



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

Nombre de la Asignatura: CONTROL DE SISTEMAS BIOMECATRÓNICOS

Clave:	Créditos: 8	Horas totales: 80	Horas Teoría: 2	Horas Práctica: 4	Horas Semana: 5
---------------	-----------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------

Modalidad: Presencial

Eje de formación: Especializante

Elaborado por: DR. CARLOS FIGUEROA NAVARRO, DR. VÍCTOR HUGO BENÍTEZ BALTAZAR

Antecedente:

Consecuente:

Carácter: Optativa

Departamento de Servicio: Ingeniería industrial

Propósito:

La asignatura pertenece al eje especializante, y es de carácter optativa. El principal propósito es proporcionar a los estudiantes los aspectos fundamentales y básicos de los problemas relacionados con la aplicación de la mecatrónica a la biomedicina, particularmente en el control de movimientos de dispositivos como puedan ser robots o prótesis.

I. Contextualización

Introducción:

En esta materia se estudia el control de sistemas de la biomecatrónica, que consiste en la integración de máquinas electromecánicas con el cuerpo humano, en principio, para usos terapéuticos, como lo serían prótesis robóticas directamente conectadas al sistema nervioso del paciente que puedan restituirle la movilidad o darle la que nunca tuvo. La biomecatrónica es la aplicación de la mecatrónica para resolver problemas de sistemas biológicos, en particular el desarrollo de nuevos tipos de prótesis, simuladores quirúrgicos, control de posición de instrumental médico, por ejemplo, catéteres, sillas de ruedas y tele operación quirúrgica.

Dentro de los conocimientos que se abordan en esta asignatura se encuentran los siguientes: modelos cinemáticos y dinámicos, diseño de controladores, fundamentos de control no lineal y control de movimientos.

la Unidad didáctica I es una introducción a la biomecatrónica y la biomecánica que es un área de conocimiento interdisciplinaria que estudia los fenómenos cinemáticos que presentan los seres vivos considerados como sistemas complejos formados por tejidos, sólidos y cuerpos mecánicos. Se interesa por el movimiento, equilibrio, la física, la resistencia, los mecanismos lesionales que pueden producirse en el cuerpo humano como consecuencia de diversas acciones físicas.

Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

En la Unidad didáctica II se presenta el uso de sensores y actuadores usados en la biomecatrónica. se desarrolla las características de los biosensores. En algunos dispositivos la información puede ser retransmitida por el sistema nervioso del usuario o el sistema muscular. Esta información está asociada por el biosensor a un controlador. Los biosensores reciben información sobre la posición y la fuerza de las extremidades proveniente de las extremidades y el actuador.

En la Unidad didáctica III se estudian métodos de retroalimentación y sistemas de control. Se desarrollan los sensores mecánicos para medir la información sobre el dispositivo biomecánico y relacionar dicha información con el biosensor o el controlador. El controlador es un dispositivo que conecta las intenciones del usuario con los actuadores. También interpreta la retroalimentación de la información que proviene de los biosensores y los sensores mecánicos para el usuario. El actuador es un músculo artificial. Su trabajo es producir fuerza y movimiento. Dependiendo de si el dispositivo es ortopédico o prótesis, el actuador puede ser un motor que asiste o reemplaza el músculo original del usuario.

En la unidad didáctica IV se estudia el procesamiento de señales biológicas. Se presenta el sistema de adquisición para señales biológicas que permite realizar el procesamiento de las señales en el mismo circuito adquisidor. Se encuentra basado en un conversor completo adaptado para señales biológicas cuya salida digital es adquirida y procesada para determinar patrones de comportamiento. Además el sistema permite el filtrado de las señales y la clasificación mediante algoritmos de segmentación y etiquetado.

En la unidad didáctica V se trata de las técnicas de aprendizaje máquina. Se estudia el aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas, que es parte de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. De forma más concreta, se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos. Es un proceso de inducción del conocimiento. En muchas ocasiones el campo de actuación del aprendizaje automático se solapa con el de la estadística computacional, ya que las dos disciplinas se basan en el análisis de datos.

