

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESPECIALIDAD

**E L E C T R Ó N I C A**

# CONTENIDO

Introducción	3
Presentación	4
<b>PLAN DE ESTUDIO GENERAL DE LA ESPECIALIDAD DE ELCTRÓNICA</b>	<b>5</b>
<b>Parte 1: Infraestructura, equipamiento, herramientas y documentos</b>	<b>6</b>
<b>Todos los módulos</b>	<b>6</b>
a) Detección de necesidades para todos los módulos	7
<b>Módulo 1: Proyectos electrónicos</b>	<b>11</b>
a) Programa Módulo 1	11
b) Detección de necesidades	11
<b>Módulo 2: Armado y reparación de circuitos electrónicos</b>	<b>14</b>
a) Programa Módulo 2	14
b) Detección de necesidades	14
<b>Módulo 3: Ensamblaje y mantenimiento de sistemas y equipos digitales</b>	<b>17</b>
a) Programa Módulo 3	17
b) Detección de necesidades	17
<b>Módulo 4: Sistemas de control domótico</b>	<b>20</b>
a) Programa Módulo 4	20
b) Detección de necesidades	20
<b>Módulo 5: Mantenimiento y operación de equipos de control electrónico de potencia</b>	<b>23</b>
a) Programa Módulo 5	23
b) Detección de necesidades	23
<b>Módulo 6: Detección de fallas industriales</b>	<b>25</b>
a) Programa Módulo 6	25
b) Detección de necesidades	25
<b>Módulo 7: Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial</b>	<b>27</b>
a) Programa Módulo 7	27
b) Detección de necesidades	27
<b>Módulo 8: Montaje de equipos industriales</b>	<b>29</b>
a) Programa Módulo 8	29
b) Detección de necesidades	29
<b>Módulo 9: Automatización industrial</b>	<b>31</b>
a) Programa Módulo 9	31
b) Detección de necesidades	31
<b>Anexos</b>	<b>33</b>

# INTRODUCCIÓN

El Centro de Desarrollo para la Educación Media (CEDEM) es una iniciativa de la Dirección de Relaciones con la Educación Media, perteneciente a la Vicerrectoría del Estudiante del Instituto Profesional y Centro de Formación Técnica INACAP. Este tiene como propósito potenciar los vínculos de la institución con los establecimientos educacionales del país. Como parte de nuestra misión, buscamos ampliar las posibilidades de trayectorias educativas exitosas en los alumnos de enseñanza media, contribuyendo en la mejora de sus procesos formativos, a través de acciones orientadas a lograr un adecuado desarrollo personal.

Para lograr dicho objetivo hemos desarrollado una serie de actividades centradas en la formación y actualización continua de estudiantes y profesionales de la educación, asegurando impacto nacional con acciones pertinentes a la realidad local y estableciendo vínculos estratégicos con agentes claves de la comunidad educativa.

El documento presentado a continuación es parte de los esfuerzos realizados para contribuir con la labor formativa y, con ello, al aprendizaje de los estudiantes. Para su elaboración, hemos trabajado con un equipo multidisciplinario de especialistas, pedagogos y profesionales que han velado por la calidad del material distribuido, atendiendo las diversas necesidades y desafíos que surgen en el contexto educativo.

**Gonzalo Toledo Larios**

Director de Relaciones con la Educación Media

**Mario Ruiz Castro**

Subdirector Centro de desarrollo Para la Educación Media

**Claudia Mancilla Matus de la Parra**

Asesora de proyectos Centro de Desarrollo para la Educación Media

# PRESENTACIÓN

En este informe se describen los resultados del análisis realizado sobre el plan de estudio de la especialidad de Electrónica y las condiciones mínimas necesarias para que este plan pueda ser habilitado en un establecimiento educacional de enseñanza media.

En primer lugar, se presenta de forma resumida el plan de estudio de la especialidad y la distribución de horas de cada módulo. Luego, se enumeran y describen las condiciones mínimas que el establecimiento debe cumplir para impartir adecuadamente la especialidad. Estas se han detectado, analizado y definido desde cuatro perspectivas: la infraestructura con la que debe contar el establecimiento para suplir un espacio propicio para el aprendizaje; el equipamiento esencial para que los estudiantes se familiaricen con los métodos y técnicas comunes en la disciplina; las herramientas que el estudiante debe conocer y utilizar a lo largo de plan de estudios; y las normativas, regulaciones y documentos propios de la especialidad. Además, se incluye una tabla con los costos aproximados y estimados de la habilitación del plan bajo estas perspectivas. Para esto, se consideró como base hipotética la con-formación de un curso de 30 estudiantes y los precios de los artículos disponibles en el mercado.<sup>1</sup>

Cabe señalar que el análisis de la infraestructura, el equipamiento y las herramientas se realiza por cada módulo de la especialidad (actualmente disponible para articular en INACAP), dejando fuera el módulo transversal a todas las especialidades correspondiente a “Emprendimiento y empleabilidad”. Sin perjuicio de lo anterior, se incluye en la parte inicial del análisis, pero aplicado de manera general a todos los módulos. Esto se justifica en el hecho de que todos los módulos tienen requisitos genéricos que deben cumplirse para la adecuada habilitación de cada uno.

Finalmente, es importante mencionar que el diseño de este documento consideró tanto el Reglamento de los recursos de aprendizaje utilizados en la Educación Técnico Profesional establecidos en el Decreto N°240, además de los estándares de calidad fijados por especialistas del área. Esto obedece al fin de potenciar la formación de los estudiantes y considerar las necesidades y desafíos actuales que enfrenta la formación técnica de nivel medio en nuestro país.

<sup>1</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

**Nota:** este informe hablará de estudiantes y docentes indistintamente para referirse a personas de género masculino y femenino. Se omite la distinción de género para salvaguardar el principio de economía del lenguaje, con el objetivo de facilitar la redacción y lectura del texto. Esto implica que, en los casos que ameritan, se ha utilizado el género masculino como genérico, representando a hombres y mujeres por igual, tal como lo permite la lengua española.

## Plan de estudio general de la especialidad de Electrónica

Nombre del módulo	Tercero medio	Cuarto medio
	Duración (horas)	Duración (horas)
Proyectos electrónicos	190	
Armado y reparación de circuitos electrónicos	228	
Ensamblaje y mantención de sistemas y equipos digitales	228	
Sistemas de control domótico	190	
Mantención y operación de equipos de control electrónico de potencia		152
Detección de fallas industriales		152
Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial.		152
Montaje de equipos industriales		152
Automatización industrial		152
Emprendimiento y empleabilidad		76
<b>Total</b>	<b>836</b>	<b>836</b>

# PARTE 1

## Infraestructura, equipamiento y herramientas

En este apartado se presentan los requerimientos de infraestructura, equipamiento herramientas y documentos necesarios para habilitar la especialidad de Electrónica en un establecimiento educacional. Antes de presentar los requerimientos por cada módulo del programa, se indicarán las necesidades detectadas para la implementación general de la especialidad. Estos requerimientos aplican a todos los módulos que se detallan posteriormente.

