

# 5. Instalación de sistemas de control eléctrico industrial

## INTRODUCCIÓN

Este módulo tiene una duración de 228 horas y se sugiere que sea impartido en cuarto año medio. Se espera que, al finalizarlo, los y las estudiantes sean capaces de aplicar técnicas, procedimientos y habilidades para instalar sistemas de control eléctrico industrial que permitan controlar máquinas eléctricas, considerando normativas y estándares de seguridad que garanticen un trabajo bien realizado.

El logro de los objetivos está basado, principalmente, en el dominio de los contenidos actitudinales, procedimentales y conceptuales necesarios para resolver o proponer soluciones demostradas en experiencias reales y fundamentadas. Además, se busca que logren el aprendizaje requerido para aplicar técnicas de montaje y procedimientos asociados a las construcciones eléctricas y sus aplicaciones en el ámbito de la industria. También se pretende que puedan desarrollar las capacidades requeridas para determinar y proponer soluciones en la instalación de sistemas de control eléctrico industrial, de acuerdo a los requerimientos técnicos específicos.

Se sugiere que las actividades de aprendizaje incorporen metodologías que integren los contenidos en sus tres dimensiones; de esta forma, se permite centrar el módulo en la resolución de problemas prácticos. Se recomienda emplear metodologías de aprendizaje activas y centradas en los y las estudiantes, como el aprendizaje basado en problemas y la metodología de proyectos. Es relevante integrar los conceptos, habilidades y actitudes en experiencias prácticas, así como también la articulación con los demás módulos de la especialidad.

La metodología a utilizar debe procurar fortalecer el trabajo participativo y responsable asociado a las normas de seguridad y de prevención de accidentes, el trabajo colaborativo en equipo y el cuidado de herramientas, equipos e instrumentos asignados para realizar las diferentes actividades.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 5 · INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL ELÉCTRICO INDUSTRIAL		228 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p><b>OA 5</b> Cubicar materiales e insumos para instalaciones eléctricas de baja tensión, de acuerdo a los planos y las especificaciones técnicas y aplicando los principios matemáticos que correspondan.</p> <p><b>OA 7</b> Ejecutar sistemas de control, fuerza y protecciones eléctricas de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas, según los requerimientos del proyecto y las especificaciones del fabricante, respetando la normativa eléctrica y del control del medio ambiente vigente.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p><b>1.</b> Instala circuitos eléctricos para el control y comando de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas, de acuerdo a la normativa vigente.</p>	<p><b>1.1</b> Lee diagramas y planos eléctricos para establecer los procedimientos de instalación de circuitos y componentes, de acuerdo a las especificaciones del proyecto eléctrico.</p>	<p><b>B</b></p>	
	<p><b>1.2</b> Verifica escalerillas y sistemas de canalización para ejecutar la instalación de circuitos eléctricos, de acuerdo a las especificaciones del plano o proyecto eléctrico y a las normas de seguridad.</p>	<p><b>D</b></p>	
	<p><b>1.3</b> Selecciona materiales y componentes para la instalación de circuitos eléctricos de control y comando de equipos y máquinas eléctricas según plano y especificaciones técnicas, considerando normativa eléctrica vigente.</p>	<p><b>B</b></p>	

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
1.	Instala circuitos eléctricos para el control y comando de equipos, máquinas e instalaciones eléctricas, de acuerdo a la normativa vigente.	1.4 Realiza el cableado de circuitos eléctricos de control, de acuerdo a las especificaciones técnicas, al proyecto eléctrico, a las definiciones del plano y a las normas de seguridad.	D
		1.5 Utiliza las herramientas aptas para la instalación de circuitos eléctricos, previniendo situaciones de riesgo, utilizando los elementos de protección personal y considerando las normas de seguridad personal e higiene.	K
2.	Instala circuitos de fuerza para abastecer de energía a equipos, máquinas y sistemas eléctricos, de acuerdo a la normativa vigente.	2.1 Verifica las escalerillas y los sistemas de canalización para ejecutar la instalación de circuitos de fuerza, de acuerdo a las especificaciones del plano eléctrico.	D
		2.2 Selecciona materiales, accesorios y componentes para la instalación de circuitos de fuerza según plano eléctrico, considerando la normativa eléctrica vigente.	B
		2.3 Realiza el cableado de circuitos eléctricos de fuerza, de acuerdo a las especificaciones técnicas, utilizando las herramientas adecuadas, haciendo uso eficiente de los insumos involucrados en los procesos productivos.	D
		2.4 Empalma y une conductores con elementos normalizados, considerando aspectos eléctricos, físicos, relacionados con sobrecargas de consumo, capacidad de conductores y aisladores.	K
		2.5 Conecta circuitos de fuerza a tableros de alimentación de acuerdo a las especificaciones y a los procedimientos de instalación, considerando las normativas de seguridad y de protección personal.	B

