gonzalez, R. (1988). *Robótica: Control, detección, visión e inteligencia*. España: McGraw-Hill.
6. *Kuka*. (13 de Febrero de 2014). Obtenido de <http://www.kuka-robotics.com/en/>
7. Niku, S. B. (2001). *An Introduction to Robotics Analysis, Systems, Applications*. Estados Unidos de America: Prentice Hall.
8. Rafael, K., & Santibáñez, V. (2003). *Control de movimiento de robots manipuladores*. México: Pearson Educación.
9. Renteria, A., & Rivas, M. (2000). *Robótica industrial: Fundamentos y aplicaciones*. España: McGrawHill.
10. Reyes Cortes , F. (2012). *Matlab aplicado a robótica y mecatrónica*. México: Alfaomega.
11. Saha, S. K. (2010). *Introducción a la Robótica*. México: McGraw Hill.
12. Spong, M., & Vidyasagar, M. (1989). *Robot Dynamics & Control*. Estados Unidos de America: John Wiley & Sons.
13. Spong, M., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2005). *Robot Modeling and Control*. Estados

Unidos de America: John Wiley & Sons.

14. Stadler, W. (1995). *Analytical Robotics and Mechatronics*. Estados Unidos de America: Mcgraw-Hill.
15. *Yaskawa Motoman Robotics*. (13 de Febrero de 2014). Obtenido de <http://www.motoman.com>