### Todos los módulos

Para la adecuada implementación de la especialidad, el establecimiento debe contar con el espacio suficiente para habilitar un salón de clases que permita a los estudiantes adquirir los contenidos teóricos de la misma. De este modo, considerando los requisitos básicos actuales de estos espacios, se espera que puedan contar con lo siguiente:

- Silla estándar para cada uno de los estudiantes
- Escritorio estándar para cada uno de los estudiantes
- Una silla para el docente
- Un escritorio amplio para el docente
- Un proyector y equipo de audio para proyección audiovisual
- Un pizarrón (convenientemente blanco para proyectar; de lo contrario, considerar un telón que permita cumplir con esta función)
- Conexión a internet estable y permanente

Por otra parte, con el fin de resolver los aprendizajes técnicos/prácticos de los estudiantes, es necesario que la sala de clases cuente con las mesas y sillas no ancladas al piso, de tal forma que sean reordenadas para el desarrollo de actividades prácticas, lo que permitirá que en el mismo espacio se puedan generar distintas actividades en distinto momento.

Así mismo, el establecimiento debe disponer de un laboratorio o taller de computación que cuente con equipos suficientes para que los estudiantes puedan trabajar al menos en parejas. Por otro lado, para la adecuada implementación del plan de estudio de la especialidad, el establecimiento debe contar con el mobiliario y equipamiento adecuado y suficiente para el nivel y modalidad de educación que se imparta, considerando como base que la sala de clases y taller de computación (laboratorio) deben cumplir con los estándares de volúmenes de aire y superficies por alumno (la superficie de la sala de clases debe ser de 1,10 m<sup>2</sup> / alumno).

El taller es el sitio para lo experimental, un lugar por excelencia de reunión de teorías, prácticas, resolución de problemas técnicos y de procedimientos. Para ello es indispensable contar con bancos de prueba o mesones de trabajo con una superficie no menor a 2 metros cuadrado, red eléctrica adecuada, con alimentaciones de sistemas monofásicos las cuales deben estar lo más cercanos a los mesones o bancos de trabajo y pañol de herramientas. En el pañol deben incluir repisas que puedan sostener una gran cantidad de peso, además de que, por la cantidad de insumos, se recomienda colocar estantes con dispensadores que permitan una fácil organización y distribución de los mismos.

Las instalaciones eléctricas en el laboratorio deben ser realizadas por un instalador autorizados por la SEC, cabe mencionar que la misma entidad (SEC) determina las medidas de seguridad para los equipos e insumos eléctricos, al igual que para las personas en base a la NCH Elec. 4/2003: Electricidad instalaciones de consumo en baja tensión.

## **a) Detección de necesidades para todos los módulos**

### **I. Infraestructura**

En cuanto a la infraestructura requerida de manera transversal para la implementación de esta especialidad, se requieren los siguientes artículos:

- Bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos (Figura 1. Ver anexo.)
- Kit fotovoltaico (Figura 2. Ver anexo.)
- Kit hidráulica (Figura 3. Ver anexo.)
- Kit neumática SMC (Figura 4. Ver anexo.)

La superficie recomendada de este espacio es de aproximadamente de 60 metros cuadrados. También es necesario que el taller disponga de diferentes entrenadores o simuladores de electricidad y electrónicas:

- Entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías. (Figura 5. Ver anexo.)
- Entrenador instalaciones eléctricas para residencias y comercios (Figura 6. Ver anexo.)

### **II. Equipamiento**

En cuanto al equipamiento requerido de manera transversal para la implementación de esta especialidad, se requieren los siguientes artículos:

- Amperímetro (Figura 7. Ver anexo.)
- Cosenofímetro (Figura 8. Ver anexo.)
- Frecuencímetro (Figura 9. Ver anexo.)
- Luxómetro (Figura 10. Ver anexo.)
- Megaohmetro (Figura 11. Ver anexo.)
- Micrómetro (Figura 12. Ver anexo.)
- Multitester (Figura 13. Ver anexo.)
- Osciloscopio (Figura 14. Ver anexo.)
- Tacómetro (Figura 15. Ver anexo.)
- Termómetro contacto (Figura 16. Ver anexo.)
- Entrenadores de electrónica (Figura 17. Ver anexo.)

### **III. Herramientas**

En cuanto a las herramientas requeridas de manera transversal para la implementación de esta especialidad, se requieren los siguientes artículos:

- Juego de alicates (Figura 18. Ver anexo.)
- Contactores (Figura 19. Ver anexo.)
- Desguarnizador (Figura 20. Ver anexo.)
- Extractor de soldadura (Figura 21. Ver anexo.)

- HMI pantalla (Figura 22. Ver anexo.)
- Interruptor diferencial (Figura 23. Ver anexo.)
- Interruptor termomagnético (Figura 24. Ver anexo.)
- Llave francesa (Figura 25. Ver anexo.)
- Pistola aire caliente (Figura 26. Ver anexo.)
- Punta lógica (Figura 27. Ver anexo.)
- Relé SSD (Figura 28. Ver anexo.)
- Set alicates de precisión (Figura 29. Ver anexo.)
- Set atornilladores (Figura 30. Ver anexo.)
- Set destornilladores de precisión (Figura 31. Ver anexo.)
- Set llave Allen (Figura 32. Ver anexo.)
- Set llaves punta-corona (Figura 33. Ver anexo.)
- Set de llaves Torx (Figura 34. Ver anexo.)
- Taladro de pedestal (Figura 35. Ver anexo.)
- Taladro portátil (Figura 36. Ver anexo.)
- Temporizadores (Figura 37. Ver anexo.)
- Tornillo mecánico (Figura 38. Ver anexo.)
- Pulsera correa antiestática (Figura 39. Ver anexo.)

#### **IV. Normativas, regulaciones y documentos**

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos requeridos de manera transversal para la implementación de esta especialidad, se requieren los siguientes artículos:

- Norma Chilena 16.744, descargable desde:  
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28650>
- Norma ISA, ANSI, IEEE, descargable desde:  
[https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14076/mod\\_resource/content/0/304\\_Norma\\_ISA\\_PID.pdf](https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14076/mod_resource/content/0/304_Norma_ISA_PID.pdf)
- Norma Chilena 4/2003, descargable desde:  
[https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad\\_norma4/norma4\\_completa.pdf](https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf)
- IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, descargable desde:  
<https://webstore.iec.ch/publication/22273>
- ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, descargable desde:  
<https://hdimplecap.cl/producto/requisitos-de-la-norma-iso-90012015-sistema-de-gestion-de-la-calidad/>
- ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental, descargable desde:  
<http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%2014001-2015%20Sistemas%20de%20Ges-tion%20Mabiental.pdf>
- ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía, descargable desde:  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>
- IPC-6012E: Especificación de calificación y rendimiento para placas impresas rígidas, descargable desde:  
<https://shop.ipc.org/automotive-general-electronics-medical-space-and-defense/standards/6012-0-e-english>
- IPC 2152-DE:2010 Estándar para determinar la capacidad de carga de corriente en el diseño de tableros impresos, descargable desde: <https://www.normadoc.com/spanish/ipc-2152-de-2010.html>
- UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos, descargable desde:  
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0012293>
- UNE-EN 60617-5:1997 Semiconductores y tubos electrónicos, descargable desde:  
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0012294>

- UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores, descargable desde: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0054993>
- UNE-EN 60062:2016 Códigos para el mercado de resistencias y de condensadores, descargable desde: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0057333>

