

# 7. Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial

## INTRODUCCIÓN

Este módulo de 152 horas apunta al área de mantención de procesos industriales mediante el control eléctrico y electrónico, así como también al diagnóstico de fallas en circuitos de control y de fuerza, y en los equipos y sistemas dedicados al control de algún proceso específico (como partidas de motores secuenciales, bombas de agua en procesos industriales, control de correas transportadoras, puente grúa, maquinas envasadoras y selladoras, tableros de control de luminaria industrial y todas aquellas aéreas donde la filosofía de control sea gobernada por una lógica de cableado).

En la actualidad, los sistemas de control de procesos y maquinarias industriales y la aplicación de los componentes y dispositivos de control eléctrico industrial son temas tremendamente ligados al diagnóstico de fallas y a la automatización de cualquier tipo de procesos, ya sea en el ámbito industrial o de menores prestaciones, por lo que se hace indispensable manejar estos sistemas de control que se encuentran estrechamente relacionados con equipos electrónicos integrados en un solo sistema.

De esta manera, las competencias asociadas al módulo se transforman en competencias transversales que complementan el aprendizaje de los restantes módulos de la especialidad. Para su desarrollo, se sugiere que

las actividades de aprendizaje incorporen metodologías que integren las tres dimensiones de la competencia. Esto es, centrar el módulo en la resolución de problemas prácticos, asociados tanto a aplicaciones domésticas como industriales, ya sea desde una pequeña, mediana o gran empresa. A su vez, las actividades deben servir para generar aprendizajes complementarios en relación con los restantes módulos. En este sentido, se recomienda emplear metodologías de aprendizaje activas y centradas en el o la estudiante, dado que posibilitan, además, el desarrollo de competencias genéricas.

La metodología a utilizar para contemplar los temas claves anteriormente señalados debe procurar fortalecer el trabajo participativo y responsable asociado a las normas de seguridad y prevención de accidentes, el trabajo colaborativo en equipo y el cuidado de herramientas, equipos e instrumentos asignados para realizar las diferentes actividades. Junto con ello, también se sugieren mapas conceptuales y el Aprendizaje Basado en Problemas. Asimismo, las metodologías de aprendizaje deben fomentar el desarrollo de habilidades para el análisis, cálculo y, sobre todo, medición de magnitudes eléctricas y electrónicas, junto a la configuración y programación de estos equipos.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 7 · OPERACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL ELÉCTRICO INDUSTRIAL		152 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<b>OA 7</b> Modificar programas y parámetros, en equipos y sistemas eléctricos y electrónicos utilizados en control de procesos, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<b>1.</b> Opera sistemas de control eléctrico semiautomático, de acuerdo a requerimientos del equipo, considerando la normativa eléctrica vigente.	<b>1.1</b> Busca información en manuales acerca del funcionamiento de sistemas de control semiautomáticos, la estructura y especificaciones técnicas de operación.	B	H
	<b>1.2</b> Selecciona los dispositivos y componentes utilizados en el control eléctrico semiautomáticos, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.	B	
	<b>1.3</b> Monta equipos de control eléctrico, utilizados en diversos procesos industriales, de acuerdo a planos y requerimientos propios del proyecto.	B	
	<b>1.4</b> Cambia los parámetros en circuitos eléctricos semiautomáticos, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.	B	C
	<b>1.5</b> Realiza pruebas de funcionamiento, haciendo uso de instrumentos, aplicando medidas de seguridad personal.	K	

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
2.	Modifica circuitos de control eléctrico, según requerimientos operacionales de la planta y la normativa eléctrica vigente.	<b>2.1</b> Selecciona los dispositivos y componentes utilizados en el control eléctrico automático, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.	B
		<b>2.2</b> Monta equipos de control eléctrico automáticos, utilizados en diversos procesos industriales, de acuerdo a planos y requerimientos propios del proyecto.	B
		<b>2.3</b> Regula parámetros en circuitos eléctricos automáticos, considerando los tipos de sensores conectados, según requerimientos operacionales de la planta, respetando normativas vigentes.	B
3.	Conecta y programa equipos de control eléctrico, utilizados para el arranque y protección de procesos y maquinarias según requerimientos del proyecto.	<b>3.1</b> Interviene sistemas de partida suave e inversión de giro para máquinas industriales, previendo situaciones de riesgo.	K
		<b>3.2</b> Opera sistemas de control eléctrico programable, configurando equipos y sistemas de control de potencia, según requerimientos del proyecto e información técnica.	B
		<b>3.3</b> Conecta, programa y modifica sistemas de control eléctrico según requerimientos del proceso, basándose en las especificaciones técnicas de cada fabricante.	B
4.	Arma tableros de control y de fuerza considerando las características de los equipos y dispositivos industriales a modificar o programar, según planos y normativas vigentes.	<b>4.1</b> Monta dispositivos y equipos electrónicos en tableros de control y de fuerza para máquinas industriales, siguiendo planos eléctricos, previendo situaciones de riesgo, haciendo uso correcto de herramientas, respetando la normativa vigente.	K
		<b>4.2</b> Conecta los equipos y sistemas de control y de potencia, según requerimientos de cada equipo siguiendo instrucciones y de manuales técnicos.	B
		<b>4.3</b> Configura y programa los equipos y sistemas de control y de potencia, según requerimientos del proyecto.	B
		<b>4.5</b> Verifica el funcionamiento y puesta en marcha de tableros de control y de fuerza, haciendo uso de herramientas e instrumentos adecuados durante la revisión, respetando procedimientos establecidos para estas tareas.	B

