

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Robótica Médica
<b>Clave de la asignatura:</b>	BIF-1705
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Biomédica

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>Aunque se establece una separación entre actividades asociadas a la formación teórica y las asociadas a la formación práctica, la metodología de enseñanza se basará en la implicación de dichas actividades. De esta forma, se evitará a separación entra clases teóricas y clases de problemas para lograr que el aprendizaje se inicie de manera efectiva con el trabajo en el aula.</p> <p>El diseño de las clases permitirá al alumno establecer claramente cual debe de ser su modelo de aprendizaje en las horas de estudio correspondientes a la fase de trabajo autónomo. El modelo metodológico así descrito es adecuado para que le alumno logre adquirir las competencias descritas, ya que la integración de la formación teórica y práctica debe facilitar el aprendizaje y al mismo tiempo propiciar el desarrollo de capacidades, y no simplemente la acumulación de contenidos aprendidos.</p> <p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Biomédico la capacidad de: Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas biomédicos para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales. Crear, innovar y transferir tecnología aplicando métodos y procedimientos en proyectos de ingeniería biomédica, tomando en cuenta el desarrollo sustentable del entorno. Planear, organizar, dirigir y controlar actividades de instalación, actualización, operación y mantenimiento de equipos y/o sistemas biomédicos, así como desarrollar y administrar proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico. Dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinario y multidisciplinario en contextos nacionales e internacionales. Simular modelos que permitan predecir el comportamiento de sistemas biomédicos empleando plataformas computacionales y el desarrollar aplicaciones en un lenguaje de programación de alto nivel para la solución de problemas relacionados con las diferentes disciplinas en el área. También permite el diseñar e implementar interfaces gráficas de usuario para facilitar la interacción entre el ser humano, los equipos y sistemas biomédicos.</p>

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

**Intención didáctica**

Se plantea el programa en seis temas, en las cuales se introduce al alumno al estudio y análisis de la configuración de un brazo robot, así como en la programación y simulación que involucre al menos un robot médico, proporcionando instrucciones para el tratamiento de la información analógica y para la creación de controles PID; asimismo se proporcionan las herramientas necesarias para la creación de las interfaces HMI y SCADA interactivas con el usuario, que permitan monitorear y controlar procesos biomédicos.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación.

Durante el desarrollo de las actividades programadas es importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y los hábitos de trabajo, asimismo desarrolle el interés, la flexibilidad, el entusiasmo y en consecuencia actúe de manera profesional.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en los aspectos anteriores y los considere 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	Observaciones
Instituto Tecnológico de Hermosillo, 17 de Febrero del 2016	Academia de Ingeniería Biomédica	Reunión de la academia de Ing. Biomédica en desarrollo y formación de competencias profesionales de la Carrera.

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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a sistemas médicos y biológicos.</li> <li>• Capacidad para diseñar sistemas, dispositivos y procesos para su uso en aplicaciones médicas de atención sanitaria o biológica.</li> <li>• Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos y conclusiones en el ámbito de la ingeniería de la salud, a público especializado y no especializado, de un modo claro y preciso.</li> <li>• Conocimientos de los principios de la robótica, y su aplicación a problemas del ámbito de la ingeniería biomédica, como la cirugía o la asistencial.</li> </ul>

- Comprende los conceptos básicos de robótica móvil identificando los conceptos importantes, para entender y modelar la morfología de diferentes tipos de robots.
- Entiende los diferentes tipos de locomoción de los robots, para el análisis y diseño de los modelos matemáticos.
- Clasifica los tipos de sensores y actuadores utilizados en la robótica, para el control de los movimientos.
- Conoce los métodos de localización y construcción de mapas, para el diseño de los movimientos.

**5. Competencias previas**

- Realiza operaciones con matrices
- Genera diagramas de cuerpo libre
- Automatiza, controla y programa máquinas
- Diagnostica y analiza fallas en máquinas
- Analiza, diseña y aplica controladores electrónicos para sistemas biomédicos.
- Selecciona y aplica sensores y transductores a robots médicos.
- Selecciona, aplica y diseña elementos y dispositivos mecánicos en sistemas dinámicos.

