
Instalaciones Eléctricas y Automáticas

Automatismos industriales

Julián Rodríguez Fernández

Luis Miguel Cerdá Filiu

Roberto Bezos Sánchez-Horneros

Paraninfo

Paraninfo

Automatismos industriales

© Julián Rodríguez Fernández, Luis Miguel Cerdá Filiu y Roberto Bezos Sánchez-Horneros

Gerente Editorial

María José López Raso

Equipo Técnico Editorial

Alicia Cerviño González
Paola Paz Otero

Editora de Adquisiciones

Carmen Lara Carmona

Producción

Nacho Cabal Ramos

Diseño de cubierta

Ediciones Nobel

Preimpresión

Montytexto

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial.

COPYRIGHT © 2014 Ediciones Paraninfo, SA
1.^a edición, 2014

C/ Velázquez, 31, 3.^o D / 28001 Madrid, ESPAÑA
Teléfono: 902 995 240 / Fax: 914 456 218
clientes@paraninfo.es / www.paraninfo.es

ISBN: 978-84-9732-483-0
Depósito legal: M-17090-2014
(11049)

Impreso en España /Printed in Spain
Gráficas Eujoa, S.A. Meres-Siero (Asturias)

A la memoria de mis queridos padres, Nazario y Ana-María.



Índice

| | |
|-----------------------|------|
| Agradecimientos | XIII |
| Presentación | XV |

1. Introducción a los automatismos industriales

| | |
|--|----|
| 1.1. Introducción a los automatismos industriales... . | 1 |
| 1.1.1. Desarrollo de los automatismos industriales | 2 |
| 1.1.2. Comparativa entre las diferentes técnicas de automatización | 5 |
| 1.1.3. Fases de desarrollo de un sistema automático..... | 6 |
| 1.2. Estructura y componentes de las instalaciones de automatismos | 7 |
| 1.2.1. Tipos de sistemas automáticos | 8 |
| 1.2.2. Aparienta eléctrica..... | 8 |
| 1.3. Características de las instalaciones eléctricas industriales | 9 |
| 1.3.1. Estructura del sistema eléctrico | 10 |
| 1.3.2. Parámetros característicos de las instalaciones eléctricas en baja tensión..... | 11 |
| 1.3.3. Esquemas en redes de distribución..... | 13 |
| 1.3.4. Reparto de cargas | 16 |
| 1.4. Legislación y normativa de aplicación | 17 |
| 1.4.1. El entorno legal | 17 |
| 1.4.2. El entorno normativo..... | 17 |
| 1.4.3. Normativa y reglamentación aplicables a las instalaciones eléctricas de baja tensión..... | 18 |
| 1.4.4. Otras normas y disposiciones legales de aplicación en las instalaciones de automatismos industriales..... | 19 |
| Actividades finales..... | 20 |

