

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
<b>Teil 1 Grundlagen</b>	<b>11</b>
Kapitel 1 Systeme und deren Beschreibung	13
1.1 Einführung	13
1.2 Systemkonzept, Eingangs- bzw. Ausgangsgrößen	14
1.3 Festlegung auf bestimmte Systemklassen	18
1.4 Lineare und zeitinvariante Systeme	21
Kapitel 2 Lösung der Systemgleichungen	33
2.1 Einführung	33
2.2 Lösung im Zeitbereich	33
2.3 Lösung mit Hilfe der <i>Laplace</i> -Transformation	42
Kapitel 3 Übertragungsfunktion	49
3.1 Einführung	49
3.2 Ermittlung der Systemantwort	50
3.3 Struktur der Übertragungsfunktion	51
3.4 Pole und Nullstellen der Übertragungsfunktion	52
3.5 Rechnen mit Übertragungsfunktionen	52
3.6 Eigenfunktionen	57
Kapitel 4 Diagonalform eines Systems	65
4.1 Einführung	65
4.2 Diagonalisierung eines Systems	65
Kapitel 5 Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit	77
5.1 Einführung	77
5.2 Der Fall „verschiedene Eigenwerte“	77
5.3 Der allgemeine Fall: Definitionen und Kriterien	78
5.4 Beispiele	80

Kapitel 6	Stabilität	85
6.1	Stabilitätsbegriffe	85
6.2	Methoden zur Stabilitätsüberprüfung	96
6.3	Das <i>Nyquist</i> -Kriterium	106
Kapitel 7	Zeitdiskrete, lineare und zeitinvariante Systeme	115
7.1	Einführung	115
7.2	Lösung der Systemgleichungen	115
7.3	$z$ -Übertragungsfunktion	123
7.4	Diagonalform	129
7.5	Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit	133
7.6	Stabilität	137
7.7	Der digitale Regelkreis	145
<b>Teil 2</b>	<b>Entwurfsspezifikationen</b>	<b>159</b>
Kapitel 8	Anforderungen an einen Regelkreis	161
8.1	Einführung	161
8.2	Stabilität	165
8.3	Dynamisches Verhalten	167
8.4	Stationäres Verhalten	168
Kapitel 9	Spezifikation von Regelkreiseigenschaften	169
9.1	Stabilität und Stabilitätsgüte	169
9.2	Spezifikation des dynamischen Verhaltens	178
9.3	Spezifikation des stationären Verhaltens	182
Kapitel 10	Einschränkungen beim Entwurf	185
10.1	Motivation	185
10.2	Einschränkungen durch die Strecke $P(s)$	185
10.3	Weitere Einschränkungen	197
Kapitel 11	Systeme mit dominantem Polpaar	201
11.1	Einführung	201
11.2	Analyse der Sprungantwort	202
11.3	Frequenzgang des offenen Kreises	202

Kapitel 12	<i>Youla</i> -Parametrisierung	207
12.1	Einleitung und Motivation	207
12.2	Reglerparametrisierung für den Standardregelkreis	207
12.3	Reglerparametrisierung für die erweiterte Regelkreisstruktur	215
12.4	<i>Youla</i> -Parametrisierung, zeitdiskreter Fall	219
Kapitel 13	Verfahren zur Erfüllung der Spezifikationen	223
13.1	Einstellregeln für Standardregler	223
13.2	Reglerentwurf mit <i>Bode</i> -Diagrammen	224
13.3	Algebraische Synthese	226
13.4	Entwurf von Zustandsreglern und Beobachtern	228
<b>Teil 3</b>	<b>Modellierung von Systemen – drei Fallstudien</b>	<b>229</b>
Kapitel 14	Modellbildung	231
14.1	Einführung	231
14.2	Das 3-Tank-System	232
14.3	Balken mit flexiblem Gelenk	242
14.4	Das Schwungradpendel	248
<b>Teil 4</b>	<b>Rechnerunterstützter Entwurf von Regelkreisen</b>	<b>255</b>
Kapitel 15	Dimensionierung von Standardreglern	257
15.1	Übersicht	257
15.2	Standardregler	257
15.3	Einstellregeln nach <i>Ziegler-Nichols</i>	259
15.4	Einstellung nach der T-Summen-Regel	268
Kapitel 16	Synthese mit <i>Bode</i> -Diagrammen, zeitkontinuierlicher Fall	271
16.1	Einführung und Übersicht	271
16.2	Dimensionierung von Korrekturgliedern	273
16.3	Ein „klassisches“ Frequenzkennlinien-Verfahren	282
16.4	Ein alternativer Ansatz für $L(j\omega)$ – „ideale <i>Bode</i> -Charakteristik“	298

Kapitel 17	Synthese mit <i>Bode</i> -Diagrammen, zeitdiskreter Fall	309
17.1	Einführung und Übersicht	309
17.2	Direkte Reglerapproximation	311
17.3	Ein „klassisches“ Frequenzkennlinien-Verfahren	312
Kapitel 18	Algebraische Synthese, zeitkontinuierlicher Fall	317
18.1	Einführung	317
18.2	Grundlagen	318
18.3	Direkte Reglerberechnung	321
18.4	Entwurf für den Standardregelkreis – „Polvorgabe“	323
18.5	Entwurf für eine erweiterte Regelkreisstruktur	327
18.6	Erweiterungen der algebraischen Synthese	331
18.7	Vorschlag zur Wahl von $T(s)$	346
Kapitel 19	Algebraische Synthese, zeitdiskreter Fall	355
19.1	Grundlagen	355
19.2	Syntheseverfahren	357
19.3	Erweiterungen der algebraischen Synthese	359
19.4	Wahl von $T(z)$	363
19.5	Einsatz der Linearen Programmierung	366
Kapitel 20	Entwurf von Zustandsreglern und Beobachtern, zeitkontinuierlicher Fall	395
20.1	Entwurf eines Zustandsreglers	395
20.2	Entwurf eines Beobachters	417
20.3	Einsatz von Beobachter <i>und</i> Zustandsregler (Kontrollbeobachter)	425
Kapitel 21	Entwurf von Zustandsreglern und Beobachtern, zeitdiskreter Fall	435
21.1	Entwurf eines zeitdiskreten Zustandsreglers	435
21.2	Entwurf eines diskreten Beobachters	442
21.3	Einsatz von Beobachter <i>und</i> Zustandsregler (Kontrollbeobachter)	446
	Literaturverzeichnis	451
	Sachregister	455