

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Controles Eléctricos
Carrera :	Ingeniería Electromecánica
Clave de la asignatura :	EMF-1006
SATCA ¹	3 - 2 - 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta, al perfil del Ingeniero Electromecánico las herramientas, para el análisis, diagnóstico, diseño, selección, instalación, interpretación, administración de los diversos sistemas de control, acorde a los requerimientos actuales de las empresas o del sector industrial del mundo globalizado.

Esta materia dará soporte a otras asignaturas de la especialidad, directamente vinculadas con desempeños profesionales; se inserta en la segunda mitad de la trayectoria escolar. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas: Interruptores y sensores, relevadores y autómatas programables.

Así como capacitar al alumno para el análisis e interpretación de planos, diagramas e instalación de equipo de acuerdo a las normas, especificaciones, códigos y manuales para la automatización de procesos electromecánicos.

Intención didáctica.

El temario de la presente asignatura está conformada por siete unidades. En la primera unidad se aborda el tema de fundamentos de controles Eléctricos con la finalidad de que el alumno analice y conozca los fundamentos de los diferentes dispositivos de control, así como su simbología, diagramas y sistemas de protección. En la segunda unidad se estudia la aplicación de los diferentes interruptores y sensores utilizados en los controles eléctricos.

En la tercera unidad se inicia con el estudio de los diferentes circuitos de control en los cuales se integra el conocimiento y comprensión de los dispositivos de control integrados en los circuitos de control y fuerza para motores trifásicos.

En la unidad cuatro se definen las características y tipos del relevador programable, programación y aplicaciones típicas.

En la unidad cinco se definen las características y tipos de variadores de velocidad,

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

así como los protocolos de comunicación y sus aplicaciones típicas.

Dentro de la unidad seis se abordan temas relacionados con autómatas programables (PLC), como es su definición, principio de funcionamiento, tipos, lenguajes, instrucciones y aplicaciones.

En la séptima unidad aplicando los conocimientos previos, se elaborará un proyecto de un sistema electromecánico.

Se sugiere que para esta asignatura, las actividades de aprendizaje que el alumno desarrolle promuevan la investigación documental y de campo, el análisis y discusión de la información. Es importante que el alumno aprenda a valorar las actividades programadas y que aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo.

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 hacer 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 así como el trabajo en equipo.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas: <ul style="list-style-type: none">• Identificar las partes de un arrancador magnético combinado.• Identificar y conocer la función de cada relevador en el control y protección de los motores.• Seleccionar y calcular los principales elementos de protección para motores.• Conocer los arrancadores de protección total de motores.• Ilustrar mediante un diagrama la simbología estandarizada americana y europea en sistemas de fuerza y control eléctrico.• Interpretar diferentes controles en sistema americano y europeo.• Distinguir los sistemas de control automático, semiautomático y manual utilizando diagramas.• Estudiar las causas por las cuales se debe limitar la corriente de arranque en los motores eléctricos.• Describir los métodos más usuales para limitar la corriente de arranque de los motores.• Aplicar los variadores de velocidad para motores de corriente alterna.• Analizar, seleccionar y aplicar los diferentes tipos de sensores para sistemas de control• Investigar en fuentes de información la función de un PLC y establecer sus posibles aplicaciones en la industria.• Elaborar un dibujo con la descripción general de los componentes básicos de un PLC (entradas, salidas, CPU, memoria, fuente de alimentación y dispositivos de programación).• Establecer las diferencias entre la estructura compacta y la estructura modular de un PLC.• Direccionar las entradas, salidas, temporizadores, contadores y relevadores internos, de diferentes	Competencias genéricas: <u>Competencias instrumentales</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos generales básicos• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Conocimientos generales básicos• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Solución de problemas• Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo interdisciplinario• Habilidades interpersonales• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas• Compromiso ético <u>Competencias sistémicas</u> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender.• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Iniciativa y espíritu emprendedor• Capacidad para diseñar un proyecto• Capacidad de liderazgo• Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones
--	--

fabricantes de PLC's.