2. Componentes de las instalaciones eléctricas industriales

| | |
|---|----|
| 2.1. Conductores eléctricos | 24 |
| 2.1.1. Tipos de conductores eléctricos | 24 |
| 2.1.2. Características técnicas de los conductores eléctricos..... | 25 |
| 2.1.3. Designación técnica de los conductores | 28 |
| 2.1.4. Conductores eléctricos en instalaciones industriales | 29 |
| 2.2. Dispositivos de conexión y seccionamiento..... | 30 |
| 2.2.1. Base de toma de corriente..... | 31 |
| 2.2.2. Seccionador..... | 33 |
| 2.2.3. Interruptores, pulsadores y reguladores | 34 |
| 2.2.4. Contactor..... | 35 |
| 2.2.5. Posibilidad de conectar y desconectar circuitos eléctricos en carga | 38 |
| 2.3. Dispositivos de protección | 38 |
| 2.3.1. Defectos asociados a las instalaciones eléctricas | 39 |
| 2.3.2. Riesgos eléctricos para las personas y los animales..... | 40 |
| 2.3.3. Dispositivos de protección en las instalaciones de automatismos industriales | 41 |
| 2.3.4. El cortacircuitos fusible | 42 |
| 2.3.5. El relé térmico..... | 46 |
| 2.3.6. El interruptor automático | 49 |
| 2.3.7. El interruptor diferencial..... | 53 |
| 2.3.8. El descargador de sobretensiones | 56 |
| 2.3.9. El concepto de selectividad..... | 58 |
| 2.3.10. El concepto de filiación | 60 |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 2.4. Dispositivos y equipos de medida | 60 | 3.5.3. Planos de las vías de evacuación | 94 |
| 2.4.1. El voltímetro | 60 | 3.5.4. Plano de la red equipotencial de tierras | 94 |
| 2.4.2. El amperímetro | 61 | 3.5.5. Planos de detalle | 94 |
| 2.4.3. El óhmetro | 61 | Actividades finales | 95 |
| 2.4.4. El vatímetro | 61 | | |
| 2.4.5. El frecuencímetro | 62 | | |
| 2.4.6. El fasímetro | 62 | | |
| 2.4.7. El sincronoscopio | 62 | | |
| 2.4.8. Analizadores de redes | 62 | | |
| 2.4.9. Contadores de energía | 63 | | |
| 2.4.10. Transformadores de medida | 63 | | |
| 2.5. Receptores y actuadores | 64 | | |
| Actividades finales | 66 | | |
| 3. Representación gráfica y dibujo industrial | | | |
| 3.1. Fundamentos del dibujo industrial | 71 | | |
| 3.1.1. Trazos y grosores | 72 | | |
| 3.1.2. Procesos y técnicas de croquizado | 73 | | |
| 3.1.3. Escalas y proporciones | 75 | | |
| 3.1.4. Acotación | 75 | | |
| 3.1.5. Sistemas de representación de piezas y objetos | 78 | | |
| 3.2. Gestión de la documentación gráfica | 80 | | |
| 3.2.1. Formato | 80 | | |
| 3.2.2. Márgenes y cuadro de rotulación | 81 | | |
| 3.2.3. Impresión de planos y esquemas | 82 | | |
| 3.2.4. Plegado de planos | 82 | | |
| 3.2.5. Conservación de la documentación gráfica | 83 | | |
| 3.3. Representación de planos de edificación y obra civil | 83 | | |
| 3.3.1. Planos de obra civil | 83 | | |
| 3.3.2. Planos de edificación | 84 | | |
| 3.4. Representación de los circuitos eléctricos | 86 | | |
| 3.4.1. Esquemas unifilares | 86 | | |
| 3.4.2. Esquemas multifilares | 86 | | |
| 3.4.3. Esquemas de principio | 90 | | |
| 3.4.4. Interpretación de esquemas eléctricos | 90 | | |
| 3.5. Planos representativos de las instalaciones electrotécnicas | 91 | | |
| 3.5.1. Planos de planta de la instalación eléctrica | 92 | | |
| 3.5.2. Trazado de las canalizaciones | 92 | | |
| 4. Cuadros eléctricos para automatismos industriales | | | |
| 4.1. Concepto de cuadro eléctrico y normativa de aplicación | 99 | 4.1. Concepto de cuadro eléctrico y normativa de aplicación | 100 |
| 4.2. Niveles de protección: códigos IP e IK | 101 | 4.2. Niveles de protección: códigos IP e IK | 101 |
| 4.2.1. Grado de protección IP de envolventes | 102 | 4.2.1. Grado de protección IP de envolventes | 102 |
| 4.2.2. Grado de protección IK de envolventes | 105 | 4.2.2. Grado de protección IK de envolventes | 105 |
| 4.3. Separación interna de cuadros eléctricos | 105 | 4.3. Separación interna de cuadros eléctricos | 105 |
| 4.4. Tipología de cuadros y armarios eléctricos | 106 | 4.4. Tipología de cuadros y armarios eléctricos | 106 |
| 4.4.1. Clasificación según la función que desempeña en la instalación eléctrica | 106 | 4.4.1. Clasificación según la función que desempeña en la instalación eléctrica | 106 |
| 4.4.2. Clasificación según el material constructivo | 109 | 4.4.2. Clasificación según el material constructivo | 109 |
| 4.4.3. Clasificación según el diseño exterior | 109 | 4.4.3. Clasificación según el diseño exterior | 109 |
| 4.4.4. Clasificación según las condiciones de instalación | 111 | 4.4.4. Clasificación según las condiciones de instalación | 111 |
| 4.4.5. Clasificación según el método de instalación del cuadro | 112 | 4.4.5. Clasificación según el método de instalación del cuadro | 112 |
| 4.4.6. Clasificación según su acceso al interior del cuadro | 112 | 4.4.6. Clasificación según su acceso al interior del cuadro | 112 |
| 4.5. Elementos y componentes de los cuadros eléctricos | 113 | 4.5. Elementos y componentes de los cuadros eléctricos | 113 |
| 4.5.1. Componentes mecánicos de los cuadros | 113 | 4.5.1. Componentes mecánicos de los cuadros | 113 |
| 4.5.2. Componentes eléctricos para el conexionado | 120 | 4.5.2. Componentes eléctricos para el conexionado | 120 |
| 4.5.3. Otros accesorios y componentes | 128 | 4.5.3. Otros accesorios y componentes | 128 |
| 4.6. Ventilación, calefacción y deshumidificación de cuadros eléctricos | 128 | 4.6. Ventilación, calefacción y deshumidificación de cuadros eléctricos | 128 |
| 4.6.1. Ventilación natural | 129 | 4.6.1. Ventilación natural | 129 |
| 4.6.2. Ventilación forzada | 129 | 4.6.2. Ventilación forzada | 129 |
| 4.6.3. Calefacción de cuadros eléctricos | 129 | 4.6.3. Calefacción de cuadros eléctricos | 129 |
| 4.6.4. Termostatos y deshumidificantes para cuadros eléctricos | 130 | 4.6.4. Termostatos y deshumidificantes para cuadros eléctricos | 130 |
| 4.7. Ensamblado de cuadros para automatismos industriales | 130 | 4.7. Ensamblado de cuadros para automatismos industriales | 130 |
| Actividades finales | 134 | Actividades finales | 134 |

