

Grundlagen der Automatisierungstechnik

F. Puente León

Berichte über Verteilte Messsysteme

Band 1

Fernando Puente León

Grundlagen der Automatisierungstechnik

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6128-3

ISSN 1864-6379

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407/95 96 - 0 • Telefax: 02407/95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einführung	7
1.1 Aufgaben der Automatisierungstechnik	7
1.2 Einführende Beispiele	9
1.2.1 Regelung der Wassertemperatur beim Duschen . .	9
1.2.2 Heizungssteuerung	10
1.2.3 Regelung der Raumtemperatur	11
1.2.4 Der „Lernvorgang“	12
1.3 Begriffe	13
1.4 Steuern und Regeln	17
1.5 Darstellungsmöglichkeiten von Systemen	18
2 Mathematische Beschreibung linearer Systeme	25
2.1 Systeme und Signale	25
2.1.1 Systemeigenschaften	26
2.1.2 Beharrungsverhalten	27
2.1.3 Systembeschreibung mittels Differentialgleichungen	30
2.2 Testfunktionen	36
2.2.1 Die Impulsfunktion	36
2.2.2 Die Sprungfunktion	37
2.2.3 Die Rampenfunktion	37
2.2.4 Die Sinusfunktion	38
2.3 Frequenzgang	39
2.3.1 Die Ortskurve oder das Nyquist-Diagramm	41
2.3.2 Das Bode-Diagramm	43
2.4 Laplace-Transformation und Übertragungsfunktion	48
2.4.1 Laplace-Transformation	48
2.4.2 Übertragungsfunktion	52
2.4.3 Partialbruchzerlegung	53
2.4.4 Pole und Nullstellen der Übertragungsfunktion . .	60

2.5	Ketten-, Parallel- und Kreisschaltung	62
2.5.1	Kettenschaltung	62
2.5.2	Parallelschaltung	62
2.5.3	Kreisschaltung	63
2.6	Vereinfachung von Blockschaltbildern	63
2.7	Übertragungsverhalten einfacher Systeme	66
2.7.1	Proportionalglied (P-Glied)	66
2.7.2	Integrierglied (I-Glied)	68
2.7.3	Differenzierglied (D-Glied)	69
2.7.4	Totzeitglied (T_t -Glied)	71
2.7.5	Verzögerungsglied 1. Ordnung (P- T_1 -Glied)	72
2.7.6	Verzögerungsglied 2. Ordnung (P- T_2 -Glied)	73
2.7.7	Reales D-Glied (D- T_1 -Glied)	74
2.7.8	PD-Glied	75
2.7.9	PI-Glied	76
2.7.10	PID-Glied	77
2.8	P- T_2 -Glied	79
2.9	Zusammengesetzte Übertragungsglieder	89
2.10	Konstruktion des Bode-Diagramms	91
3	Der Regelkreis	95
3.1	Übertragungsfunktion des Regelkreises	95
3.2	Stabilität	97
3.3	Frequenzgang des offenen Kreises	101
3.3.1	Nyquist-Kriterium	102
3.3.2	Amplitudenreserve und Phasenreserve	104
3.4	Wirkung eines Reglers und Reglerauswahl	106
3.4.1	Wirkung eines Reglers	106
3.4.2	Reglerauswahl	110
3.5	Einstellregeln für Regler	114
3.5.1	Einstellregeln nach Ziegler und Nichols	114
3.5.2	Einstellregeln auf der Grundlage der angenäherten Übertragungsfunktion	115
4	Vermaschte Regelkreise	117
4.1	Störgrößenaufschaltung	117
4.2	Hilfsgrößenaufschaltung	119
4.3	Zeitplanregelung	121

4.4	Verhältnisregelung	121
4.5	Kaskadenregelung	122
4.6	Kaskaden-Verhältnisregelung	122
4.7	Beispiele	124
4.7.1	Destillationskolonne	125
4.7.2	Regelung einer Tiefenanlage	125
5	Industrielle Steuerungen	129
5.1	Strukturierung von Automatisierungssystemen	129
5.2	Einteilung von Steuerungen	132
5.2.1	Steuerungen nach der Art der Signaldarstellung	134
5.2.2	Steuerungen nach der Art der Signalverarbeitung	135
5.2.3	Programmverwirklichung	136
5.2.4	Aufbauorganisation	140
5.3	Realisierung von Schaltfunktionen	141
5.3.1	Normalform	142
5.3.2	Vereinfachung von Schaltfunktionen	145
6	Speicherprogrammierbare Steuerungen	149
6.1	Architektur	149
6.2	Programmablauf	151
6.3	Programmierung	154
6.4	Programmiersprachen	158
6.4.1	Anweisungsliste (AWL)	158
6.4.2	Funktionsbausteinsprache (FBS)	159
6.4.3	Kontaktplan (KOP)	159
6.4.4	Strukturierter Text (ST)	160
6.4.5	Ablaufsprache (AS)	161
6.5	SPS-Befehlsreferenz	163
6.5.1	Operanden	163
6.5.2	Operationen	164
7	Feldbusse	173
7.1	Netztopologien	174
7.2	Protokolle	175
7.2.1	Bitübertragungsschicht	178
7.2.2	Verbindungsschicht	180
7.3	Eigenschaften von Feldbussen	191

7.4	CAN	193
7.4.1	Bitübertragungsschicht	194
7.4.2	Verbindungsschicht	196
7.4.3	Fehlerbehandlung	202
7.4.4	Anwendungsschicht	205
7.5	Profibus	209
7.5.1	Bitübertragungsschicht	209
7.5.2	Verbindungsschicht	212
7.5.3	Schnittstelle zum Anwender	213
7.5.4	Profile	216
	Literatur	219
	Index	221