- Diseñar sistemas controlados por PLC que sustituyan a controles eléctricos cableados con lógica por relevadores y aplicarlos a un sistema de control.
- Elaborar un proyecto para un sistema de control de tipo electromecánico aplicando PLC's.
- Elaborar y simular problemas reales de automatización, para que pueda desarrollar un proyecto que contenga lo siguiente:
 - Diagrama elemental.
 - Selección de dispositivos.
 - Diagrama de alambrado.
 - Construcción y simulación de la operación.
 - Presentar los resultados del proyecto.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato del 24 al 28 de agosto de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Delicias, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Linares, Los Mochis, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula De Gordiano, Tijuana, Tlalnepantla, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 1 de septiembre al 15 de diciembre de 2009.</p>	<p>Academias de Ingeniería Electromecánica de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Jiménez</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Mexicali del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Centla, Ciudad Jiménez, Ciudad Juárez, Huichapan, Irapuato, Jocotitlán, La Sierra Norte de Puebla, Lagos de Moreno, Lázaro Cárdenas, Lerdo, Libres, Los Mochis, Mexicali, Minatitlán, Occidente del Estado de Hidalgo, Ocotlán, Oriente del Estado de Hidalgo, Parral, Puerto Vallarta, Tamazula de Gordiano, Tlaxco, Toluca, Tuxtepec, Xalapa y Zacatecas.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Utilizar con precisión la simbología y terminología de los instrumentos y equipo de control; así como el uso de lenguajes, algoritmos, heurísticos.

Selección, uso de materiales y dispositivos de control y automatización,

Montaje e instalación de equipos, así como dar solución a problemas productivos y tecnológicos

Actuar con profesionalismo al diseñar, instalar y operar los equipos.

Manejo de software que le permita simular, verificar y monitorear el comportamiento de los sistemas electromecánicos para garantizar su correcta operación.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer el funcionamiento de los diferentes tipos de motores de inducción trifásicos,
- Analizar la construcción, conexión y principio de funcionamiento del motor de inducción trifásico, máquinas síncronas modernas
- Leer e interpretar las normas, especificaciones, códigos, manuales, planos y diagramas de equipos y sistemas electromecánicos.
- Tener las bases teórico-prácticas para proyectar y operar instalaciones eléctricas de tipo (residencial, comercial, industrial) acorde a las normas vigentes.
- Actitud proactiva.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de controles eléctricos	1.1 Contactores y arrancadores. 1.2 Relevadores electromecánicos. 1.3 Temporizadores (al energizar y al desenergizar). 1.4 Solenoides. 1.5 Diagramas de alambrado y de control. 1.6 Protección contra sobrecarga de motores. 1.7 Protección contra corto circuito y falla a tierra de motores
2	Interruptores y Sensores	2.1 Interruptores (presión, nivel, temperatura, flujo, límite). 2.2 Principio de transducción.

		<p>2.3 Sensores de presión.</p> <p>2.4 Sensores de flujo.</p> <p>2.5 Sensores de temperatura.</p> <p>2.6 Sensores de nivel.</p> <p>2.7 Sensores de peso, velocidad, conductividad, PH, etc.</p> <p>2.8 Criterios para la selección de un sensor.</p>
3	Arrancadores para motores de corriente alterna trifásicos.	<p>3.1 Control a dos y tres hilos.</p> <p>3.2 Control separado.</p> <p>3.3 Control Manual-Fuera-Automático.</p> <p>3.4 Arranque a tensión plena.</p> <p>3.5 Métodos de arranques a tensión reducida (autotransformador, estrella-delta, Arrancador suave, resistencia primaria y resistencia secundaria, bobinado bipartido).</p> <p>3.6 Inversión de giro.</p> <p>3.7 Avance gradual.</p> <p>3.8 Frenado.</p>
4	Relevador Programable	<p>4.1 definición y estructura básica</p> <p>4.2 Características principales del relevador.</p> <p>4.3 Tipos de relevadores</p> <p>4.4 Programación en escalera y bloques lógicos</p> <p>4.5 Aplicaciones típicas</p>
5	Variadores de velocidad	<p>5.1 Definición y estructura básica</p> <p>5.2 Características principales del variador.</p> <p>5.3 Tipos de variadores</p> <p>5.4 Protocolos de comunicación</p> <p>5.5 Aplicaciones típicas.</p>
6	Autómata Programable (PLC)	<p>6.1 Definición y estructura básica</p> <p>6.2 Principios de funcionamiento</p> <p>6.3 Tipos de PLC (compactos y modulares)</p> <p>6.4 Lenguajes de programación</p> <p>6.5 Instrucciones tipo relevador, temporizadores y contadores</p> <p>6.6 aplicaciones del PLC en sistemas de control.</p>
7	Proyecto Electromecánico	7.1 Elaborar un proyecto de un sistema

