



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Control Eléctrico de Motores
Clave de la asignatura:	MED-2501
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Electrónica.

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En esta materia se da la formación al estudiante en el área de control tradicional de motores eléctricos, parte fundamental en la automatización de procesos industriales. Dándole habilidades para el diseño, selección, instalación y puesta en marcha de sistemas de control para motores eléctricos.

Los contenidos temáticos incorporan conocimientos que permitirán que el estudiante comprenda la operación de los elementos usados para el control de motores eléctricos, basados en lógica con relevadores (contactos) base fundamental para la manipulación de este tipo de automatismos. Tomando como base los conocimientos de lógica adquiridos en la asignatura de diseño digital, conociendo el funcionamiento de los diferentes tipos de motores, así como sus características y modos de empleo, todos estos adquiridos en la materia de maquinas eléctricas y preparando al estudiante para la aplicación de otros sistemas de control como son los controladores lógicos programables que serán impartidos en materias como PLC y Automatización de procesos industriales.

Diseño Digital.	Utiliza simplificación de funciones, para deducir y elaborar circuitos de mando, usando relevadores de control.	<i>Algebra booleana, compuertas y familias lógicas.</i>
	Emplea minitérminos y Maxitérminos como una herramienta la reducir funciones lógicas que lo lleven a circuitos de control con el menor uso de componentes.	<i>Lógica Combinacional.</i>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos





Maquinas Eléctricas.	Aplica los conocimientos de esta asignatura como la base esencial, para poder emplear técnicas, componentes y dispositivos que lo conduzcan a su adecuado control.	Principios y fundamentos de maquinas eléctricas. Transformadores. Motores y Generadores de Maquinas de Corriente Directa. Maquinas Síncronas. Motores de Corriente Alternas. Motores Especiales.
Intención didáctica		
Los temas que se abordarán están secuenciados de acuerdo con las necesidades de control eléctrico de las máquinas y compuesta por cinco unidades que tienen el siguiente contenido. En el primer tema se estudian y utilizan los elementos eléctricos y electromecánicos tradicionales que se utilizan para realizar el control de las máquinas eléctricas. Se establece la simbología normalizada que habrá de utilizarse. Se capacita al estudiante en la selección adecuada de elementos de protección y dimensionamiento para máquinas eléctricas, así como en los métodos empleados para su control de arranque, el análisis de los transductores y sensores adecuados según la aplicación para el control ó monitores de posición y velocidad. En el segundo tema se analizan, los métodos para el cálculo del calibre adecuado de cable, así también se guía al alumno sobre los diagramas de alimentación, control y fuerza, y genere las competencias que le permitan desempeñarse en el ámbito profesional, además en este tema debe generar las competencias que le permitan realizar diagrama de 2 y 3 hilos, simbología adecuada y su correcta señalización. Durante el tercer tema se abordan las técnicas de control de máquinas eléctricas monofásicas y trifásicas, también se emplean métodos de arranque a tensión reducida, el control de motores de corriente directa también es de interés durante el tema, aunado a estos subtemas se busca que él alumno genere sea competente para diseñar y elaborar una central de control de motores si dejar de lado el dimensionamiento de las protecciones para dichos motores.		





Para, el cuarto tema, se analiza la teoría de funcionamiento y la aplicación que tienen los variadores de velocidad y los arrancadores suaves y estáticos. Se capacita al alumno en la operación y la utilización de estos dispositivos en aplicaciones reales cuando se requiere el control de velocidad de las máquinas eléctricas. Se establecen las diferencias en la aplicación de los variadores de velocidad para motores de corriente alterna y para motores de corriente directa.

El último y quinto tema servo-accionamientos, contiene los subtemas necesarios para que el alumno sea capaz de llevar a cabo el diseño y elaboración de sistemas a base de servomotores, tomando en cuenta el funcionamiento, dimensionamiento según la locomoción de la aplicación, las protecciones requeridas y esquemas de conexión y control, también el alumno debe ser competente en el diseño de los perfiles adecuados para la aceleración y desaceleración, evaluar la arquitectura y protocolo de comunicación con que cuentan los sistemas a base de servomotores.

