

Índice Geral

EDIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO



Lidel – edições técnicas, lda

SEDE

Rua D. Estefânia, 183, r/c Dto. – 1049-057 Lisboa
Tel: +351 213 511 448 * Fax: +351 213 522 684
Revenda: revenda@lidel.pt
Exportação: depinternacional@lidel.pt
Venda *online*: livraria@lidel.pt
Marketing: marketing@lidel.pt
Projetos de Edição: editec@lidel.pt

LIVRARIA

Av. Praia da Vitória, 14 – 1000-247 Lisboa
Tel: +351 213 511 448 * Fax: +351 213 173 259
livraria@lidel.pt



© Marca registada de LIVRIMPOR – Livros Técnicos Lda.
Av. Praia da Vitória, 14 – 1000-247 Lisboa
Telef. 21 354 14 18 – Fax 21 317 32 59

Copyright © março 2015 (5.ª Edição Atualizada); março 2012 (1.ª Edição)
ETEP – EDIÇÕES TÉCNICAS E PROFISSIONAIS – Marca Registada de LIVRIMPOR
ISBN: 978-972-8480-33-2
Livro segundo o novo Acordo Ortográfico

Pré-impressão: Mónica Gonçalves
Impressão e acabamento: Tipografia Lousanense, Lda. – Lousã
Depósito Legal n.º 389147/15

Capa: José M. Ferrão – *Look-Ahead*
Os nomes comerciais referenciados neste livro têm patente registada.



Reservados todos os direitos. Esta publicação não pode ser reproduzida, nem transmitida, no todo ou em parte, por qualquer processo eletrónico, mecânico, fotocópia, digitalização, gravação, sistema de armazenamento e disponibilização de informação, sítio *Web*, blogue ou outros, sem prévia autorização escrita da Editora, exceto o permitido pelo CDADC, em termos de cópia privada pela AGE COP – Associação para a Gestão da Cópia Privada, através do pagamento das respetivas taxas.

Agradecimentos.....	XIX
Sobre o Livro	XXI
Capítulo 1 – O Autómato	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 ARQUITETURA DO AUTÓMATO.....	3
1.2.1 CPU.....	3
1.2.2 Memória do Autómato.....	3
1.2.3 Entradas/Saídas (E/S)	4
1.2.4 Alimentação.....	4
1.2.5 Periféricos.....	4
1.3 VANTAGENS DO AUTÓMATO PROGRAMÁVEL.....	5
1.4 CLASSIFICAÇÃO DOS AUTÓMATOS.....	5
1.5 FUNCIONAMENTO DO AUTÓMATO.....	5
1.5.1 Fases do Funcionamento do Autómato	6
1.5.1.1 Fase 1: Leitura do Estado das Variáveis de Entrada.....	7
1.5.1.2 Fase 2: Execução do Programa.....	7
1.5.1.3 Fase 3: Atualização das Variáveis de Saída	7
1.5.2 Tempo de Ciclo.....	7
1.6 PROGRAMAÇÃO DE AUTÓMATOS	8
1.6.1 Linguagens de Programação	9
1.6.1.1 Lista de Instruções (<i>Instruction List – IL</i>).....	10
1.6.1.2 Diagrama de Contactos (<i>Ladder Diagram – LD</i>).....	12
1.6.2 Notas sobre Programação	14
Capítulo 2 – Autómatos Twido	15
2.1 MEMÓRIA DOS AUTÓMATOS TWIDO	18
2.1.1 Salvaguarda da Memória.....	19
2.1.2 Endereçamento da Memória.....	19
2.1.2.1 Acesso em Formato de <i>Bit</i>	19
2.1.2.2 Acesso em Formato de Palavra (<i>16 Bits</i>).....	21
2.1.3 Endereços dos <i>Bits</i>	22
2.1.3.1 Modelo Compacto.....	22
2.1.3.2 Modelo Modular.....	23

