

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las herramientas matemáticas básicas para el modelado de robots.</li> <li>• Establecer esquemas de control de robots acordes a los requerimientos de las aplicaciones.</li> <li>• Utilizar software para la simulación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar y validar un lazo de control por articulación haciendo uso de los modelos diseñados previamente</li> <li>• Diseñar y validar un lazo de control en lazo abierto haciendo uso de los modelos diseñados previamente</li> <li>• Diseñar y validar un lazo de control en lazo cerrado haciendo uso de los modelos diseñados previamente</li> </ul>
--	---

## Unidad 5: TÓPICOS AVANZADOS

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer cuales son las vertientes de investigación en el área de la robótica.</li> <li>• Comprensión de información en el idioma ingles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar frente al grupo un artículo de divulgación científica sobre el área de la robótica procurando utilizar los definidos por el estado del arte.</li> </ul>

## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN

- GROOVER, M. WEISS M. *"Robótica industrial; Tecnología, Programación y Aplicaciones"* Mc Graw-Hill México, 1986
- R. J. Schilling , *Fundamentals of Robotics, Analysis and Control.* , Prentice-Hall, Englewood Cliff, USA. 1990.
- RIVING, E. *"Mechanical Design of Robots"*m, Mc Graw-Hill E.E.U.U., 1988
- SPONG, M. VIDYASAGAR M., *"Robot Dynamics and Control"*, John Wiley and Sons , Singapur, 1989
- McCLOY, D., HARRIS, D.M.J. , *"Robótica, una Introducción"*, Limusa México, 1993
- SHULER, C., MCNAMEE W.L. VI, *"Industrial Electronics and Robotics"*, Mc. Graw-Hill E.E.U.U., 1986
- PARKIN, ROBERT, *"Applied Robotic Analysis"*, Prentice-Hall E.E.U.U., 1991
- MURRAY, R, LY, Z., SASTRY, S., *"A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation"*, CRC Press E.E.U.U., 1993,
- Fu K.S., R.C. González y C.S. Lee: *Robótica: Control, Detección Visión e Inteligencia.* Mc Graw-Hill. Madrid, Esp. 1987.

- L. Kavraki and J.C Latombe: ,*Randomized preprocessing of Configuration Space for , fast Path Planning*. Proc. Of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 1994, pp. 2138-2145.
- J.C. Latombe: , *Robot Motion Planning* . , Kluwer Academic Pub. Boston, USA. 1991.
- Ph. J. McKerrow: , *Introduction to Robotics* . , Addison-Wesley Pub. Co. Sydney, Aust. , 1991.
- F.P. Preparata and M.I. Shamos: *Computational Geometry: An Introduction.*, Springer-Verlag, New York, 1985

## 12. PRACTICAS PROPUESTAS

- Práctica 1. Uso del simulador para la simulación de rotación y traslación
- Práctica 2. Generación de la animación de rotación y traslación de un cuerpo.
- Práctica 3. Simulación de los diferentes modelos del robot.
- Práctica 4. Simulación de lazo de control por articulaciones.
- Práctica 5. Simulación de lazo de control en lazo abierto.
- Práctica 6. Simulación de lazo de control en lazo cerrado.
- Práctica 7. Proyecto final

## 1. DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Control de Movimiento</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Electrónica</b>
Clave de la asignatura:	<b>MEF-1205</b>
SATCA:	<b>2-3-5</b>

## 2. PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura**

La materia de Control de Movimiento está orientada al estudio de una rama de la ingeniería mecatrónica (disciplina que integra los conocimientos de la ingeniería mecánica y la ingeniería electrónica), la cual utiliza dispositivos electromagnéticos y dispositivos electrónicos para desarrollar sistemas de arranque automático, paro, inversión de giro y protección de motores de corriente directa, motores de corriente alterna, motores de paso y servomotores.

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero electrónico la capacidad de comprender la operación de los motores eléctricos, así como ser capaz de modelar, analizar, diseñar, simular y construir circuitos de control para dichos motores, utilizando dispositivos electromagnéticos y/o dispositivos electrónicos, así como planear, organizar, dirigir y controlar actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas de control de movimiento. Además le permite dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinarios y multidisciplinarios.