Se utiliza la simbología empleada en los diagramas de control eléctrico de cualquier máquina industrial para adquirir la competencia en la interpretación de los diagramas de fuerza y control. Así como mantener y operar el control de las máquinas eléctricas con la tecnología tradicional y de punta con la que se enfrentará a lo largo de su desarrollo como ingeniero eléctrico.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; trabajo en equipo, solución de ejercicios e instalación en tableros.

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.

Las actividades de aprendizaje son una guía para el profesor, sin embargo él tiene la libertad de modificarlas, de acuerdo con la experiencia con la que cuente y con los elementos con los que esté formado el laboratorio en el cual habrán de trabajar sus estudiantes, buscando siempre el aprendizaje significativo de éstos. Es recomendable que se ofrezcan escenarios distintos y que se parta de experiencias concretas, cotidianas, con el propósito de que el estudiante reconozca los usos y aplicaciones en las que puede intervenir.





Realizar visitas a diferentes tipos de industrias, en donde el alumno pueda visualizar, analizar y generar reportes de maquinaria que funcione a base de los temas aquí abordados, sin dejar de lado las nuevas tecnologías emergentes.

Los alumnos deberán ser creativos e innovadores, para dar solución a los problemas que enfrentará en su desempeño profesional de una manera ética y comprometida tanto con su profesión como con el medio en el que se desenvuelve. Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

Las competencias genéricas que se fortalecen en esta asignatura son las interpersonales, instrumentales y sistémicas a través de investigación, trabajo en equipo, elaboración de prácticas y redacción de reportes respectivos, ensayos, exposiciones, análisis de casos, entre otros.

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

El docente debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, y tener capacidad para trabajar en equipo, destrezas que le permitan proponer actividades a desarrollar, formación pedagógica para abordar con mayor propiedad los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes, facilitar, direccionar y orientar el trabajo del estudiante, potenciar en el estudiante la autonomía y toma de decisiones, estimular y potenciar el trabajo autónomo y cooperativo, facilitar la interacción personal.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Cd. Lerdo Durango. Enero del 2013.	Representantes de la academia de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.	Evaluación Curricular de la especialidad la división de Ingeniería Electrónica.





Revisión: Tecnológico Nacional de México campus Lerdo. Ciudad Lerdo, Durango a Junio de 2022	Integrantes de la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo	Revisión del programa
Revisión: Tecnológico Nacional de México campus Lerdo. Ciudad Lerdo, Durango a Abril 2025	Integrantes de la Academia de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo	Adecuación del programa

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
Diseñar Sistemas de Control de Maquinas Eléctricas en Base a la Correcta Identificación, Selección, y Aplicación Dispositivos Electromagnéticos, Electrónicos y Equipos Programables para el Control de las Mismas.

5. Competencias previas

- Simplifica ecuaciones booleanas, con fines de elaboración de circuitos de mando.
- Interpreta el principio de operación en régimen permanente de las máquinas rotativas de CA y CC.
- Usar el principio de operación durante el arranque de las máquinas rotativas de CC.
- Interpreta el principio de operación en régimen permanente de las máquinas rotativas de inducción trifásicas y monofásicas.
- Utiliza apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.
- Utiliza el principio de operación durante el arranque de las máquinas rotativas de inducción, trifásicas y monofásicas.
- Aplica los fundamentos de las máquinas sincrónicas para analizar su operación en estado estacionario.