5. Técnicas de mecanizado de cuadros y canalizaciones

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.1. | Concepto de mecanizado de materiales y cuadros eléctricos..... | 138 |
| 5.2. | Materiales empleados: características y propiedades | 138 |
| 5.2.1. | Características de los materiales..... | 138 |
| 5.2.2. | Propiedades de los materiales..... | 138 |
| 5.3. | Materiales asociados a la industria eléctrica y de automatización | 139 |
| 5.3.1. | Cobre..... | 139 |
| 5.3.2. | Aluminio..... | 140 |
| 5.3.3. | Hierro | 140 |
| 5.3.4. | Acero..... | 140 |
| 5.3.5. | Fundición | 140 |
| 5.3.6. | Plata..... | 140 |
| 5.3.7. | Wolframio | 141 |
| 5.3.8. | Estaño | 141 |
| 5.3.9. | Plomo | 141 |
| 5.3.10. | Cadmio | 141 |
| 5.4. | Fases para la mecanización de cuadros eléctricos | 141 |
| 5.5. | Técnicas y útiles para mecanizado de cuadros eléctricos de automatismos | 143 |
| 5.5.1. | Técnicas para medir en cuadros y piezas | 143 |
| 5.5.2. | Técnicas para el trazo y marcaje en los materiales | 148 |
| 5.5.3. | Técnicas para sujeción de piezas | 149 |
| 5.5.4. | Técnicas para cortar material | 150 |
| 5.5.5. | Técnica de limado de material | 153 |
| 5.5.6. | Técnicas para taladrar o perforar | 154 |
| 5.5.7. | Técnicas y elementos para fijar por roscado y remachado | 157 |
| 5.5.8. | Técnicas para unir materiales | 159 |
| 5.5.9. | Técnicas para crimpar terminales | 160 |
| 5.5.10. | Técnicas para deformar materiales por golpeo | 160 |
| 5.5.11. | Mecanizado y doblado de tubos y embarrados..... | 161 |
| 5.5.12. | Técnicas de protección de los materiales | 161 |
| 5.5.13. | Mecanizado de tapas para los huecos de la apertura | 162 |
| 5.5.14. | Mecanizado y fijación de cuadros para automatismos | 163 |

5.6. Mecanizado de canalizaciones eléctricas para conductores.....

163

5.6.1. Mecanización de canalizaciones bajo tubo

164

5.6.2. Técnicas de montaje de accesorios de fijación de tubos.....

165

5.6.3. Mecanización de canalizaciones en bandeja

165

5.6.4. Mecanizado de bandejas alternativas

166

5.6.5. Técnicas de montaje y accesorios de fijación de bandejas y cajas de derivación

167

Actividades finales.....

