

Índice

Prólogo	XI	2.10.2. Realización de esquemas con contactos ..	12
1 Principios de automatización	1	2.10.3. Otras funciones importantes	12
1.1. Concepto de automatización	2	2.11. Definición de sistemas combinacionales	13
1.2. Técnicas de automatización	2	2.12. Síntesis de sistemas combinacionales. Tabla de Karnaugh	13
1.2.1. Automatización mecánica	2	Problemas	15
1.2.2. Automatización neumática	2	Actividades	16
1.2.3. Automatización hidráulica	3	3 Dispositivos de mando automáticos	17
1.2.4. Automatización eléctrica	3	3.1. Sistemas cableados. Realización de esquemas básicos	18
1.2.5. Automatización electrónica	3	3.1.1. Relés	18
1.3. Tipos de controles de un proceso	3	3.1.2. Contactor	18
1.3.1. Control en lazo abierto	3	3.1.3. Numeración de los contactos	18
1.3.2. Control en lazo cerrado	3	3.2. Encendido de una lámpara mediante relé	19
1.4. Tipos de procesos industriales	4	3.3. Realización de automatismos básicos	19
1.4.1. Procesos continuos	4	3.4. Automatismos con temporizadores	20
1.4.2. Procesos discretos	4	3.4.1. Otros tipos de temporizadores	21
1.4.3. Procesos discontinuos o por lotes	4	Problemas	23
1.5. Controladores secuenciales	5	Actividades	23
1.5.1. Asíncronos	5	4 Procedimientos para el arranque de motores	25
1.5.2. Síncronos	5	4.1. Arranque de un motor	26
Problemas	6	4.1.1. Corriente de arranque	26
Actividades	6	4.2. Conexiones en el motor asíncrono trifásico	26
2 Álgebra de Boole	7	4.3. Procedimientos de arranque para motores asíncronos trifásicos	27
2.1. Funcionamiento digital (binario) de un sistema ..	8	4.3.1. Conexión estrella-triángulo	27
2.1.1. El sistema binario	8	4.3.2. Arranque mediante autotransformador	28
2.1.2. Sistemas lógicos	8	4.3.3. Acción sobre el circuito del rotor	28
2.2. Puerta OR	8	4.3.4. Arrancadores estáticos	29
2.3. Puerta AND	9	4.3.5. Variadores de frecuencia	29
2.4. Puerta NOT	9	4.4. Inversión del sentido de giro de los motores asíncronos	30
2.5. El álgebra de Boole	9	4.5. Puesta en marcha de los motores síncronos	31
2.6. Operaciones en el álgebra de Boole	9	4.5.1. Arranque como motor asíncrono	31
2.7. Teoremas importantes del álgebra de Boole	10	4.5.2. Motor asíncrono sincronizado	31
2.8. Funciones en el álgebra de Boole	11		
2.9. Tabla de la verdad de una función lógica	11		
2.10. Realización de funciones lógicas	11		
2.10.1. Realización con puertas lógicas	11		

4.5.3. Arranque mediante motor de arrastre	31
Problemas	32
Actividades	32

5 Elementos de protección y medida 33

5.1. Diagrama de bloques de los relés de protección	34
5.1.1. Características de los relés	34
5.1.2. Criterios para detectar una anomalía en una instalación	34
5.2. Características eléctricas de construcción de los relés de protección	34
5.2.1. Relés de inducción	34
5.2.2. Relés electromagnéticos	35
5.2.3. Relés electrónicos	35
5.2.4. Relés electrodinámicos	35
5.2.5. Relés térmicos	35
5.3. Relés de protección según la magnitud eléctrica que vigilan	36
5.3.1. Relé diferencial	36
5.3.2. Interruptores diferenciales	36
5.4. Relés de tensión	37
5.4.1. Relés de máxima tensión	37
5.4.2. Relés de mínima tensión	37
5.4.3. Relés de máxima y mínima tensión	37
5.5. Relés de intensidad	37
5.5.1. Relés de sobreintensidad con transformadores de intensidad	38
5.5.2. Relés térmicos	38
5.5.3. Relés térmicos diferenciales	38
5.5.4. Relés de máxima intensidad electromagnética	38
5.5.5. Relés de impedancia	38
5.5.6. Relés de frecuencia	38
5.5.7. Relés de potencia	39
5.6. Puesta a tierra de las máquinas	39
5.6.1. Protección contra contactos	39
5.7. Aparatos de medida	39
5.7.1. Conexión de los aparatos de medida	39
5.7.2. Símbolos de los aparatos de medida	40
5.8. Normas del Reglamento electrotécnico de baja tensión para la puesta a tierra	40
5.8.1. Tomas de tierra	41
5.8.2. Líneas principales de tierra	41
5.8.3. Conductores de protección	41
5.8.4. Protección de las instalaciones	41
Problemas	42
Actividades	42

6 Circuitos combinacionales 43

6.1. Introducción	44
6.2. Decodificadores	44
6.2.1. Implementación de funciones lógicas con decodificadores	45
6.3. Codificadores	46
6.4. Multiplexores	46
6.5. Demultiplexores	47
6.6. Comparadores binarios	47
6.7. Circuito semisumador	48
6.8. Ejemplos resueltos	48

