

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Control Mecatrónico
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>AMF-1703</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Eléctrica

## 2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil de egreso (a) del ingeniero(a) en Eléctrica, las competencias necesarias para conocer, comprender, identificar y conectar los componentes de redes de distribución neumáticas, los elementos de trabajo y control que intervienen en un circuito neumático, para poder diseñar, planear, proyectar, innovar y mantener equipos electroneumáticos en el sector productivo y de servicios.</p> <p>Los contenidos de la materia surgen del análisis de las necesidades que tienen las máquinas y procesos industriales y de servicio para su control. 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.</p> <p>Dado que esta materia provee las competencias necesarias para comprender la esencia de los automatismos híbridos que hoy en día se encuentran en el sector industrial y de servicio se ha programado para ser cursada en el octavo semestre.</p> <p>Esta materia surge como requisito de la materia de Control de Máquinas Eléctricas y de un prerrequisito de la asignatura de controladores lógicos programables (PLC). Es decir, el PLC tomará la acción de controlar a los dispositivos neumáticos de procesos industriales automatizados</p>

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

**Intención didáctica**

Los temas que se abordarán están secuenciados de tal manera de que se dé el control y automatización de maquinaria y procesos industriales utilizando los elementos que intervienen en circuitos neumáticos.

Se organiza el contenido temático en 4 temas, agrupando la parte neumática en los 2 primeros temas, la parte de elementos de control y métodos de diseño de circuitos en la siguiente y un último tema donde se integra la parte de diseño y análisis de proyectos en ambas ramas.

En el primer tema se abordan los principios que tienen injerencia sobre la neumática, para poder comprender la repercusión de estos principios en el funcionamiento de los componentes donde aplique; además de ver la importancia al mantenimiento del fluido, desde la generación de la potencia, redes de distribución hasta los elementos de control y trabajo.

En los dos siguientes temas se desarrollan circuitos de control neumático para realizar movimientos combinatorios y secuenciales con la finalidad de generar una visión de los automatismos que se verán en materias de semestre superior pero ahora del modo híbrido.

En el último tema se desarrollaran diagramas de control eléctrico por relevadores con interfases neumáticas, como base para poder llevar a cabo el diseño de automatismos híbridos.

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 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 estudiantes para que ellos hagan la elección de los elementos a utilizar para el desarrollo de las prácticas. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren incluir las necesarias para hacer significativo 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 estudiante 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 innecesarios de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y en la elaboración de supuestos.

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 y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna Junio de 2017	Academia de Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico de La Laguna	Diseño curricular de la especialidad Automatización y control

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Analiza y Diseña sistemas de control mecatrónico utilizando circuitos electroneumáticos, manejando metodologías especializadas, así como conectar los diferentes elementos que componen los circuitos neumáticos.

## 5. Competencias previas

El estudiante:

- Aplica conceptos de física relacionados a los sistemas neumáticos. (Presión, Caudal, Humedad).
- Aplica el principio de Bernulli.
- Utiliza factores de conversión de longitud, masa y volumen.
- Aplica los principios del Álgebra Booleana.
- Aplica los principios de Circuitos lógicos
- Arranque y paro de motores eléctricos
- Manejo de PLC

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la neumática	1.1 Ventajas y desventajas de la Neumática. 1.2 Aplicaciones industriales de la neumática. 1.3 Conceptos de Humedad Relativa. Presión. Caudal. 1.4 Producción de aire comprimido. 1.4.1 Tipos de compresores, Ventajas y desventajas, Principio de operación, Aplicación. Tipos de regulación. 1.5 Puntos de eliminación de condensado 1.5.1 Deposito. Secadores. Red de distribución. Unidad de mantenimiento. 1.6 Elementos de trabajo. 1.6.1 Rotativos. Lineales. Simbología. 1.7 Válvulas neumáticas. 1.7.1 Pasos. Vías. Nomenclatura. Simbología. 1.8 Elementos de control de: 1.8.1 Dirección. Presión. Caudal. 1.9 Simbología, norma alemana e internacional. 1.10 Elaboración de circuitos con control neumático.
2	Introducción a la electroneumática	3.1 Elementos eléctricos de control y detección 3.1.1 Pulsadores 3.1.2 Selectores 3.2 Indicadores luminosos y acústicos 3.3 Relevadores 3.4 Relevadores temporizados 3.5 Interruptores de limite 3.6 Sensores electrónicos 3.7 Válvulas electroneumáticas 3.7.1 Biestables. Monoestables. Doble