#### IV. Tabla con desglose de costos general

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Infraestructura	Bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos	\$800.000	9	\$7.200.000
Infraestructura	Kit fotovoltaico	\$70.000	9	\$630.000
Infraestructura	Kit hidráulica	\$150.000	9	\$1.350.000
Infraestructura	Kit neumática SMC	\$150.000	9	\$1.350.000
Infraestructura	Entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías	\$400.000	9	\$3.600.000
Infraestructura	Entrenador instalaciones eléctricas para residencias y comercios	\$450.000	9	\$4.050.000
Equipamiento	Amperímetro	\$28.333	9	\$254.997
Equipamiento	Cosenóímetro	\$70.000	9	\$630.000
Equipamiento	Frecuencímetro	\$35.000	9	\$315.000
Equipamiento	Luxómetro	\$45.000	9	\$405.000
Equipamiento	Megaohmetro	\$45.000	9	\$405.000
Equipamiento	Micrómetro	\$11.000	9	\$99.000
Equipamiento	Multitester	\$60.000	9	\$540.000
Equipamiento	Osciloscopio	\$275.000	9	\$2.475.000
Equipamiento	Tacómetro	\$22.000	9	\$198.000
Equipamiento	Termómetro contacto	\$16.000	5	\$80.000
Equipamiento	Entrenadores de electrónica	\$300.000	9	\$2.700.000
Herramientas	Juego alicates	\$23.333	15	\$349.995
Herramientas	Contactores	\$20.000	9	\$180.000
Herramientas	Desguarnizador	\$15.000	9	\$135.000
Herramientas	Extractor de soldadura	\$3.500	9	\$31.500
Herramientas	HMI pantalla	\$136.000	9	\$1.224.000
Herramientas	Interruptor diferencial	\$12.000	9	\$108.000
Herramientas	Interruptor termomagnético	\$2.700	9	\$24.300
Herramientas	Llave francesa	\$4.700	9	\$42.300
Herramientas	Pistola aire caliente	\$29.000	9	\$261.000
Herramientas	Punta lógica	\$88.000	9	\$792.000
Herramientas	Relé SSD	\$14.000	9	\$126.000
Herramientas	Set alicates de precisión	\$21.000	9	\$189.000

Herramientas	Set atornilladores	\$18.000	15	\$270.000
Herramientas	Set destornilladores de precisión	\$10.000	15	\$150.000
Herramientas	Set llaves Allen	\$13.000	15	\$195.000
Herramientas	Set llaves punta-corona	\$30.000	6	\$180.000
Herramientas	Set llaves Torx	\$16.000	15	\$240.000
Herramientas	Taladro pedestal	\$150.000	1	\$150.000
Herramientas	Taladro portátil	\$22.000	9	\$198.000
Herramientas	Temporizadores	\$18.000	9	\$162.000
Herramientas	Tornillo mecánico	\$13.000	9	\$117.000
Herramientas	Pulsera correa antiestática	\$5.000	30	\$150.000
Normativas, regulaciones y documentos	Norma Chilena 16.744	\$0	30	\$
Normativas, regulaciones y documentos	ISA, ANSI, IEEE	\$0	30	\$0
Normativas, regulaciones y documentos	Norma Chilena 4/2003	\$0	30	\$0
Normativas, regulaciones y documentos	IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables	\$2.831.384	1	\$2.831.384
Normativas, regulaciones y documentos	ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad	\$0	1	\$0
Normativas, regulaciones y documentos	ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental	\$0	1	\$0
Normativas, regulaciones y documentos	ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía	\$0	1	\$
Normativas, regulaciones y documentos	IPC-6012E: Especificación de calificación y rendimiento para placas impresas rígidas	\$149.000	1	\$149.000
Normativas, regulaciones y documentos	IPC 2152-DE:2010 Estándar para determinar la capacidad de carga de corriente en el diseño de tableros impresos	\$337.025	1	\$337.025
Normativas, regulaciones y documentos	UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos	\$48.800	1	\$48.800
Normativas, regulaciones y documentos	UNE-EN 60617-5:1997 Semiconductores y tubos electrónicos:	\$57.700	1	\$57.700
Normativas, regulaciones y documentos	UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores	\$50.600	1	\$50.600
Normativas, regulaciones y documentos	UNE-EN 60062:2016 Códigos para el marcado de resistencias y de condensadores.	\$63.900	1	\$63.900
Costo total de la implementación (todos los módulos):				\$35.095.501 <sup>2</sup>
Costo total de la implementación de la especialidad de Electrónica				\$46.079.701 <sup>3</sup>

<sup>2</sup>El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

<sup>3</sup>Valor aproximado de la especialidad de Electricidad, considerando el análisis de costo de cada módulo.

# MÓDULO 1

## Proyectos electrónicos

### a) Programa Módulo 1

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
1. Proyectos electrónicos	<p>OA 1: Leer y utilizar información técnica consignada en manuales, planos, croquis, instrucciones y proyectos de instalación electrónicos, relevando los datos necesarios para desarrollar correctamente su trabajo.</p> <p>OA 4: Instalar y montar equipos y sistemas electrónicos industriales y otros, de acuerdo al diseño y características técnicas del proyecto, utilizando las herramientas e instrumentos adecuados, respetando la normativa eléctrica, ambiental y de seguridad.</p>	1. Realiza análisis técnico para la instalación de equipos electrónicos según manual de uso y especificaciones técnicas, respetando normas de seguridad y tiempos establecidos.
		2. Instala equipos electrónicos, según requerimientos del usuario e instrucciones consignadas en manuales.
		3. Mantiene equipos electrónicos conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.
		4. Analiza funcionamiento de equipos electrónicos y diagnostica fallas según manuales, considerando las normas de seguridad establecidas.
		5. Reemplaza componentes y dispositivos electrónicos pasivos y activos de acuerdo a especificaciones técnicas de cada uno.

### b) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulico, kit neumática SMC y entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, luxómetro, megaohmetro, micrómetro, multímetro, tacómetro termómetro contacto y entrenadores de electrónica.

De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Fuente de poder dual (Figura 40. Ver anexo.)

### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, desguarnizador, extractor de soldadura, HMI pantalla, interruptor termomagnético, pistola aire caliente, punta lógica, relé SSD, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx , taladro portátil , temporizadores y pulsera correa antiestática. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Cinta aislante (Figura 41. Ver anexo.)
- Sensores de movimiento PIR (Figura 42. Ver anexo.)
- Válvula 12V (Figura 43. Ver anexo.)
- Focos LED (Figura 44. Ver anexo.)
- Soldadura estaño con Flux (Figura 45. Ver anexo.)
- Controlador de temperatura (Figura 46. Ver anexo.)
- Set marcadores indelebles para placa CU (Figura 47. Ver anexo.)
- Terminales eléctricos (Figura 48. Ver anexo.)

### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental, ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía, UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos, UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores y UNE-EN 60062:2016 Códigos para el mercado de resistencias y de condensadores.

### V. Tabla con desglose de costos general

Categoría	Descripción	Precio unitari	Cantidad	Costo total
Equipamiento	Fuente de poder	\$100.000	9	\$900.000
Herramientas	Cinta aislante	\$800	15	\$12.000
Herramientas	Sensores de movimiento PIR	\$3.500	9	\$31.500
Herramientas	Válvula 12V	\$6.800	9	\$61.200
Herramientas	Focos LED	\$3.500	9	\$31.500
Herramientas	Soldadura estaño con Flux	\$700	15	\$10.500
Herramientas	Controlador de temperatura	\$20.000	9	\$180.000
Herramientas	Set marcadores indelebles para placa CU	\$13.500	9	\$121.500
Herramientas	Terminales eléctricos	\$14.000	6	\$84.000
Costo total de la implementación Módulo 1				\$1.432.200 <sup>3</sup>

<sup>3</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

## VI. Sugerencias

Para este módulo se sugiere que se inicie con la lectura de los manuales de los instrumentos a utilizar, para conocer los equipos y evidenciar los posibles problemas en los mismos. Al realizar la inspección visual de las máquinas, instrumento o insumos, se debe realizar con los elementos de protección correspondientes (ya sea para las personas como para las máquinas), tales como: pulseras de correa antiestática, antiparras, guante y zapatos de seguridad (estos elementos son suministrados por el estudiante).