Lo anterior propicia en el estudiante el desarrollo de un pensamiento analítico, crítico, creativo y auto-regulado, con los conocimientos y las estrategias planteadas a lo largo del curso y le proporciona una visión clara sobre los sistemas de control de movimiento y habilidades para adaptarse a las diferentes áreas laborales de su competencia, dando respuesta a los requerimientos de la sociedad

### **Intención didáctica**

El estudiante a través del conocimiento y comprensión de los conceptos más relevantes del contenido de las unidades del programa y sus temas desarrolla la competencia de analizar y diseñar sistemas de control de motores para la solución de problemas de manera grupal e individual, el desarrollo de proyectos, y su exposición en plenaria ante el grupo, la simulación de los circuitos utilizando herramientas computacionales, y trabajo en equipo para la realización de prácticas en el Laboratorio de Electrónica para su comprobación a través de equipo de medición.

Esto le permite adquirir los conocimientos para el diseño, análisis y aplicación de los distintos sistemas de control de motores así como las habilidades en el manejo de equipo electrónico, software, manuales de fabricante.

Desarrolla la habilidad para identificar y resolver problemas, hacer experimentos y

reportes de resultados de forma oral y escrita y hacer presentaciones utilizando las TIC's para hacer presentaciones ante el grupo, al trabajo colaborativo al trabajar en equipo y hacerse responsable de su aprendizaje con responsabilidad y a la práctica de los valores con respeto a la pluralidad y diversidad del grupo.

Esta asignatura comprende 4 unidades cuyos contenidos fueron seleccionados para iniciar desde la física del motor de corriente directa, hasta su aplicación en el arranque, control de velocidad, inversión de giro y frenado, así como sistemas de protección de motores de corriente directa y corriente alterna; de modo tal que el estudiante sea capaz de resolver problemas típicos de la ingeniería electrónica así como tener los fundamentos para abordar sistemas de control de motores en situaciones propias de su especialidad en el campo industrial y de servicios. Además, el estudiante desarrolla su capacidad de análisis e interpretación incrementando sus habilidades de comunicación durante el trabajo en equipo.

El contenido de la unidad I, le permite conocer la historia del motor de corriente directa y su evolución, así como los diferentes tipos de motores de corriente directa y sus características físicas tales como su fuerza magnética y su producción de torque.

En la Unidad II, los temas a revisar le permiten analizar y describir la secuencia de operación de los tipos más comunes de arrancadores automatizados, sistemas para control de velocidad, así como las secuencias de operación de los sistemas de inversión del giro, avance gradual y frenado dinámico para motores de corriente directa.

En la Unidad III, los temas a revisar le permiten analizar y describir la secuencia de operación de los tipos más comunes de arrancadores automatizados, sistemas para control de velocidad, así como las secuencias de operación de los sistemas de inversión del giro, avance gradual y frenado dinámico para motores de corriente alterna.

En la Unidad IV el estudiante investiga y analiza las características de funcionamiento, datos técnicos, circuitos de control y aplicaciones de los motores eléctricos de pasos, de los motores eléctricos lineales y de los servomotores lineales.

### 3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

- Conocer y aplicar las técnicas de arranque, control de velocidad, inversión de giro y frenado, así como sistemas de protección de motores de corriente directa y corriente alterna.
- Utilizar herramientas computacionales para simular el comportamiento dinámico de motores de corriente directa y de corriente alterna.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias Instrumentales

- Procesar e interpretar información.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Representar e interpretar modelos en diferentes formas: textual, gráfica, matemática y de circuitos.
- Pensamiento lógico, sistémico, heurístico, analítico, crítico, creativo y sintético.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Propiciar el uso de nuevas tecnologías.
- Capacidad de adaptación a nuevas

situaciones.

- Resolución de problemas.
- Analizar la factibilidad de las soluciones.
- Optimizar soluciones.
- Toma de decisiones.
- Establecer generalizaciones.
- Argumentar con contundencia y precisión.
- Inquietud por la calidad.
- Administración de proyectos.

#### Competencias Interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Habilidades interpersonales.
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.
- Compromiso ético.

#### Competencias Sistemáticas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Liderazgo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.
- Iniciativa y espíritu emprendedor.
- Preocupación por la calidad.
- Búsqueda del logro.