Problemas	52
Actividades	52

7 Sistemas de numeración y códigos 53

7.1. Sistema binario	54
7.2. Sistema octal	54
7.3. Sistema hexadecimal	54
7.4. Códigos decimales codificados en binario (BCD)	54
7.5. Otros códigos binarios	55
7.5.1. Código Gray	55
7.5.2. Código Johnson	55
7.5.3. Código BCD exceso tres	55
7.6. Códigos alfanuméricos	56
Problemas	57
Actividades	57

8 Automatas programables 59

8.1. Definición de autómata programable	60
8.1.1. ¿Para qué se utiliza?	60
8.1.2. Aspecto de un autómata	60
8.1.3. La base: el sistema digital	61
8.2. Clasificación de los autómatas según su tamaño	61
8.3. Otros elementos del sistema	62
8.4. Sistemas programados. Programación básica	62
8.5. Representación de entradas y salidas	63
8.6. Programación de contactos de apertura y cierre	63
8.7. Instrucciones básicas STEP 7 en KOP	64
8.8. Programación en formato FUP	64
Problemas	66
Actividades	66

9 Programación de esquemas cableados 67

9.1. Realización de programas KOP a partir del esquema de cableado	68
9.1.1. Realización de automatismos básicos	68
9.1.2. Relés incompatibles pasando por paro	68
9.1.3. Relés incompatibles sin pasar por paro	69
9.2. Programación de temporizadores	69
9.2.1. Ejemplos de operación con temporizadores	70
9.3. Programación de contadores	71
9.4. Uso de marcas	72
Problemas	73
Actividades	74

10 Programación con OMRON 75

10.1. Serie CxxH	76
10.2. Serie CPM2A	76
10.3. Serie CQM1	76
10.4. Direccionamiento de entradas y salidas	77
10.5. Cable RS232 de conexión	77
10.6. Ejemplos de programación	77
10.7. Control de flancos	78
Actividades	80

11 Ejemplos de programas 81

11.1. Cableado de los S7-200 82
 11.1.1. Cableado de las entradas 82
 11.1.2. Cableado de las salidas 82

11.2. Cableado de los S7-300 82

11.3. Automatas Omron 83

11.4. Relés interfaces 83

11.5. Cintas transportadoras 84

11.6. Control de tolva 85

11.7. Control de velocidad de bombas de agua 87

11.8. Llenado de silos 89

Actividades 91

12 Sistemas secuenciales 93

12.1. Biestables 94
 12.1.1. Biestables asíncronos 94
 12.1.2. Biestables síncronos 94

12.2. Contadores 95

12.3. Registros de desplazamiento 96

Problemas 98

Actividades 98

13 Síntesis de sistemas secuenciales con autómatas 99

13.1. Modelos de síntesis con autómatas programables 100
 13.1.1. Modelo de autómata de Moore 100
 13.1.2. Modelo de autómata de Mealy 100

13.2. Método de programación GRAFCET 100
 13.2.1. Principios básicos 100
 13.2.2. Etapas 100
 13.2.3. Condición de transición 101
 13.2.4. Reglas de evolución del GRAFCET 101

13.3. Ecuaciones lógicas 102

13.4. Otras posibilidades de GRAFCET 103
 13.4.1. Elección condicional entre varias secuencias 103
 13.4.2. Secuencias simultáneas 104
 13.4.3. Salto condicional a otra etapa 104

13.5. Acciones asociadas a las etapas 104

13.6. Realización del programa 105
 13.6.1. Condiciones iniciales 105
 13.6.2. GRAFCET 105
 13.6.3. Asignación de variables al autómata 105
 13.6.4. Listado del programa del autómata 105
 13.6.5. Movimiento de vaivén de un móvil 106

13.7. Método visual de programación 108

Problemas 113

Actividades 114

14 Elementos de neumática 117

14.1. El aire comprimido. Principios fundamentales 118

14.2. Producción del aire comprimido 118

14.2.1. Compresores volumétricos 118

14.2.2. Turbocompresores 119

14.2.3. Accionamiento del compresor 119

14.3. Distribución del aire comprimido 119
 14.3.1. Acumulador 120
 14.3.2. Separador 120
 14.3.3. Red de aire 120
 14.3.4. Preparación del aire 121

14.4. Componentes neumáticos 121

14.5. Cilindros neumáticos 121
 14.5.1. Cilindros de simple efecto 122
 14.5.2. Cilindros de doble efecto 122
 14.5.3. Cilindros de doble efecto con amortiguador 122
 14.5.4. Unidad oleoneumática 122

14.6. Válvulas 122
 14.6.1. Válvulas distribuidoras 123
 14.6.2. Representación de las válvulas distribuidoras 123

14.7. Estudio funcional de las válvulas distribuidoras 124
 14.7.1. Válvulas 2/2 124
 14.7.2. Válvulas 3/2 124
 14.7.3. Válvulas 4/2 124
 14.7.4. Válvulas 5/2 124
 14.7.5. Válvula 4/3 124
 14.7.6. Empleo de las válvulas distribuidoras 125
 14.7.7. Válvulas antirretorno 125
 14.7.8. Selectores de circuito 125
 14.7.9. Válvulas de escape rápido 125
 14.7.10. Válvulas de simultaneidad 126
 14.7.11. Reguladores de caudal 126
 14.7.12. Temporizadores 126
 14.7.13. Accesorios 126