2.1.4 Endereços dos Principais Bits do Sistema	24
2.2 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DOS AUTÔMATOS TWIDO	25
2.3 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DAS E/S	27
2.3.1 Entradas Digitais	27
2.3.2 Saídas Digitais a Relé	27
2.3.3 Ligações das E/S	28
2.4 INSTRUÇÕES BÁSICAS	30
2.4.1 Símbolos das Instruções Básicas	31
2.5 PROGRAMAR O AUTÔMATO	32
2.6 MODOS DE OPERAÇÃO DO AUTÔMATO.....	33
2.6.1 Alteração do Modo de Operação	33
2.6.1.1 Alteração através do PC com TwidoSoft.....	33
2.6.1.2 Alteração através de uma Entrada do Autômatos.....	33
2.7 INICIALIZAÇÃO DO AUTÔMATO.....	33
2.8 EXEMPLOS DE PROGRAMAÇÃO	34
2.8.1 Instruções Lógicas com Bits.....	35
2.8.2 Instruções Lógicas com Parêntesis (Blocos Lógicos)	37
2.8.3 Instruções MPS, MRD e MPP	40
2.8.4 Instruções Set/Reset	41
2.8.5 Blocos Função	42
2.8.6 Temporizadores	43
2.8.6.1 Características.....	43
2.8.6.2 Funcionamento dos Temporizadores	44
2.8.6.3 Configuração dos Temporizadores com o Software TwidoSoft	46
2.8.7 Contadores	49
2.8.7.1 Características.....	49
2.8.7.2 Entradas.....	50
2.8.7.3 Configuração dos Contadores com o Software TwidoSoft.....	50
2.8.7.4 Funcionamento dos Contadores.....	51
2.8.8 Instruções de Comparação	57
2.8.9 Regulação Analógica	59
2.8.10 Programadores de Tambor.....	62
2.8.11 Horodatadores	63
Capítulo 3 – Autômatos S7-200	65
3.1 MEMÓRIA DOS AUTÔMATOS S7-200	66
3.1.1 Salvaguarda da Memória.....	67
3.1.2 Endereçamento da Memória.....	68
3.1.2.1 Acesso em Formato de Bit	68

3.1.2.2 Acesso em Formato de Byte.....	69
3.1.2.3 Acesso em Formato de Palavra (Word).....	69
3.1.2.4 Acesso em Formato de Palavra Dupla (Double Word).....	70
3.1.2.5 Acesso a Temporizadores e Contadores.....	70
3.1.3 Endereços dos Bits.....	71
3.1.4 Endereços das Principais Marcas Especiais.....	72
3.2 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DOS AUTÔMATOS S7-200.....	72
3.3 PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DAS E/S	73
3.3.1 Entradas Digitais	73
3.3.2 Saídas Digitais a Relé	74
3.3.3 Ligações das E/S	74
3.4 INSTRUÇÕES BÁSICAS	77
3.4.1 Símbolos das Instruções Básicas	78
3.5 PROGRAMAR O AUTÔMATO	79
3.6 MODOS DE OPERAÇÃO DO AUTÔMATO.....	80
3.6.1 Alteração do Modo de Operação	81
3.6.1.1 Alteração através de Seletor.....	81
3.6.1.2 Alteração através do PC com Step 7-Micro/Win	81
3.6.1.3 Alteração através do Programa	81
3.7 INICIALIZAÇÃO DO AUTÔMATO.....	81
3.8 EXEMPLOS DE PROGRAMAÇÃO	82
3.8.1 Instruções Lógicas com Bits.....	83
3.8.2 Blocos Lógicos	86
3.8.3 Instruções LPS, LRD e LPP	89
3.8.4 Instruções Set/Reset	90
3.8.5 Temporizadores	92
3.8.5.1 Características.....	92
3.8.5.2 Funcionamento dos Temporizadores	94
3.8.6 Contadores	98
3.8.6.1 Características.....	99
3.8.6.2 Funcionamento dos Contadores (Norma IEC).....	100
3.8.7 Instrução de Transferência.....	104
3.8.8 Instruções de Comparação	105
3.8.9 Regulação Analógica	107
Capítulo 4 – Autômatos CPM1A/2A	111
4.1 MEMÓRIA DOS AUTÔMATOS CPM1A/2A.....	112
4.1.1 Salvaguarda da Memória.....	114
4.1.2 Endereçamento da Memória.....	114