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
-----	-----------------	----------





1	Elementos de control electromecánicos, mecánicos y dispositivos indicadores.	1.1. Botón pulsador. 1.2. Interruptor selector. 1.3. Elementos finales de carrera. 1.4. Relé. 1.5. Relevador de sobre carga. 1.6. Contactor. 1.7. Arrancador. 1.8. Temporizadores. 1.9. Sensores electromecánicos de velocidad y posición. 1.10. Simbología eléctrica. 1.11. Criterios de selección de elementos de control. 1.12. Aplicaciones en la industria
2	Control a 2 y 3 Hilos.	2.1 Selección del calibre del cableado 2.2 Control a 2 Hilos. 2.3 Control a 3 hilos. 2.4 Diagrama de alambrado. 2.5 Diagrama de control. 2.6 Diagrama de Fuerza. 2.8 Numeración de terminales en diagramas de control de motores.
3	Circuitos de control de motores trifásicos con elementos electromecánicos.	3.1 Control con relevadores. 3.2 Control de motores trifásicos y monofásicos. 3.3 Cambio de giro, función "inter-lock" 3.4 Dimensionamiento de elementos de control de motores. 3.5 Selección y empleo de elementos de protección de maquinas eléctricas. 3.6 Arranque a tensión reducida de motores trifásicos. 3.7 Control de motores de corriente directa. 3.8 CCM (Centro de control de motores)
4	Variadores de velocidad y arrancadores estáticos.	4.1 Introducción a los variadores de frecuencia.





		4.2 Selección de variadores de frecuencia. 4.3 Configuración y puesta en marcha de Variadores de frecuencia. 4.4 Arrancadores suaves. 4.5 Introducción a los arrancadores estáticos.
5	Servo-accionamientos.	5.1 Tipos y partes principales de un servomotor. 5.2 Dimensionamiento de servomotores. 5.3 Esquemas de control y protección. 5.4 Configuración de un servo-controlador. 5.5 Perfiles de Aceleración y Des-aceleración.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Elementos de control electromecánicos, mecánicos y dispositivos indicadores.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
✓ Conocer la función de cada relevador en el control y protección de los motores, así como seleccionar y calcular sus principales elementos ✓ Identificar las partes de un arrancador magnético combinado. ✓ Conocerá y seleccionará los diferentes elementos de control como son los interruptores, sensores y el principio de funcionamiento de los transductores. ✓ Así como ser capaz de seleccionar e instalar los mismos. Genéricas: <i>Competencias Instrumentales:</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Capacidad de organizar y planificar.	• Investigar las definiciones de control y la Relación existente con el control eléctrico. • Identificar información relevante de las necesidades del control en aplicaciones industriales. • Buscar información sobre sensores de posición y velocidad aplicados a diferentes tipos de máquinas eléctricas. • Elaborar un ensayo acerca de dichos sensores. • Utilizar los criterios de selección que intervienen en la aplicación de las protecciones eléctricas de motores. • Investigar tanto en la norma americana como la europea para





✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	representar diagramas eléctricos de control, considerando la numeración que se utiliza. • Elaborar circuitos de control para el arranque de motores de corriente continua. • Seleccionar y aplicar dispositivos de protección de motores. • Realizar estudios de casos sobre los elementos electromecánicos que intervienen en el control de máquinas eléctricas. • Obtener los pre reportes que el docente proporcione para las prácticas correspondientes de éste tema. • Realizar las prácticas correspondientes y elaborar el reporte de la misma.
2. Control a 2 y 3 Hilos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): ✓ Recopilar, organizar, analizar e interpretar los diagramas de alambrado y control con la simbología americana y europea. ✓ Conocerá, interpretará y manejará sistemas de control. ✓ Conocer e Identificar los distintos diagramas que existen. Genéricas: <i>Competencias Instrumentales:</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Capacidad de organizar y planificar.	• Utilizar el control por relevadores para el arranque a tensión plena de motores de inducción monofásicos y trifásicos. • Buscar, seleccionar y organizar información acerca del control a 2 y 3 hilos. • Analizar circuitos de control de máquinas eléctricas, y diferenciar el circuito de alimentación, circuito de





✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas. ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	fuerza y circuito de mando, así como los elementos que en ellos intervienen. • Realizar diagramas de dichos circuitos. • Buscar, seleccionar y organizar información acerca del cálculo del calibre adecuado de cable según la aplicación, además incluir los tipos de conductos. • Buscar, seleccionar y organizar información sobre la señalización de cableado.
3. Circuitos de control de motores trifásicos con elementos electromecánicos.	
Competencias Específica(s): ✓ Conocer y conectar los diferentes arrancadores a tensión plena y a tensión reducida que se utilizan para arrancar y controlar los motores de c.a trifásicos.	Actividades de aprendizaje • Construir controles de velocidad mediante relevadores electromagnéticos en motores de corriente continua. • Aplicar los métodos existentes para el arranque a tensión reducida de motores de inducción.