168

6. Motores eléctricos

171

6.1. Introducción a las máquinas eléctricas.....

172

6.1.1. Máquinas eléctricas rotativas

172

6.1.2. Clasificación y composición de los motores eléctricos.....

173

6.2. Motores trifásicos

175

6.2.1. Clasificación de los motores trifásicos

176

6.2.2. Conexionado y caja de bornes del motor trifásico de inducción

177

6.2.3. Fundamentos técnicos del motor trifásico de inducción

181

6.2.4. Placa de características

184

6.2.5. Curva característica de par-velocidad de un motor de inducción

185

6.3. Motores de corriente alterna.....

186

6.3.1. Motor de CA con bobina auxiliar de arranque

186

6.3.2. Motor de CA de arranque por condensador.....

187

6.3.3. Motor de CA de arranque por espira de sombra

187

6.3.4. Motores universales

187

6.4. Motores de corriente continua

188

6.4.1. Constitución del motor de corriente continua.....

189

6.4.2. Tipos de motores de corriente continua.....

190

6.4.3. Caja de bornes del motor de CC.....

191

6.5. Dimensionado de instalaciones eléctricas con motores

192

6.5.1. Cálculo de la sección de los conductores de alimentación

192

6.5.2. Compensación del factor de potencia

194

| | |
|---|---|
| <p>6.5.3. Instalación de condensadores y baterías de condensadores</p> <p>Actividades finales.....</p> <p>7. Automatización industrial mediante lógica cableada</p> <p>7.1. Interpretación de los circuitos de automatismos</p> <p>7.1.1. Representación gráfica de los circuitos de automatismos</p> <p>7.1.2. El contactor en los esquemas de automatismos</p> <p>7.1.3. Alimentación de los circuitos de potencia y maniobra.....</p> <p>7.2. Dispositivos de control manual.....</p> <p>7.2.1. Interruptores</p> <p>7.2.2. Pulsadores</p> <p>7.2.3. Instalaciones con varios puestos de mando.....</p> <p>7.3. Maniobras en los circuitos de automatismos</p> <p>7.3.1. Funcionamiento por pulsos.....</p> <p>7.3.2. Funcionamiento continuo: la realimentación.....</p> <p>7.3.3. Pilotos de señalización de marcha y paro.....</p> <p>7.3.4. El enclavamiento.....</p> <p>7.4. Dispositivos de control automático.....</p> <p>7.4.1. Detectores y sensores mecánicos</p> <p>7.4.2. Detectores y sensores de proximidad</p> <p>7.4.3. Detectores y sensores de variables físicas externas</p> <p>7.5. Temporizadores y circuitos temporizados</p> <p>7.5.1. Diagramas secuenciales</p> <p>7.6. Automatismos domésticos</p> <p>7.6.1. El interruptor horario</p> <p>7.6.2. El automático de escalera</p> <p>7.6.3. El relé y el telerruptor.....</p> <p>7.7. Representación y marcado de componentes.....</p> <p>7.7.1. Simbología electromecánica normalizada.....</p> <p>7.7.2. Marcado de componentes</p> <p>7.7.3. Referenciado de bornes y terminales</p> <p>7.7.4. Representación avanzada de esquemas de automatismos</p> <p>Actividades finales.....</p> | <p>8. Automatismos para el arranque, control y protección de motores</p> <p>8.1. Protección de motores eléctricos</p> <p>8.1.1. El guardamotor</p> <p>8.1.2. Sondas térmicas para motores.....</p> <p>8.1.3. Relés electrónicos de protección integral.....</p> <p>8.2. Arranque de motores eléctricos</p> <p>8.2.1. Arranque de motores trifásicos.....</p> <p>8.2.2. Arranque directo de un motor.....</p> <p>8.2.3. Arranque estrella-tríángulo (Y-Δ).....</p> <p>8.2.4. Arranque mediante resistencias estatóricas</p> <p>8.2.5. Arranque mediante resistencias rotóricas.....</p> <p>8.2.6. Arranque por autotransformador</p> <p>8.2.7. Arranque <i>part-winding</i></p> <p>8.2.8. Arranque electrónico.....</p> <p>8.2.9. Arranque de motores trifásicos en redes monofásicas</p> <p>8.2.10. Arranque de motores monofásicos con apertura trifásica</p> <p>8.2.11. Arranque de motores de corriente continua.....</p> <p>8.3. Inversión de giro en motores eléctricos</p> <p>8.3.1. Inversión de giro en motores trifásicos</p> <p>8.3.2. Inversión de giro en motores monofásicos.....</p> <p>8.3.3. Inversión de giro en motores de corriente continua.....</p> <p>8.4. Sistemas de variación de velocidad en motores de corriente alterna</p> <p>8.4.1. Motor trifásico de inducción de dos velocidades</p> <p>8.4.2. Motor trifásico de inducción tipo Dahlander</p> <p>8.4.3. Variadores de frecuencia. Regulación electrónica de la velocidad</p> <p>8.5. Frenado de motores eléctricos</p> <p>8.5.1. Frenado por contracorriente</p> <p>8.5.2. Frenado por inyección de corriente continua.....</p> <p>8.5.3. Frenado electromecánico</p> <p>8.6. Compensación automática del factor de potencia</p> <p>Actividades finales.....</p> |
| | <p>235</p> |

