

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Automatización Industrial</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>MEF-1002</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>3-2-5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Mecánica</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad para analizar y diseñar circuitos hidráulicos y neumáticos para su uso en procesos y equipos mecánicos.

La materia está integrada en el último tercio de la carrera, ya que requiere de conocimientos específicos aportados por otras materias que requiere cursar antes tales como , además de que las competencias adquiridas dentro de la misma tales como el uso de herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales para resolver problemas relacionados con la automatización de procesos industriales en su desempeño profesional, y le serán de utilidad para diseñar, proyectar identificar y operar elementos de trabajo y control que intervienen en un sistema de automatización en que intervengan las técnicas neumática e hidráulicas.

### Intención didáctica

El contenido de esta materia está organizado en cuatro temas, el primero de ellos ubica el uso de los fluidos tanto compresibles como incompresibles, como fluidos de potencia, analizando las ventajas y desventajas de cada uno en su uso y definiendo los parámetros requeridos para su aplicación industrial, así como la simbología normalizada y los elementos de control, mando y accionamiento de los componentes.

En el segundo tema se analizan los diferentes elementos de trabajo y la manera de calcular y seleccionar los actuadores y motores hidráulicos y neumáticos.

En el tercer tema se analizan los diversos métodos de solución para abordar el diseño de circuitos dependiendo de los requerimientos especificados, así como los tipos de mando requeridos para las diversas aplicaciones (hidráulicas, neumáticas, electrohidráulicas, de hidráulica proporcional y con dispositivos de control.

En el último tema se definen las características generales de los controladores lógicos programables (PLC), los tipos de entradas y salidas y los métodos de programación de estos así como las diversas aplicaciones de PLC en circuitos hidráulicos y neumáticos.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: el armado de circuitos básicos, la interacción entre los mismos y la solución de problemas de automatización utilizando el análisis de los diversos métodos de solución de los circuitos presentados.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de los diversos elementos de control y mando, para que, consecuentemente aprendan a planificar.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar

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

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.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de la Laguna, del 26 al 29 de noviembre de 2012.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Alvarado, Boca del Río, Cajeme, Cd. Serdán, Cd. Victoria, Chihuahua, Culiacán, La Laguna, Pachuca,	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería

	Querétaro, Tláhuac II y Veracruz.	Electrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Boca del Río, Celaya, Mérida, Orizaba, Puerto Vallarta y Veracruz.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.	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).	Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.

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

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña e implementa circuitos hidráulicos y neumáticos, así como los controladores lógicos programables (PLC) para la automatización de sistemas mecánicos en los procesos industriales.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica funciones del álgebra de Boole en la solución de circuitos lógicos.</li> <li>• Aplica y conoce los circuitos lógicos combinacionales para diseñar circuitos de automatización.</li> <li>• Aplica los principios y ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos a procesos de flujo de fluidos.</li> <li>• Aplica los principios de la teoría electromagnética y análisis de circuitos eléctricos para conectar adecuadamente los circuitos a diseñar.</li> <li>• Aplica las normas internacionales sobre automatización y control (ISO y DIN) en el diseño de circuitos.</li> </ul>
---

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Componentes de sistemas hidráulicos y neumáticos	1.1 Producción de Energía neumática. 1.2 Producción de energía hidráulica. 1.3 Simbología Normalizada. 1.4 Elementos de control y mando. 1.5 Tipos de accionamiento de válvulas. 1.6 Elementos de control eléctrico.
2.	Actuadores	2.1. Actuadores Neumáticos e Hidráulicos 2.2. Cálculo de actuadores hidráulicos y neumáticos 2.3. Selección de actuadores 2.4. Determinación de la potencia y rendimiento en motores hidráulicos y neumáticos
3.	Mandos	3.1. Métodos de solución de sistemas secuenciales (paso a paso, de cascada, potencia y/o grafcet). 3.2. Aplicaciones neumáticas 3.3. Aplicaciones electroneumáticas 3.4. Aplicaciones hidráulicas 3.5. Aplicaciones electrohidráulicas 3.6. Mando con servoválvulas 3.7. Aplicaciones de hidráulica proporcional 3.8. Aplicaciones con dispositivos de control
4.	Controladores lógicos programables (PLC)	4.1. Funciones lógicas básicas 4.2. Características de los PLC's. 4.3. Entradas y salidas analógicas y digitales. 4.4. Programación de PLC's (Escalera y Lista de Instrucciones). 4.5. Aplicaciones de circuitos hidráulicos y neumáticos con PLC. 4.6. Aplicación de contadores 4.7. Aplicación de temporizadores. 4.8. Diseñar, programar, construir, y poner en marcha sistemas de control de eventos discretos

