

Inhalt

Vorwort — V

1 Grundlagen der SPS-Technik — 1

- 1.1 Speicherprogrammierbare Steuerungen — 6
 - 1.1.1 Binäre Signale — 7
 - 1.1.2 Analoge Signale — 10
 - 1.1.3 Arbeitsweise von SPS — 12
 - 1.1.4 Datenspeicher — 18
 - 1.1.5 Binäre Eingangs- und Ausgangsbaugruppen — 20
 - 1.1.6 Analogwertverarbeitung — 21
 - 1.1.7 Sonderbaugruppen — 23
 - 1.1.8 Kommunikationsprozessor — 27
 - 1.1.9 Programmiergeräte — 30
- 1.2 Programmiersprachen — 31
- 1.3 Dokumentation — 37
- 1.4 Fehlerdiagnose — 37
- 1.5 Digitale Regelungstechnik — 41
 - 1.5.1 SPS-Regler — 43
 - 1.5.2 Digitaler Regelkreis mit einer SPS — 46
 - 1.5.3 Regelkreis und SPS-PID-Regler — 49
 - 1.5.4 Regelkreis mit Zweipunktregler — 53
 - 1.5.5 Vor- und Nachteile von Software-Reglern — 54

2 Hard- und Software für eine speicherprogrammierbare Steuerung — 57

- 2.1 Automatisierungsgerät — 59
 - 2.1.1 Bussystem — 62
 - 2.1.2 Prozessabbild (PAE und PAA) — 62
 - 2.1.3 Speicher im Bussystem — 63
 - 2.1.4 SPS-Mikroprozessor — 65
 - 2.1.5 Speicheradressierung — 69
 - 2.1.6 Unterprogramme und die Verwendung des Stacks für die Adressierung — 71
 - 2.1.7 Bedingungsbits — 73
- 2.2 Assembler-Sprache — 75
 - 2.2.1 Befehlssyntax — 76
 - 2.2.2 Befehle zur Datendarstellung — 84
 - 2.2.3 Befehle zur Definition von Datenbytes bzw. Wörtern — 85
 - 2.2.4 Vom Assembler zu STEP5 — 87
 - 2.2.5 Programmiersprache STEP5 — 88

2.2.6	Bearbeitungszyklus —	90
2.2.7	Steueranweisung —	91
2.2.8	Bearbeitung des Programms —	93
2.2.9	Ein- und Mehr-Bit-Verarbeitung —	95
2.3	Hardware einer SPS —	96
2.3.1	SPS-Minimalsystem —	97
2.3.2	Funktion des Systems 8085 —	102
2.3.3	Einschalten der Versorgungsspannung und RESET-IN-Anschluss —	107
2.3.4	Systembus des 8085 —	108
2.3.5	Anschluss von Speicher- und Peripheriebausteinen an den 8085 —	111
2.3.6	Adressierung des EPROM-Bausteins 2716 —	112
2.3.7	Adressierung des RAM-Bausteins 6116 —	114
2.3.8	Adressierung des 74373 für einen 8-Bit-Ausgang —	116
2.3.9	Adressierung des 74573 für einen 8-Bit-Ausgang —	117
2.3.10	Adressierung eines 8-Bit-Analog-Digital-Wandlers —	118
2.3.11	Adressierung eines 8-Bit-Digital-Analog-Wandlers AD7224 —	121
2.3.12	Programmierbarer Unterbrechungssteuerbaustein 8259 —	123
2.3.13	Programmierbarer Zähler-/Zeitgeber-Baustein 8253 —	130
2.3.14	Programmierbarer serieller Schnittstellenbaustein 8251 —	140
2.3.15	Programmierbarer E/A-Baustein 8255 —	148
3	Steueranweisungen für eine SPS —	153
3.1	Verknüpfungsglieder —	155
3.1.1	Steueranweisungen —	156
3.1.2	Zusammenfassung der Grundbefehle —	158
3.1.3	Anwendung von Klammern —	161
3.1.4	Darstellungsarten eines SPS-Programms —	164
3.1.5	Einfache SPS-Programmierbeispiele —	167
3.1.6	Programmierregeln —	172
3.2	Funktionen und Programmierung eines SPS-Zählers —	182
3.2.1	Grundfunktionen des Zählers —	183
3.2.2	Operationen des Zählers —	184
3.2.3	Beispiele für SPS-Zählerfunktionen —	186
3.3	Zeitfunktionen —	187
3.3.1	Grundfunktionen —	188
3.3.2	Programmieren der Zeitfunktionen —	190
3.3.3	Beispiele für SPS-Zeitfunktionen —	197
3.4	Vergleichsfunktionen —	198
3.4.1	Untersuchen von Vergleichsoperationen —	203
3.4.2	Beispiele für Vergleichsoperationen —	204
3.4.3	Speicherooperationen mit RS-Flipflop —	206
3.4.4	Schmier- und Flankenmerker —	209