■ 9. Fundamentos de electrónica digital 283

| | | |
|--------|--|-----|
| 9.1. | Sistemas de numeración | 284 |
| 9.1.1. | Números decimales..... | 284 |
| 9.1.2. | Números binarios | 284 |
| 9.1.3. | Números octales | 286 |
| 9.1.4. | Números hexadecimales | 286 |
| 9.1.5. | Sistemas para representar números negativos binarios | 287 |
| 9.1.6. | Código Gray | 288 |
| 9.2. | Lógica de contactos | 288 |
| 9.2.1. | Función lógica AND o “Y”..... | 288 |
| 9.2.2. | Función lógica OR u “O”..... | 289 |
| 9.2.3. | Función AND de funciones OR | 289 |
| 9.2.4. | Función OR de funciones AND | 290 |
| 9.3. | Lógica de funciones | 291 |
| 9.3.1. | Puerta lógica OR u “O” | 291 |
| 9.3.2. | Puerta lógica AND o “Y”..... | 292 |
| 9.3.3. | Puerta lógica NOT o “NEGACIÓN” | 292 |
| 9.3.4. | Puerta lógica NOR | 293 |
| 9.3.5. | Puerta lógica NAND..... | 293 |
| 9.3.6. | Puerta lógica X-OR u “OR EXCLUSIVA” | 294 |
| 9.3.7. | Puerta lógica XNOR o “NOR EXCLUSIVA” | 294 |
| 9.3.8. | Puerta lógica IGUALDAD | 295 |
| 9.4. | Álgebra de Boole y teoremas de Morgan..... | 296 |
| 9.4.1. | Axiomas del álgebra de Boole | 296 |
| 9.4.2. | Teoremas de Morgan..... | 297 |
| 9.4.3. | Expresiones y funciones booleanas | 298 |
| 9.5. | Obtención del circuito lógico a partir de una tabla de verdad y viceversa..... | 300 |
| 9.6. | Simplificación de funciones booleanas | 301 |
| 9.6.1. | Métodos de simplificación de funciones | 301 |
| 9.6.2. | Simplificación de funciones lógicas mediante diagramas mapas de Karnaugh | 302 |
| | Actividades finales..... | 306 |

■ 10. El autómata programable 309

| | | |
|---------|--|-----|
| 10.1. | Los automatismos programados..... | 310 |
| 10.2. | Las ventajas y los inconvenientes..... | 310 |
| 10.3. | La estructura del autómata programable | 310 |
| 10.3.1. | La CPU | 311 |
| 10.3.2. | La fuente de alimentación..... | 312 |
| 10.3.3. | Los módulos de entradas y salidas... | 312 |
| 10.4. | Los paneles de operación | 315 |
| 10.5. | Las tarjetas de memoria | 315 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 10.6. | Las comunicaciones industriales | 316 |
| 10.6.1. | Modbus | 316 |
| 10.6.2. | Profibus | 316 |
| 10.6.3. | AS-i | 317 |
| 10.6.4. | Ethernet industrial | 318 |
| 10.7. | Los sistemas SCADA | 319 |
| 10.8. | Los circuitos eléctricos en los autómatas | 319 |
| 10.8.1. | Los contactos de seguridad | 321 |
| 10.9. | La programación de autómatas..... | 321 |
| 10.9.1. | Los lenguajes de programación | 321 |
| 10.9.2. | Las áreas o mapa de memoria | 322 |
| 10.10. | La programación mediante bloques funcionales | 322 |
| 10.10.1. | Las entradas | 323 |
| 10.10.2. | Las salidas | 323 |
| 10.10.3. | La función OR | 323 |
| 10.10.4. | La función NOR | 323 |
| 10.10.5. | La función AND | 324 |
| 10.10.6. | La función NAND | 324 |
| 10.10.7. | La función NOT | 324 |
| 10.10.8. | La resolución de problemas | 325 |
| 10.10.9. | El temporizador | 326 |
| 10.10.10. | El contador | 326 |
| 10.10.11. | Otras funciones | 327 |
| 10.11. | La programación mediante diagrama de contactos | 327 |
| 10.12. | La programación mediante lista de instrucciones | 328 |
| 10.13. | Los diagramas de Grafcet | 328 |
| 10.13.1. | Los elementos del diagrama | 328 |
| 10.13.2. | Las etapas | 329 |
| 10.13.3. | Las reglas | 329 |
| 10.13.4. | Las estructuras | 330 |
| | 10.13.5. Implementación del Grafcet | 330 |
| | Actividades finales | 333 |