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

I. Componentes de sistemas hidráulicos y neumáticos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica y comprende el funcionamiento de los componentes normalizados de los circuitos neumáticos, hidráulicos y electro neumáticos básicos para su aplicación en la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir y comprender las ventajas, desventajas y aplicaciones de la neumática.</li> <li>Recolectar datos de placa de compresores y bombas de desplazamiento positivo existentes en los talleres de la institución.</li> </ul>

automatización industrial.

- Analiza y diseña circuitos electro neumáticos y electro hidráulicos para aplicaciones en la automatización industrial.

Genéricas:

- Capacidad de análisis y síntesis de material bibliográfico para el debate de ideas argumentadas ante el grupo.
- Comunica en forma oral los conceptos formados en el análisis de material bibliográfico para informar su interpretación de conceptos.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica para desarrollar calibraciones y experimentos de medición.

- Investigar en diferentes medios (catálogos de fabricantes, Internet, manuales de proveedores, etc.) las características técnicas de los diferentes elementos de trabajo, control, bombas de desplazamiento positivo y compresores existentes en el mercado. Y en base a esta investigación concluir los parámetros de aplicación de los diversos elementos de trabajo y de generación de energía.
- Investigar en la institución o en el medio de influencia los diversos equipos o procesos que utilizan el aire comprimido como fuente de energía.
- Reconocer los diversos elementos de trabajo utilizados en neumática.
- Investigar sobre la codificación existente y simbología para los elementos neumáticos e hidráulicos.
- Investigar los diversos tipos de generadores hidráulicos.
- Utilizar los nomogramas y tablas para la selección de conductos neumáticos e hidráulicos.
- Realizar ejercicios de solución de circuito, dados diversos diagramas espacio-fase y espacio-tiempo.
- Investigar los diversos componentes de los circuitos eléctricos.
- Simular en banco didáctico los circuitos básicos de control.
- Utilizar software para simular los circuitos básicos (neumáticos, hidráulicos y electro neumáticos).
- Comparar las diversas soluciones obtenidas con el uso del simulador y construir físicamente los circuitos neumáticos e hidráulicos.
- Analizar el funcionamiento de los elementos de control eléctrico.
- Comprender la simbología referente a los elementos eléctricos

Analizar el funcionamiento tanto en el accionamiento como el paro de los elementos controlados eléctricamente