4.1.3	Endereços dos <i>Bits</i>	115
4.1.3.1	Autômatos CPM1A	115
4.1.3.2	Autômatos CPM2A	116
4.1.4	Endereços dos Terminais de E/S	117
4.1.5	Endereços dos Principais <i>Bits</i> /Palavras Especiais (Área SR)	118
4.2	PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DOS AUTÔMATOS CPM1A/2A.....	118
4.3	PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES DAS E/S	119
4.3.1	Entradas Digitais	119
4.3.2	Saídas Digitais a Relé.....	120
4.3.3	Ligações das E/S	120
4.3.3.1	Ligação da Alimentação e das Entradas.....	120
4.3.3.2	Ligações das Saídas a Relé	121
4.4	INSTRUÇÕES BÁSICAS	124
4.4.1	Símbolos das Instruções Básicas	125
4.5	CONSOLA DE PROGRAMAÇÃO CQM1	126
4.5.1	Modos de Operação	126
4.5.2	Funções das Teclas	127
4.6	PROGRAMAR O AUTÔMATO COM A CONSOLA	128
4.6.1	Colocar sob Tensão (Qualquer Modo).....	128
4.6.2	Password (Qualquer Modo)	128
4.6.3	Apito (Qualquer Modo)	128
4.6.4	Limpar a Memória (Modo PROGRAM)	128
4.6.5	Escrever o Programa (Modo PROGRAM)	129
4.6.6	Ir para uma Linha do Programa (Qualquer Modo)	129
4.6.7	Inserir Instruções (Modo PROGRAM)	129
4.6.8	Apagar Instruções (Modo PROGRAM)	129
4.6.9	Procurar Instruções (Qualquer Modo)	129
4.6.10	Visualizar Estados ou Valores de Variáveis (Qualquer Modo)	130
4.6.11	Verificar o Programa (Modo PROGRAM)	130
4.6.12	Ler/Apagar Mensagens de Erro (Qualquer Modo).....	130
4.6.13	Testar e Afinar o Programa (Modo MONITOR).....	131
4.7	PROGRAMAR O AUTÔMATO COM O COMPUTADOR	131
4.7.1	Software CX-One	131
4.7.1.1	CX-Programmer	131
4.7.1.2	CX-Simulator.....	132
4.7.1.3	CX-Designer	132
4.8	INICIALIZAÇÃO DO AUTÔMATO.....	133
4.9	EXEMPLOS DE PROGRAMAÇÃO	133
4.9.1	Instruções Lógicas com <i>Bits</i>	134

4.9.2	Blocos Lógicos	136
4.9.3	<i>Bits</i> Temporários (TR)	139
4.9.4	Instruções Set/Reset e Keep	140
4.9.5	Temporizadores – TIM e TIMH (Fun 15)	142
4.9.6	Contadores – CNT e CNTR (Fun 12).....	146
4.9.7	Instrução de Transferência – MOV (Fun 21)	150
4.9.8	Instruções de Comparação – CMP (Fun 20)	151
4.9.9	Regulação Analógica.....	154
4.10	CORRESPONDÊNCIA DE ENDEREÇOS ENTRE OS AUTÔMATOS CPM1A/2A E CP1L.....	155
Capítulo 5	– Método GRAFCET	157
5.1	INTRODUÇÃO	157
5.2	ELEMENTOS DO GRAFCET	158
5.2.1	Etapas.....	159
5.2.1.1	Etapas Iniciais.....	161
5.2.2	Transições.....	162
5.2.2.1	Recetividades	163
5.2.3	Ligações Orientadas.....	164
5.3	REGRAS DE EVOLUÇÃO DO GRAFCET	165
5.4	TIPOS DE LIGAÇÕES ENTRE ETAPAS	165
5.4.1	Sequência Única.....	165
5.4.2	Sequências Alternativas.....	166
5.4.2.1	Divergência OU.....	166
5.4.2.2	Convergência OU.....	167
5.4.3	Sequências Simultâneas.....	168
5.4.3.1	Divergência E.....	168
5.4.3.2	Convergência E.....	169
5.4.4	Salto de Etapas.....	170
5.4.5	Repetição de Etapas.....	170
5.4.6	Outras Estruturas	171
5.4.6.1	Diagramas Ligados	171
5.4.6.2	Sub-rotinas.....	173
5.4.6.3	Macroetapas	175
5.4.7	Síntese das Ligações.....	176
5.4.8	Simplificação de Sequências	177
5.5	TIPOS DE RECETIVIDADES.....	178
5.5.1	Recetividades Prioritárias	178
5.5.1.1	Sequência Única	178