Problemas 127

Actividades 127

15 Mando neumático 129

15.1. Tipos de mandos neumáticos 130

15.2. Instalaciones neumáticas 130
 15.2.1. Mando directo de un cilindro de simple efecto mediante pulsador 130
 15.2.2. Mando directo de un cilindro de doble efecto mediante pulsador 130
 15.2.3. Mando de un cilindro de simple efecto desde dos puntos distintos 131
 15.2.4. Mando condicional de un cilindro de simple efecto 131
 15.2.5. Control de la velocidad en los cilindros de simple efecto 131
 15.2.6. Control de la velocidad en los cilindros de doble efecto 132
 15.2.7. Aumento de la velocidad en los cilindros de doble efecto 132
 15.2.8. Mando indirecto de un cilindro de simple efecto 132
 15.2.9. Mando indirecto de un cilindro de doble efecto 132
 15.2.10. Mando condicional de un cilindro de doble efecto 133
 15.2.11. Mando de un cilindro de doble efecto con retroceso automático 133
 15.2.12. Mando automático de un cilindro de doble efecto 133

- 15.2.13. Mando de un cilindro de doble efecto con control de tiempo en el retroceso 134
- 15.2.14. Mando de un cilindro de doble efecto con anulador de señal 134
- 15.2.15. Señales intermedias durante el avance del cilindro 134
- 15.3. Electroneumática 135
 - 15.3.1. Electroválvulas 135
 - 15.3.2. Mando electroneumático 135
- 15.4. Ejemplos realizados con autómatas 135
- Problemas 140
- Actividades 140

16 Hidráulica aplicada 141

- 16.1. Principios físicos fundamentales 142
- 16.2. Magnitudes físicas 142
 - 16.2.1. Unidad de presión 142
 - 16.2.2. Transmisión hidráulica de fuerza 142
 - 16.2.3. Ley de circulación 142
 - 16.2.4. Energía hidráulica 143
 - 16.2.5. Rozamiento y circulación 143
- 16.3. Fluidos hidráulicos y sus principales características 144
 - 16.3.1. Viscosidad 144
 - 16.3.2. Índice de viscosidad 144
- 16.4. Bombas hidráulicas. Sus tipos 144
 - 16.4.1. Bombas de caudal fijo 144
 - 16.4.2. Bombas de caudal variable 144
 - 16.4.3. Bombas de engranajes 144
 - 16.4.4. Bomba de paletas 145
 - 16.4.5. Bombas de pistones 145
 - 16.4.6. Características de las bombas y su rendimiento 145
- 16.5. Instalaciones hidráulicas 145
 - 16.5.1. Estructuración en bloques de una instalación hidráulica 145
 - 16.5.2. Depósito de aceite 146
 - 16.5.3. Filtro 146
 - 16.5.4. Manómetro 147
 - 16.5.5. Válvulas de cierre y limitadoras de presión 147
 - 16.5.6. Tuberías y conducciones 147
- 16.6. Válvulas 147
 - 16.6.1. Válvulas distribuidoras 2/2 148
 - 16.6.2. Válvulas distribuidoras 3/2 148
 - 16.6.3. Válvulas distribuidoras 4/2 148
 - 16.6.4. Válvulas distribuidoras 5/2 149

- 16.6.5. Válvulas distribuidoras 4/3 149
- 16.6.6. Válvulas de caudal 149
- 16.6.7. Válvulas reguladoras de presión 149
- 16.7. Elementos hidráulicos de trabajo 150
 - 16.7.1. Cilindros 150
 - 16.7.2. Motores hidráulicos 151
- Problemas 152
- Actividades 152

17 Circuitos hidráulicos 153

- 17.1. Gobierno de un cilindro de simple efecto 154
- 17.2. Mando de un cilindro de doble efecto 154
- 17.3. Mando de un cilindro de doble efecto mediante válvula 4/3 154
- 17.4. Regulación de la velocidad de avance de un cilindro 155
- 17.5. Regulación del caudal de entrada 155
- 17.6. Regulación del caudal de salida 156
- 17.7. Regulador de presión 156
- 17.8. Circuito de avance rápido 157
- 17.9. Electrohidráulica 157
- 17.10. Aplicación del autómata programable a la electrohidráulica 158
- Problemas 160
- Actividades 160

Apéndice I: Programa SysWin 161

- I.1. Inicio de un proyecto 162
- I.2. Introducción de un programa 163
- I.3. Administración de bloques 164

Apéndice II: Programación Step7 MicroWin 165

- II.1. Familiarizarnos con el programa 166
- II.2. Comunicarnos con el autómata 166
- II.3. Realización de un programa ejemplo 167
- II.4. Conclusión 169

- Glosario** 171
- Bibliografía** 173