## 4. HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
Instituto Tecnológico de Orizaba Enero 2011	Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Orizaba Responsables: Dr. Albino Martínez Sibaja.	Propuesta inicial

	Dr. Oscar Sandoval González. M.C. Blanca E. González Sánchez. Ing. Ricardo Gutiérrez Gargantúa.	
--	--	--

## 5. OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (COMPETENCIA ESPECÍFICA A DESARROLLAR EN EL CURSO)

- Analiza el principio de operación del motor de corriente directa.
- Modela y simula en computadora el comportamiento dinámico de motores de corriente directa.
- Diseña, analiza y construye técnicas de arranque, control de velocidad, inversión de giro y frenado de los motores de corriente directa.
- Diseña, analiza y construye técnicas de arranque, control de velocidad, inversión de giro y frenado de los motores de corriente alterna.
- Dirige y controla actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas de protección para motores de corriente directa.
- Dirige y controla actividades de instalación, operación y mantenimiento de sistemas de protección para motores de corriente alterna.
- Simula en computadora y construye circuitos de control de motores de pasos.
- Simula en computadora y construye circuitos de control de servomotores.
- Dirige y participa en equipos de trabajo, interdisciplinarios y multidisciplinarios.

## 6. COMPETENCIAS PREVIAS

- Comprender las aplicaciones del Cálculo Diferencial é Integral para determinar la fuerza magnética y la producción de torque de un motor eléctrico.
- Conocer y aplicar las Ecuaciones Diferenciales y la Transformada de Laplace en el análisis y solución de circuitos de control de motores eléctricos.
- Analizar y aplicar técnicas de control moderno.
- Conocer los principios básicos de la teoría electromagnética de Maxwell.
- Operación de equipo básico de medición.
- Utilizar software de simulación (MATLAB, LABVIEW).

## 7. TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	La física del motor de corriente directa.	1.1. Fuerza magnética. 1.2. Producción de torque. 1.3. Conmutación. 1.4. Ley de Faraday. 1.5. Motor de corriente directa.

		1.6. Tipos de motores de corriente directa.
2	Control de motores de corriente directa.	2.1. Control por dispositivos electromagnéticos. 2.1.1. Arrancadores automáticos. 2.1.2. Controles de velocidad. 2.1.3. Inversión de giro y frenado. 2.1.4. Protección. 2.2. Control por dispositivos electrónicos. 2.2.1. Arranque automático. 2.2.2. Control de velocidad. 2.2.3. Inversión de giro y frenado. 2.2.4. Protección.
3	Control de motores de corriente alterna.	3.1. Control por dispositivos electromagnéticos. 3.1.1. Arrancadores automáticos. 3.1.2. Controles de velocidad. 3.1.3. Inversión de giro y frenado. 3.1.4. Protección. 3.2. Control por dispositivos electrónicos. 3.2.1. Arranque automático. 3.2.2. Control de velocidad. 3.2.3. Inversión de giro y frenado. 3.2.4. Protección.
4	Control electrónico de motores especiales	4.1. Motor eléctrico de pasos 4.2. Motor eléctrico lineal 4.3. Servomotores eléctricos

## 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.

- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Realizar actividades prácticas por el estudiante y en grupos de trabajo que permitan conocer e identificar las oportunidades de operación, instalación y mantenimiento de equipo electrónico de potencia en empresas.
- Dirigir actividades relacionadas con la administración de proyectos.

## 9. SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Se aconseja mantener una actitud de continua observación durante todo el proceso de aprendizaje para tener información que permita encontrar las formas y momentos adecuados de evaluación, considerando a ésta como una fuente de aprendizaje y una oportunidad más para mejorar, es decir, otorgarle una función formativa.
- Es importante que la evaluación tenga distintos fines y no sólo el de asignar una calificación al estudiante. Que la evaluación sea permanente de tal manera que permita aplicar el proceso de control.
- Se sugiere implementar la evaluación sumativa.
- Otra alternativa es encargar tareas específicas en las que, con soluciones presentadas (más no entregadas) por el docente, el estudiante tenga la oportunidad de autoevaluarse contrastando sus soluciones. En esta actividad es importante que el profesor muestre su solución (por ejemplo dejándola en el escritorio) sólo hasta que esté seguro de que el estudiante tiene la propia.
- La evaluación será basada en:
  - ✓ Resultados de las prácticas realizadas y su reporte.
  - ✓ Exámenes.
  - ✓ Solución de problemas
  - ✓ Tareas y trabajos extra-clase.
  - ✓ Resultados obtenidos por equipo de las visitas a las empresas.
  - ✓ Resultados de la elaboración del circuito, el diagrama, y los análisis en simulación del circuito.
  - ✓ Participación en clase.
  - ✓ Avances de proyecto y entrega del proyecto final.

