

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Controladores Lógicos Programables</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>MTD-1007</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>2-3-5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Mecatrónica</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero mecatrónico los conocimientos y habilidades suficientes para controlar, monitorear e interconectar los autómatas que le permitan proyectar, innovar y mantener equipos mecatrónicos en el sector productivo y de servicios.

La materia provee de herramientas conceptuales y prácticas para aprovechar las posibilidades de controladores lógicos programables en aplicaciones industriales automatizadas.

El curso se desarrolla de manera teórico-práctico dando énfasis en la práctica que permita corroborar la teoría, por lo que se tiene la necesidad de ajustar a pequeños grupos de trabajo que inclusive deberán ser programados en hora extra clase.

Dado que esta materia involucra los conocimientos de otras materias cursadas para poder aplicar el control a través de los controladores y tener la visión global de los automatismos que hoy en día se encuentran en el sector industrial y de servicio, es programada para ser cursada en el noveno semestre de la carrera.

Por su naturaleza, la materia proporciona el desarrollo de competencias transversales, fundamentalmente de índole ético y de conciencia ambientalista, además de capacidades relacionadas con el trabajo en equipo, de comunicación verbal, escrita y de análisis de interpretación de datos.

### Intención didáctica

Se organiza el contenido temático en 5 temas, iniciando en el primer tema con los conceptos básicos que se requieren para el desarrollo de automatismos por medio de relevación. En el segundo tema se abordan los conceptos necesarios para comprender la estructura interna y externa de los controladores, sus aplicaciones, ventajas y desventajas, así como los cuidados que deben tenerse en cuenta para una correcta instalación.

En el tercer tema, se induce al alumno a la programación de controladores lógicos programables mediante el lenguaje más común de programación utilizando las herramientas que estos elementos poseen para una programación más sencilla, pero a la vez de nivel avanzado. En el cuarto tema se abordan lenguajes de programación existentes en la actualidad en diversos controladores lógicos y en el tema 5 se abordan los módulos de expansión de los controladores lógicos programables.

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

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo, diseño y control de dispositivos; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de los elementos a utilizar para el desarrollo de las prácticas. Para que aprendan a planificar, que el profesor no planifique todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante reconozca la utilidad de estas técnicas y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

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 forma, 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.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 24 al 28 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Parral, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tlalnepantla, Toluca y Zacapoaxtla.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.

<p>Instituto Tecnológico de Mexicali, del 25 al 29 de enero del 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Apizaco, Celaya, Ciudad Cuauhtémoc, Cuautla, Durango, Guanajuato, Hermosillo, Huichapan, Irapuato, Jilotepec, Jocotitlán, La Laguna, Mexicali, Oriente del Estado de Hidalgo, Pabellón de Arteaga, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Toluca y Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Apizaco, Celaya, Chapala, Cd. Cuauhtémoc, Colima, Culiacán, Huixquilucan, La Laguna, León, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de Hidalgo, Querétaro, Tlalnepantla, Uruapan, Veracruz y Zacapoaxtla.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.</p>	<p>Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.</p>
<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.          Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>

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

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Conoce, analiza y aplica lenguajes de programación de controladores lógicos programables para automatizar, mantener y administrar equipos y sistemas mecatrónicos.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciona y utiliza adecuadamente los diferentes instrumentos y/o equipos básicos y especiales para medición de los diferentes parámetros eléctricos</li> <li>• Diseña e implementa funciones digitales para el control de diferentes sistemas mecatrónicos utilizando las herramientas matemáticas necesarias que permitan utilizar el mínimo de componentes electrónicos.</li> <li>• Diseña e implementa circuitos digitales para el control de diferentes sistemas mecatrónicos.</li> <li>• Realiza el arranque y control de velocidad de los motores de C.C. para aplicaciones de sistemas mecatrónicos.</li> <li>• Aplica el principio de funcionamiento de la máquina síncrona como motor y su comportamiento en el sistema eléctrico para controlar su operación.</li> <li>• Utiliza los métodos de arranque y control de velocidad de los motores de inducción para determinar su aplicación.</li> <li>• Programa y aplica sistemas basados en microcontroladores y sus interfaces, en la automatización y control de procesos.</li> <li>• Selecciona, aplica, calibra y opera los instrumentos de medición y control para automatizar los procesos industriales, mediante la configuración y programación adecuada de los mismos.</li> </ul>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Estructura de un automatismo.	1.1 Etapas de un automatismo. 1.2 Tipos de control. 1.3 Clasificación de señales. 1.4 Descripción de los componentes que integran un automatismo. 1.5 Simbología en norma americana y norma europea. 1.6 Sistemas de control híbridos.
2	Estructura de los controladores lógicos programables.	2.1 Definición 2.2 Antecedentes de los controladores lógicos programables. 2.3 Campos de aplicación 2.4 Ventajas y desventajas de los controladores lógicos programables. 2.5 Clasificación de los controladores lógicos programables. 2.6 Estructura física del controlador lógico. 2.7 Configuración interna del controlador lógico. 2.8 Direccionamiento de elementos internos del controlador.