5.5.1.2 Sequências Alternativas	179
5.5.2 Recetividades Exclusivas	180
5.5.3 Recetividades Simultâneas	181
5.5.4 Recetividades Dependentes de Flancos	182
5.5.4.1 Recetividades Tipo Flanco Ascendente	183
5.5.4.2 Recetividades Tipo Flanco Descendente	183
5.6 TIPOS DE AÇÕES	184
5.6.1 Ações Não Memorizadas	185
5.6.2 Ações Memorizadas	185
5.6.2.1 Outras Formas de Memorização	186
5.6.3 Ações Dependentes do Tempo	188
5.6.4 Ações Condicionadas	189
5.6.5 Ações Impulso	190
5.7 NÍVEIS DE GRAFCET	191
Capítulo 6 – Programar o GRAFCET	193
6.1 INTRODUÇÃO	193
6.2 MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO DO GRAFCET	193
6.2.1 Aplicação do Método de Programação	195
6.2.1.1 Programar Sequências Únicas	195
6.2.1.2 Programar Sequências Alternativas	196
6.2.1.3 Programar Sequências Simultâneas	197
6.2.1.4 Programar a Etapa Inicial	198
6.3 PROGRAMAR AS AÇÕES	199
6.3.1 Situações Especiais	199
6.4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO	200
6.4.1 Descrição da Aplicação	201
6.4.2 Diagrama Funcional da Aplicação	201
6.4.2.1 Funcionamento	202
6.4.3 Resolução do Exemplo com o Autómato Twido	203
6.4.3.1 Bits Utilizados	203
6.4.3.2 Equações para Programar o Autómato	204
6.4.3.3 Programa em Diagrama de Contactos	205
6.4.3.4 Programa em Lista de Instruções	206
6.4.4 Resolução do Exemplo com o Autómato S7-200	207
6.4.4.1 Bits Utilizados	207
6.4.4.2 Equações para Programar o Autómato	208
6.4.4.3 Programa em Diagrama de Contactos	209
6.4.4.4 Programa em Lista de Instruções	211
6.4.5 Resolução do Exemplo com o Autómato CPM1A/2A	211
6.4.5.1 Bits Utilizados	211
6.4.5.2 Equações para Programar o Autómato	212
6.4.5.3 Programa em Diagrama de Contactos	213
6.4.5.4 Programa em Lista de Instruções	214
6.4.6 Esquema de Ligação do Autómato	215
6.4.7 Ensaio da Montagem	217
Capítulo 7 – Exemplos de Aplicação	219
PARTE I – APLICAÇÕES EM AUTÓMATOS TWIDO	220
7.1 EXEMPLO 1: INVERSÃO DE MARCHA DE MOTOR TRIFÁSICO	220
7.1.1 Descrição do Processo	220
7.1.2 Grafcet Nível 1	221
7.1.3 Grafcet Nível 2	222
7.1.3.1 Funcionamento	222
7.1.4 Bits Utilizados	223
7.1.4.1 Etapas	223
7.1.4.2 Recetividades	223
7.1.4.3 Ações	223
7.1.5 Equações das Etapas	224
7.1.5.1 Programar o Autómato	224
7.1.6 Programa em Diagrama de Contactos	225
7.1.7 Programa em Lista de Instruções	226
7.1.8 Ligação do Autómato	227
7.2 EXEMPLO 2: REGA AUTOMÁTICA	228
7.2.1 Descrição do Processo	228
7.2.2 Grafcet Nível 2	229
7.2.3 Funcionamento	230
7.2.4 Gráfico de Funcionamento do Automatismo	231
7.2.5 Bits Utilizados	232
7.2.5.1 Etapas	232
7.2.5.2 Recetividades	232
7.2.5.3 Ações	233
7.2.6 Equações das Etapas	234
7.2.6.1 Programar o Autómato	234
7.2.7 Programa em Diagrama de Contactos	235
7.2.8 Programa em Lista de Instruções	238
7.2.9 Ligação do Autómato	239
7.2.10 Grafcet Nível 2	240