**6. Temario**

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Robótica.	1.1 Antecedentes de la Robótica. 1.2 Tipos de robots y sus clasificaciones. 1.3 Estructura Mecánica de un Robot. 1.4 Componentes de un Robot. 1.4.1 Transmisores 1.4.2 Actuadores. 1.4.3 Sensores Internos. 1.4.4 Elementos Terminales. 1.5 Tipos y Características de Robots. 1.6 Grados de Libertad y Espacio de Trabajo. 1.7 Ejemplos de Aplicaciones Biomédicas.
2	Programación del Robot.	2.1 Programación Textual. 2.1.1 Explícita. 2.1.1.1 Movimientos Elementales (Articular y Cartesiana). 2.1.1.2 Estructurada. 2.1.2 Implícita. 2.1.2.1 Modelo Orientada a Objetos.

		2.2 Aplicaciones.
3	Cinemática.	<p>3.1 Sistemas de Coordenadas.</p> <p>3.1.1 Representación de un punto en el sistema de coordenadas.</p> <p>3.1.2 Descripciones Espaciales (Posición, Orientación y Ejes de Referencia).</p> <p>3.2 Cinemática Espacial.</p> <p>3.2.1 Rotaciones</p> <p>3.2.2 Composición y Propiedades de las Rotaciones.</p> <p>3.2.3 Matrices anti simétricas y transformaciones Homogéneas.</p> <p>3.2.4 Representación de Denavit – Hartenberg.</p> <p>3.2.4.1 Tipos de estructura.</p> <p>3.2.4.2 Notación</p> <p>3.2.4.3 Ejemplos.</p> <p>3.3 Cinemática Inversa.</p> <p>3.3.1 Introducción.</p> <p>3.3.2 Solución Algebraica.</p> <p>3.3.3 Solución Geométrica.</p> <p>3.3.4 Solución Numérica.</p> <p>3.3.5 Desacoplo cinemático.</p> <p>3.3.6 Control de Movimientos.</p>
4	Dinámica.	<p>4.1 Introducción.</p> <p>4.2 Ecuaciones de Euler – LaGrange</p> <p>4.2.1 Energía Cinética</p> <p>4.2.2 Energía Potencial.</p> <p>4.2.3 Ecuaciones de Movimiento.</p> <p>4.3 Formulación Newton – Euler.</p> <p>4.3.1 Sistemas de coordenadas en movimiento.</p> <p>4.3.2 Cinemática de los eslabones del Robot.</p> <p>4.3.3 Ecuaciones del movimiento recursivas.</p>
5	Control.	<p>5.1 Control de Posición.</p> <p>5.2 Control de Velocidad</p> <p>5.3 Control de Fuerza.</p>
6	Proyecto Integrador	<p>6.1 Propuesta de anteproyecto</p> <p>6.2 Desarrollo del prototipo.</p> <p>6.3 Reporte de Resultados.</p>