3.4.5	Sprunganweisungen — 214
3.4.6	Arithmetikanweisungen — 216
3.4.7	Operanden größer als ein Bit — 218
3.4.8	Schiebe- und Rotationsanweisungen — 220
3.4.9	Bausteinbezogene Anweisungen — 220
3.4.10	Systembefehle — 221
3.4.11	Indirekte Adressierung — 222
3.4.12	Regel nach DeMorgan — 226
3.4.13	Parametrierung — 229
3.4.14	Kommentar — 230
3.4.15	Ablaufkette — 231
3.4.16	Querverweisliste — 234
3.5	Ablauf eines SPS-Programms — 234
3.5.1	SPS als Zyklus-Maschine — 234
3.5.2	Speicherplan einer SPS — 236
4	Programmorganisation — 239
4.1	Anwenderprogramme — 239
4.1.1	Programmierung und Aufruf von Programmbausteinen — 241
4.1.2	Programmierung und Aufruf von Datenbausteinen — 243
4.1.3	Programmierung und Aufruf von Funktionsbausteinen — 248
4.1.4	Standard-Funktionsbausteine — 259
4.2	Organisationsbausteine — 260
4.2.1	Programmierung der zyklischen Bearbeitung — 261
4.2.2	Alarmgesteuerte Programmbearbeitung — 263
4.2.3	Programmierung der zeitgesteuerten Bearbeitung — 274
4.2.4	Programmieren des Anlaufverhaltens — 280
4.2.5	Gerätefehler — 286
4.2.6	Organisationsbausteine für Sonderfunktionen — 290
4.3	BSTACK — 292
4.3.1	Unterbrechungsstack (USTACK) — 294
4.3.2	USTACK-Anzeigen — 295
5	SPS-Sprache S5 mit PG-2000 — 301
5.1	Installation der Software — 302
5.1.1	Buchhalter — 303
5.1.2	Übertragung der Bausteine — 304
5.1.3	Querverweisliste — 306
5.1.4	Datenbausteinmasken — 308
5.1.5	Querverweisliste — 315
5.2	Editor für AWL, FUP und KOP — 317
5.2.1	AWL-Editor — 317

5.2.2	FUP-Editor —	319
5.2.3	KOP-Editor —	324
5.3	Beispiele der Grundoperationen —	331
5.3.1	UND-Funktion in KOP, FUP und AWL —	331
5.3.2	ODER-Funktion in KOP, FUP und AWL —	333
5.3.3	NICHT-Funktion in KOP, FUP und AWL —	336
5.3.4	Ansteuerung mehrerer Ausgänge in AWL, KOP und FUP —	336
5.3.5	UND-vor-ODER-Verknüpfung in AWL, KOP und FUP —	336
5.3.6	ODER-vor-UND-Verknüpfung in AWL, KOP und FUP —	339
5.3.7	Berücksichtigung der Geber (Sensoren) —	340
5.3.8	Umwandlung von konventioneller Steuerungstechnik in SPS —	342
5.4	Speicherfunktionen —	347
5.4.1	RS-Speicher mit vorrangigem Zurücksetzen —	347
5.4.2	Speicherfunktion mit vorrangigem Setzen —	348
5.4.3	Speichern des Verhalten durch Selbsthaltung —	351
5.4.4	Speichern binärer Zwischenergebnisse —	354
5.4.5	Merker mit speicherndem Verhalten —	356
5.4.6	Flankenauswertung —	356
5.4.7	Auswertung einer steigenden Flanke —	358
5.4.8	Auswertung einer fallenden Flanke —	358
5.5	Zeitfunktionen —	360
5.5.1	Vorgabe der Zeitdauer —	360
5.5.2	Starten einer Zeit als Impuls (SI-Betriebsart) —	363
5.6	Zählerfunktionen —	365
5.7	Vergleicher —	371
5.7.1	Gleich-Vergleicher —	373
5.7.2	Vergleich am Anfang einer Verknüpfung —	373
5.7.3	Vergleich innerhalb einer Verknüpfung —	375
5.8	Simulation von SPS-Programmen —	376
5.8.1	Statusbits in AWL —	376
5.8.2	Emulieren eines SPS-Programms —	379
5.8.3	Fehlermeldungen —	384
5.8.4	Möglichkeiten der Fehlersuche in einem Programm —	386
5.9	Steuerungen von Motoren —	390
5.9.1	Schutzmaßnahmen von Motoren —	391
5.9.2	Motorsteuerung mit Rastschalter —	393
5.9.3	Pressensteuerung mit Zweihandbedienung —	395
5.9.4	Motorsteuerung mit Selbsthaltung —	397
5.9.5	Motorsteuerung mit Endschalter —	399
5.9.6	Stern-Dreieck-Schalter —	405
5.9.7	Drehrichtungsänderung bei einem Drehstrommotor —	408
5.9.8	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren —	413