7.2.10.1	Funcionamento	240
7.2.11	Bits Utilizados	241
7.2.11.1	Etapas	241
7.2.11.2	Recetividades	241
7.2.11.3	Ações	242
7.2.12	Equações das Etapas	242
7.2.12.1	Contador	243
7.2.12.2	Programar o Autómato	243
7.2.13	Programa em Diagrama de Contactos	243
7.2.14	Programa em Lista de Instruções	244
7.2.15	Ligação do Autómato	245
7.3	EXEMPLO 3: SEMÁFOROS	246
7.3.1	Descrição do Processo	246
7.3.2	Grafcet Nível 1	247
7.3.3	Grafcet Nível 2	248
7.3.3.1	Funcionamento	249
7.3.4	Bits Utilizados	250
7.3.4.1	Etapas	250
7.3.4.2	Recetividades	250
7.3.4.3	Ações	251
7.3.5	Equações das Etapas	252
7.3.5.1	Programar o Autómato	253
7.3.6	Programa em Diagrama de Contactos	254
7.3.7	Programa em Lista de Instruções	257
7.3.8	Ligação do Autómato	258
7.4	EXEMPLO 4: PARQUE DE ESTACIONAMENTO	258
7.4.1	Descrição do Processo	258
7.4.2	Barreira 1 (Entrada)	260
7.4.2.1	Grafcet Nível 1	260
7.4.2.2	Grafcet Nível 2	261
7.4.3	Barreira 2 (Saída)	262
7.4.3.1	Grafcet Nível 1	262
7.4.3.2	Grafcet Nível 2	263
7.4.4	Bits Utilizados	264
7.4.4.1	Etapas	264
7.4.4.2	Recetividades	264
7.4.4.3	Ações	265
7.4.5	Equações das Etapas	265
7.4.5.1	Programar o Autómato	266
7.4.6	Programa em Diagrama de Contactos	267
7.4.7	Programa em Lista de Instruções	269
7.4.8	Ligação do Autómato	270
PARTE II	– APLICAÇÕES EM AUTÓMATOS S7-200	271
7.5	EXEMPLO 5: ARRANQUE DIRETO DE MOTOR TRIFÁSICO	271
7.5.1	Descrição do Processo	271
7.5.2	Grafcet Nível 1	272
7.5.3	Grafcet Nível 2	272
7.5.3.1	Funcionamento	273
7.5.4	Bits Utilizados	274
7.5.4.1	Etapas	274
7.5.4.2	Recetividades	274
7.5.4.3	Ações	275
7.5.5	Equações das Etapas	275
7.5.5.1	Temporizador	276
7.5.5.2	Programar o Autómato	276
7.5.6	Programa em Diagrama de Contactos	276
7.5.7	Ligação do Autómato	278
7.6	EXEMPLO 6: PORTÃO AUTOMÁTICO	278
7.6.1	Descrição do Processo	278
7.6.2	Grafcet Nível 1	279
7.6.3	Grafcet Nível 2	280
7.6.3.1	Funcionamento	280
7.6.4	Bits Utilizados	281
7.6.4.1	Etapas	281
7.6.4.2	Recetividades	282
7.6.4.3	Ações	282
7.6.5	Equações das Etapas	283
7.6.5.1	Temporizadores	283
7.6.5.2	Programar o Autómato	283
7.6.6	Programa em Diagrama de Contactos	284
7.6.7	Ligação do Autómato	286
7.7	EXEMPLO 7: SELEÇÃO DE CAIXAS	286
7.7.1	Descrição do Processo	286
7.7.2	Memorização da Altura das Caixas	288
7.7.3	Paragem no Final do Ciclo	288
7.7.4	Paragem de Emergência	288
7.7.5	Grafcet Nível 1	289

7.7.6 Grafcet Nível 2.....	290
7.7.6.1 Funcionamento	291
7.7.7 Bits Utilizados	292
7.7.7.1 Etapas	292
7.7.7.2 Recetividades	292
7.7.7.3 Ações.....	293
7.7.8 Equações das Etapas	294
7.7.8.1 Programar o Autómato	294
7.7.9 Programa em Diagrama de Contactos.....	295
7.7.10 Ligação do Autómato.....	298
7.8 EXEMPLO 8: BRITAGEM DE PEDRA	299
7.8.1 Descrição do Processo.....	299
7.8.2 Grafcet Nível 1.....	301
7.8.3 Grafcet Nível 2.....	302
7.8.3.1 Funcionamento	302
7.8.3.2 Paragem de Emergência.....	303
7.8.4 Bits Utilizados	304
7.8.4.1 Etapas	304
7.8.4.2 Recetividades	304
7.8.4.3 Ações.....	305
7.8.5 Equações das Etapas	306
7.8.5.1 Programar o Autómato	306
7.8.6 Programa em Diagrama de Contactos.....	307
7.8.7 Ligação do Autómato.....	310
PARTE III – APLICAÇÕES EM AUTÓMATOS CPM1A/2A.....	311
7.9 EXEMPLO 9: MONTA-CARGAS	311
7.9.1 Descrição do Processo.....	311
7.9.2 Grafcet Nível 1.....	312
7.9.3 Grafcet Nível 2.....	312
7.9.3.1 Funcionamento	313
7.9.4 Bits Utilizados	314
7.9.4.1 Etapas	314
7.9.4.2 Recetividades	314
7.9.4.3 Ações.....	314
7.9.5 Equações das Etapas	315
7.9.5.1 Programar o Autómato	315
7.9.6 Programa em Diagrama de Contactos.....	316
7.9.7 Programa em Lista de Instruções	318

