

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis wichtiger Formelzeichen	10
1. Einführender Überblick	13
1.1. Hauptaufgaben der industriellen Produktion	13
1.2. Stoff, Energie, Information	14
1.3. Ziele der Automatisierung	15
1.4. Anwendungsbereiche der Automatisierung	15
1.5. Wesentliche Automatisierungsfunktionen	17
1.6. Automatisierungseinrichtung – Hilfsmittel des Menschen	18
1.7. Einflüsse auf Automatisierungslösungen	19
1.8. Niveaustufung in der Automatisierungstechnik	21
1.9. Inhalt von Automatisierungslösungen	24
1.10. Einfluß der Software	25
1.11. Bemerkungen zum Entwicklungstrend	27
1.12. Beispiele zur Entstehung von Automatisierungsaufgaben	28
2. Begriffe, Darstellungsformen, Funktionen	33
2.1. Prozeß, System, Element, Struktur	34
2.2. Signal und Information	35
2.3. Wirkungsschema, Signalfußdarstellung	42
2.4. Darstellung im technologischen Schema	47
2.5. Messen, Stellen, Steuern	47
2.5.1. Messen	47
2.5.2. Stellen	56
2.5.3. Steuern	62
3. Grundkonzepte der Automatisierungstechnik	65
3.1. Prozeßüberwachung	68
3.2. Prozeßsicherung	69
3.3. Prozeßstabilisierung	71
3.4. Prozeßführung	74
3.5. Prozeßoptimierung	75
4. Diskrete Steuerungen	77
4.1. Allgemeines	77
4.1.1. Einteilung und prinzipieller Aufbau von diskreten Steuerungen	77
4.1.2. Zur Bearbeitung von Steuerungsaufgaben	81
4.1.3. Prozeßbeschreibung durch Graphen	83
4.2. Schaltsysteme	86
4.2.1. Schaltelemente	87
4.2.2. Einführung in die Schaltalgebra	94

4.3.	Mikrorechner in Steuereinrichtungen	100
4.3.1.	Entwicklung mikroelektronischer Schaltkreise	100
4.3.2.	Darstellung und Kodierung digitaler Informationen	106
4.3.3.	Aufbau und Arbeitsweise von Mikrorechnern	111
4.3.3.1.	Mikroprozessoren und Mikrorechner als Teil eines Steuerungssystems	111
4.3.3.2.	Grundaufbau des Mikroprozessors	113
4.3.3.3.	Speicherbausteine	116
4.3.3.4.	Datenübertragung im Mikrorechner	117
4.3.3.5.	Befehlsabarbeitung im Mikrorechner	117
4.3.3.6.	Sprünge und Programmverzweigungen	119
4.3.3.7.	Interrupt	120
4.3.4.	Datenflußplan und Programmablaufplan	121
4.3.5.	Zur Programmierung von Mikrorechnern	125
4.3.5.1.	Befehlsformate	126
4.3.5.2.	Programmgestaltung	126
4.3.5.3.	Programmierung in Assemblersprache	128
4.3.5.4.	Anwendung höherer Programmiersprachen	130
5.	Mathematische Beschreibung analoger Steuerungselemente	138
5.1.	Ziele der mathematischen Beschreibung	138
5.2.	Voraussetzungen der mathematischen Beschreibung	139
5.3.	Beschreibung des stationären Verhaltens	142
5.3.1.	Stationäres Verhalten von Proportionalgliedern	142
5.3.2.	Linearisierung statischer Kennlinien	145
5.3.3.	Stationäres Verhalten von Integrier- und Differenziergliedern	147
5.4.	Beschreibung des dynamischen Verhaltens im Zeitbereich	150
5.4.1.	Beschreibung durch die Differentialgleichung	151
5.4.2.	Antwortfunktionen auf spezielle Eingangssignale	159
5.4.2.1.	Sprungantwort und Übergangsfunktion	159
5.4.2.2.	Anstiegsantwort und Impulsantwort	164
5.4.2.3.	Übertragungsglieder mit Laufzeit	167
5.4.3.	Beschreibung des Zustands	168
5.5.	Beschreibung des dynamischen Verhaltens im Frequenzbereich	170
5.5.1.	Frequenzgang und Ortskurve	172
5.5.2.	Frequenzkennlinien	177
5.6.	Zusammenhang zwischen Zeitbereich und Frequenzbereich	184
5.6.1.	Fourier-Integral und Laplace-Transformation	184
5.6.2.	Übertragungsfunktion	188
5.6.3.	Anfangs- und Endwertsatz	190
5.7.	Zusammenschaltung von Übertragungsgliedern	191
5.7.1.	Reihenschaltung	191
5.7.2.	Parallelschaltung	193
5.7.3.	Kreisschaltung	194
5.8.	Simulation des Übertragungsverhaltens	196
6.	Regelalgorithmen und Regeleinrichtungen	201
6.1.	Aufgaben einer Regeleinrichtung	201
6.2.	Übertragungsverhalten von Regeleinrichtungen	202