Por último, es importante sugerir que al realizar las instalaciones de los equipos se debe revisar los requisitos de montaje establecidos por cada fabricante y seguir los aspectos de seguridad indicados a continuación:

- Mantener siempre todos los cuadros eléctricos cerrados.
- Revisar que todas las líneas de entrada y salida a los cuadros eléctricos estén perfectamente sujetas y aisladas.
- Colocar en los armarios y cuadros eléctricos una señal donde se haga referencia al tipo de riesgo al que se está expuesto.
- Garantizar el aislamiento eléctrico de todos los cables activos.
- Proteger los cables de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles con material resistente, que no se deteriore por roces o torsiones.
- No utilizar cables defectuosos, clavijas de enchufe rotas, ni aparatos cuya carcasa presente desperfectos.
- Utilizar únicamente las máquinas que fueron revisadas cuando estén perfectamente conectadas.
- Evitar que se estropeen los conductores eléctricos, protegiéndolos contra quemaduras, cortes o pisadas de vehículos.
- Tapar las cajas registro, empleadas para conexión, empalmes o derivados, en funcionamiento.
- Revisar periódicamente el estado de los cables flexibles de alimentación.

## MÓDULO 2

### Armado y reparación de circuitos electrónicos

#### a) Programa Módulo 2

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
2. Armado y reparación de circuitos electrónicos	OA 3: Armar y ensamblar circuitos electrónicos básicos, analógicos y digitales, y repararlos cuando corresponda, de acuerdo a manuales de procedimiento.	1. Elabora circuitos electrónicos de ensayo, aplicando diversas técnicas de diseño, previendo situaciones de riesgo en la manipulación de químicos y herramientas.
		2. Arma circuitos electrónicos analógicos básicos de acuerdo a manuales de procedimiento, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad.
		3. Repara y mantiene equipos electrónicos básicos, según requerimientos y especificaciones técnicas.
		4. Ensambla circuitos electrónicos, analógicos y digitales, de acuerdo a manuales de procedimiento.

#### b) Detección de necesidades

##### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos" como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías y entrenador instalaciones eléctricas para residencias y comercios.

##### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos" como, por ejemplo: como, por ejemplo: amperímetro, frecuencímetro, luxómetro, megaohmetro, micrómetro, multítester, osciloscopio, tacómetro, termómetro contacto y entrenadores de electrónica. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Fuente de poder dual (mencionado en los equipamientos del Módulo 1)

### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, desguarnizador, extractor de soldadura, HMI pantalla, pistola aire caliente, punta lógica, relé SSD, set alicates de precisión, set atornilladores set destornilladores de precisión, set llave Allen, Set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Cinta aislante (mencionado en las herramientas del Módulo 1)
- Circuitos integrados básicos (750, 7404) (Figura 49. Ver anexo.)
- Transistores 2N2222a (Figura 50. Ver anexo.)
- Diodo rectificador (Figura 51. Ver anexo.)
- Pulsador NA (Figura 52. Ver anexo.)
- Soldadura estaño con Flux (mencionado en las herramientas del Módulo 1)
- Set marcadores indelebles para placa CU (mencionado en las herramientas del Módulo 1)
- Terminales eléctricos (mencionado en las herramientas del Módulo 1)

### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 4/2003, Norma ISA, ANSI, IEEE, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental, ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía, IPC-6012E: Especificación de calificación y rendimiento para placas impresas rígidas, IPC 2152-DE:2010 Estándar para determinar la capacidad de carga de corriente en el diseño de tableros impresos, UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos, UNE-EN 60617-5:1997 Semiconductores y tubos electrónicos, UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores y UNE-EN 60062:2016 Códigos para el marcado de resistencias y de condensadores.

### V. Tabla con desglose de costos general

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Herramientas	Circuitos integrados básicos (750, 7404)	\$500	60	\$30.000
Herramientas	Transistores 2N2222a	\$200	60	\$12.000
Herramientas	Diodo rectificador	\$100	60	\$6.000
Herramientas	Pulsador NA	\$150	60	\$9.000
Costo total de la implementación Módulo 2:				\$57.000 <sup>4</sup>

### VI. Sugerencias

Antes de implementar los circuitos electrónicos de manera física es recomendable realizar pruebas en simuladores electrónicos para evitar posibles daños de los componentes. Esto también servirá para repasar las conexiones e interpretación de los planos. Para ello, un software recomendado es Proteus (con un valor de \$8.622) y queda a libre disposición de adquirirlo en:

<sup>4</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

- <https://www.labcenter.com/pricing/comm/>

Otro programa muy útil al momento de practicar, es TINKERCAD, el cual es gratuito y de fácil comprensión (descarga desde: <https://www.tinkercad.com>)

Al momento de ensamblar, se sugiere realizar prácticas simples de conexión de resistencias en el entrenador electrónico, con el fin de que el estudiante comprenda como están conectado de forma internas las uniones del entrenador y así evitar futuras malas conexiones.

En relación al entrenador mencionado en los equipamientos, es importante remarcar que este debe contener generador de funciones que permita simular señales sinusoidales, cuadráticas y triangulares al igual que fuente de alimentación variable que permita ajustar los valores de voltajes en el circuito.

Por último, es importante recordar a los estudiantes la importancia de la búsqueda de manuales técnico de los componentes o datasheet, ante de comenzar a realizar cualquier conexión física con el objeto de evitar o minimizar errores en la actividad.

## MÓDULO 3

# Ensamblaje y mantención de sistemas y equipos digitales

### a) Programa Módulo 3

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
3. Ensamblaje y mantención de sistemas y equipos digitales	OA 3: Armar y ensamblar circuitos electrónicos básicos, analógicos y digitales, y repararlos cuando corresponda, de acuerdo a manuales de procedimiento.	1. Ensambla circuitos electrónicos digitales para equipos básicos, comprobando su lógica de funcionamiento, de acuerdo a manuales de procedimiento.
		2. Arma y configura en forma prolija un computador, de acuerdo a manuales de procedimiento.
		3. Repara y mantiene equipos electrónicos básicos, según requerimientos y especificaciones técnicas.
		4. Realiza análisis técnico para la instalación de equipos electrónicos según manual de uso y especificaciones técnicas, respetando normas de seguridad y tiempos establecidos.

### b) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulica, kit neumática SMC, entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías, y entrenador de instalaciones eléctricas para residencias y comercios.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, cosenofímetro, frecuencímetro, luxómetro, megaohmetro, micrómetro, multímetro, osciloscopio, tacómetro, termómetro contacto y entrenadores de electrónica.

#### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: juego alicates, desguarnizador, extractor de soldadura, HMI pantalla, llave francesa, pistola aire caliente, punta lógica, relé SSD, set alicates de precisión, set

atornilladores, set destornilladores de precisión, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Arduino Uno (Figura 53. Ver anexo.)
- Sensor ultrasónico (Figura 54. Ver anexo.)
- Sensor de humedad y temperatura (Figura 55. Ver anexo.)
- Relé simple (Figura 56. Ver anexo.)
- Servomotor (Figura 57. Ver anexo.)
- Cables Dupont (Figura 58. Ver anexo.)
- Módulo de reloj (Figura 59. Ver anexo.)
- Fuente de alimentación de 5V – 9V (Figura 60. Ver anexo.)
- Pantalla LCD (Figura 61. Ver anexo.)
- Sensor foto resistencia (Figura 62. Ver anexo.)

#### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía, IPC-6012E: Especificación de calificación y rendimiento para placas impresas rígidas, IPC 2152-DE:2010 Estándar para determinar la capacidad de carga de corriente en el diseño de tableros impresos, UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos, UNE-EN 60617-5:1997 Semiconductores y tubos electrónicos, UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores y UNE-EN 60062:2016 Códigos para el marcado de resistencias y de condensadores.

#### V. Tabla con desglose de costos generales

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Herramientas	Arduino Uno	\$25.000	15	\$375.000
Herramientas	Sensor ultrasónico	\$8.000	15	\$120.000
Herramientas	Sensor de humedad y temperatura	\$2.000	15	\$30.000
Herramientas	Relé simple	\$1.500	15	\$22.500
Herramientas	Servomotor	\$1.500	15	\$22.500
Herramientas	Cables Dupont	\$1.000	60	\$60.000
Herramientas	Módulo de reloj	\$4.000	15	\$60.000
Herramientas	Fuente de alimentación de 5V – 9V	\$3.500	15	\$52.500
Herramientas	Pantalla LCD	\$4.500	15	\$67.500
Herramientas	Sensor foto resistencia	\$3.000	15	\$45.000
Costo total de la implementación Módulo 3:				\$855.000 <sup>5</sup>

<sup>5</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

## VI. Sugerencias

Para este módulo es importante recordar la importancia IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos / electrónicos / electrónicos programables, ya que los estudiantes trabajaran con corriente continua y, si bien las amplitudes son bajas, el tiempo de explosión en estas circunstancias son relevantes.

Además, se sugiere tomar precaución al momento de realizar soldadura, ya que se someten a una gran temperatura. Por ello, es aconsejable utilizar el soporte de soldadura metálico con clips, lupa y luz <sup>6</sup> (Figura 63. Ver anexo.), como un elemento que permita fijar las piezas a una base para una correcta manipulación.

Al momento de realizar la conexión de los cables a los instrumentos y equipo, se recomienda a los estudiantes el uso de herramientas adecuadas, especialmente de los destornilladores, ya que a futuro pueden ocasionar desgaste en los pernos de fijación y producir partículas que perjudiquen la señal del equipo.

Finalmente, es importante recordar a los estudiantes la importancia de mantener el espacio de trabajo de una forma ordenada y limpia de agentes externos, ya que los componentes con que trabajan son de dimensiones muy pequeñas y de fácil pérdida.

<sup>6</sup> Este soporte tiene un valor de \$8.000 cada uno, si el docente o el establecimiento acoge esta sugerencia, se requerirían 9 Unidades, lo que implicaría un aumento de \$72.000 en el costo de la implementación, ascendiendo el costo total a \$927.000.

## MÓDULO 4

### Sistemas de control domótico

#### a) Programa Módulo 4

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
4. Sistemas de control domótico	OA 6: Configurar el funcionamiento automático de sistemas y equipos electrónicos simples, tales como equipos de domótica, ascensores, portones eléctricos, riego automatizado, iluminación y otros, de acuerdo a los requerimientos del proyecto y las especificaciones técnicas del fabricante.	1. Utiliza equipos de domótica para el control de sistemas electrónicos, de acuerdo a requerimientos y especificaciones técnicas.
		2. Mantiene sistemas y equipos electrónicos automáticos, de acuerdo a instrucciones y procedimientos establecidos.
		3. Implementa los distintos tipos de instalaciones de alumbrado eléctrico en baja tensión, de acuerdo a las indicaciones del proyecto.
		4. Instala equipos electrónicos, según requerimientos del usuario, e instrucciones consignadas en manuales.

#### b) Detección de necesidades

##### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías y entrenador instalaciones eléctricas para residencias y comercios.

##### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, cosenofímetro, frecuencímetro, luxómetro, megaohmetro, micrómetro, multitester, osciloscopio, tacómetro, termómetro contacto y entrenadores de electrónica. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Central domótica (Figura 64. Ver anexo.)
- Entrenador análogo /digital (Figura 65. Ver anexo.)

### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, contactores, desguarnizador, HMI pantalla, interruptor diferencial, punta lógica, relé SSD, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática.

### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental y ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía.

### IV. Tabla con desglose de costos generales

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Equipamiento	Central domótica	\$180.000	6	\$1.080.000
Equipamiento	Entrenador análogo/digital	\$30.000	6	\$180.000
Costo total de la implementación Módulo 4:				\$1.260.000 <sup>7</sup>

### VI. Sugerencias

Para el desarrollo de este módulo y una mejor comprensión del material, se recomienda la lectura del Pliego Técnico Normativo RIC N° 11 Instalaciones especiales, ya que puede ser un gran aporte al momento de ejecutar las instalaciones de dispositivos de domótica, ya que permite establecer los voltajes de trabajo y las mediadas de montajes (descargar desde: <https://www.seital.cl/data/documents/RIC-N11-Instalaciones-Especiales.pdf>).

De igual manera se recomienda Pliego Técnico Normativo RIC N° 10 Instalaciones de uso general, ya que le permitirá al docente y estudiante poder realizar instalaciones de baja tensión en hogares o recintos. Deben tomarse en consideración los conductores y ductos. (descargar desde: [http://www.electricistasdechile.cl/download/Norma-4/PLIEGO\\_TEC-NICO\\_NORMATIVO-RTIC\\_N10\\_INSTALACIONES\\_DE\\_USO\\_GENERAL.PDF](http://www.electricistasdechile.cl/download/Norma-4/PLIEGO_TEC-NICO_NORMATIVO-RTIC_N10_INSTALACIONES_DE_USO_GENERAL.PDF)).

Finalmente, al realizar las instalaciones de los equipos se deben revisar los requisitos de montaje establecidos por cada fabricante y seguir los aspectos de seguridad al energizar:

- Mantener siempre todos los cuadros eléctricos cerrados.
- Revisar que todas las líneas de entrada y salida a los cuadros eléctricos estén perfectamente sujetas y aisladas.

<sup>7</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

- Colocar en los armarios y cuadros eléctricos una señal donde se haga referencia al tipo de riesgo al que se está expuesto.
- Garantizar el aislamiento eléctrico de todos los cables activos.
- Proteger los cables de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles con material resistente, que no se deteriore por roces o torsiones.
- No utilizar cables defectuosos, clavijas de enchufe rotas, ni aparatos cuya carcasa presente desperfectos.
- Utilizar únicamente las máquinas que fueron revisadas cuando estén perfectamente conectadas.
- Evitar que se estropeen los conductores eléctricos, protegiéndolos contra quemaduras, cortes o pisadas de vehículos.
- Tapar las cajas registro, empleadas para conexión, empalmes o derivados en funcionamiento.
- Revisar periódicamente el estado de los cables flexibles de alimentación.