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<b>3.</b>	Instala tablero eléctrico, sistemas y dispositivos de protección para proteger máquinas y usuarios, de acuerdo a la normativa vigente.	<b>3.1</b> Verifica las características de los dispositivos de sistemas y de los dispositivos de protección, según los manuales e interpretando los planos y las especificaciones técnicas.	<b>B</b>
		<b>3.2</b> Monta y fija dispositivos de protección, usando herramientas y procedimientos técnicos para la instalación y el montaje eléctrico, de acuerdo a las normativas técnicas y de seguridad, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.	<b>K</b>
		<b>3.3</b> Implementa y conecta los sistemas de tierra al tablero de acuerdo a las indicaciones del plano eléctrico, considerando las características del suelo y las normativas asociadas a niveles de electrificación.	<b>B</b>
		<b>3.4</b> Realiza pruebas de aislamiento y resistencia de la instalación, considerando la normativa eléctrica y la seguridad de los usuarios y las usuarias.	<b>D</b>
		<b>3.5</b> Prueba el funcionamiento de los dispositivos de protección, verificando su operación ante fallas eléctricas, considerando la seguridad de las personas y la protección de los equipos, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.	<b>K</b>

**5.**

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
4.	Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas.	<b>4.1</b> Representa esquemas de funcionamiento eléctrico de máquinas o sistemas eléctricos, de acuerdo a los requerimientos de control, considerando la normativa vigente.	H
		<b>4.2</b> Examina la documentación técnica relativa a los dispositivos de temporización, control y comando, para determinar los estados de operación y los valores nominales, de acuerdo a los procedimientos de instalación y de montaje.	B
		<b>4.3</b> Monta y fija los dispositivos de temporización, control y comando especificados en el proyecto eléctrico, aplicando los procedimientos de instalación y de montaje, de acuerdo a las normativas técnicas y de seguridad, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.	D I
		<b>4.4</b> Realiza pruebas de funcionamiento, control y temporización, según los procedimientos técnicos, utilizando los instrumentos de medición y los elementos de protección personal, aplicando las normas eléctricas de seguridad vigentes.	K
		<b>4.5</b> Elabora un informe técnico con los resultados de análisis y las conclusiones para la instalación de sistemas de control eléctrico industrial, considerando la normativa vigente.	H