6.2.1.	P-Verhalten	203
6.2.2.	I-Verhalten	205
6.2.3.	PI-Verhalten	206
6.2.4.	PD-Verhalten	207
6.2.5.	PID-Verhalten	207
6.3.	Aufbau stetiger Regler	208
6.3.1.	Regler ohne Hilfsenergie	208
6.3.2.	Verstärker und Rückführungen	208
6.3.3.	Einstellparameter des Reglers	214
6.4.	Digitale Regler	217
6.4.1.	Digitaler PID-Regler	219
6.4.2.	Regler mit endlicher Einstellzeit (Dead-beat-Regler)	220
7.	Beschreibung von Automatisierungsobjekten – Prozeßanalyse/Modellbildung. ..	223
7.1.	Ziele und Inhalt der Prozeßanalyse und Modellbildung	224
7.1.1.	Zum Modellbegriff	224
7.1.2.	Ziele der Modellbildung	226
7.1.3.	Zur Modellbildung in der Technik	227
7.1.4.	Methoden der Modellbildung	228
7.1.5.	Modellgüte, Aufwand, Nutzung der Modelle	230
7.1.6.	Modellformen	231
7.1.7.	Automatisierungsobjekt/Steuerstrecke	233
7.2.	Theoretische Prozeßanalyse/Modellbildung	236
7.2.1.	Besonderheiten der theoretischen Prozeßanalyse	236
7.2.2.	Teilschritte der theoretischen Prozeßanalyse	237
7.2.3.	Zur Methode der Bilanzgleichungen	241
7.2.4.	Ergänzende und ordnende Aspekte	249
7.2.5.	Zur Modellbildung für diskrete Produktionsprozesse	249
7.3.	Experimentelle Prozeßanalyse/Modellbildung	253
7.3.1.	Modelle für Signale und Systeme	255
7.3.2.	Zur Modellgenauigkeit	257
7.3.3.	Zum Ablauf der experimentellen Prozeßanalyse	258
7.3.4.	Zur Wahl der Testsignale	260
7.3.5.	Zur Lösung des Approximationsproblems	263
7.3.6.	Methoden zur Ermittlung statischer Modelle	264
7.3.7.	Methoden zur Ermittlung dynamischer Modelle	265
8.	Entwurf und Verhalten von Regelkreisen	272
8.1.	Einschleifiger Regelkreis	272
8.1.1.	Statisches Verhalten von Regelkreisen	273
8.1.2.	Dynamisches Verhalten von Regelkreisen	276
8.1.3.	Stabilitätsuntersuchungen	280
8.1.3.1.	Stabilitätsuntersuchung mit Hilfe von Differentialgleichungen	280
8.1.3.2.	Stabilitätsuntersuchung mit Hilfe von Ortskurven	282
8.1.4.	Günstige Einstellung von Reglern	285
8.1.4.1.	Gütekriterien	286
8.1.4.2.	Einstellregeln	288
8.2.	Erweiterte Regelungsstrukturen zur Verbesserung des Verhaltens	290
8.2.1.	Regelkreise mit Störgrößenaufschaltung	291

8.2.2.	Regelkreise mit Hilfsregelgröße	292
8.2.3.	Regelkreise mit Hilfsstellgröße	295
8.3.	Mehrgrößenregelungen	297
8.4.	Adaptive Systeme	299
9.	Systeme mit nichtlinearen Elementen	302
9.1.	Allgemeine Bemerkungen	302
9.2.	Methode der Beschreibungsfunktion	304
9.3.	Methode der Zustands- oder Phasenebene	306
9.4.	Zweipunktregelungen	309
9.5.	Vergleichendes Anwendungsbeispiel	311
10.	Konzipierung und Entwurf von Automatisierungslösungen	314
10.1.	Allgemeine Bemerkungen	314
10.2.	Rechnergestützte Arbeit am Beispiel des Reglerentwurfs	315
10.3.	Entwurfsbeispiel/Simulation	318
	Literaturverzeichnis	326
	Sachwörterverzeichnis	328