

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero en Mecatrónica
3. **Plan de Estudios:**
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Automatización
5. **Clave:**
6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Terminal
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**

Jesús Armando Cantú Cárdenas  
Yessenia Cantú León  
José Torres Ventura  
José Luis Rodríguez Verduzco  
Jesús David Avilés Velázquez

**Fecha:** 01 de junio de 2018

**Firma**

**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**

Alejandro Mungaray Moctezuma  
Angélica Reyes Mendoza  
María Cristina Castañón Bautista

**Firma**

**NI. CRISTINA CASTAÑÓN B.**

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso es proveer al estudiante los conocimientos y herramientas metodológicas para el diseño y construcción de sistemas de control automático y su implantación sobre los procesos industriales mediante la programación y puesta en marcha de controladores lógicos programables.

Esta unidad de aprendizaje es obligatoria de la etapa terminal del plan de estudios, se encuentra dentro del área de ingeniería aplicada.

## III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar y construir sistemas de control automático, para la automatización de procesos industriales, utilizando controladores lógicos programables, con una actitud innovadora, siguiéndolas normas de seguridad con responsabilidad y ética profesional.

## IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollo de un proyecto integral de automatización que incluya:

- 1) Sistema automatizado que emule el funcionamiento de algún proceso industrial, utilizando un controlador lógico programable como elemento de control y funcionando cíclicamente de manera continua.
- 2) Reporte escrito que incluya:
  - a) Título
  - b) Resumen
  - c) Introducción
  - d) Materiales y Métodos
  - e) Resultados
  - f) Conclusiones

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Fundamentos básicos de automatización

**Competencia:**

Comprender los conceptos teóricos básicos sobre la automatización de procesos industriales de manera clara y contextualizada, mediante sus propósitos, tipos, niveles, clasificación, etapas y elementos, para poder relacionarlos y que sirvan de base para el conocimiento posterior de las metodologías y procedimientos utilizados para el diseño y construcción de sistemas de control automático, con actitud positiva y colaborativa.

**Contenido:****Duración:** 2 horas

## 1.1. Conceptos y Definiciones

1.1.1. Propósitos, Tipos y Niveles de Automatización

1.1.2. Clasificación de los Procesos Industriales y de los Sistemas de Control Automático

1.1.3. Etapas y elementos de un Sistema de Control Automático

### UNIDAD II. Elementos primarios de control

**Competencia:**

Clasificar los sensores industriales, utilizando diferentes criterios de clasificación, para determinar sus ventajas y desventajas en diferentes escenarios y así optimizar su uso dentro de los sistemas de control automático, con seriedad y puntualidad.

**Contenido:****Duración:** 4 horas

## 2.1. Interruptores

2.1.1. Clasificación

2.1.2. Simbología

## 2.2. Sensores Industriales

2.2.1. Clasificación

2.2.2. Sensores Discretos

2.2.3. Sensores Analógicos

### UNIDAD III. Características del controlador lógico programable (Hardware)

**Competencia:**

Distinguir y contrastar las características que presentan las diferentes marcas y modelos de controladores lógicos programables que existen en el mercado, de una manera sistemática y objetiva, para poder elegir la mejor opción de acuerdo al proyecto de automatización en turno, con responsabilidad y actitud colaborativa.

**Contenido:****Duración:** 4 horas

- 3.1. Arquitectura de los Controladores Lógicos Programables
- 3.2. Tipos de Entradas
- 3.3. Tipos de Salidas

### UNIDAD IV. Programación combinacional

**Competencia:**

Programar controladores lógicos, utilizando el método combinacional, para la solución de diferentes tipos de problemas al automatizar procesos industriales discretos, con actitud innovadora y positivismo.

**Contenido:****Duración:** 8 horas

- 4.1. Operaciones Lógicas
- 4.2. Funciones Lógicas
- 4.3. Control de Sistemas Electro-neumáticos
- 4.4. Banderas y Salidas Retentivas
- 4.5. Temporizadores
- 4.6. Contadores
- 4.7. Instrucciones de Comparación

## UNIDAD V. Programación secuencial

**Competencia:**

Programar controladores lógicos, utilizando el método secuencial, para la solución de diferentes tipos de problemas al automatizar procesos industriales discretos, con actitud innovadora.