En la unidad didáctica VI se aborda prótesis activas y pasivas. Se estudia la biomecánica que ha sido definida de diferentes maneras, se dice que es la aplicación de la mecánica de la biología, o la aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras que tienen vida en especial al aparato locomotor del cuerpo humano.

El significado de la palabra prótesis proviene del griego: pros "por añadidura", lo que nos describe que se añadirá o complementará el miembro faltante. Prótesis robótica es un dispositivo o elemento que está dotado de inteligencia y diseñado anatómicamente para cumplir con funciones que le faltan al cuerpo específicamente a partes locomotoras, la funcionalidad de la prótesis es conseguida por inclusión de circuitos electrónicos.

**Perfil del(los)
instructor(es):**

Poseer Licenciatura de 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 DESARROLLAR SISTEMAS DE CONTROL Y DE AUTOMATIZACIÓN**
 - Describir la biomecánica, así como conocer fundamentos básicos de anatomía. Comprender la generación de señales electromiografías y otros aspectos de bioingeniería que ayuden en el diseño de prótesis.
 - Estudiar redes neuronales, lógica difusa y elementos de inteligencia artificial

Objetivo General:

Entender la biomecatrónica como una ciencia interdisciplinaria aplicada que busca integrar elementos mecánicos, electrónicos y parte de organismos biológicos para auxiliar y mejorar el control del motor humano que fue perdido o dañado por trauma, enfermedad o defectos de nacimiento; con un enfoque para efectos de control de tales sistemas.

Objetivos Específicos:

1. Entender la biomecatrónica y saber cómo trabaja el cuerpo humano.
2. Desarrollar las características desarrolla de los biosensores.
3. Interpretar la retroalimentación de la información que proviene de los biosensores y los sensores mecánicos.
4. Presentar el sistema de adquisición para señales biológicas que permite realizar el procesamiento de las señales en el mismo circuito adquisidor.
5. Conocer y desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender.
6. Estudia la biomecánica que es la aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras que tienen vida en especial al aparato locomotor del cuerpo humano. Saber diseñar prótesis.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I – INTRODUCCIÓN A LA BIOMEATRÓNICA

Unidad Didáctica II – SENSORES Y ACTUADORES USADOS EN LA BIOMEATRÓNICA

Unidad Didáctica III – RETROALIMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL

Unidad didáctica IV- PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOLÓGICAS

Unidad didáctica V- TÉCNICAS DE APRENDIZAJE MÁQUINA.

Unidad didáctica VI- PRÓTESIS ACTIVAS Y PASIVAS

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad didáctica I. Introducción a la biomecatrónica

En la unidad I se realiza una breve introducción a la biomecatrónica que estudia el cómo trabaja el cuerpo humano.

- Introducción a la biomecatrónica, y su aplicación a la medicina
- Integración de funciones en sistemas biomecatrónicos.

Unidad didáctica II. Sensores y actuadores

En la unidad II se desarrolla las características de los biosensores, que son usados para detectar lo que el usuario desea hacer o sus intenciones y movimientos. En algunos dispositivos la información puede ser retransmitida por el sistema nervioso del usuario o el sistema muscular. Esta información está asociada por el biosensor a un controlador el cual puede ser localizado dentro o fuera del dispositivo biomecatrónico. Además, los biosensores reciben información sobre la posición y la fuerza de las extremidades proveniente de las extremidades y el actuador.

- Biosensores
- controladores
- actuadores.

Unidad de didáctica III. Retroalimentación y sistemas de control

En la unidad III se desarrollan los sensores mecánicos para medir la información sobre el dispositivo biomecatrónico y relacionar dicha información con el biosensor o el controlador. El controlador es un dispositivo biomecatrónico que conecta las intenciones del usuario con los actuadores. También interpreta la retroalimentación de la información que proviene de los biosensores y los sensores mecánicos para el usuario. Otra función del controlador es controlar los movimientos del dispositivo biomecatrónico. El actuador es un músculo artificial. Su trabajo es producir fuerza y movimiento. Dependiendo de si el dispositivo es ortopédico o prostético, el actuador puede ser un motor que asiste o reemplace el músculo original del usuario.