## MÓDULO 5

# Mantenimiento y operación de equipos de control electrónico de potencia

### a) Programa Módulo 5

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
5. Mantenimiento y operación de equipos de control electrónico de potencia	<p>OA 1: Leer y utilizar información técnica consignada en manuales, planos croquis, instrucciones y proyectos de instalación electrónicos, relevando los datos necesarios para desarrollar correctamente su trabajo.</p> <p>OA 5: Mantener preventiva y correctivamente equipos, sistemas, dispositivos y componentes electrónicos, utilizando instrumentos y materiales apropiados, de acuerdo a la normativa de seguridad, especificaciones técnicas y planes de mantenimiento.</p>	1. Elabora planes de mantenimientos preventivos y correctivos para sistemas electrónicos, de acuerdo a normativas y especificaciones técnicas.
		2. Mantiene preventivamente sistemas con dispositivos y componentes electrónicos, de acuerdo a especificaciones técnicas y planes de mantenimiento.
		3. Realiza mantenimiento correctivo a sistemas con dispositivos y componentes electrónicos y electroneumáticos, de acuerdo a especificaciones técnicas y planes de mantenimiento.
		4. Realiza la mantención de servomecanismos con control electrónico industrial, de acuerdo a especificaciones técnicas y plan de mantenimiento.

### b) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto a la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulica y kit neumática SMC.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, cosenofímetro, frecuencímetro, luxómetro, megaohmetro, micrómetro, multímetro, osciloscopio, tacómetro, termómetro contacto y entrenadores de electrónica.

### **III. Herramientas**

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, contactores, desguarnizador, extractor de soldadura, interruptor diferencial, interruptor termo magnético, llave francesa, pistola aire caliente, punta lógica, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática.

### **IV. Normativas, regulaciones y documentos**

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental, ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía, IPC-6012E: Especificación de calificación y rendimiento para placas impresas rígidas, IPC 2152-DE:2010 Estándar para determinar la capacidad de carga de corriente en el diseño de tableros impresos, UNE-EN 60617-4:1997 Componentes pasivos básicos, UNE-EN 60617-5:1997 Semiconductores y tubos electrónicos, UNE-EN 60063:2015 Series de valores preferentes para resistencias y condensadores y UNE-EN 60062:2016 Códigos para el marcado de resistencias y de condensadores.

### **IV. Tabla con desglose de costos general**

Para la implementación de este módulo no hay costos adicionales a los ya mencionados previamente.

### **VI. Sugerencias**

Este módulo se enfatiza en la revisión de la norma NFPA 70B (Prácticas recomendadas para el mantenimiento de equipos y sistemas eléctricos), ya que está orientada a los requerimientos relacionados con el mantenimiento del equipo y sistemas eléctricos., descargable desde:

- <https://www.enginzone.cl/wp-content/uploads/2020/11/Ficha-Te%CC%81cnica-NFPA-70B-%E2%80%93-Pr%C3%A1ctica-Recomendada-para-El-Mantenimiento-de-Equipos-El%C3%A9ctricos.pdf>

Además, se recomienda realizar planificación de actividades de mantención mediante carta Gantt, utilizando el software Excel para visualizar de una forma gráfica de las actividades en un periodo específico, permitiendo comprender si existen actividades en paralelo o de forma consecutiva (una organización del trabajo a ejecutar).

Finalmente, en cuanto a las actividades, se sugiere: aplicar análisis de caso para la realización de planes de mantención predictivo utilizando listados de actividades, ya que mediante el caso en la industria podrán comparar de mejor forma la teoría con la práctica sobre el mantenimiento de los equipos eléctricos. De manera complementaria, se sugiere realizar una actividad grupal (como, por ejemplo, instalaciones de motores, instalaciones domiciliarias) que permita detectar las fallas en un sistema eléctrico, con el objetivo de generar un plan de mantención correctivo.

# MÓDULO 6

## DetECCIÓN DE FALLAS INDUSTRIALES

### a) Programa Módulo 6

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
6. Detección de fallas industriales	OA 2: Inspeccionar y diagnosticar fallas de funcionamiento en circuitos electrónicos, equipos y sistemas electrónicos industriales, con o sin control automático, con referencia a las especificaciones técnicas del fabricante.	1. Inspecciona equipos y circuitos electrónicos industriales respetando protocolos y normas de seguridad.
		2. Diagnostica fallas en sistemas electrónicos industriales, respetando protocolos, normas de seguridad y especificaciones técnicas.
		3. Mantiene equipos y sistemas electrónicos industriales, con y sin control automático, según manuales de mantenimiento y especificaciones técnicas del fabricante.
		4. Analiza funcionamiento de equipos electrónicos y diagnostica fallas según manuales, considerando las normas de seguridad establecidas.

### b) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos y entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, frecuencímetro, megaohmetro, multímetro, osciloscopio y entrenadores de electrónica.

#### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: juego alicates, desguarnizador, extractor de soldadura, HMI pantalla interruptor diferencial, pistola aire caliente, punta lógica, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática. De manera adicional, se considera lo siguiente (colocar lista adicional):

- Transmisor de temperatura (Figura 66. Ver anexo.)
- PT100 (Figura 67. Ver anexo.)
- Calibrador de lazo (Figura 68. Ver anexo.)

#### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental, ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía y UNE-EN 60062:2016 Códigos para el marcado de resistencias y de condensadores.

#### IV. Tabla con desglose de costos general

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Herramientas	Transmisor de temperatura	\$6.000	9	\$54.000
Herramientas	PT100	\$54.000	9	\$486.000
Herramientas	Calibrador de lazo	\$81.000	9	\$729.000
Costo total de la implementación Módulo 6:				\$1.269.000 <sup>8</sup>

#### VI. Sugerencias

Para este módulo es importante que el docente recuerde a los estudiantes sobre las medidas de seguridad y uso de los elementos de protección personal (Figura 69. Ver anexo.), entre los que figuran:

- Casco de seguridad
- Overol
- Guantes dieléctricos
- Antiparras
- Zapatos de seguridad

Finalmente, al realizar el análisis de señales de baja amplitud, se sugiere utilizar un osciloscopio el cual les permitirá ver las ondas y la señal analógica. Es importante tomar en consideración que este equipo solamente permite detectar la variación de voltaje.

**Nota:** estos elementos deben ser considerados y costeados por los estudiantes, el costo del equipamiento por cada alumno tiene un valor aproximado de \$30.000.

<sup>8</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

## MÓDULO 7

# Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial

### a) Programa Módulo 7

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
7. Operación y programación de equipos de control eléctrico industrial	OA 7: 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.	1. Opera sistemas de control eléctrico semiautomático, de acuerdo a requerimientos del equipo, considerando la normativa eléctrica vigente.
		2. Modifica circuitos de control eléctrico, según requerimientos operacionales de la planta y la normativa eléctrica vigente.
		3. Conecta y programa equipos de control eléctrico, utilizados para el arranque y protección de procesos y maquinarias según requerimientos del proyecto.
		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) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulica y kit neumática SMC.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, megaohmetro, multitester, termómetro contacto y entrenadores de electrónica.

- Programador lógico PLC (Figura 70. Ver anexo.)
- Transformador 220/24 V. (Figura 71. Ver anexo.)
- Maqueta didáctica PLC (Figura 72. Ver anexo.)
- Motor monofásico (Figura 73. Ver anexo.)
- Motor trifásico (Figura 74. Ver anexo.)