**Contenido:****Duración:** 6 horas

- 5.1. Secuencias Planas y Tablas de Estado
- 5.2. Secuencias Bifurcadas y GRAFCET
- 5.3. La Guía GEMMA

## UNIDAD VI. Automatización de procesos continuos

**Competencia:**

Solucionar problemas de automatización de procesos industriales continuos, utilizando la sección analógica del controlador lógico programable, para la captación, acondicionamiento, procesamiento de señales y el control de actuadores mediante la programación avanzada, con una actitud creativa, con sensibilidad y respeto al medio ambiente.

**Contenido:****Duración:** 8 horas

- 6.1. Entradas Analógicas
- 6.2. Salidas Analógicas
- 6.3. Instrucciones Aritméticas
- 6.4. Escalado de Señales Analógicas
- 6.5. Control PID y Sintonización.

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción  | Material de Apoyo  | Duración |
|-----------------|---|--|--|----------|
| 1               | Analizar conceptos básicos de electricidad, electrónica y de electro-neumática, ejemplificando su aplicación para implementarlos en problemas mecatrónicos, de manera creativa y con responsabilidad.   | Resuelve un examen diagnóstico sobre los conceptos básicos necesarios para el inicio del curso.  | Computadora y apuntes Electrónicos e Impresos de la unidad de aprendizaje. | 1 hora   |
| 2               | Clasificar los sensores utilizados en la industria, de acuerdo a su funcionamiento y tipo de conexión, para determinar su posible aplicación en diferentes proyectos de automatización, de una manera objetiva y con responsabilidad.                     | Realiza un cuadro sinóptico en donde clasifica los diferentes tipos de sensores industriales y sus características.  | Computadora y apuntes Electrónicos e Impresos de la unidad de aprendizaje. | 1 hora   |
| 3               | Describir gráficamente la conexión de los diferentes tipos de sensores industriales, mediante diagramas de escalera, para verificar su compatibilidad con los diferentes tipos de entrada de los controladores industriales, con iniciativa y tolerancia. | Diseña varios diagramas de conexión de los diferentes tipos de sensores industriales.  | Computadora y apuntes Electrónicos e Impresos de la unidad de aprendizaje. | 1 hora   |
| 4               | Resolver problemas de aplicación, utilizando el método adecuado, para el diseño del programa correcto que se cargaría en el controlador para realizar la tarea propuesta, con actitud creativa e innovadora y con responsabilidad.                        | Resuelve una serie de problemas de diferentes temas de automatización contextualizados en aplicaciones reales:<br>1) Resolución de problema de funciones lógicas.<br>2) Resolución de problema de memoria y sincronía.<br>3) Resolución de problemas de sistemas electro-neumáticos básicos. | Computadora y apuntes Electrónicos e Impresos de la unidad de aprendizaje. | 13 horas |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <p>4) Resolución de problemas de sistemas electro-neumáticos avanzados.</p> <p>5) Resolución de problemas de uso de banderas y salidas retentivas.</p> <p>6) Resolución de problemas de Temporizadores.</p> <p>7) Resolución de problemas sobre Contadores.</p> <p>8) Resolución de problemas de programación secuencial aplicando tablas de estado.</p> <p>9) Resolución de problemas de programación secuencial par secuencias bifurcadas.</p> <p>10) Resolución de problemas de uso de la Guía GEMMA.</p> <p>11) Resolución de problemas sobre entradas y salidas analógicas.</p> <p>12) Resolución de problemas sobre escalado de señales analógicas.</p> <p>13) Resolución de problemas sobre control PID.</p> |  |  |
|--|--|---|--|--|