Genéricas: <i>Competencias Instrumentales:</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Capacidad de organizar y planificar. ✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas. ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.	• Especificar las características que deben satisfacer los elementos electromecánicos utilizados para el arranque a tensión reducida de motores de inducción. • Realizar estudios de casos sobre los elementos electromecánicos que intervienen en el control de maquinas eléctricas de 2 y 3 hilos • Obtener los pre reportes que el docente proporcione para las prácticas correspondientes de éste tema. • Realizar las prácticas correspondientes y elaborar el reporte de la misma.
4. Variadores de velocidad y arrancadores estáticos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): ✓ Conocerá las características y el funcionamiento de los diferentes	• Buscar, seleccionar y organizar información acerca del funcionamiento de variadores de





tipos de variadores de velocidad y sus configuraciones. ✓ Seleccionar los dispositivos de estado sólido utilizados en el arranque de motores eléctricos en función de la aplicación. <i>Competencias Instrumentales:</i> ✓ Capacidad de análisis y síntesis. ✓ Capacidad de organizar y planificar. ✓ Habilidades para el manejo de la computadora. ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas. ✓ Toma de decisiones. ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos. <i>Competencias interpersonales:</i> ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas. ✓ Capacidad crítica y autocrítica. ✓ Trabajo en equipo. ✓ Habilidades interpersonales. ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas. <i>Competencias sistémicas:</i> ✓ Habilidades de investigación. ✓ Capacidad de aprender. ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).	velocidad, tipos y técnicas de control. • Utilizar el variador de velocidad electrónico para el arranque y control de velocidad de los motores eléctricos de corriente continua y de corriente alterna. • Investigar el funcionamiento y los parámetros de programación de arrancadores estáticos comerciales. • Determinar aplicaciones que cuenten con esta tecnología de control. • Investigar los esquemas existentes e interpretar el funcionamiento de convertidores de CD – CD y de CD – CA empleados en el control de motores eléctricos. • Implementar circuitos de control de motores de corriente directa, utilizando arrancadores estáticos. • Implementar circuitos de control de motores de corriente alterna, mediante arrancadores estáticos. • Obtener los pre reportes que el docente proporcione para las prácticas correspondientes de éste tema. • Realizar las prácticas correspondientes y elaborar el reporte de la misma.
5. Servo-accionamientos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje





Específica(s):

- ✓ Conocerá las características y el funcionamiento de los servoaccionamientos y sus protocolos de comunicación.

Genéricas:

Competencias Instrumentales:

- ✓ Capacidad de análisis y síntesis.
- ✓ Capacidad de organizar y planificar.
- ✓ Habilidades para el manejo de la computadora.
- ✓ Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.
- ✓ Toma de decisiones.
- ✓ Generar reportes de las prácticas realizadas, bajo lineamientos previamente establecidos.

Competencias interpersonales:

- ✓ Emplea un idioma extranjero para la lectura de artículos, hojas de datos y demás información referente a los temas.
- ✓ Capacidad crítica y autocrítica.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Habilidades interpersonales.
- ✓ Expresa efectivamente de forma oral sus ideas ante un grupo de personas.

Competencias sistémicas:

- ✓ Habilidades de investigación.
- ✓ Capacidad de aprender.
- ✓ Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- ✓ Habilidad para trabajar en forma autónoma.