■ 11. Relés programables 335

| | | |
|---------|--|-----|
| 11.1. | Los relés programables | 336 |
| 11.2. | Logo (Siemens) | 336 |
| 11.2.1. | Tipos de Logo | 336 |
| 11.2.2. | Partes del Logo | 337 |
| 11.2.3. | Conexión a la fuente de alimentación | 337 |
| 11.2.4. | Conexión de las entradas | 338 |
| 11.2.5. | Conexión de las salidas | 338 |
| 11.2.6. | Los módulos de expansión | 338 |
| 11.2.7. | La programación del Logo | 339 |
| 11.2.8. | Los bloques de funciones | 339 |

| | | | |
|---|------------|--|------------|
| 11.2.9. La realización de un programa | 343 | 12.5.6. Puesta en servicio de las instalaciones | 386 |
| 11.2.10. La simulación | 345 | Actividades finales..... | 388 |
| 11.3. Zelio Logic (Schneider) | 345 | 13. Seguridad, prevención de riesgos y protección ambiental | 391 |
| 11.3.1. Tipos de Zelio | 345 | 13.1. Prevención de riesgos laborales | 392 |
| 11.3.2. Partes del Zelio | 346 | 13.1.1. Obligaciones generales del empresario | 392 |
| 11.3.3. Los módulos de expansión | 346 | 13.1.2. Derechos y obligaciones de los trabajadores | 393 |
| 11.3.4. Las conexiones | 347 | 13.1.3. Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento | 393 |
| 11.3.5. La programación del Zelio | 347 | 13.1.4. El plan de prevención de riesgos laborales | 395 |
| 11.3.6. Las herramientas de programación.. | 349 | 13.1.5. Coordinador en materia de seguridad y salud | 398 |
| 11.3.7. La realización de un programa | 355 | 13.2. El riesgo eléctrico | 398 |
| 11.3.8. La simulación | 358 | 13.2.1. Efectos de la electricidad sobre el organismo | 399 |
| 11.3.9. La transferencia del programa | 358 | 13.2.2. Respuesta ante un accidente eléctrico: primeros auxilios | 399 |
| 11.3.10. El modo de monitorización..... | 359 | 13.2.3. Accidentado en llamas | 400 |
| Actividades finales..... | 360 | 13.3. Equipos, materiales y dispositivos de seguridad | 400 |
| 12. Puesta en marcha, mantenimiento y resolución de averías | 363 | 13.3.1. Materiales y equipos de protección individual | 400 |
| 12.1. Ejecución de las instalaciones eléctricas | 364 | 13.3.2. Señalización de seguridad | 403 |
| 12.1.1. Instalador autorizado y empresa autorizada en baja tensión | 364 | 13.3.3. Alarmas acústicas y luminosas..... | 405 |
| 12.1.2. Obligaciones de los instaladores autorizados en baja tensión..... | 365 | 13.3.4. Dispositivos y aparatura de seguridad integrada y colectiva..... | 405 |
| 12.1.3. Herramientas y equipamiento específico del instalador electricista autorizado..... | 366 | 13.3.5. Sistemas de control y supervisión de señales de seguridad..... | 409 |
| 12.1.4. Equipamiento específico para el mantenimiento de máquinas rotativas industriales..... | 371 | 13.4. Métodos de trabajo en las instalaciones eléctricas | 412 |
| 12.2. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas | 371 | 13.4.1. Trabajos sin tensión: las cinco reglas de oro | 413 |
| 12.2.1. Tipos de mantenimiento | 371 | 13.4.2. Trabajos en presencia de tensión | 414 |
| 12.2.2. El plan de mantenimiento..... | 374 | 13.4.3. Trabajos en altura | 414 |
| 12.2.3. Libro de mantenimiento | 376 | 13.5. Medidas de protección ambiental | 416 |
| 12.2.4. Manual de instrucciones..... | 376 | 13.5.1. Evaluación del impacto ambiental | 416 |
| 12.3. Mantenimiento de las instalaciones de automatismos industriales | 376 | 13.5.2. Sistemas de gestión ambiental | 417 |
| 12.3.1. Mantenimiento específico de motores..... | 377 | 13.5.3. Fuentes de contaminación del entorno ambiental | 417 |
| 12.4. Resolución de averías en las instalaciones de automatismos industriales | 379 | 13.5.4. Reciclaje de componentes y materiales..... | 418 |
| 12.5. Legalización y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas industriales | 381 | Actividades finales..... | 419 |
| 12.5.1. Documentación asociada a las instalaciones eléctricas | 382 | Anexo. Simbología normalizada | 423 |
| 12.5.2. Documentación asociada a las instalaciones eléctricas industriales | 383 | | |
| 12.5.3. Certificado de instalación eléctrica .. | 383 | | |
| 12.5.4. Tramitación de las instalaciones | 385 | | |
| 12.5.5. Inspecciones iniciales y periódicas... | 385 | | |

