

Inhalt

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole	12
--	-----------

1 Einleitung	17
---------------------------	-----------

1.1	Definition einer Steuerung	17
1.2	Aufgaben der Steuerungstechnik	18
1.2.1	Einsatzfelder für Steuerungen	18
1.2.2	Tätigkeitsfelder des Steuerungstechnikers	20
1.3	Steuereinrichtungen	21
1.3.1	Entwicklung der Steuerungstechnik	22
1.3.2	Stand der Technik	24

2 Aufbau und Strukturen industrieller Steuerungen	27
--	-----------

2.1	Aufbau einer SPS	27
2.1.1	Central Processing Unit	28
2.1.2	Ein- und Ausgangskarten	28
2.1.3	Programmiergerät (PG)	28
2.1.4	Human Machine Interface (HMI)	29
2.2	SPS-Arten	30
2.2.1	Hardware-SPS	30
2.2.2	Slot-SPS	30
2.2.3	Soft-SPS	31
2.2.4	Vor- und Nachteile PC-basierter SPSen	31
2.3	Informationsverarbeitung in der SPS	32
2.4	Konventionelle Ankopplung der Feldgeräte	33
2.4.1	Binäre Eingänge der SPS	33
2.4.2	Binäre Ausgänge der SPS	34
2.4.3	Analoge Eingänge der SPS	35
2.4.4	Analoge Ausgänge der SPS	37
2.5	Busan Kopplung der Feldgeräte	38
2.5.1	Feldbussysteme und -strukturen	38
2.5.2	Datenübertragung zwischen SPS und Feldgeräten	41
2.6	Bedienen und Beobachten	43
2.6.1	Aufbau von Bedien- und Beobachtungssystemen	44
2.6.2	Darstellung der Prozessgrafik	46

3	Strukturierte SPS-Programmierung nach IEC 61131	54
3.1	Das Softwaremodell	55
3.1.1	Steuerungskonfiguration und Ressourcen	55
3.1.2	Tasks	57
3.1.3	Programmorganisationseinheiten	60
3.1.4	Variablen	65
3.2	Das Kommunikationsmodell	67
3.2.1	Datenaustausch innerhalb eines Programms	67
3.2.2	Datenaustausch zwischen Programmen	68
3.3	Das Programmiermodell	69
3.3.1	Programmiersprachen	69
3.3.2	Anwender-Datentypen	72
3.3.3	Anwender-Funktionsbausteine	73
3.4	Strukturierte Programmierung in der Automatisierungstechnik	75
3.4.1	Analyse der User Requirements	75
3.4.2	Objektorientierte Softwarestrukturierung	77
3.4.3	Entwurf der Funktionsbausteine	79
3.4.4	Entwurf der Ansteuerprogramme	80
3.4.5	Implementierung in der SPS	82
3.4.6	Simulation des Anlagenverhaltens	83
3.4.7	Testdurchführung und -protokollierung	86
4	Verknüpfungssteuerungen	93
4.1	Entwurf von Schaltnetzen	94
4.1.1	Wahrheitstabelle	94
4.1.2	Karnaugh-Veitch-Diagramme	96
4.2	Entwurf von Schaltwerken	98
4.2.1	Speicherschaltungen mit Flip-Flops	99
4.2.2	Zählschaltungen mit Countern	101
4.2.3	Zeitschaltungen mit Timern	104
4.2.4	Automatenentwurf	105
4.3	Einzelsteuerfunktionen	114
4.3.1	Motorbausteine	115
4.3.2	Ventilbausteine	117
4.3.3	Schutzmaßnahmen	119
4.3.4	Betriebsartenkonzepte	122
4.4	Sensordatenverarbeitung	126
4.4.1	Einlesen binärer Sensordaten	126
4.4.2	Einlesen analoger Sensorsignale	127
4.5	Regelungen	129
4.5.1	Reglerbetriebsarten	130
4.5.2	Schaltende Regler	131
4.5.3	Kontinuierliche Regler	133
4.5.4	Selbsteinstellende Regler	141

