

Inhalt

Vorwort	XI
1 Einführung in die Steuerungstechnik	1
1.1 Begriff der Automatisierung	1
1.2 Kennzeichen der Automatisierungstechnik	2
1.3 Historischer Abriss zur Automatisierungstechnik	3
1.3.1 Vorgeschichte	3
1.3.2 Basiserfindungen zur Antriebs- und Regelungstechnik	9
1.3.3 Entwicklung der Informationsverarbeitung – Von der Lochkarte zur elektronischen Datenverarbeitungsanlage	14
1.4 Die Entwicklung der Fabrikautomatisierung	19
1.4.1 Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschinen	19
1.4.2 Die Entwicklung der Fabrikstruktur	21
1.4.3 Meilensteine der flexibel automatisierten Fabrik	26
2 Steuerungstechnik – Gliederungsmerkmale	33
2.1 Merkmale bzw. Sichten	33
2.2 Steuern, Regeln	34
2.3 Informationsdarstellung	37
3 Steuerungsarten	39
3.1 Programmsteuerung und Funktionssteuerung	39
3.1.1 Signaleingabe, -verarbeitung und -ausgabe	41
3.1.2 Steuerungsprogramme	47
4 Aufbauorganisation von Steuerungen – Steuerungsebenen	51
4.1 Allgemeiner hierarchischer Aufbau	51
4.1.1 Einzelsteuerung.....	52
4.1.2 Gruppensteuerung.....	53
4.1.3 Steuerungsebenen aus Sicht der Fertigung	53
5 Mechanische Steuerungen	59
5.1 Kurvensteuerung	59
5.1.1 Ausbildung von Kurven.....	62
5.1.2 Zur Konstruktion von Kurven.....	63
5.1.3 Beispiel: Kurvensteuerungen für Drehautomaten	64
5.1.4 Besonderheiten bei der Anwendung von Kurven für das Nachformen	65
5.2 Anschläge	67
5.3 Nocken	68
5.3.1 Beispiel 1: Programmsteuerung mit Nocken bei starrer Funktionszuordnung.....	69
5.3.2 Beispiel 2: Programmsteuerung mit Nocken bei flexibler Funktionszuordnung ..	70
6 Fluidische Steuerungen	73
6.1 Hydraulische Steuerungen	73
6.1.1 Vorteile der Hydraulik	74
6.1.2 Einsatzgrenzen der Hydraulik	74
6.1.3 Abgrenzung gegenüber anderen Energiearten	75
6.1.4 Physikalische Grundlagen zur Hydraulik.....	76

6.1.5	Pumpen und Motoren.....	80
6.1.6	Wichtige Formeln zur Auslegung von Hydromotoren.....	85
6.1.7	Steuer- und Regelventile.....	89
6.1.8	Hydraulische Speicher.....	95
6.1.9	Pumpenschaltungen.....	97
6.1.10	Schaltungsbeispiel für eine hydraulische Bohrvorschubeinheit.....	99
6.2	Pneumatische Steuerungen.....	101
6.2.1	Physikalische Grundlagen.....	103
6.2.2	Bauelemente pneumatischer Anlagen.....	109
6.2.3	Beispiel für eine pneumatische Vorschubeinheit.....	118
6.2.4	Beispiel für einen pneumatischen Gegengewichtsausgleich.....	119
7	Grundsaltungen binärer Steuerungen.....	121
7.1	Einführung.....	121
7.2	Logische Grundverknüpfungen.....	122
7.3	Kombinatorische Netzwerke.....	125
7.3.1	Wahrheitstabelle.....	126
7.3.2	Aufstellung der Funktionsgleichung.....	127
7.3.3	Minimierung Boole'scher Funktionen.....	129
7.3.4	Methodenbeispiele zur Minimierung.....	130
7.3.5	Beispiel zum systematischen Schaltungsentwurf: Binäre Codierung.....	132
7.4	Sequentielle Netzwerke.....	135
7.4.1	Elementare Schaltwerke.....	136
7.4.2	Anwendungen von bistabilen Kippstufen.....	142
7.4.3	Zeitglieder.....	146
7.4.4	Allgemeine Verzögerungsglieder.....	147
8	Grundlagen der Kontaktsteuerungen.....	149
8.1	Elektrische Grundlagen zum Relais.....	150
8.1.1	Aufbau eines Gleichstrom-Relais.....	150
8.1.2	Berechnung von Anzugs- und Haltestrom.....	151
8.1.3	Einschaltvorgang beim Gleichstromrelais.....	151
8.1.4	Abschaltvorgang bei Gleichstromrelais.....	152
8.1.5	Wechselstromrelais.....	154
8.1.6	Zeitverzögerungen beim Gleichstromrelais.....	155
8.2	Grundsaltungen der Kontaktsteuerungen.....	155
8.2.1	Übertragen, Verstärken, Vervielfältigen und galvanische Trennung von Signalfüssen.....	155
8.2.2	Logische Verknüpfung.....	156
8.2.3	Umschalten.....	157
8.2.4	Verriegelung.....	158
8.2.5	Speicherschaltung.....	158
8.2.6	Rechts-/Linkslaufumschaltung für Motoren.....	158
8.2.7	Auswahl mittels Drehschalter.....	159
8.3	Schaltungsunterlagen.....	161
8.3.1	Kennbuchstaben und Schaltzeichen in Schaltungsunterlagen.....	161
8.3.2	Ausgewählte Schaltungsunterlagen.....	164
8.4	Beispiel einer Kontaktsteuerung für eine Drehmaschine.....	169
8.4.1	Die Aufgabe.....	169
8.4.2	Die Lösung.....	171