## 10. UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: La física del motor de corriente directa.

Competencia	específica	a	Actividades de Aprendizaje
-------------	------------	---	----------------------------



<b>desarrollar</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiciar la búsqueda y selección de información relacionada con la física del motor de corriente directa utilizando las Tecnologías de información.</li> <li>• Utilizar software especializado para simulación y diseño de motores de corriente directa.</li> <li>• Promover la solución de problemas en forma individual y grupal de circuitos de Electrónica de Potencia.</li> <li>• Interpretar hojas de especificaciones de datos de motores de corriente directa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la historia de los motores de corriente directa y elaborar un mapa conceptual.</li> <li>• Identificar los diferentes tipos de motores de corriente directa.</li> <li>• Conocer y utilizar los diferentes tipos de motores de corriente directa.</li> <li>• Conocer e interpretar las hojas de datos de los motores de corriente directa.</li> <li>• Modelar y simular motores de corriente directa.</li> <li>• Realizar las prácticas sugeridas de los temas revisados en clase.</li> </ul>

### Unidad 2: Control de motores de corriente directa.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar software especializado para simulación y diseño de estrategias de control de motores de corriente directa.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de estrategias de control de motores de corriente directa.</li> <li>• Comprensión de información en el idioma inglés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y analizar arrancadores automáticos, electromagnéticos y electrónicos, para motores de corriente directa.</li> <li>• Solución de problemas de control de velocidad de motores de corriente directa, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Solución de problemas de inversión de giro y frenado de motores de corriente directa, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Conocer y analizar los diferentes tipos de protección para motores de corriente directa, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos.</li> <li>• Modelar e implementar estrategias de control de velocidad para motores de corriente directa.</li> <li>• Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.</li> <li>• Realizar prácticas de control de motores de corriente directa aplicando procedimientos indicados.</li> </ul>

### Unidad 3: Control de motores de corriente alterna.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar software especializado para simulación y diseño de estrategias de control de motores de corriente alterna.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de estrategias de control de motores de corriente alterna.</li> <li>• Comprensión de información en el idioma inglés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y analizar arrancadores automáticos, electromagnéticos y electrónicos, para motores de corriente alterna.</li> <li>• Solución de problemas de control de velocidad de motores de corriente alterna, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Solución de problemas de inversión de giro y frenado de motores de corriente alterna, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Conocer y analizar los diferentes tipos de protección para motores de corriente alterna, por medio de dispositivos electromagnéticos y electrónicos.</li> <li>• Modelar e implementar estrategias de control de velocidad para motores de corriente alterna.</li> <li>• Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.</li> <li>• Realizar prácticas de control de motores de corriente alterna aplicando procedimientos indicados.</li> </ul>

**Unidad 4: Control electrónico de motores especiales.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar software especializado para simulación y diseño de estrategias de control de motores especiales.</li> <li>• Resolver problemas de diseño de estrategias de control de motores de corriente alterna.</li> <li>• Comprensión de información en el idioma inglés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y analizar los diferentes tipos de motores especiales.</li> <li>• Solución de problemas de control de motores de pasos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Solución de problemas de control de servomotores eléctricos, en forma individual y grupal.</li> <li>• Conocer y analizar los diferentes tipos de protección para motores especiales.</li> <li>• Modelar e implementar estrategias de control de motores de pasos.</li> <li>• Comparar resultados obtenidos en la simulación, la medición y lo calculado.</li> <li>• Realizar prácticas de control de motores de corriente alterna aplicando procedimientos indicados.</li> </ul>