		2.9 Introducción a las redes de comunicación entre autómatas.
3	Programación de controlador lógico en lenguaje escalera (ladder).	3.1 Pantallas de programación. 3.2 Fuera de línea (Off Line). 3.3 En línea (On Line). 3.4 Elementos de programación: 3.4.1 Bit 3.4.2 Byte 3.4.3 Palabra 3.5 Elementos de programación avanzada: 3.5.1 Temporizadores 3.5.2 Contadores 3.5.3 Comparadores 3.5.4 Aritméticos 3.5.5 Diagramas de control Secuencial.
4	Módulos de expansión.	4.1 de comunicación. 4.2 de señales de entrada (analógicos y digitales). 4.2 de control de actuadores especiales 4.4 de diagnóstico.
5	Otros lenguajes de programación.	5.1 Listado de instrucciones. 5.2 Bloque de funciones. 5.3 Grafcet. 5.4 CoDeSys.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Estructura de un automatismo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Utiliza la información técnica suministrada por los proveedores de elementos de control y potencia utilizados en automatismos para la selección de componentes en sistemas automáticos. Entiende el principio de funcionamiento de los elementos convencionales utilizados en el desarrollo de automatismos para conectar de manera correcta los elementos convencionales utilizados sistemas automáticos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de liderazgo</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar datos técnicos (de placa, catálogo u otro medio) de elementos eléctricos de control existentes en los talleres de la institución.</li> <li>• Identificar los elementos de control y trabajo ubicados en los tableros de prácticas.</li> <li>• Diseñar circuitos eléctricos de control y de potencia a través de relevación.</li> <li>• Conectar los circuitos eléctricos de control y de potencia a través de relevación.</li> </ul>

2. Estructura de los controladores lógicos programables.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):            Selecciona el controlador lógico programable más adecuado para su aplicación en sistemas automáticos en función de las condiciones del sistema.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar aplicaciones de los autómatas en diversos sectores.</li> <li>• Seleccionar el autómata adecuado, de acuerdo a las características del proceso.</li> <li>• Identificar los diversos componentes que integran un controlador lógico programable.</li> <li>• Investigar los diferentes tipos de redes de comunicación existentes en el mercado, ventajas y desventajas.</li> </ul>
3. Programación de controlador lógico en lenguaje escalera (ladder).	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):            Desarrolla e implementa programas en lenguaje escalera (ladder) utilizando los diversos elementos que contienen los controladores para automatizar procesos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de liderazgo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar software de programación para los controladores lógicos programables.</li> <li>• Desarrollar diagramas de escalera combinatorios y secuenciales híbridos.</li> <li>• Utilizar los elementos básicos para monitorear procesos.</li> <li>• Realizar conexión de los elementos de campo con el controlador lógico programable.</li> <li>• Establecer comunicación PLC-PC</li> <li>• Cargar y descargar programas entre la PC y el PLC</li> <li>• Realizar práctica de laboratorio conectando físicamente el PLC, utilizando condiciones combinatoriales</li> <li>• Realizar práctica de laboratorio conectando físicamente el PLC, utilizando sistemas secuenciales, memorias de bit, bobinas set y reset, flanco ascendente y descendente y subrutinas</li> <li>• Implementar programa secuencial usando funciones de temporizadores y contadores.</li> <li>• Realizar práctica de implementación de semáforo y función PWM</li> <li>• Implementar programa secuencial usando funciones especiales del controlador.</li> <li>• Entrega de proyecto con motor a pasos</li> </ul>

