
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 reprodujeran o plagiaran, 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

1.1. Introducción a los automatismos industriales. . .	2
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. Aparatación 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 23

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
2.4.1. El voltímetro	60
2.4.2. El amperímetro	61
2.4.3. El óhmetro	61
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 71

3.1. Fundamentos del dibujo industrial	72
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

3.5.3. Planos de las vías de evacuación	94
3.5.4. Plano de la red equipotencial de tierras	94
3.5.5. Planos de detalle	94
Actividades finales	95

4. Cuadros eléctricos para automatismos industriales 99

4.1. Concepto de cuadro eléctrico y normativa de aplicación	100
4.2. Niveles de protección: códigos IP e IK	101
4.2.1. Grado de protección IP de envolventes	102
4.2.2. Grado de protección IK de envolventes	105
4.3. Separación interna de cuadros eléctricos	105
4.4. Tipología de cuadros y armarios eléctricos	106
4.4.1. Clasificación según la función que desempeña en la instalación eléctrica	106
4.4.2. Clasificación según el material constructivo	109
4.4.3. Clasificación según el diseño exterior	109
4.4.4. Clasificación según las condiciones de instalación	111
4.4.5. Clasificación según el método de instalación del cuadro	112
4.4.6. Clasificación según su acceso al interior del cuadro	112
4.5. Elementos y componentes de los cuadros eléctricos	113
4.5.1. Componentes mecánicos de los cuadros	113
4.5.2. Componentes eléctricos para el conexionado	120
4.5.3. Otros accesorios y componentes	128
4.6. Ventilación, calefacción y deshumidificación de cuadros eléctricos	128
4.6.1. Ventilación natural	129
4.6.2. Ventilación forzada	129
4.6.3. Calefacción de cuadros eléctricos	129
4.6.4. Termostatos y deshumidificantes para cuadros eléctricos	130
4.7. Ensamblado de cuadros para automatismos industriales	130
Actividades finales	134

5. Técnicas de mecanizado de cuadros y canalizaciones 137

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 aparamenta	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. Conexión 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

6.5.3. Instalación de condensadores y baterías de condensadores	195
Actividades finales	198

7. Automatización industrial mediante lógica cableada 203

7.1. Interpretación de los circuitos de automatismos	204
7.1.1. Representación gráfica de los circuitos de automatismos	204
7.1.2. El contactor en los esquemas de automatismos	204
7.1.3. Alimentación de los circuitos de potencia y maniobra	206
7.2. Dispositivos de control manual	207
7.2.1. Interruptores	207
7.2.2. Pulsadores	208
7.2.3. Instalaciones con varios puestos de mando	209
7.3. Maniobras en los circuitos de automatismos	210
7.3.1. Funcionamiento por pulsos	210
7.3.2. Funcionamiento continuo: la realimentación	210
7.3.3. Pilotos de señalización de marcha y paro	211
7.3.4. El enclavamiento	212
7.4. Dispositivos de control automático	213
7.4.1. Detectores y sensores mecánicos	214
7.4.2. Detectores y sensores de proximidad	215
7.4.3. Detectores y sensores de variables físicas externas	217
7.5. Temporizadores y circuitos temporizados	217
7.5.1. Diagramas secuenciales	219
7.6. Automatismos domésticos	220
7.6.1. El interruptor horario	220
7.6.2. El automático de escalera	221
7.6.3. El relé y el telerruptor	222
7.7. Representación y marcado de componentes	223
7.7.1. Simbología electromecánica normalizada	223
7.7.2. Marcado de componentes	223
7.7.3. Referenciado de bornes y terminales	226
7.7.4. Representación avanzada de esquemas de automatismos	228
Actividades finales	230