7.9.8 Ligação do Autómato.....	319
7.10 EXEMPLO 10: ARRANQUE ESTRELA-TRIÂNGULO	319
7.10.1 Descrição do Processo.....	319
7.10.2 Grafcet Nível 1.....	320
7.10.3 Grafcet Nível 2.....	321
7.10.3.1 Funcionamento	323
7.10.4 Bits Utilizados	324
7.10.4.1 Etapas.....	324
7.10.4.2 Recetividades.....	325
7.10.4.3 Ações.....	325
7.10.5 Equações das Etapas	326
7.10.5.1 Temporizador	327
7.10.5.2 Programar o Autómato	327
7.10.6 Programa em Diagrama de Contactos.....	328
7.10.7 Programa em Lista de Instruções	330
7.10.8 Ligação do Autómato.....	331
7.11 EXEMPLO 11: GUILHOTINA.....	332
7.11.1 Descrição do Processo	332
7.11.2 Grafcet Nível 1.....	333
7.11.3 Grafcet Nível 2.....	334
7.11.3.1 Funcionamento	334
7.11.4 Bits Utilizados	335
7.11.4.1 Etapas.....	335
7.11.4.2 Recetividades	335
7.11.4.3 Ações.....	336
7.11.5 Equações das Etapas	336
7.11.5.1 Programar o Autómato	337
7.11.6 Programa em Diagrama de Contactos.....	338
7.11.7 Programa em Lista de Instruções	340
7.11.8 Ligação do Autómato.....	341
7.12 EXEMPLO 12: ELEVADOR	341
7.12.1 Descrição do Processo	341
7.12.2 Grafcet Nível 1.....	344
7.12.2.1 Grafcet da Subida	345
7.12.2.2 Grafcet da Descida	346
7.12.3 Grafcet Nível 2.....	347
7.12.3.1 Grafcet da Subida	348
7.12.3.2 Grafcet da Descida	349
7.12.4 Bits Utilizados	350

7.12.4.1	Etapas	350
7.12.4.2	Recetividades	351
7.12.4.3	Ações	352
7.12.5	Equações das Etapas	353
7.12.5.1	Memórias	356
7.12.5.2	Botões de Chamada	356
7.12.5.3	Temporizadores	356
7.12.5.4	Paragem de Emergência	356
7.12.5.5	Programar o Autómato	357
7.12.6	Programa em Lista de Instruções	357
7.12.7	Ligação do Autómato	358
Anexo 1 – Montagem e Cablagem de Autómatos		361
A1.1	MONTAGEM	361
A1.2	CABLAGEM	362
A1.2.1	Auxiliares de Cablagem	362
A1.2.1.1	Terminais	362
A1.2.1.2	Liras e Calhas de Cablagem	362
A1.2.2	Distribuição da Aparelhagem	363
A1.2.3	Distâncias Mínimas	364
A1.2.4	Regras de Cablagem	365
A1.2.5	Cores/Secções dos Condutores	366
A1.3	CORES	366
A1.3.1	Alimentação do Autómato	366
A1.3.2	Entradas do Autómato (<i>Inputs</i>)	366
A1.3.3	Saídas do Autómato (<i>Outputs</i>)	367
A1.3.4	Circuitos Trifásicos (400 VAC)	367
A1.3.5	Código das Cores	367
Anexo 2 – Sensores e Atuadores		368
A2.1	SENSORES	368
A2.1.1	Sensores Passivos e Ativos	368
A2.1.1.1	Contactos dos Sensores	368
A2.2	ATUADORES	369
A2.2.1	Motores Elétricos	369
A2.2.1.1	Símbolos	370
A2.2.2	Cilindros	370
A2.2.2.1	Símbolos	370
A2.2.2.2	Cilindros de Simples Efeito	371

A2.2.2.3	Cilindros de Duplo Efeito	371
A2.3	REFERENCIAÇÃO DE SENSORES E ATUADORES	372
A2.4	PROTEÇÕES	373
A2.4.1	Entradas do Autómato	373
A2.4.2	Saídas do Autómato	373
Glossário		375
Endereços Internet		377
Bibliografia		379
Índice Remissivo		381
Glossário de Termos – Português Europeu e Português do Brasil		385