<b>II. Actuadores</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integra criterios de diseño para la selección de actuadores y motores hidráulicos y neumáticos de acuerdo a sus aplicaciones específicas.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de material bibliográfico para el debate de ideas argumentadas ante el grupo.</li> <li>• Comunica en forma oral los conceptos formados en el análisis de material bibliográfico para informar su interpretación de conceptos.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica para realizar pruebas que le permitan identificar características técnicas de sensores y transmisores.</li> <li>• Capacidad de aprender a manipular los sensores y transmisores para su adecuada instalación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir y comprender las ventajas, desventajas y aplicaciones de motores neumáticos e hidráulicos.</li> <li>• Reconocer los elementos de trabajo hidráulico cuyo comportamiento es rotatorio</li> <li>• Investigar la aplicación de los circuitos con elementos giratorios</li> <li>• Reconocer los elementos de trabajo hidráulico cuyo comportamiento es lineal</li> <li>• Investigar sobre los diversos tipos de motores neumáticos e hidráulicos existentes</li> <li>• Investigar en diferentes medios (catálogos de fabricantes, Internet, manuales de proveedores, etc.) las características técnicas de los diferentes elementos de trabajo, existentes en el mercado. Y en base a esta investigación concluir los parámetros de aplicación de los diversos elementos de trabajo. (motores y actuadores)</li> <li>• Resolver problemas de selección de actuadores neumáticos.</li> <li>• Calcular la potencia y rendimiento de motores hidráulicos.</li> <li>• Según el tipo de aplicación de carga y tipo de sujeción de los actuadores hidráulicos, calcular las dimensiones del mismo</li> </ul>
<b>III. Mandos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica métodos de solución de problemas de mando para circuitos utilizados en automatización de procesos de acuerdo a sus aplicaciones específicas.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis de material bibliográfico para el debate de ideas argumentadas ante el grupo.</li> <li>• Comunica en forma oral los conceptos formados en el análisis de material bibliográfico para informar su interpretación de conceptos.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los métodos utilizados en el desarrollo de circuitos</li> <li>• Conocer los diversos métodos para la solución de circuitos: de cascada, paso a paso, GRAFCET, tabla de estados.</li> <li>• Construir circuitos en el banco didáctico: neumático, electroneumático, hidráulico y electrohidráulico.</li> <li>• Discutir la aplicación del método de solución de circuitos más adecuado, dados diversas especificaciones y parámetros de funcionalidad.</li> </ul>

<p>tema para la elección y sintonización de controladores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aprender a calibrar diversos instrumentos de medición para emplearlos en la instrumentación.</li> </ul>	
<b>IV. Controladores lógicos programables</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabora e interpreta, en forma oral, escrita y gráfica: informes, propuestas y análisis de ingeniería relacionados con la automatización de procesos industriales y su solución mediante la aplicación de sistemas hidráulicos y neumáticos.</li> <li>• Conoce las normas y especificaciones nacionales e internacionales relacionadas con la automatización de procesos industriales que utilizan circuitos hidráulicos, neumáticos y PLC.</li> <li>• Propone sistemas integrales de gestión en disposición del medio ambiente, seguridad e higiene, y calidad para el diseño, fabricación, instalación, operación, control, y mantenimiento de sistemas hidráulicos y neumáticos para la automatización de procesos industriales.</li> <li>• Analiza y soluciona problemas de automatización de procesos utilizando software de aplicación (Automation Studio, Fluid Sim, Step 7-Siemens, Micrologic, FST).</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica para efectuar mediciones de temperatura, flujo, presión y nivel en procesos.</li> <li>• Habilidad de manejo de software de un proceso para generar menor cantidad de errores en el diseño del mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar conceptos de las funciones lógicas.</li> <li>• Simulación de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos</li> <li>• Aplicar los conceptos de los circuitos básicos de electroneumática y electrohidráulica controlados por PLC</li> <li>• Programar un PLC en los diversos lenguajes y simular el circuito.</li> <li>• Conectar un PLC a diversos sensores y actuadores.</li> <li>• Usar los diversos tipos de sensores, contadores y temporizadores, sus aplicaciones y restricciones de uso.</li> <li>• Realizar un proyecto final en el que describa el funcionamiento de una máquina con sus respectivos diagramas, simulación, construcción del circuito y aplicación del PLC</li> </ul>