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

Introducción a la Robótica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender la importancia de la robótica, así como las disciplinas que intervienen en el análisis y diseño de manipuladores.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>Comunicación oral y escrita.</li> <li>Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>Solución de problemas.</li> <li>Toma de decisiones.</li> <li>Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>Trabajo en equipo.</li> <li>Habilidades interpersonales.</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Habilidades de investigación.</li> <li>Capacidad de aprender.</li> <li>Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la información y reflexionar sobre el funcionamiento y aplicación de los diversos Robots.</li> <li>Buscar, seleccionar y analizar información en las distintas fuentes bibliográficas propuestas; sobre el comportamiento y la estructura de los Robots.</li> <li>Investigar y comprobar las diferentes arquitecturas de robots.</li> <li>Simular los movimientos de robots.</li> <li>Estudiar los distintos actuadores, transmisiones mecánicas y sensores de los Robots.</li> </ul>
Programación del Robot.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar las diferentes técnicas de programación del Robot, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas.</li> </ul> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar prácticas sobre "Programación de Robots" en donde el alumno aplique las interfaces de control del robot.</li> <li>Exponer en clase las formas convencionales de programación de los robots industriales.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar prácticas sobre “Programación de Robots” en donde el alumno programe de forma textual los movimientos de un robot.</li> </ul>
<p>Cinemática</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los conceptos sobre el modelado cinemático de un manipulador y su importancia .</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener la matriz de traslación, rotación y transformación homogénea para algún movimiento determinado de un robot, dada su configuración particular.</li> <li>• Modelar la cinemática directa de los robots manipuladores.</li> <li>• Realizar la cadena cinemática de los eslabones de un robot utilizando la metodología Denavit–Hartenberg.</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</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<p>directo de un robot usando MatLab.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar en clase la forma de modelar la cinemática inversa de los robots manipuladores.</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 ejemplos de modelación que el profesor exponga en clase.</li> </ul>
<p>Dinámica.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los conceptos sobre el modelado dinámico de un manipulador, su importancia y limitaciones .</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar en clase la forma de modelar la dinámica de los robots manipuladores.</li> <li>• Realizar el modelado dinámico de eslabones de un robot utilizando Lagrange – Euler y Newton – Euler.</li> <li>• Realizar un proyecto el modelo dinámico de un manipulador.</li> <li>• Realizar prácticas en donde se implemente un programa de computadora que simule los modelos de la dinámica de un robot y que analice los resultados de las simulaciones.</li> </ul>

• Búsqueda del logro.	
Control.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer los diferentes esquemas de control y su aplicación para los requerimientos de movimiento de un manipulador.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar en clase la forma de modelar la dinámica de los robots manipuladores.</li> <li>• Realizar el modelado dinámico de eslabones de un robot utilizando Lagrange – Euler y Newton – Euler.</li> <li>• Realizar un proyecto el modelo dinámico de un manipulador.</li> <li>• Realizar prácticas en donde se implemente un programa de computadora que simule los modelos de la dinámica de un robot y que analice los resultados de las simulaciones.</li> </ul>
Proyecto Integrador.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar y armar un prototipo de un proyecto asignado.</li> </ul>

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul> |  |
|---|--|

## 8. Práctica(s)

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Armar una configuración básica de Robot</li><li>• Realizar los movimientos del Robot básico</li><li>• Manipulación de motores paso a paso y servomotores</li><li>• Calculo de movimientos y simulación utilizando Matlab.</li></ul> |
|---|

## 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.

## 10. Evaluación por competencias

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:

- Ejercicios y problemas en clase
- Exposición de temas por parte de los alumnos con apoyo y asesoría del profesor
- Evaluación trabajos de investigación entregados en forma escrita
- Evaluación por unidad para comprobar el manejo de aspectos teóricos declarativos.
- Evaluación de las prácticas por unidad, considerando los temas que ésta contiene
- Evaluación de las aplicaciones del contenido de la materia

- Considerar reporte de un proyecto final que describa las actividades realizadas y la conclusiones del mismo.

## 11. Fuentes de información

- Antonio Barrientos, Luis Felipe Peñin, Carlos Balaguer; Rafael Aracil: Fundamentos de Robótica. Edit. Mc. Graw Hill.
- Craig J.J.: Introduction to Robotics Mechanics and Control. Adison\_Wesley. ISBN: 9788448156367
- Ollero A: Manipuladores y Robots Móviles. Marcombo Boixereu Editores.
- Consorcio Opensurg: Robótica Médica, Notas prácticas para el aprendizaje de la robótica en la bioingeniería. CYTED, ISBN: 978-84-15413-12-7
- Gorla B., Renaud M. (1.984) Modéles des Robots Manipulateurs: applications à Leur Commande. Cepadues éditions. ISBN 2-85428-103-9
- McKerrow P. J. (1.991) Introduction to Robotics. Addison-Wesley 1.991. ISBN 0-201-18240-8.