8. Automatismos para el arranque, control y protección de motores 235

8.1. Protección de motores eléctricos	236
8.1.1. El guardamotor	238
8.1.2. Sondas térmicas para motores	238
8.1.3. Relés electrónicos de protección integral	239
8.2. Arranque de motores eléctricos	240
8.2.1. Arranque de motores trifásicos	240
8.2.2. Arranque directo de un motor	241
8.2.3. Arranque estrella-triángulo (Y-Δ)	244
8.2.4. Arranque mediante resistencias estáticas	248
8.2.5. Arranque mediante resistencias rotóricas	250
8.2.6. Arranque por autotransformador	252
8.2.7. Arranque <i>part-winding</i>	254
8.2.8. Arranque electrónico	254
8.2.9. Arranque de motores trifásicos en redes monofásicas	258
8.2.10. Arranque de motores monofásicos con apartamento trifásico	260
8.2.11. Arranque de motores de corriente continua	260
8.3. Inversión de giro en motores eléctricos	262
8.3.1. Inversión de giro en motores trifásicos	262
8.3.2. Inversión de giro en motores monofásicos	265
8.3.3. Inversión de giro en motores de corriente continua	267
8.4. Sistemas de variación de velocidad en motores de corriente alterna	267
8.4.1. Motor trifásico de inducción de dos velocidades	268
8.4.2. Motor trifásico de inducción tipo Dahlander	268
8.4.3. Variadores de frecuencia. Regulación electrónica de la velocidad	271
8.5. Frenado de motores eléctricos	272
8.5.1. Frenado por contracorriente	273
8.5.2. Frenado por inyección de corriente continua	273
8.5.3. Frenado electromecánico	273
8.6. Compensación automática del factor de potencia	277
Actividades finales	278

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 autómatas programable 309

10.1. Los automatismos programados	310
10.2. Las ventajas y los inconvenientes	310
10.3. La estructura del autómatas 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
11.2.10. La simulación	345
11.3. Zelio Logic (Schneider)	345
11.3.1. Tipos de Zelio	345
11.3.2. Partes del Zelio	346
11.3.3. Los módulos de expansión	346
11.3.4. Las conexiones	347
11.3.5. La programación del Zelio	347
11.3.6. Las herramientas de programación ..	349
11.3.7. La realización de un programa	355
11.3.8. La simulación	358
11.3.9. La transferencia del programa	358
11.3.10. El modo de monitorización	359
Actividades finales	360

12. Puesta en marcha, mantenimiento y resolución de averías **363**

12.1. Ejecución de las instalaciones eléctricas	364
12.1.1. Instalador autorizado y empresa autorizada en baja tensión	364
12.1.2. Obligaciones de los instaladores autorizados en baja tensión	365
12.1.3. Herramientas y equipamiento específico del instalador electricista autorizado	366
12.1.4. Equipamiento específico para el mantenimiento de máquinas rotativas industriales	371
12.2. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas ..	371
12.2.1. Tipos de mantenimiento	371
12.2.2. El plan de mantenimiento	374
12.2.3. Libro de mantenimiento	376
12.2.4. Manual de instrucciones	376
12.3. Mantenimiento de las instalaciones de automatismos industriales	376
12.3.1. Mantenimiento específico de motores	377
12.4. Resolución de averías en las instalaciones de automatismos industriales	379
12.5. Legalización y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas industriales	381
12.5.1. Documentación asociada a las instalaciones eléctricas	382
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

12.5.6. Puesta en servicio de las instalaciones	386
Actividades finales	388

13. Seguridad, prevención de riesgos y protección ambiental **391**

13.1. Prevención de riesgos laborales	392
13.1.1. Obligaciones generales del empresario	392
13.1.2. Derechos y obligaciones de los trabajadores	393
13.1.3. Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento	393
13.1.4. El plan de prevención de riesgos laborales	395
13.1.5. Coordinador en materia de seguridad y salud	398
13.2. El riesgo eléctrico	398
13.2.1. Efectos de la electricidad sobre el organismo	399
13.2.2. Respuesta ante un accidente eléctrico; primeros auxilios	399
13.2.3. Accidentado en llamas	400
13.3. Equipos, materiales y dispositivos de seguridad	400
13.3.1. Materiales y equipos de protección individual	400
13.3.2. Señalización de seguridad	403
13.3.3. Alarmas acústicas y luminosas	405
13.3.4. Dispositivos y aparataje de seguridad integrada y colectiva	405
13.3.5. Sistemas de control y supervisión de señales de seguridad	409
13.4. Métodos de trabajo en las instalaciones eléctricas	412
13.4.1. Trabajos sin tensión: las cinco reglas de oro	413
13.4.2. Trabajos en presencia de tensión	414
13.4.3. Trabajos en altura	414
13.5. Medidas de protección ambiental	416
13.5.1. Evaluación del impacto ambiental ..	416
13.5.2. Sistemas de gestión ambiental	417
13.5.3. Fuentes de contaminación del entorno ambiental	417
13.5.4. Reciclaje de componentes y materiales	418
Actividades finales	419

Anexo. Simbología normalizada **423**



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 permitarnos 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 conexionado 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 imparta 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.