4. Módulos de expansión.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Desarrolla e implementa programas en lenguaje escalera (ladder) utilizando módulos de expansión del controlador lógico para aplicaciones industriales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de liderazgo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y exponer las características generales de los módulos de expansión de controlador lógico programable.</li> <li>• Utilizar y los módulos de expansión para implementar prácticas que involucren aplicaciones específicas.</li> <li>• Redactar y entregar reportes de prácticas de laboratorio.</li> <li>• Realizar práctica para configurar y probar los puertos analógicos</li> <li>• Realizar ejercicios de generar señal triangular (Cambia amplitud y periodo)</li> <li>• Realizar práctica para probar generador de señal triangular e implementar control proporcional de Temperatura.</li> </ul>
5. Lenguajes de Programación.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Desarrolla e implementa programas en lenguajes como listado de instrucciones, bloque de funciones, Grafcet, CoDeSys entre otros utilizando los diversos elementos que contienen los controladores para automatizar procesos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de liderazgo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar los elementos básicos para monitorear procesos.</li> <li>• Desarrollar programas de control básico con listado de instrucciones.</li> <li>• Desarrollar diagramas de escalera combinatorios y secuenciales híbridos con listado de instrucciones.</li> <li>• Desarrollar programas de control básico con bloque de funciones.</li> <li>• Desarrollar diagramas de control combinatorios y secuenciales híbridos con bloques de funciones.</li> <li>• Desarrollar programas de control básico con grafcet.</li> <li>• Desarrollar diagramas de control combinatorios y secuenciales híbridos con grafcet.</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

- Reconocimiento de los elementos de control y trabajo ubicados en los tableros.
- Programación e interconexión en los diferentes lenguajes de programación:
- Control de inversión de giro de un motor eléctrico.
- Control de un actuador lineal doble efecto través de interfase:
  - Monoestable.
  - Biestable.
- Control de un actuador lineal doble efecto y retorno automático por medio de interruptor de límite mecánico y sensor de proximidad utilizando interfase:
  - Monoestable.
  - Biestable.
- Control de un actuador lineal doble efecto y retorno automático al transcurrir un tiempo utilizando:
  - Interfase biestable temporizador on delay/off delay
  - Interfase monoestable temporizador on delay/off delay
- Control del movimiento cíclico de actuadores lineales de doble efecto.
  - Interfase biestable
  - Interfase monoestable.
- Secuencia en “L” para actuadores lineales de doble efecto utilizando:
  - Interfase biestable
  - Interfase monoestable.
  - Combinación.
- Secuencia con repetición de movimientos de los actuadores lineales de doble efecto y rotativos eléctricos.
- Control de procesos con entradas y salidas analógicas.
- Diseño de control para un proceso industrial.

## 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

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.

- Mapa conceptual
- Examen
- Esquemas
- Representaciones gráficas o esquemáticas
- Mapas mentales
- Ensayos
- Reportes
- Resúmenes
- Rúbrica
- Exposiciones orales.
- Lista de cotejo
- Matriz de valoración
- Guía de observación

## 11. Fuentes de información

- [1] Mandado, Enrique Pérez, Marcos, Jorge Acevedo y otros, “*Automatas Programables y sistemas de automatización*”, Segunda Edición, Editorial Marcombo, Barcelona, España, 2009.
- [2] Mengual, Pilar Pitarch, “*STEP 7 Una manera fácil de programar PLC de Siemens*”, Alfa Omega Grupo Editor, Barcelona, España, 2010.
- [3] Bliesener, R, Ebel F, Loffler, C, “*Controles Lógicos Programables*”, Festo AG & Co, Alemania, 1997.
- [4] Berger, H, “*Automating with SIMATIC*”, SIEMENS, Alemania, 2006.
- [5] Berger, H, “*Automating with STEP 7 in STL and SCL*”, SIEMENS, Alemania, 2005.
- [6] Mayol I. Badia Albert, *Autómatas programables*, Editorial Marcombo, 1988.
- [7] Porras A. / Montaner A. P., *Autómatas programables*, 1<sup>a</sup> Ed., Editorial Mc Graw Hill, 1990.