		monoestables 3.8 Diseño y elaboración de circuitos básicos
3	Diseño de circuitos electroneumáticos combinatorios y secuenciales	4.1 Método de cascada. 4.2 Método pasó a paso. 4.3 Método de GRAFCET. 4.4 Método de tabla de estado. 4.5 Diseño y elaboración de circuitos combinatoriales 4.6 Diseño y elaboración de circuitos secuenciales 4.7 Simulación de circuitos combinatoriales y secuenciales mediante uso de software
4	Diseño, análisis e interpretación de circuitos electroneumáticos	5.1 Método de solución. 5.2 Proyecto.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

TEMA 1	
Introducción a la neumática	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Desarrolla y conecta circuitos básicos de control</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y comprender las ventajas, desventajas y aplicaciones de la neumática.</li> <li>• Recolectar datos de placa de los compresores existentes en los talleres de la institución.</li> <li>• Investigar en diferentes medios (catálogos de fabricantes, Internet, manuales de proveedores, etc.) las características técnicas de los diferentes compresores existentes en el mercado.</li> <li>• Analizar las redes de distribución existentes en los laboratorios de la institución.</li> <li>• Investigar e identificar la simbología en base a las normas aplicables al área.</li> <li>• Identificar los elementos de control y de trabajo ubicados en los tableros de prácticas.</li> <li>• Conectar de forma independiente cada elemento de control y trabajo.</li> <li>• Diseñar circuitos de control</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de adaptación</li> </ul>	<p>neumáticos básicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de elementos que intervienen en los diseños neumáticos desarrollados.</li> <li>• Conectar los circuitos de control neumáticos desarrollados.</li> </ul>
<p align="center"><b>TEMA 2</b> <b>Introducción a la electroneumática</b></p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Desarrolla y realiza conexiones de circuitos básicos de control electroneumático</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad de adaptación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar en diferentes medios (catálogos de fabricantes, Internet, manuales de proveedores, etc.) las características técnicas de los diferentes elementos para control eléctrico existentes en el mercado.</li> <li>• Identificar los elementos de control y de trabajo ubicados en los tableros de prácticas.</li> <li>• Conectar de forma independiente cada elemento de control y trabajo.</li> <li>• Diseñar circuitos de control electroneumáticos básicos.</li> </ul>

<b>TEMA 3</b>  <b>Diseño de circuitos electroneumáticos combinatorios y secuenciales</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Diseña circuitos neumáticos combinatorios y secuenciales para la automatización de procesos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad de adaptación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar diagramas espacio-fase.</li> <li>• Selección de los elementos que intervienen en los diseños neumáticos.</li> <li>• Desarrollar diagramas de control neumático por el método de cascada, paso a paso y grafcet en tableros de laboratorio.</li> <li>• Conectar los circuitos de control desarrollados.</li> <li>• Simulación de diagramas de control neumático por los métodos anteriores en software de especialidad.</li> </ul>
<b>TEMA 4</b>  <b>Diseño, análisis e interpretación de circuitos electroneumáticos</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <p>Desarrolla y diseña circuitos complejos de controles neumáticos de procesos industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y comprender las ventajas, de ventajas y aplicaciones de la de los diferentes métodos de diseño de diagramas de control.</li> <li>• Analizar los proyectos para dar un orden secuencial para el diseño del</li> </ul>