		Electromecánico aplicando los PLC's, Relevadores programables y variadores de velocidad.
--	--	--

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas.

Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- 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.
- Propiciar la planeación y organización del proceso de diseño de los sistemas de controles eléctricos.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y 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 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 y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.

- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura debe ser formativa y sumativa, por lo que debe considerarse el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, poniendo énfasis en:

- Entrega de portafolio de evidencias.
- Participación del alumno en clase.
- Examen de diagnóstico.
- Revisión y exposición de ejercicios extra clase.
- Análisis y revisión de las actividades de investigación.
- Solución e interpretación de problemas resueltos con apoyo del software.
- Exposición de temas relacionados con la materia.
- Participación en talleres de resolución de problemas.
- Entrega de trabajos de investigación en equipo.
- Resolución de problemas prácticos en dinámicas grupales.
- Compilación de apuntes por unidades.
- Exposición de los resultados obtenidos en la investigación de temas de controles eléctricos, que demuestren calidad y relación con los temas de otras asignaturas y su entorno.
- Cumplimiento en tiempo y forma con las actividades encomendadas

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: **Fundamentos de controles eléctricos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Recopilar, organizar, analizar e interpretar los diagramas de alambrado y control con la simbología americana y europea. Identificar las partes de un arrancador magnético combinado. Conocer la función de cada relevador en el control y protección de los motores, así como seleccionar y calcular sus principales elementos	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar un mapa conceptual sobre los diferentes tipos de motores.• Investigar y discutir en clase los diferentes tipos de diagramas y simbología.• De diferentes catálogos calcular y seleccionar los principales elementos de protección y control de motores.• Realizar una inspección de los dispositivos, para identificar y localizar las partes con que cuentan.• Relacionar por medio de una tabla comparativa las diferencias entre la simbología Americana y la Simbología Europea

Unidad 2: **Interruptores y Sensores.**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
---	-----------------------------------

<p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en diferentes catálogos de fabricantes y discutir en clase el funcionamiento y las aplicaciones prácticas de los interruptores de: presión, nivel, temperatura, flujo e interruptores de límite. • Describir el funcionamiento de transductores analógicos-digitales y digitales-analógicos, utilizando esquemas. • Analizar, y aplicar los criterios para la selección de los diferentes tipos de sensores para sistemas de control.
---	--

Unidad 3: Arrancadores para motores de corriente alterna trifásicos.

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocerá, interpretará y manejará sistemas de control.</p> <p>Además de 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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir en clase los sistemas de control automático, semiautomático y manual utilizando los diferentes diagramas. • Estudiar las causas por las cuales se debe limitar la corriente de arranque en los motores eléctricos • Describir con diagramas eléctricos los métodos más usuales para limitar la corriente de arranque de los motores. • Conocer y utilizar los métodos de inversión de giro y de frenado

Unidad 4: Relevador Programable

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocerá en función de los diferentes tipos y marcas de relevadores programables comerciales sus características, programación y aplicación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar los catálogos de diferentes marcas para conocer los tipos más comunes de relevadores programables. • Realizar prácticas utilizando la programación del relevador programable. • Efectuar prácticas de cableado con relevadores programables

Unidad 5: Variadores de Velocidad

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocerá las características y el funcionamiento de los diferentes tipos de variadores de velocidad y sus protocolos de comunicación.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en catálogos y discutir en clase sobre los diferentes tipos de variadores de velocidad. • Identificar las características de los variadores. • Realizar prácticas con variadores de velocidad, utilizando los diferentes protocolos de comunicación.