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Instalación de sistemas de control eléctrico industrial</b>
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Montaje de tableros de eléctricos industriales
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	30 horas
<b>APRENDIZAJES ESPERADOS</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE</b>
<p><b>3.</b> Instala tablero eléctrico, sistemas y dispositivos de protección para proteger máquinas y usuarios, de acuerdo a la normativa vigente.</p>	<p>3.2 Monta y fija dispositivos de protección, usando las herramientas y los procedimientos técnicos para la instalación y montaje eléctrico, de acuerdo a las normativas técnicas y de seguridad, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.</p> <p>3.3 Implementa y conecta los sistemas de tierra al tablero, de acuerdo a las indicaciones del plano eléctrico, considerando las características del suelo y las normativas asociadas a niveles de electrificación.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada
<b>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	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Prepara un equipo de proyección multimedia y un computador para la presentación de imágenes y videos asociados al montaje de tableros eléctricos.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Maqueta con tablero eléctrico.</li> <li>› Diferentes circuitos eléctricos.</li> <li>› Set de dispositivos de protección eléctrica industrial.</li> <li>› <i>Multitester</i> digital y análogo.</li> <li>› Barras de cobre y elementos de fijación y mejoramiento de conductividad eléctrica.</li> <li>› Equipo de proyección multimedia y un computador.</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>› Presenta los objetivos de la actividad, el aprendizaje que se espera lograr, la metodología que se utilizará para efectuar la actividad y la forma en que serán evaluados los y las estudiantes.</li><li>› Expone acerca de las características de los dispositivos de protección industrial y muestra mediante una maqueta los tipos de protecciones utilizadas en ambientes industriales. Explica el proceso y procedimientos asociados a la preparación y construcción de un tablero eléctrico.</li><li>› Demuestra en forma práctica el proceso que se debe realizar para la preparación y montaje de un tablero eléctrico.</li><li>› Forma grupos de trabajo para que analicen componentes y sistemas de protección domiciliario y los comparen con los utilizados en industrias.</li><li>› Entrega a los y las estudiantes un set de variados elementos de protección eléctrica, para que los analicen y clasifiquen.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Manipulan barras de cobre, sales y arenas especiales para mejorar la conductividad del suelo.</li><li>› Llevan a cabo los procedimientos para la preparación y el montaje de un tablero eléctrico.</li><li>› Registran los datos de las actividades realizadas, los analizan y concluyen.</li><li>› Elaboran un informe técnico con las observaciones realizadas y las conclusiones obtenidas en la actividad.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b> Invita a cada grupo a exponer sus análisis y conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Aclara conceptos y dudas.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Analizan las exposiciones llevadas a cabo y unifican criterios para dar respuesta a requerimientos de implementación de tableros de protección y sistemas de puesta a tierra.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Instalación de sistemas de control eléctrico industrial</b>
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Instalación de cuadros de maniobra
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	30 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>4.</b> Instala cuadros de maniobra para el control o temporización de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas.</p>	<p>4.3 Monta y fija dispositivos de temporización, control y comando, especificadas en proyecto eléctrico, aplicando procedimientos de instalación y montaje, de acuerdo a las normativas técnicas y de seguridad, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.</p> <p>4.4 Realiza pruebas de funcionamiento, control y temporización, según los procedimientos técnicos, utilizando instrumentos de medición y elementos de protección personal, aplicando las normas eléctricas de seguridad vigentes.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada
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 un equipo de proyección multimedia y un computador para la presentación de imágenes y videos asociados al control de diferentes procesos industriales mediante cuadros de maniobra.</li> </ul> <p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Maqueta de pruebas con motor, dispositivos de maniobra y control eléctrico.</li> <li>› Instrumentos para medir diferentes parámetros eléctricos.</li> <li>› Fichas técnicas de componentes utilizados en la implementación de cuadros de maniobra.</li> <li>› Equipo de proyección multimedia y un computador.</li> </ul>

5.



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>› Presenta los objetivos de la actividad, el aprendizaje que se espera lograr, la metodología que se utilizará para realizar la actividad y la forma en que serán evaluados los y las estudiantes.</li><li>› Proyecta videos de los procesos asociados a la aplicación de cuadros de maniobra y de sistemas eléctricos controlados por cuadros de maniobra.</li><li>› Forma grupos de trabajo y les entrega fichas técnicas, diagramas, manuales y normativas, componentes y accesorios utilizados en cuadros de maniobra.</li><li>› Arma una maqueta y muestra el proceso de montaje de los componentes de un cuadro de maniobra. Energiza la maqueta de pruebas y muestra el funcionamiento de un motor, aplicando funciones de dispositivos de automatización y control.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Teniendo presente la demostración dada, llevan a cabo el procedimiento para el montaje de los componentes de un cuadro de maniobra y energización.</li><li>› Verifican el funcionamiento, el control y la temporización de los equipos comandados.</li><li>› Elaboran un informe técnico con las observaciones realizadas y las conclusiones obtenidas en la actividad.</li></ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Invita a cada grupo a exponer sus análisis y conclusiones.</li><li>› Aclara conceptos y dudas.</li></ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>› Analizan la actividad práctica realizada y comentan su experiencia.</li></ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO	Instalación de sistemas de control eléctrico industrial	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p><b>3.</b> Instala tablero eléctrico, sistemas y dispositivos de protección para proteger máquinas y usuarios, de acuerdo a la normativa vigente.</p>	<p><b>3.1</b> Verifica las características de los dispositivos de sistemas y dispositivos de protección según los manuales e interpretando los planos y las especificaciones técnicas.</p> <p><b>3.2</b> Monta y fija los dispositivos de protección, usando las herramientas y los procedimientos técnicos para la instalación y montaje eléctrico, de acuerdo a las normativas técnicas y de seguridad, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.</p> <p><b>3.3</b> Implementa y conecta los sistemas de tierra al tablero de acuerdo a las indicaciones del plano eléctrico, considerando las características del suelo y las normativas asociadas a niveles de electrificación.</p>	<p><b>B</b> Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas y legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p><b>D</b> Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros in situ o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</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>