5	Ablaufsteuerungen	152
5.1	Aufbau von Schrittketten	153
5.1.1	Aktionen und Transitionen	153
5.1.2	Strukturen von Schrittketten	155
5.2	Analyse und Entwurf von Ablaufketten	157
5.2.1	Erreichbarkeitsgraf	157
5.2.2	Schrittkettenentwurf aus Zustandsgraphen	158
5.3	Verknüpfung zwischen SFCs und CFCs	159
5.4	Schutzfunktionen und Betriebsarten	163
5.4.1	HALT und ABBRUCH einer Schrittkeite	163
5.4.2	Betriebsarten	165
5.5	Schrittkettenentwurf durch anlagenneutrale Grundfunktionen	167
5.6	Koordination paralleler Prozesse durch Petri-Netze	171
5.6.1	Modellierung paralleler Prozessabläufe durch Petri-Netze	172
5.6.2	Algebraischer Entwurf zur Koordination paralleler Prozesse ..	175
5.6.3	Programmmentwurf aus Petri-Netzen	177
6	Bewegungssteuerungen	184
6.1	Motion-Control-Systeme	185
6.1.1	Aufbau von Motion-Control-Systemen	185
6.1.2	Komponenten von Motion-Control-Systemen	187
6.1.3	Standard-Funktionsbausteine in Motion-Control-Systemen	189
6.2	Steuerung einer Bewegungsachse	190
6.2.1	Interpolation	192
6.2.2	Lageregelung	195
6.3	Steuerung von Werkzeugmaschinen	197
6.3.1	Bahnplanung durch CNC-Programmierung	197
6.3.2	Bewegungsvorgaben durch Kurvenscheiben	200
6.4	Robotersteuerungen	203
6.4.1	Kinematische Transformationen	204
6.4.2	Programmierung von Bewegungsabläufen	205
6.4.3	Bildverarbeitung zur Steuerung von Robotern	208
6.5	Bewegungsplanung für eine Fertigungszelle	213
6.5.1	Fertigungsplanung mit Vorranggraphen	214
6.5.2	Schrittkettenentwurf durch Petri-Netze	216
7	Objektorientierte SPS-Programmierung	224
7.1	Einsatz von Methoden und Eigenschaften	224
7.2	Klassen und Objekte	227
7.3	Vererbung	230
7.4	Objektorientierte Ansteuerung der Feldgeräte	232
7.4.1	Ablaufsteuerungen mit Methoden und Eigenschaften	232
7.4.2	Anlagenneutrale Grundfunktionen	234
7.4.3	Ansteuerung von Interfaces	235
7.4.4	Verallgemeinerung durch abstrakte Klassen	237

7.5	Rezeptsteuerung mit polymorphen Grundfunktionen	238
7.5.1	Entwurf von Rezeptsteuerungen	239
7.5.2	Prozessanalyse	240
7.5.3	Rezeptsynthese	244
7.5.4	Flexible Automatisierungssoftware	249

8**Sicherheitskonzepte für industrielle Steuerungen 254**

8.1	Gefahrenanalyse und Gegenmaßnahmen	254
8.1.1	Ereignisbaumanalyse	255
8.1.2	Fehlerbaumanalyse	255
8.1.3	Risikoanalyse	256
8.1.4	Gegenmaßnahmen	257
8.1.5	Safety Integrity Levels (SIL)	258
8.1.6	Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten	259
8.2	Sicherheitsgerichtete Steuerungen	261
8.2.1	Redundanz und Diversität	261
8.2.2	Aufbau sicherheitsgerichteter SPSen (SSPSen)	263
8.2.3	Sicherheitsgerichtete Feldbussysteme	265
8.3	Engineering zuverlässiger Steuerungen	267
8.3.1	Gute Automatisierungspraxis	267
8.3.2	Planung und Projektierung	268
8.3.3	Realisierung der Hard- und Software	272
8.3.4	Inbetriebnahme und Verifizierung	277
8.3.5	Wartung und Instandhaltung	280

9**Vertikale Integration betrieblicher Abläufe 284**

9.1	Horizontale Integration der Feld- und Steuerungsebene	285
9.1.1	Vernetzung mit Feldbus	285
9.1.2	Werkzeuge zur Netzwerkintegration	286
9.1.3	Vernetzung mit Ethernet	287
9.1.4	Vernetzung mit Industrial Ethernet	291
9.2	Vertikale Integration mit den höheren Ebenen	293
9.2.1	Datenaustausch durch OPC	293
9.2.2	Internet in der Automatisierungstechnik	296
9.3	Prozessleitsysteme	301
9.4	Integrierte Betriebsführung	303
9.4.1	Betriebsdateninformationssysteme	304
9.4.2	Produktionsplanung und -steuerung	308
9.4.3	Ausführung von Steuerrezepten	310
9.4.4	Lagerverwaltungssysteme	315
9.4.5	Supply Chain Management	316

10	Fazit	321
	10.1 Systematischer Programmentwurf	321
	10.2 Modularer Systementwurf	323
	10.3 Ausblick – SPS 4.0	324
	Anhang	327
	A Wichtige Funktionsbausteine und Funktionen nach IEC 61131	327
	B Bibliotheken wichtiger Anwenderfunktionsbausteine	330
	B1 Bausteine der automation.library	330
	B2 Bausteine der automationOOP.library	332
	B3 Bausteine der SimAT.library	333
	B4 Weitere Bibliotheken	334
	C Umsetzung der strukturierten Programmierung mit STEP 7	335
	D Fachbegriffe Deutsch/Englisch	336
	Literatur und Links	341
	Index	345
	Hinweise zur Internetseite www.es.hs-mannheim.de/sps40	354