#### III. Herramientas

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: juego alicates, contactores, desguarnizador, extractor

de soldadura, HMI pantalla, interruptor diferencial, interruptor termo magnético, llave francesa, pistola aire caliente, punta lógica, relé SSD, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática.

#### IV. Normativas, regulaciones y documentos

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental y ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía.

#### V. Tabla con desglose de costos general

Categoría	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Equipamiento	Programador lógico PLC	\$198.000	9	\$1.782.000
Equipamiento	Transformador 220/24 V	\$5.500	9	\$49.500
Equipamiento	Maqueta didáctica PLC	\$75.000	9	\$675.000
Equipamiento	Motor monofásico	\$156.900	9	\$1.412.100
Equipamiento	Motor trifásico	\$243.600	9	\$2.192.400
Costo total de la implementación Módulo 7:				\$6.111.000 <sup>9</sup>

#### VI. Sugerencias

Para poder cumplir con los objetivos de este módulo, es recomendable comprender el control de sistemas. Para ello se sugiere aplicar compuertas lógicas, ya que permitirán practicar el pensamiento lógico mediante un entorno gráfico sobre el comportamiento de sistemas eléctricos.

Para llevar a cabo este módulo se sugiere que los dispositivos de control adquiridos sean básicos, vale decir que no contenga una gran cantidad de entradas y salidas ya sea de carácter analógicos o digital, con el objetivo de enseñar a los estudiantes los conceptos básicos de conexión y programación.

Por otra parte, para realizar el armado de tableros de control y fuerza, se sugiere colocar los equipos en bases que contengan conectores de fácil conexión, para que la experiencia del estudiante sea fácil de observar y atractiva, al ver cómo funcionan los componentes.

Finalmente, se recomienda comprar dispositivos de control (PLC) que contengan un software de carácter gratuito, permitiendo así aumentar la disponibilidad de aprendizaje de los estudiantes para practicar en casa. Una alternativa podría ser de la marca DELTA, que trabaja de manera gratuita con el software ISP, descargable desde:

- <https://www.deltawww.com/en-us/products/PLC-Programmable-Logic-Controllers/3598>

<sup>9</sup> El análisis de costos se ha realizado acorde a los valores de mercado disponibles entre los periodos del segundo semestre de 2021 y primer semestre de 2022.

## MÓDULO 8

# Montaje de equipos industriales

### a) Programa Módulo 8

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
8. Montaje de equipos industriales	OA 4: Instalar y montar equipos y sistemas electrónicos industriales y otros, de acuerdo al diseño y características técnicas del proyecto, utilizando las herramientas e instrumentos adecuados, respetando la normativa eléctrica, ambiental y de seguridad.	1. Instala equipos electrónicos industriales, según requerimientos, respetando la normativa eléctrica, ambiental y de seguridad.
		2. Monta sistemas electrónicos industriales, según requerimientos de la industria respetando la normativa eléctrica, ambiental y de seguridad.
		3. Opera equipos y sistemas eléctricos y electrónicos utilizados en la industria, según protocolos de manejo.
		4. Ejecuta proyectos de Instalación de sistemas electrónicos industriales de acuerdo al diseño y características técnicas del proyecto, manuales específicos y normativa vigente.

### b) Detección de necesidades

#### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulica y kit neumática SMC.

#### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, cosenofímetro, frecuencímetro, luxómetro, megohmetro, micrómetro, multitester, osciloscopio, tacómetro, termómetro contacto y entrenadores de electrónica. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Programador lógico PLC (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Transformador 220/24 V (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Maqueta didáctica (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Motor monofásico (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Motor trifásico (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)

### **III. Herramientas**

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, contactores, desguarnizador, extractor de soldadura, hmi pantalla, interruptor diferencial, interruptor termo magnético, llave francesa, pistola aire caliente, punta lógica, relé ssd, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Trasmisor de temperatura (mencionado en las herramientas del Módulo 6)
- PT100 (mencionado en las herramientas del Módulo 6)
- Calibrador de lazo (mencionado en las herramientas del Módulo 6)

### **IV. Normativas, regulaciones y documentos**

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental y ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía.

### **V. Tabla con desglose de costos general**

Para la implementación de este módulo no hay costos adicionales a los ya mencionados previamente.

### **VI. Sugerencias**

Para este módulo es importante estudiar el “RIC 10 de instalaciones generales” descargable desde:  
- [http://www.electricistasdechile.cl/download/Norma-4/PLIEGO\\_TECNICO\\_NORMATIVO-RTIC\\_N10\\_INSTALACIONES\\_DE\\_USO\\_GENERAL.PDF](http://www.electricistasdechile.cl/download/Norma-4/PLIEGO_TECNICO_NORMATIVO-RTIC_N10_INSTALACIONES_DE_USO_GENERAL.PDF)

Este documento entrega los conocimientos necesarios para conocer los nuevos peligros técnicos de las instalaciones domiciliarias. En pos de la seguridad del estudiante, se recomienda mencionar las medidas de seguridad en relación con la puesta en marcha de sistemas eléctricas en viviendas:

- Desconectar
- Enclavamiento, bloqueo y señalización
- Comprobación ausencia de tensión
- Puesta a tierra y en cortocircuito
- Señalización de la zona de trabajo

Finalmente, se sugiere que para la implementación de este módulo se realicen actividades de instalaciones domiciliarias, en grupos de no más de tres estudiantes, para así entregar una mejor experiencia.

## MÓDULO 9

### Automatización industrial

#### a) Programa Módulo 9

Módulo	Objetivos de aprendizaje de especialidad	Aprendizajes esperados
9. Automatización industrial	OA 7: 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.	1. Monta y conecta relés programables utilizados en el control de procesos básicos, según requerimiento del proyecto.
		2. Maneja equipos de control lógico de prestaciones menores, según normativas vigentes y requerimientos de la planta industrial.
		3. Opera el software de los controladores lógicos programables, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.
		4. Programa PLCs de gama baja y pantallas HM, según requerimientos del proceso industriales simples.
		5. Mantiene equipos electrónicos de control automático industrial, conforme al tipo de sistema, considerando procedimientos establecidos y especificaciones técnicas del fabricante.

#### b) Detección de necesidades

##### I. Infraestructura

En cuanto la infraestructura para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montajes de circuitos eléctricos y electrónicos, kit fotovoltaico, kit hidráulica y kit neumática SMC.

##### II. Equipamiento

En cuanto al equipamiento para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección "Todos los módulos", como, por ejemplo: amperímetro, multitester, termómetro contacto y entrenadores de electrónica. De manera adicional, se considera lo siguiente:

- Programador lógico PLC (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Transformador 220/24 V (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Maqueta didáctica (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Motor monofásico (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)
- Motor trifásico (mencionado en el equipamiento del Módulo 7)

### **III. Herramientas**

En cuanto a las herramientas para la implementación de este módulo, se requiere utilizar parte de los elementos mencionados en la sección “Todos los módulos”, como, por ejemplo: juego alicates, contactores, desguarnizador, extractor de soldadura, hmi pantalla, interruptor diferencial, interruptor termo magnético, llave francesa, pistola aire caliente, punta lógica, relé ssd, set alicates de precisión, set atornilladores, set destornilladores de precisión, set llave Allen, set llaves punta-corona, set de llaves Torx, taladro de pedestal, taladro portátil, temporizadores, tornillo mecánico y pulsera correa antiestática.