5.

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
	<p><b>3.4</b> Realiza pruebas de aislamiento y resistencia de la instalación, considerando la normativa eléctrica y de seguridad de los usuarios y las usuarias.</p> <p><b>3.5</b> Prueba el funcionamiento de los dispositivos de protección, verificando su operación ante fallas eléctricas, considerando la seguridad de personas y la protección de equipos, previniendo situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales.</p>	

## Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad práctica</p> <p>Montaje de tablero industrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Los y las estudiantes, a partir de un diagrama unilineal de protecciones eléctricas entregado por el o la docente, construyen un tablero de protección eléctrica trifásico. Determinan los materiales, dispositivos y accesorios a utilizar, así como las herramientas necesarias. Luego, montan y fijan los elementos de protección, implementan y conectan sistemas de protección a tierra, realizan la interconexión de componentes y dispositivos y efectúan pruebas de funcionamiento, aislamiento y resistencia, utilizando instrumentos de medición eléctrica. Una vez finalizada la actividad, entregan un informe técnico con las actividades realizadas y conclusiones obtenidas.</li> </ul>	<p>Escalas de apreciación:</p> <p>Durante el desarrollo de la actividad, se aplicará este instrumento de evaluación, el que debe dar cuenta de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Uso de implementos de seguridad.</li> <li>› Tratamiento de residuos.</li> <li>› Mantenimiento espacio de trabajo.</li> <li>› Preparación de materiales.</li> <li>› Procedimientos de montaje.</li> <li>› Pruebas de funcionamiento.</li> <li>› Interpretación de la información técnica.</li> <li>› Prevención de riesgo.</li> </ul> <p>Nota: establecer gradualidad en cada uno de los puntos a evaluar.</p> <p>Prueba de conocimiento sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Dispositivos y sistemas de protección.</li> <li>› Tableros eléctricos.</li> <li>› Normativa eléctrica aplicada a la instalación de tableros eléctricos y elementos de protección.</li> </ul>

## BIBLIOGRAFÍA

- Carzola, A. et al.** (1997). *Automatismos y cuadros eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- Cembranos, J.** (1999). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Madrid: Paraninfo.
- Cuspínera, A., Hyde, J. y Regué, J.** (1999). *Control electroneumático y electrónico*. Barcelona: Marcombo.
- Ibáñez, P. y Ubieto, P.** (1996). *Diseño básico de automatismos eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- McIntire, R.** (1996). *Control de motores eléctricos*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Ramírez, J.** (1991). *101 Esquemas de contactores*. Barcelona: CEAC.
- Ramírez, J.** (1991). *101 Esquemas de maniobra, mando y control*. Barcelona: CEAC.
- Roldán, V. J.** (2005). *Motores eléctricos: accionamiento de máquinas. 30 tipos de motores*. Madrid: Thomson Editores.
- Roldán, J.** (1994). *Motores eléctricos*. Madrid: Paraninfo.
- Roldán, J.** (1996). *Motores eléctricos. Aplicación industrial*. Madrid: Paraninfo.
- Roldán, V. J.** (2005). *Motores eléctricos: Automatismos de control*. Madrid: Paraninfo.
- Smeaton, R.** (1995). *Motores eléctricos*. Ciudad de México: McGraw-Hill.