Agradecimientos

El desarrollo de este libro solo ha sido posible gracias a la ayuda y aportación prestada por las personas y empresas citadas a continuación, que de manera desinteresada han contribuido material o moralmente con su esfuerzo, aportando información de calidad y contenidos actualizados, y que de una u otra manera hacen que esta obra sea una herramienta idónea para que cualquier estudiante o profesional alcance una óptima y completa formación en el campo de los automatismos industriales y por extensión, en el ámbito de la electricidad, obteniendo una visión general de las empresas más fuertes y de los recursos necesarios relacionados con esta materia.

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento, por permitirnos publicar contenido gráfico y documental de su propiedad, a las siguientes empresas:

- ABB.
- Balluf
- Banner
- Basor Electric.
- Cahors Española.
- Circutor
- ELPROM
- Fluke
- General Cable.
- Gewiss Spa.
- Hager Sistemas, SA.
- Honeywell
- Iberdrola
- Leuze Electronic
- Mitsubishi Electric
- Moeller
- Schmersal
- Schneider Electric.
- Siemens España.
- Simon.
- 3M.

Nos gustaría también mostrar nuestra gratitud, por ofrecer contenidos teóricos y esquemas pertenecientes a proyectos de aplicación real, a:

- David Bezos Sánchez-Horneros de la empresa Ingelur.
- Jesús de la Riva Jiménez y Francisco Javier García Otero de la empresa Sunergia Sistemas.

También tiene toda nuestra gratitud el equipo de Ediciones Paraninfo, puesto que sin su confianza, esfuerzo y dedicación, esta obra nunca hubiese podido ser llevada a cabo.

Y por supuesto, los autores no queremos perder la oportunidad de expresar nuestro eterno agradecimiento a nuestras familias y amigos, fuentes inagotables de inspiración.



Presentación

El texto que a continuación se presenta tiene como objetivo servir de herramienta básica de referencia y trabajo para los alumnos que vayan a cursar el ciclo formativo de Grado Medio correspondiente al título de **Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas**. No obstante, también resultará de gran ayuda para cualquier profesional que desarrolle su actividad en entornos de trabajo que guarden relación con la electricidad o las instalaciones eléctricas.

Todo el material incluido en este libro se ajusta fielmente a las competencias generales del módulo profesional de referencia, *Automatismos Industriales*; teniendo muy en cuenta la secuenciación de contenidos y objetivos del ciclo, así como los resultados de aprendizaje y criterios de evaluación perseguidos. Se trata de un módulo profesional con una gran carga lectiva, siendo eminentemente práctica. En este sentido, se ha realizado un gran esfuerzo para elaborar una herramienta docente lo más adecuada posible para un proceso de aprendizaje de estas características, asumiendo los más modernos criterios pedagógicos.

La obra se encuentra **totalmente actualizada**, en consonancia con las guías, normas (nacionales, europeas e internacionales) y disposiciones legales vigentes del sector, los programas informáticos de mayor calado y las últimas novedades ofrecidas por los fabricantes en lo que respecta a materiales, dispositivos, equipos y herramientas.

La materia incluida se ha desarrollado a lo largo de 13 unidades formativas, cuyos contenidos se presentan con un lenguaje técnico, pero muy claro y fácil de entender. Este contenido teórico se complementa, además, con numerosas fotografías, ilustraciones, tablas, planos, diagramas explicativos, esquemas de montaje, detalles de conexionado y extractos de proyectos de aplicación real, así como con actividades propuestas, actividades resueltas y supuestos prácticos que ofrecen una metodología de trabajo muy atractiva, cuya finalidad es agilizar la dinámica de clase y favorecer la atención permanente de los alumnos. Los contenidos de cada una de las unidades se resumen a continuación:

- **Unidad 1.** Se ofrece una visión general del entorno de los automatismos industriales, enmarcándolos en el campo de las instalaciones eléctricas y definiendo la normativa de aplicación de mayor importancia.
- **Unidad 2.** Se analizan en profundidad los dispositivos más importantes que componen los circuitos de fuerza y maniobra de las instalaciones de automatismos industriales.
- **Unidad 3.** Se estudian de una manera sencilla los planos, esquemas y representaciones más utilizadas en las instalaciones eléctricas, tras una breve introducción al dibujo industrial.
- **Unidad 4.** Se da a conocer el ámbito de los cuadros eléctricos, los elementos relacionados con ellos, el tipo de locales y condiciones ambientales y las características y métodos de instalación.
- **Unidad 5.** Se explican métodos, técnicas y tareas necesarias para adecuar y transformar materiales industriales empleados en automatismos y que sean acordes a la seguridad y funcionalidad idónea de los equipos y componentes.
- **Unidad 6.** Se analizan las características fundamentales de los motores eléctricos, así como sus métodos de conexión y configuración.
- Al finalizar esta unidad se incluye un **anexo técnico** en el que se explica el significado de los posibles códigos y marcados normalizados asociados a los motores eléctricos.
- **Unidad 7.** Se desarrollan circuitos de automatismos industriales en lógica cableada, analizando todos los componentes y peculiaridades asociados a los mismos.
- **Unidad 8.** Se analizan los diferentes automatismos cableados y electrónicos relacionados con los motores eléctricos, al tratarse de los receptores por excelencia de las instalaciones industriales.

- **Unidad 9.** Se estudian los principios digitales en los que están basados los equipos que en algunos casos sustituyen a la lógica cableada dada la evolución, reducción de costes y prestaciones que ofrece esta tecnología.
- **Unidad 10.** En esta unidad se analizan los diferentes tipos de autómatas programables, su constitución y la programación básica de los mismos.
- **Unidad 11.** Se estudian dos de los relés programables más utilizados (Logo de Siemens y Zelio de Schneider). Se aprenderá a programar ambos modelos mediante dos metodologías: bloque de funciones y diagrama de contactos.
- **Unidad 12.** Se dan a conocer las principales técnicas y equipos asociados a la instalación y posterior mantenimiento de las instalaciones de automatismos industriales.
- **Unidad 13.** Se analizan criterios, técnicas, materiales y equipos que resulta necesario conocer para garantizar la seguridad y prevención de riesgos laborales, así como la protección del entorno medioambiental.
- **Anexo final.** Al finalizar la obra se incluye un anexo en el que se ofrece una relación de toda la simbología eléctrica y mecánica asociada al entorno de los automatismos industriales.

En cada una de las unidades didácticas mencionadas se incluyen, de forma organizada y muy bien estructurada, los siguientes contenidos:

- *Casos prácticos de utilidad real*, que simulen situaciones del entorno profesional.
- *Actividades propuestas*, que permitan demostrar el grado de comprensión de la materia impartida.
- *Actividades resueltas*, para afianzar los contenidos teóricos.
- *Material gráfico de gran calidad*, que aumenta enormemente el aprendizaje y facilita el estudio.
- *Simbología normalizada y convencionalismos de representación*, para identificar los equipamientos estudiados dentro de un entorno de trabajo profesional.

- *Actividades finales de comprobación y aplicación*, que permiten verificar los conocimientos adquiridos por los alumnos.
- *Anotaciones destacadas en forma de «sabías que» y «recuerda»*, para sintetizar los conceptos más relevantes.

En lo referente al **material interactivo y multimedia**, se hace necesario destacar que el lector podrá acceder a un contenido complementario de gran valor, a través de www.paraninfo.es mediante un sencillo registro desde la sección “Recursos previo registro” de la ficha de la obra, donde podrá encontrar extractos de proyectos reales, infografías y *software* para su visualización, guías técnicas, reglamentos y normativa de aplicación, contenidos teóricos adicionales y un largo etcétera. Asimismo, los profesores del módulo pueden acceder a una **zona de descargas exclusiva** con material de apoyo que incluye la guía didáctica del módulo y los solucionarios de las actividades y prácticas propuestas a lo largo del libro.

En definitiva, a través de este libro los alumnos adquirirán una **formación** totalmente actualizada que les permitirá realizar el montaje, configuración y mantenimiento de las instalaciones eléctricas relacionadas con el entorno de los automatismos industriales.

Como objetivo general y a modo de conclusión, la obra pretende servir de guía tanto para el alumno, como para el profesor que imparte el módulo. Ha sido enfocada de tal manera que cualquier lector, ya sea estudiante o profesional del sector, podrá consultar con gran amplitud los aspectos teóricos y normativos, y relacionar estos conceptos directamente con la práctica. Así pues, y gracias a una metodología basada en la adecuación de los contenidos y procedimientos a la **realidad profesional**, el alumno podrá conseguir la destreza y habilidad necesarias que le otorguen la capacidad de desenvolverse y aprender por sí solo; haciendo posible la ejecución, el montaje y el mantenimiento de instalaciones de automatismos industriales mientras acata los protocolos de calidad y seguridad, tiene en cuenta los riesgos laborales y el respeto al medio ambiente y asegura la total funcionalidad y disponibilidad de los sistemas.