- Control no lineal
- Controladores
- actuadores
- Biomecánica
- Control monoarticular
- Control multiarticular

Unidad de didáctica IV. Procesamiento de señales biológicas

En esta unidad se presenta sistema de adquisición para señales biológicas que permite realizar el procesamiento de las señales en el mismo circuito adquisidor. Se encuentra basado en un conversor completo adaptado para señales biológicas cuya salida digital es adquirida y procesada para determinar patrones de comportamiento. Además el sistema permite el filtrado de las señales y la clasificación mediante algoritmos de segmentación y etiquetado.

- Muestreo Inteligente,
- Segmentación de señales
- Adquisición señales biológicas.

Unidad de didáctica V. Técnica de aprendizaje máquina.

En esta unidad se estudia el aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas que es parte de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. De forma más concreta, se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos. Es un proceso de inducción del conocimiento. En muchas ocasiones el campo de actuación del aprendizaje automático se solapa con el de la estadística computacional, ya que las dos disciplinas se basan en el análisis de datos.

- Tecnologías mecatrónicas
- Interacción con sistemas biomecatrónicos
- Integración de funciones en sistemas biomecatrónicos

Unidad de didáctica VI. Prótesis activas y pasivas

En la unidad VI se estudia la biomecánica que ha sido definida de diferentes maneras, se dice que es la aplicación de la mecánica de la biología, o la aplicación de las leyes mecánicas a las estructuras que tienen vida en especial al aparato locomotor del cuerpo humano. Prótesis robótica es un dispositivo o elemento que está dotado de inteligencia y diseñado anatómicamente para cumplir con funciones que le faltan al cuerpo específicamente a partes locomotoras, la funcionalidad de la prótesis es conseguida por inclusión de circuitos electrónicos.

- Prótesis mecánicas
- Prótesis mioeléctricas.

Criterios de desempeño

1. Participación activa en clase.
2. Ser puntuales.
3. Asistencia. Es muy importante. Tomar en cuenta el Reglamento Escolar.
4. Cumplir cabal y puntualmente con todas las actividades y trabajos.
5. Hacer los exámenes en las fechas programadas.
6. Trabajar en equipo.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Exposición del maestro.
2. Exposición de alumnos.

Experiencias de aprendizaje.

1. Investigación de artículos en revistas de ciencia y tecnología.
2. Exposición de desarrollos tecnológicos de la biomecatrónica.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop del instructor
2. Cañón
3. Pintarrón
4. Conexión a internet
5. Prototipos didácticos
6. Videos audiovisuales acerca de la biomecánica.

Bibliografía	Básica/ Complementaria
Gregory Dudek, Michael Jenkin. (2010). Computational principles of mobile robotics. 2 nd edition. Edit. Cambridge University Press.	Básica
Alonzo Kelly. (2013). Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods, 1 st edition. Edit. Cambridge University Press.	Básica
Gregor Klancar. (2017). Wheeled Mobile Robotics: From Fundamentals Towards Autonomous Systems 1 st edition. Edit. Butterworth-Heinemann.	Básica
Frederic Giamarchi. (2001). Robótica Móvil estudio y construcción. Edit. Paraninfo.	Básica

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 en relación a las unidades I y II.	Examen escrito	20 %

2	H, A	Exposiciones de modelos biomecánicos.	Se evaluará la capacidad, habilidades y actitudes en relación a trabajo en equipo, lectura y análisis de modelos, exposición, organización de ideas.	Diseño, debate, organización y presentación de modelos biomecánicos.	30 %
3	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades III y IV	Examen escrito	20 %
4	C	Examen parcial	Se evaluará el nivel de conocimientos adquiridos en relación a las unidades V y VI	Examen escrito	20 %
5	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