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción   | Material de Apoyo   | Duración |
|-----------------|---|---|---|----------|
| 1               | Discriminar los sensores discretos industriales de acuerdo a su respuesta de detección y tipo de conexión, utilizando la información técnica proporcionada por el fabricante y de manera metodológica e innovadora, para seleccionar de forma adecuada de acuerdo a la aplicación deseada y para su correcta aplicación, con disposición e interés. | Conecta y comprueba el funcionamiento de los sensores discretos industriales  | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas  |
| 2               | Comprobar el comportamiento de las operaciones lógicas, mediante su programación en un controlador lógico programable, para la solución de problemas de encendido y apagado de dispositivos mediante señales de sensores y pulsadores, de manera creativa y con disposición para el trabajo en equipo.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</li> <li>2) Diseña el programa para la comprobación de las operaciones lógicas.</li> <li>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</li> <li>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</li> </ol> | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas  |
| 3               | Comprobar el comportamiento de las funciones lógicas, mediante su programación en un controlador lógico programable, para la solución de problemas de control estático de dispositivos mediante señales de sensores y pulsadores, de manera creativa y con disposición para el trabajo en   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</li> <li>2) Diseña el programa para el control estático de un sistema mediante funciones lógicas.</li> <li>3) Programa, mediante la</li> </ol>  | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas  |



|   |  |   |   |         |
|---|--|---|---|---------|
|   | equipo.  | computadora personal, al controlador lógico programable<br>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.  |   |         |
| 4 | Usar salidas retentivas para agregar memoria y sincronía a las pruebas automatizadas, utilizando las instrucciones biestables de un controlador lógico programable, para su aplicación en la automatización de procesos industriales, con disposición al trabajo grupal y una visión objetiva. | 1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.<br>2) Diseña el programa para realizar pruebas automatizadas con memoria y sincronía, utilizando las salidas retentivas o biestables.<br>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable<br>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento. | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |
| 5 | Programar el controlador lógico programable, aplicando el método combinacional, para solucionar los problemas de automatización de sistemas electro-neumáticos industriales, con una actitud creativa y disposición para el trabajo en equipo.   | 1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.<br>2) Diseña el programa para realizar diferentes secuencias automatizadas en un sistema electro-neumático.<br>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable<br>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.                           | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |
| 6 | Comprobar el funcionamiento y la aplicación de los temporizadores, mediante su programación en el controlador lógico programable,  | 1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico   | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software                         | 2 horas |

|   |  |   |   |         |
|---|--|---|---|---------|
|   | para la automatización de sistemas secuenciales con fases controladas por el tiempo, una actitud analítica y creativa.   | <p>programable.</p> <p>2) Diseña el programa para realizar diferentes secuencias automatizadas con fases controladas por el tiempo</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Lleva a cabo en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</p>   | instalado y accesorios.   |         |
| 7 | Comprobar el funcionamiento y la aplicación de los contadores, mediante su programación en el controlador lógico programable, para la automatización de sistemas secuenciales con fases repetitivas, demostrando una actitud analítica y creativa.                               | <p>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</p> <p>2) Diseña el programa para realizar diferentes secuencias automatizadas con fases repetitivas</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</p> | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |
| 8 | Programar el controlador lógico programable, utilizando el método secuencial de las tablas de estado, para solucionar los problemas de automatización de procesos discretos que presentan "Secuencias Planas", con una actitud creativa y disposición para el trabajo en equipo. | <p>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</p> <p>2) Diseña el programa para el control automático de procesos discretos que presentan "Secuencias Planas"</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Pone en marcha el sistema y</p>                   | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |

|    |  |   |   |         |
|----|--|---|---|---------|
|    |  | comprueba su funcionamiento.  |   |         |
| 9  | Programar el controlador lógico programable, utilizando el método secuencial llamado GRAFCET, para solucionar los problemas de automatización de procesos discretos que presentan "Secuencias Bifurcadas", con una actitud creativa y disposición para el trabajo en equipo. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</li> <li>2) Diseña el programa para el control automático de procesos discretos que presentan "Secuencias Bifurcadas" mediante la aplicación del método GRAFCET</li> <li>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</li> <li>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</li> </ol> | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |
| 10 | Demostrar que el uso de la guía GEMMA facilita el desarrollo de un proyecto de automatización, mediante su aplicación en una práctica, para su futuro uso en el proyecto final, con una actitud creativa y disposición para el trabajo en equipo.                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</li> <li>2) Diseña el programa para el control automático de procesos discretos con diferentes rutinas mediante la aplicación de la guía GEMMA</li> <li>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</li> <li>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</li> </ol>                  | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 4 horas |
| 11 | Solucionar problemas presentados en sistemas de control automático de lazo cerrado de tipo estático, mediante el análisis del funcionamiento de las entradas y   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</li> </ol>  | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 2 horas |