8.5	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	173
8.5.1	Explosionsschutz	173
8.5.2	IP-Schutzarten (International Protection Class), DIN 40050.....	175
9	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	177
9.1	Struktur und Funktionsweise einer SPS	178
9.1.1	Hardwareaufbau.....	178
9.1.2	Softwaremodell	187
9.1.3	Arbeitsweise.....	189
9.2	SPS-Programmierung	190
9.2.1	Die DIN EN 61131-3.....	192
9.2.2	Verknüpfungsprogrammierung	194
9.2.3	Ablaufsprache (AS)	214
9.2.4	Verwendung höherer Programmiersprachen.....	219
9.2.5	Netze als Beschreibungsmittel.....	222
9.2.6	SPS-Programmierung mit Zustandsgraphen	224
9.2.7	9.2.7 Beispiel: SPS-Programmierung einer Bohrstation nach DIN EN 61131-3	230
9.2.8	Beispiel: SPS-Programmierung einer Zuführeinrichtung mit Zustandsgraphen.....	240
9.3	Werkzeuge für Programmierung, Test und Dokumentation von SPS.....	246
9.3.1	Werkzeuge für verknüpfungsorientierte Programmiersprachen.....	247
9.3.2	Werkzeuge zur Zustandsgraphenprogrammierung.....	247
9.3.3	Werkzeuge zur Steuerungskonfigurierung	248
9.4	Beschreibung einer Steuerungsaufgabe	249
9.4.1	Vorgehensweise	249
9.4.2	Betriebsarten bei der Steuerungsauslegung	251
9.4.3	Ein-/Ausschaltbedingungen	252
9.4.4	Verhalten im Störfall.....	253
9.5	Projektierung, Inbetriebnahme	254
9.6	Sicherheit von Automatisierungssystemen	256
9.6.1	Normen und Richtlinien	256
9.6.2	Allgemeine Grundsätze	259
9.6.3	SPS mit übergeordneter Sicherheitsschaltung	262
9.6.4	Zweikanalige Struktur mit redundanter SPS.....	263
9.6.5	Integrierte Sicherheits-SPS	264
10	Die NC-gesteuerte Maschine und ihre Programmierung.....	267
10.1	Bedeutung der NC-Technik in der Fertigung	267
10.1.1	Komponenten einer NC-Werkzeugmaschine	268
10.1.2	Numerisch gesteuerte Bearbeitungszentren	269
10.1.3	Achs- und Bewegungsrichtung an Werkstücken bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen	270
10.1.4	Einteilung der numerischen Steuerungen	273
10.2	NC-Programmierverfahren	274
10.2.1	Programmierverfahren und organisatorische Zuordnung.....	275
10.2.2	Ablauf des manuellen Programmierens	276
10.2.3	Beispiel zur Erstellung eines Arbeitsablaufplans.....	278
10.3	Das NC-Programm nach DIN 66025 (ISO 6983).....	279
10.3.1	Satzaufbau	279