- Buscar, seleccionar y organizar información acerca del funcionamiento de variadores de velocidad, tipos y técnicas de control.
- Realizar estudios de casos sobre funcionamiento y tipo de servomotores que intervienen en el control de máquinas eléctricas.
- Obtener los pre reportes que el docente proporcione para las prácticas correspondientes de éste tema.
- Realizar las prácticas correspondientes y elaborar el reporte de la misma.
- Realizar una exposición en equipo en donde se expongan las diferencias, ventajas y desventajas de los servomotores y las maquinas eléctricas tradicionales.
- Buscar, seleccionar y organizar información acerca perfiles de aceleración y desaceleración.



Número de registro: RPIL-072
Fecha de inicio: 2017-04-10
Término de la certificación 2021-04-10



Av. Universidad 1200, col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez,
C.P. 03330, Ciudad de México.
Tel. (55) 3600-2511, ext. 65047 / correo: s_academica@tecnm.mx





8. Prácticas

- Identificar características de operación de los elementos electromecánicos utilizados en el control eléctrico.
- Identificar características de operación, tipos e implementación de sensores, transductores, encoder y resolver.
- Utilizar las protecciones usuales en el control de motores: elementos térmicos, interruptores termo magnéticos y fusibles.
- Utilizar los métodos de arranque de máquinas de corriente continua y de corriente alterna
- Arranque y paro reversible de un motor de C.C.
- Arranque y paro reversible de un motor de trifásico de C.A. de inducción jaula de ardilla.
- Aplicar métodos de control de velocidad en máquinas de corriente continua y alterna
- Utilizar un variador de velocidad de estado sólido en el control de arranque y velocidad en motores de corriente continua y de corriente alterna.
- Configurar variadores de velocidad para fuentes de mando locales y externas.
- Emplear controles de velocidad y posición mediante el uso de servomotores.
- Configuración de variadores de velocidad y cálculo de perfiles.

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

Control de un proceso Industrial en el cual se deben entregar los siguientes productos.

Usar solo los dispositivos y equipo de control abordados durante la asignatura.

Confirmación en tiempo y espacio del proceso.

Video con fines de venta a futuros clientes.

Manual del Operador.

Manual de Mantenimiento.

Curso de Capacitación.

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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

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:





- Reportes escritos de las prácticas desarrolladas, con base al formato establecido.
- Reporte escrito de las investigaciones documentales solicitadas.
- Resolución de problemas solicitados (tareas)
- Reporte escrito de visitas industriales.
- Exposiciones individuales y por equipo, poniendo especial énfasis en el desenvolvimiento ante el público.
- Desarrollar ensayos
- Utilización de rubricas para la evaluación de portafolio de evidencias (cerrado, abierto o mixto).
- Exámenes prácticos, donde se tome en cuenta el desempeño durante el desarrollo de la práctica y los resultados obtenidos.
- Proyecto que resuelva un problema, donde se reflejen las competencias adquiridas durante el curso.

11. Fuentes de información

1. Herman, S. (2010). *Electric Motor Control*. (9na. Ed.). N.Y: Delmar Cengage Learning.
2. Faure, R. (2000). *Máquinas y Accionamientos Eléctricos*. Madrid: Fondo editorial de Ingenieros Naval.
3. Harper, G. (2002). *Control de Motores Eléctricos*. México: Limusa.
4. Kosow I. (2006). *Control de Máquinas Eléctricas*. Barcelona: Reverte.
5. Harper, G. (2005). *Fundamentos de Control de Motores Eléctricos en la Industria*. México: Limusa.
6. Roldán, J. (2005). *Motores Eléctricos Automatismos de Control*. (9na. Ed.). Madrid: Thomson – Paraninfo.
7. Selmon, G. (1992). *Electric Machines and Drives*.: Addison Wesley.
8. Gray, C. (2000). *Máquinas Eléctricas y Sistemas Accionadores*. México: Alfaomega.
9. Alerich W. (1972). *Control de Motores Eléctricos, Teoría y Aplicaciones*. México: Diana.
10. Manuales del Fabricante de Dispositivos de Control Eléctrico.