|    |  |  |   |         |
|----|--|--|---|---------|
|    | salidas analógicas del controlador lógico programable, para determinar las causas de los mismos, de una manera responsable y objetiva.   | <p>2) Diseña el programa para el control automático de lazo cerrado de tipo estático de un proceso industrial</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</p>   |   |         |
| 12 | Emplear el escalado de señales analógicas, mediante la instrucción SCL dentro de la programación del controlador lógico programable, para el control proporcional de lazo cerrado de alguna variable de un proceso continuo, con actitud innovadora y ética.                                 | <p>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</p> <p>2) Diseña el programa para el control automático de alguna variable de un proceso continuo utilizando la instrucción para el escalado de señales SCL</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</p> | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 4 horas |
| 13 | Establecer un sistema de control de lazo cerrado del tipo proporcional, integral y derivativo, mediante la aplicación de la instrucción PID dentro del programa del controlador lógico programable, para el control automático de un proceso continuo, de una manera creativa y responsable. | <p>1) Realiza la conexión de los dispositivos primarios y finales de control hacia las entradas y salidas del controlador lógico programable.</p> <p>2) Diseña el programa para el control automático de procesos continuos utilizando el algoritmo proporcional, integral y derivativo.</p> <p>3) Programa, mediante la computadora personal, al controlador lógico programable</p> <p>4) Pone en marcha el sistema y comprueba su funcionamiento.</p>                  | Manual de prácticas electrónico e impreso, modulo didáctico de Controlador Lógico Programable, computadora con software instalado y accesorios. | 4 horas |

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

### **Estrategia de enseñanza (docente)**

Se utilizará la metodología participativa, el docente guía el proceso, en algunas unidades el docente expondrá el contenido temático en otras unidades el alumno trabaja en equipo para realizar una investigación bibliográfica y expondrá los temas referentes.

En todas las unidades se plantearán y resolverán problemas referentes a los aprendizajes

En todo el curso se promoverá la participación activa del alumno.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno)**

El alumno elaborará ensayos, cuadros sinópticos y resúmenes en aquellos temas donde el objetivo sea memorizar información, resolverá problemas referentes a la automatización de procesos industriales y los llevará a la práctica contextualizándolos los más cercanos a la realidad, para los temas metodológicos.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### **Criterios de acreditación**

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 60% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### **Criterios de evaluación**

|   |             |
|---|-------------|
| - Exámenes Parciales.....               | 40%         |
| - Tareas.....                           | 10%         |
| - Laboratorio.....                      | 30%         |
| - Evidencia de desempeño.....           | 20%         |
| - (Proyecto integral de automatización) |             |
| <b>Total.....</b>                       | <b>100%</b> |

## IX. REFERENCIAS

### Básicas

- Anderson, G. (2015). *Plc Programming Using Rslogix 500*. E.U.: Createspace Independent Publishing Platform.
- Anderson, G. (2015). *Plc Programming Using Rslogix 500: Advanced Programming Concepts*. Scotts Valley, California. E.U.: Createspace Independent Publishing Platform.
- Anderson, G. (2015). *Plc Programming Using Rslogix 500: Basic Concepts of Ladder Logic Programming*. E.U.: Createspace Independent Publishing Platform.

### Complementarias

- Martínez, J. y Tomas, L. M. (1999). *Problemas Resueltos con Autómatas Programables Mediante Grafcet*. España: Universidad de Murcia. [clásica]
- Ponsa, P. y Vilanova, R. (2005). *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. España: Edicions UPC. [clásica]
- Rockwell Automation. (2008). *Juego de instrucciones de SLC 500\_y MicroLogix\_1000 Manual de referencia*. Recuperado de:  
[http://www.infopl.net/files/descargas/rockwell/infoPLC\\_net\\_SLC500\\_MicroLogix\\_1000.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/rockwell/infoPLC_net_SLC500_MicroLogix_1000.pdf) [clásica]

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Ingeniero en Mecatrónica o Ingeniero en alguna otra área afín a la automatización, de preferencia con posgrado en dicha área. Se sugiere contar con experiencia mínima de dos años en el desarrollo de proyectos de automatización en la industria, es deseable experiencia como docente de dos años y que haya recibido cursos pedagógicos. Además de presentar cualidades como la organización, facilidad para transmitir el conocimiento y responsable.