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial</b>
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Partida de un motor monofásico de dos estaciones con indicadores de fallas
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	25 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>1.</b> Opera sistemas de control eléctrico semiautomático, de acuerdo a requerimientos del equipo, considerando la normativa eléctrica vigente.</p>	<p>1.2 Selecciona los dispositivos y componentes utilizados en el control eléctrico semiautomáticos, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.</p> <p>1.3 Monta equipos de control eléctrico, utilizados en diversos procesos industriales, de acuerdo a planos y requerimientos propios del proyecto.</p> <p>1.5 Realiza pruebas de funcionamiento, haciendo uso de instrumentos, aplicando medidas de seguridad personal.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Método proyecto
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:	
PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Prepara componentes, dispositivos de control eléctrico, instrumentos, material fungible, herramientas y otros insumos necesarios para el proyecto.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Componentes.</li> <li>› Herramientas.</li> <li>› Pulsadores.</li> <li>› Contactores.</li> <li>› Temporizadores.</li> <li>› Luces pilotos.</li> </ul>

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Explica los procedimientos y protocolo para el montaje y manipulación de equipos de control eléctrico.</li><li>› Entrega información respecto a normas de seguridad para llevar a cabo el montaje.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Organizados en parejas, se distribuyen las tareas referidas a la selección y elaboración del listado de materiales e insumos a utilizar durante la realización de la actividad.</li><li>› Elaboran un listado de materiales fungibles y un listado de los equipos y componentes a utilizar.</li><li>› Preparan las herramientas a utilizar.</li><li>› Realizan fichas técnicas de cada uno de los equipos seleccionados, destacando las especificaciones técnicas más relevantes para la instalación y configuración de los equipos.</li><li>› Montan y conectan los equipos seleccionados, según especificaciones técnicas, utilizando las herramientas necesarias para cada tarea asignada durante la instalación del sistema.</li><li>› Energizan el sistema y realizan pruebas de funcionamiento de los equipos, toman mediciones de voltaje en los puntos más importantes.</li><li>› Anotan resultados y aplican teoremas para verificar los valores obtenidos.</li><li>› Revisan los equipos que presenten problemas de conexión o polaridad.</li><li>› La pareja elabora una pauta de procedimientos básicos para la selección, montaje, y configuración de un sistema de control para motor monofásico de dos estaciones con indicadores de fallas.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Haciendo uso de un circuito armado por un grupo de estudiantes, destaca aspectos del funcionamiento de equipos, teoremas asociados y metodologías de montaje.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial</b>
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Control de velocidad de un motor eléctrico
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	14 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<b>1.</b> Opera sistemas de control eléctrico semiautomático, de acuerdo a requerimientos del equipo, considerando la normativa eléctrica vigente.	1.1 Busca información en manuales acerca del funcionamiento de sistemas de control semiautomáticos, la estructura y especificaciones técnicas de operación. 1.2 Selecciona los dispositivos y componentes utilizados en el control eléctrico semiautomáticos, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas. 1.3 Monta equipos de control eléctrico, utilizados en diversos procesos industriales, de acuerdo a planos y requerimientos propios del proyecto.
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Actividad guiada en el taller

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<b>PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Prepara guía de trabajo, manuales con información técnica, y el taller para el trabajo práctico.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Componentes.</li> <li>› Dispositivos de control eléctrico.</li> <li>› Motor eléctrico.</li> <li>› Instrumentos.</li> <li>› Material fungible.</li> <li>› Herramientas.</li> <li>› Pulsadores.</li> <li>› Contactores.</li> <li>› Temporizadores.</li> <li>› Equipos de control de velocidad luces pilotos.</li> <li>› Elementos de seguridad.</li> </ul>
------------------------------------	---