## 8. Práctica(s)

- Observación de un sistema de producción de aire comprimido.
- Reconocimiento de los elementos de control y trabajo ubicados en los tableros.
- Control directo de actuador:
  - Lineal.
  - Rotativo
- Control indirecto de actuador:
  - Lineal.
  - Rotativo.
- Control de velocidad de avance y retroceso de un actuador:
  - Lineal simple efecto.
  - Lineal doble efecto.
- Control de velocidad de giro de actuadores rotativos.
- Control manual de circuitos neumáticos.
- Control temporizado de circuitos neumáticos.
- Control secuencial en base a presión de circuitos neumáticos.
- Control de circuitos combinatorios desarrollados bajo los métodos de:
  - Cascada
  - Paso a Paso
  - Grafcet
  - Tabla de estados
- Control de circuitos secuenciales desarrollados bajo los métodos de:
  - Cascada
  - Paso a Paso
  - Grafcet
  - Tabla de estados
- Identificación de los elementos que están involucrados en la central hidráulica.
- Obtención de la curva característica Q-P de la bomba del simulador.
- Control de actuador lineal doble efecto para la verificación del comportamiento de la presión vs. caudal en un sistema hidráulico.
- Control indirecto de actuador lineal y rotativo a través de electroválvulas:
  - Monoestable
  - Biestable
  - Doble monoestable
- Control de velocidad de avance y retroceso de un actuador lineal a través de electroválvulas:
  - Monoestable.
  - Biestable.
  - Doble monoestable.
- Control de velocidad de giro de actuadores rotativos a través de electroválvulas:
  - Monoestable.
  - Biestable.
  - Doble monoestable.
- Control temporizado de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos a través de electroválvulas:



- Monoestable.
- Biestable.
- Doble monoestable.
- Control directo e indirecto a través de interfases de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Control de velocidad a través de interfases de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Control de temporizado a través de interfases de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Control directo e indirecto a través de circuitos integrados programables de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Control de velocidad a través de circuitos integrados programables de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Control de temporizado a través de circuitos integrados programables de circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos.
- Programar un PLC en los diversos lenguajes y simular el programa.
- Conectar un PLC's a diversos sensores y actuadores.
- Ejecutar un programa en un PLC.
- Integrar diversos tipos de PLC's a sistemas y/o procesos para su automatización.

*Nota: Las prácticas pueden variar dependiendo del equipamiento con que se cuente en la institución*

## 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.

*Proyecto sugerido*

### AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL MEDIANTE PLC

#### **Objetivo:**

Elaborar el análisis de la instalación, esquemas y documentación de mantenimiento, planificar, elegir los materiales, programar, dar las especificaciones de montaje y establecer las condiciones de funcionamiento, todo lo anterior, conforme a las normas.

## 10. Evaluación por competencias

### Instrumentos

- Evaluación teórica.
- Proyecto de diseño de circuitos básicos neumáticos, circuitos combinatorios, circuitos secuenciales.
- Reportes de prácticas con PLC, conexión de los circuitos combinatorios, conexión de los circuitos secuenciales.
- Puntualidad.
- Responsabilidad.
- Trabajo en equipo.
- Limpieza.
- Seguridad en el manejo de dispositivos y equipo.
- Proyecto final de la materia.

### Herramientas

- Listas de cotejo.
- Rúbricas.
- Matrices de valoración.
- Guías de observación.

## 11. Fuentes de información

1. Balcells, J. y Romeral, J. L. (1997). Autómatas programables (1a ed.) España: Marcombo.
2. Broadbent, S., Bonner, D. (1992) Neumática (1a ed.) USA: Festo Didactic
3. Cembranos N. F. J. (2008) Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos (5a ed.) Thomson Paraninfo
4. Deppert, W., y Stoll, K. (2005) Dispositivos Neumáticos (2a ed.) México: Alfaomega.
5. Harper, E. (2004) El ABC de la instrumentación en el control de procesos industriales (1a ed.) México: Limusa.
6. Millán, S. (1996) Automatización neumática y electro neumática. (1a ed.) México: Norgren.
7. Ocker, T., y Zimmermann, A. (1997) Hidráulica: Libro de trabajo (1a ed.) USA: FESTO Didactic.
8. Rouff, H. (1993). Electroneumática: sistema para enseñanza de la técnica de mando (1a ed.) PAIS: Festo Didactic
9. Saenz C., J., Gil G., A., Sescun G., A., Redondo C., E., Martín V., F. J., Perezgagua L., M., García L., L. A., y Santamaría H., G. (1994) Instalación y mantenimiento electromecánico de maquinaria y conducción de líneas (1a ed.) España: Delibros, S. A.
10. Schrader, B., Merckle, D. (1992). Hidráulica (1a ed.) USA: Festo Didactic.