Unidad 6: Autómata Programable (PLC)

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Conocerá diferentes marcas de PLC's de los cuales identificará los característicos construcción, tamaño y funcionamiento. y los aplicará para resolver problemas de control de sistemas básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir en clase sobre la función de los PLC's de diferentes marcas y establecer sus posibles aplicaciones en la industria. • Elaborar un dibujo con la descripción general de los componentes básicos de un PLC (entradas, salidas, CPU, memoria, fuente de alimentación y dispositivos de programación). • Establecer las diferencias entre la estructura compacta y la estructura modular de un PLC. • Establecer los lenguajes de programación que existen para un PLC. • Diseñar sistemas controlados por PLC que sustituyan a controles eléctricos cableados con lógica por relevadores y aplicarlos a un sistema de control.

Unidad 7: Proyecto Electromecánico

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Diseñará un proyecto para un sistema de control electromecánico aplicando PLC's, relevadores programables y variadores de velocidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar diagramas de alambrado de los sistemas de control para automatización. • Programar la simulación de problemas de automatización reales, para un proyecto consistente en: <ul style="list-style-type: none"> o Diagrama elemental. o Selección de dispositivos. o Diagrama de alambrado.

	<p>o Programación del PLC</p> <p>o Construcción y simulación de la operación.</p> <ul style="list-style-type: none">• Presentar los resultados del proyecto
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Siskind, Charles S. *Electrical Control System in Industry. Editorial 1, Mc. Graw Hill. U.S.A, 6/1/1963.*
 2. *Irving L. Kosow – Control de Maquinas Eléctricas, Editorial Reverte, 1977*
 3. Square D. *Diagramas de alambrado.*
 4. *Catálogos e instructivos de productos eléctricos de las marcas.*
 - Square D
 - Siemens
 - ABB
 - Telemecanique
 - Federal Pacific
 - Allen Bradley
 - IUSA
 5. Gilberto Enríquez Harper, *Control de motores eléctricos, Editorial Limusa, 2002.*
 6. Norma Oficial Mexicana NOM SEDE 2005. relativa a instalaciones eléctricas.
 7. National Electrical Code (NEC).
 8. Roe, Lionel B. *Practical Electrical Project Engineering. Editorial Mc. Graw Hill.*
 9. Brighton, Robert J., Renade, Prashant N. Why overload relays do not always protect motors. U.S.A., IEE Transactions on Industry Applications Vol 1A-18, No. 6.
 10. Millermaster. *Electrical control motor.*
 11. Experimentos con equipo eléctrico, Control de motores industriales. Wildi de Vito.
 12. Gilberto Enríquez Harper, *ABC de Instalaciones Eléctricas Industriales.* Editorial Limusa.
 13. José Roldan Villoría, *Arranque y protección de motores trifásicos, Ed. Thomson-Paraninfo, 2006.*
 14. Cooper, William D. y Helfrick, Albert D. *Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición.* Editorial Prentice Hall.
 15. Balcells, J. y Romeral, J.L. *Autómatas Programables.* Editorial Alfaomega marcombo.
 16. Bradley, Allen. *Manual de controladores lógicos programables*
- 1.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Realizar practica de Identificación de los diferentes dispositivos Electromecánicos utilizados para el control de motores.
2. Practicas con dispositivos electromecánicos tales como:
 - a. Arranque y paro directo de dos lugares distintos
 - b. Inversión de giro de un motor trifásico
 - c. Inversión de giro de un motor monofásico fase partida
 - d. Arranque con protección resistiva controlado por relevadores de tiempo
 - e. Arranque del motor de inducción trifásico dedos velocidades con cambio de giro
 - f. Arranque estrella delta
3. Practicas con relevadores programables, variadores de velocidad y PLC's tales como:

- a. Arranque y paro directo de dos lugares distintos
- b. Inversión de giro de un motor trifásico
- c. Inversión de giro de un motor monofásico fase partida
- d. Arranque con protección resistiva controlado por relevadores de tiempo
- e. Arranque del motor de inducción trifásico de dos velocidades con cambio de giro
- f. Arranque estrella delta
- g. Arranque y cambio de velocidad de motor trifásico
- h. Arranque a tensión reducida con arrancador suave