- 5.10 Pumpensteuerungen — 419
- 5.10.1 Vollautomatische Steuerung für zwei Pumpen — 419
- 5.10.2 Pumpensteuerung für eine Hauswasserversorgungsanlage — 421
- 5.10.3 Pumpensteuerung für eine Hauswasserversorgungsanlage mit Druckwächter — 423
- 5.10.4 Pumpensteuerung mit Schwimmerschalter — 425
- 5.11 Steuerung eines Garagentors — 428
- 5.12 Überwachung des Wasserpegels — 431
- 5.13 Motoransteuerung — 432
- 5.14 Überwachungseinrichtungen mit Luftströmungswächter — 432
- 5.15 Steuerung einer Rolltreppe — 434

- 6 Entwicklung von Steuerkonzepten — 437**
 - 6.1 Struktur der Steuerung — 437
 - 6.1.1 Entwicklung des Steuerungskonzeptes — 439
 - 6.1.2 Programmieren mit Struktogrammen — 441
 - 6.1.3 Beispiele zum Programmieren mit Struktogrammen — 446
 - 6.1.4 Programmieren mit Programmablaufplan (PAP) — 448
 - 6.2 Detailprojektierung einer Anwendung — 449
 - 6.2.1 Aufgabenstellung — 450
 - 6.2.2 Grobstruktur der Aufgabe — 451
 - 6.2.3 Zuordnungsliste — 452
 - 6.2.4 Feinstruktur der Aufgabe — 453
 - 6.3 Beispiel einer Niveausteuerung — 455
 - 6.4 Beispiel Steuerung mit zwei Becken — 457
 - 6.5 Beispiel einer Förderbandsteuerung — 460
 - 6.6 Ablaufsteuerungen — 462
 - 6.6.1 Struktur der Ablaufsteuerung — 463
 - 6.6.2 Anwendung der Schrittfunktion — 467
 - 6.6.3 Befehlsanwendungen — 470
 - 6.6.4 Weterschaltbedingungen — 471
 - 6.6.5 Wartezeiten — 473
 - 6.6.6 Überwachungszeiten — 473
 - 6.6.7 Verzweigungen — 477
 - 6.6.8 Schleifen und Sprünge — 482
 - 6.6.9 Programmstruktur von Ablaufsteuerungen — 482
 - 6.6.10 Lineare Ablaufkette — 487
 - 6.6.11 Ablaufkette mit einer ODER-Verzweigung — 492
 - 6.6.12 Ablaufkette mit Schleife — 496
 - 6.6.13 Ablaufkette mit einer UND-Verzweigung — 497

7	Programmieren in STEP7 — 503
7.1	Arbeitsprinzip einer S7 — 506
7.1.1	S7D-Datei — 508
7.1.2	Erstellung eines kleinen S7-Programms — 510
7.1.3	Verarbeitungs- und Kontrollregister — 510
7.1.4	Verknüpfungsergebnis VKE — 513
7.1.5	Akkumulatoren — 519
7.1.6	Adressregister — 522
7.1.7	Master Control Relay (MCR) und Stack — 523
7.1.8	Klammerstack — 525
7.1.9	Lokaldaten-Stack (L-Stack) — 527
7.1.10	Baustein-Stack (B-Stack) — 528
7.1.11	Unterbrechungsstack (U-Stack) — 528
7.2	Programmbeispiele — 529
7.2.1	Fußgängerampel — 529
7.2.2	Stern-Dreieck-Anlauf ohne Schützrückmeldung — 530
7.2.3	Wendeschützschtaltung — 531
7.3	Funktionen von STEP7 — 534
7.3.1	Bit-Operationen — 534
7.3.2	Klammerausdrücke — 538
7.3.3	Befehle mit direktem VKE-Zugriff (CLR, SET, NOT, SAVE) — 542
7.3.4	Flankenauswertung — 544
7.3.5	Lade-(L) und Transfer-(T)operationen — 548
7.3.6	Vergleichsoperationen — 550
7.3.7	Zähloperationen — 556
7.3.8	Zeitoperationen — 561
7.3.9	Wortverknüpfungsoperationen — 570
7.3.10	Arithmetikoperationen — 577
7.3.11	Gleitpunktarithmetik — 584
7.3.12	Inkrementieren und Dekrementieren — 589
7.3.13	Umwandlungsoperationen — 590
7.3.14	Schiebe- und Rotieroperationen — 593
7.3.15	Datenbausteinoperationen — 596
7.3.16	Programmsteueroperationen — 599
7.3.17	Programmschleife — 604
7.3.18	Bausteinaufrufe und Bausteinende — 606
7.3.19	Bausteinende-Operationen — 608

Literaturverzeichnis — 611

Stichwortverzeichnis — 613