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad de adaptación</li> </ul>	<p>proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la simbología y utilizar la adecuada en los diagramas de control,</li> <li>• Identificar y utilizar los elementos de control y de trabajo idóneos en la elaboración de los proyectos,</li> <li>• Simulación de los diagramas desplegados en software de especialidad.</li> </ul>
--	--

## 8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación de un sistema de producción de aire comprimido.</li> <li>• Reconocimiento de los elementos de control y trabajo ubicados en los tableros.</li> <li>• Control directo de actuador:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Lineal.</li> <li>o Rotativo</li> </ul> </li> <li>• Control indirecto de actuador:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Lineal.</li> <li>o Rotativo.</li> </ul> </li> <li>• Control de velocidad de avance y retroceso de un actuador:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Lineal simple efecto.</li> <li>o Lineal doble efecto.</li> </ul> </li> <li>• Control de velocidad de giro de actuadores rotativos.</li> <li>• Control manual de circuitos neumáticos.</li> <li>• Control temporizado de circuitos neumáticos.</li> <li>• Control secuencial en base a presión de circuitos neumáticos.</li> <li>• Control de circuitos combinatorios desarrollados bajo los métodos de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Cascada</li> <li>o Paso a Paso</li> <li>o Grafcet</li> <li>o Tabla de estados</li> </ul> </li> <li>• Control de circuitos secuenciales desarrollados bajo los métodos de:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Cascada</li> </ul> </li> </ul>
---



- o Paso a Paso
  - o Grafcet
  - o Tabla de estados
- Control indirecto de actuador lineal y rotativo a través de electroválvulas:
  - o Monoestable
  - o Biestable
  - o Doble monoestable
- Control de velocidad de avance y retroceso de un actuador lineal a través de electroválvulas:
  - o Monoestable.
  - o Biestable.
  - o Doble monoestable.
- Control de velocidad de giro de actuadores rotativos a través de electroválvulas:
  - o Monoestable.
  - o Biestable.
  - o Doble monoestable.
- Control temporizado de circuitos electroneumáticos a través de electroválvulas:
  - o Monoestable.
  - o Biestable.
  - o Doble monoestable.
- Control directo e indirecto a través de interfases de circuitos electroneumáticos.
- Control de velocidad a través de interfases de circuitos electroneumáticos.
- Control de temporizado a través de interfases de circuitos electroneumáticos.
- Considerar prácticas más complejas tomando los criterios anteriores hasta donde el equipamiento lo permita.

## 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

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.

## 11. Fuentes de información

1. *Martínez, V. (2008). Potencia hidráulica controlada por PLC. México: Alfaomega.*
2. *Creus, A. (2011). Neumática e hidráulica. México: Alfaomega.*
3. *Antonio, S. (?). Aplicaciones industriales de la neumática. España: Alfaomega-Marcombo.*
4. *Deppert, W. (2000). Dispositivos neumáticos. España: Alfaomega*
5. *Roca, F. (1997). Oleoneumática básica "Diseño de circuitos",. Barcelona, España: Alfaomega edicions UPC.*
6. *Seich, H.&Bucciarelli, A.. (1978). Oleodinámica. Barcelona: Gustavo Gili.*
7. *Manual Training hidráulico Nº 1, Fundamentos y componentes de oleohidráulica, Mannesmann-Rexroth.*
8. *Manual de componentes y elementos de hidráulica 2000. Mannesmann-Rexroth.*
9. *Manual de MICROMECHANICA. Introducción a la neumática y sus componentes.*
10. *Manual de FESTO. Introducción a la técnica neumática de mando.*
11. *FESTO. Manual de componentes y elementos de neumática 2015*

### **Software:**

- *Software de simulación Autamation Studio, Famic Technologies Inc.*
- *Software de cálculos de actuadores lineales, de giro y amortiguadores neumáticos - FESTO.*
- *Software de selección elementos de hidráulica - Mannesmann-Rexroth.*
- *Software de selección válvulas hidráulica - Mannesmann-Rexroth.*