10.3.2	Ergänzungen zu DIN 66025	285
10.3.3	Koordinaten- bzw. Nullpunktverschiebungen	287
10.3.4	Beispiel zur manuellen Programmierung einer Fräsbearbeitung	289
10.4	Rechnerunterstütztes Programmieren	297
10.4.1	Programmiersprachen	297
10.4.2	Processor, Postprocessor	301
10.4.3	CAD/NC-Kopplung	303
10.4.4	Objektorientierte Bearbeitungsmodellierung	304
10.5	Programmierung von Industrierobotern	309
10.6	Grund- und Ausbaufunktionen eines allgemeinen NC-Steuerungskonzepts	311
11	Aufbau einer NC-Steuerung	313
11.1	Aufgabenbeschreibung wichtiger NC-Funktionen	320
11.1.1	Mensch-Maschine-Kommunikation (HMI)	320
11.1.2	NC-Datenverarbeitung und -aufbereitung (NCVA)	326
11.1.3	Geometriedatenverarbeitung (GEO)	326
11.2	Lageeinstellung	337
11.2.1	Lageregelung	338
11.2.2	Beeinflussung durch geführtes Beschleunigen (Slope)	342
11.2.3	Die Antriebsschnittstelle zwischen NC-Steuerung und Regler	345
11.3	Referenzpunktfahrt	354
11.4	Softwareaufbau der Numerischen Steuerung	354
11.4.1	Funktionsaufteilung	354
11.4.2	Konfigurierung	358
11.4.3	Ablaufsteuerung	359
11.4.4	Kapselung	362
11.4.5	Hilfsfunktionen	363
11.4.6	Einheitliche Kommunikationsmechanismen – Klassifizierung	364
11.4.7	Einheitliche Kommunikationsmechanismen – Funktionssätze	365
11.4.8	Einheitliche Kommunikationsmechanismen – Nachrichtenpuffer	368
11.4.9	Ausgeführte Steuerungsarchitekturen	370
12	Antriebe für Fertigungseinrichtungen	375
12.1	Klassifizierung	375
12.2	Bauformen von elektrischen Antrieben für Werkzeugmaschinen	377
12.3	Charakteristisches Verhalten von Motoren	378
12.3.1	Physikalische Grundlagen des Gleichstromantriebs	378
12.3.2	Bauformen von Motoren	381
12.3.3	Drehzahlregelung	383
12.3.4	Der 4-Quadrantenbetrieb	385
12.4	Schrittantriebe	387
12.5	Direktantriebe	389
12.5.1	Lineare Direktantriebe	390
12.5.2	Zum dynamischen Verhalten von Direktantrieben	393
12.5.3	Grenzen der Dynamik von Direktantrieben und Verbesserungsmöglichkeiten ..	394
12.5.4	Verlustleistung von Lineardirektantrieben	398
12.5.5	Beschleunigungsvergleich lineare Direktantriebe – Spindelmutterantriebe	398
12.6	Besonderheiten bei Hauptantrieben	401
12.7	Auslegung von Antrieben	401

13	Messen von Weg- und Winkelgrößen.....	405
13.1	Einrichtungen zur Lagemessung bei NC-Maschinen.....	405
13.1.1	Auflösung	406
13.1.2	Messfehler.....	406
13.2	Systematik der Lage- und Streckenmesssysteme	407
13.2.1	Messort und Messwertabnahme.....	408
13.2.2	Abbe'scher Grundsatz.....	409
13.3	Digitale Messwerterfassung.....	410
13.3.1	Digital-inkrementale Messsysteme	410
13.3.2	Digital-absolute Lagemesssysteme	412
13.4	Analoge Messwerterfassung	413
13.4.1	Resolver (Drehmelder).....	413
13.4.2	Inductosyn	415
13.5	Laserinterferometer.....	417
13.6	Direkte Geschwindigkeitsmessung	418
13.6.1	Gleichstromgenerator.....	418
13.6.2	Drehstromgenerator	418
13.7	Messen von Beschleunigungen	419
13.7.1	Absoluter Beschleunigungsaufnehmer.....	419
13.7.2	Relativbeschleunigungssensor nach dem Ferraris-Prinzip.....	420
14	Kommunikationstechnik	423
14.1	Grundlegende Strukturen.....	423
14.1.1	Fernbereich (WAN)	425
14.1.2	Nahbereich (LAN)	426
14.2	Prinzipielle Funktionsweise von Bussystemen	428
14.2.1	Übertragungsprinzipien für serielle Bussysteme.....	431
14.2.2	Datenverbindung in seriellen Bussystemen	435
14.2.3	Buszugriffskontrollen	438
14.3	Kommunikationsprotokolle und Schichtenmodell	440
14.3.1	Das ISO/OSI-Referenzmodell.....	444
14.3.2	Gegenüberstellung ISO/OSI-Referenzmodell, TCP/IP- und NetWare- Protokollfamilien	448
14.3.3	Kopplung von Netzwerken	449
14.4	Wichtige Normen für Standardverbindungen.....	450
14.4.1	Serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung.....	450
14.4.2	Ethernet.....	454
14.4.3	TCP/IP.....	454
14.4.4	MMS (Manufacturing Message Specification, ISO 9506).....	455
14.5	Feldbussysteme.....	460
14.5.1	Einsatzgebiete, Klassifizierung.....	460
14.5.2	Ausgewählte Feldbussysteme	464
	Abkürzungen.....	471
	Formelzeichen	475
	Indizes	482
	Literaturverzeichnis	483
	Register	491