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<b>EJECUCIÓN</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Entrega la guía de trabajo y explica los procedimientos y protocolos que se deben aplicar durante el montaje y manipulación de equipos de control eléctrico.</li><li>› Entrega información técnica y de seguridad para llevar a cabo el montaje.</li><li>› Explica cómo hacer el diseño de plano eléctrico del control de velocidad de un motor.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Se organizan en parejas para desarrollar las tareas.</li><li>› Dibujan un plano eléctrico acorde al requerimiento del proyecto, respetando las normativas eléctricas y de dibujo.</li><li>› Se distribuyen las tareas referidas a la selección y elaboración del listado de materiales e insumos a utilizar.</li><li>› Elaboran un listado de materiales fungibles y de los equipos y componentes a utilizar para la implementación del sistema.</li><li>› Preparan herramientas y equipos.</li><li>› Montan y conectan los equipos seleccionados, según especificaciones técnicas, y el plano eléctrico dibujado por ellos, respetando normas de seguridad y protocolos de montaje.</li><li>› Energizan el sistema y realizan pruebas de funcionamiento de los equipos; toman mediciones de voltaje en los puntos más importantes.</li><li>› Anotan resultados y aplican teoremas para verificar los valores obtenidos.</li><li>› Revisan los equipos que presenten problemas de conexión o polaridad.</li><li>› Elaboran un protocolo para la selección, montaje, y configuración de control de velocidad de un motor eléctrico.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Da a conocer varias aplicaciones del control de velocidad de motores.</li><li>› Entrega un cuestionario de autoevaluación.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR	
<p><b>1.</b> Opera sistemas de control eléctrico semiautomático, de acuerdo a requerimientos del equipo, considerando la normativa eléctrica vigente.</p>	<p><b>1.2</b> Selecciona los dispositivos y componentes utilizados en el control eléctrico semiautomáticos, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y especificaciones técnicas.</p>	<p><b>B</b> Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p><b>K</b> Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.</p>	
	<p><b>1.3</b> Monta equipos de control eléctrico, utilizados en diversos procesos industriales, de acuerdo a planos y requerimientos propios del proyecto.</p>		
	<p><b>1.4</b> Cambia los parámetros en circuitos eléctricos semiautomáticos, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.</p>		
<h3>Selección de cómo evaluar</h3>			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS	
<p>Actividad práctica:</p> <p>Se propone dar solución al control de tres bombas de agua de un sistema de drenaje, el cual debe mantener un desgate parejo de cada motor durante 8 horas alternándose en forma continua cada bomba.</p> <p>Los y las estudiantes revisan y dan solución a la situación planteada. Para ello deben seleccionar equipos, herramientas, montar y cablear, sincronizar cada temporizador y poner en marcha el sistema.</p>		<p>Pauta de cotejo</p> <p>Debe estar estructurada de modo tal que considere al menos de los siguientes aspectos básicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Selección de el/los equipos necesarios de acuerdo a la tarea.</li> <li>› Uso adecuado de las herramientas.</li> <li>› Montaje de los equipos según normativas.</li> <li>› Aplicación de la norma para el cableado de los equipos.</li> <li>› Configuración de los equipos.</li> <li>› Realización de prueba de funcionamiento evitando situaciones de riesgo.</li> </ul>	

7.



## BIBLIOGRAFÍA

**Creus, S. A.** (2011). *Instrumentación industrial*. Barcelona: Marcombo.

**Roldán, J.** (2010). *Motores eléctricos y variadores de velocidad*. Madrid: Paraninfo.

**Enríquez, G.** (2004). *Fundamentos de control de motores eléctricos en la industria*. Ciudad de México: Limusa.

**Pacheco, J.** (2010). *Medición y control de procesos industriales*. Ciudad de México: Trillas.

**Ponce Cruz, P. y Sampé López, J.** (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*. Ciudad de México: Alfaomega.

**Villalobos, G. e Instituto Politécnico Nacional.** (2007). *Medición y control de procesos industriales*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, Dirección de Publicaciones.

## Sitios web recomendados

Videos educativos creados por docentes de distintos países:

Recuperado de <http://videoeduca.jimbo.com>

**REEA.** (2014). *Instalación de CACEL para trabajar Off-line*.

Recuperado de [http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/portada/cacel\\_install.htm](http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/portada/cacel_install.htm)

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en marzo de 2015).