### **IV. Normativas, regulaciones y documentos**

En cuanto a las normativas, regulaciones y documentos para la implementación de este módulo, utilizaremos: Norma Chilena 16.744, Norma ISA, ANSI, IEEE, Norma Chilena 4/2003, IEC 61508 Seguridad funcional de los sistemas relacionados con la seguridad eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, descargable desde, ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental y ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía.

### **V. Tabla con desglose de costos general**

Para la implementación de este módulo no hay costos adicionales a los ya mencionados previamente.

### **VI. Sugerencias**

Se sugiere como actividad práctica que los estudiantes elaboren un informe de investigación, el cual contenga los tipos de controladores y los lenguajes de programación, con el fin de indagar de una forma más profunda, en los dispositivos presentes en la industria.

Otra actividad recomendada es que el docente realice pruebas de entradas y salidas, analógicas y digitales, para que así el estudiante pueda observar los eventos de las variables, mediante los instrumentos de medición como, por ejemplo, el multímetro, el cual permitirá ver el voltaje de una salida digital y posteriormente relacionarlo a una válvula.

De manera adicional, se sugiere tener en consideración actividades de razonamiento lógico, donde los alumnos se reúnan en grupos de no más de tres estudiantes y resuelvan desafíos, como, por ejemplo, adivinanzas, juegos interactivos o resoluciones de problemas del entorno.

## Anexos

A continuación, y a modo de ejemplo, se presentan los principales artículos mencionados en este documento. Es importante señalar que esto solo es una referencia general, siendo el establecimiento quien toma la decisión de cómo habilitar sus espacios.

# Infraestructura, equipamientos y herramientas



Figura 1: Bancos de trabajo eléctrico con rejillas para la realización de prácticas de montaje de circuitos eléctricos y electrónicos



Figura 2: Kit fotovoltaico



Figura 3: Kit hidráulica



Figura 4: Kit neumática SMC



Figura 5: Entrenador básico de electricidad y electrotecnia, con simulador de averías



Figura 6: Entrenador instalaciones eléctricas para residencias y comercios



Figura 7: Amperímetro



Figura 8: Cosenofímetro



Figura 9: Frecuencímetro



Figura 10: Luxómetro



Figura 11: Megaohmetro



Figura 12: Micrómetro



Figura 13: Multítester



Figura 14: Osciloscopio



Figura 15: Tacómetro



Figura 16: Termómetro contacto



Figura 17: Entrenadores de electrónica



Figura 18: Juego alicates



Figura 19: Contactores



Figura 20: Desguarnizador



Figura 21: Extractor de soldadura



Figura 22: HMI pantalla



Figura 23: Interruptor diferencial



Figura 24: Interruptor termomagnético



Figura 25: Llave francesa



Figura 26: Pistola aire caliente



Figura 27: Punta lógica



Figura 28: Relé SSD



Figura 29: Set alicates de precisión



Figura 30: Set atomilladores



Figura 31: Set destornilladores de precisión



Figura 32: Set llave Allen



Figura 33: Set llaves punta-corona

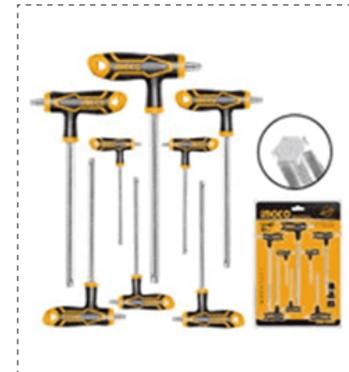


Figura 34: Set de llaves Torx



Figura 35: Taladro de pedestal



Figura 36: Taladro portátil



Figura 37: Temporizadores



Figura 38: Tornillo mecánico



Figura 39: Pulsera correa antiestática



Figura 40: Fuente de poder dual



Figura 41: Cinta aislante



Figura 42: Sensores de movimiento PIR



Figura 43: Válvula 12V



Figura 44: Focos LED



Figura 45: Soldadura estaño con Flux



Figura 46: Controlador de temperatura



Figura 47: Set marcadores indelebles para placa CU



Figura 48: Terminales eléctricos



Figura 49: Circuitos integrados básicos (750, 7404)

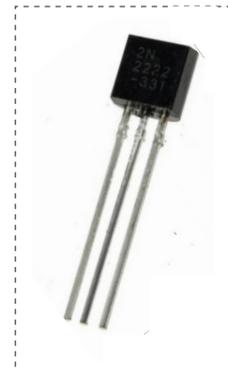


Figura 50: Transistores 2N2222a



Figura 51: Diodo rectificador



Figura 52: Pulsador NA



Figura 53: Arduino uno



Figura 54: Sensor ultrasónico



Figura 55: Sensor de humedad y temperatura



Figura 56: Relé simple



Figura 57: Servomotor

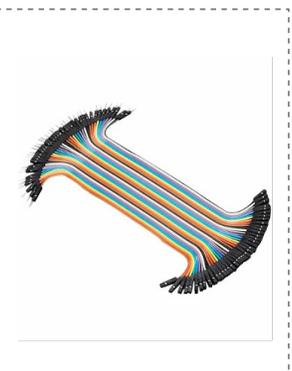


Figura 58: Cables Dupont

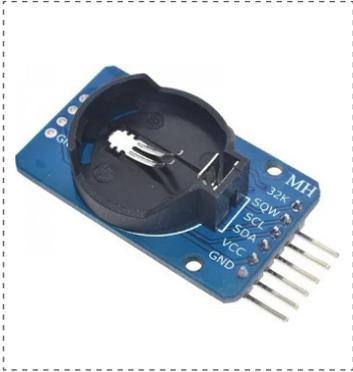


Figura 59: Modulo de reloj



Figura 60: Fuente de alimentación de 5V – 9V



Figura 61: Pantalla LCD

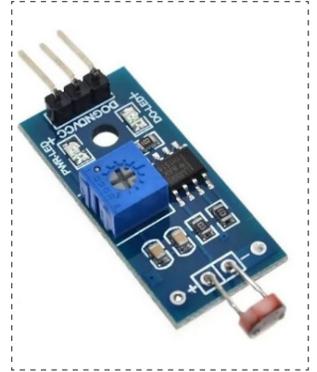


Figura 62



Figura 64: Central domótica

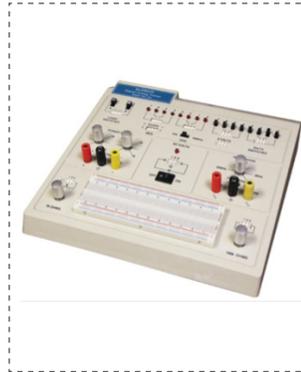


Figura 65: Entrenador analógico/digital



Figura 66: Trasmisor de temperatura



Figura 67: PT100



Figura 68: Calibrador de lazo



Figura 69: Elementos de protección personal



Figura 70: Programador lógico PLC



Figura 71: Transformador 220/24V

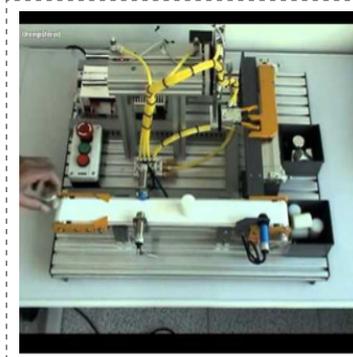


Figura 72: Maqueta didáctica



Figura 73: Motor monofásico



Figura 74: Motor trifásico



ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA  
ESPECIALIDAD  
**ELECTRÓNICA**