

Claus Becker • Lothar Litz • Gerhard Siffling

Regelungstechnik Übungsbuch

Mit einem Geleitwort von Otto Föllinger

4., überarbeitete Auflage

Hüthig Buch Verlag Heidelberg

Inhaltsverzeichnis

		Aufgabe	Lösung
i			
'	1		
	1	<u>Systemgleichungen und Strukturbild</u> (C. Becker)	
	1.1	Funktionalbeziehungen, Strukturbild	1 11
	1.2	Strukturbild, Normierung, Parameterwerte	2 15
	1.3	Übertragungsfunktion, Normierung (•)	3 21
	1.4	Ruhelage, Linearisierung	4 24
i	1.5	Kennlinie, Linearisierung um Sollverläufe	5 27
	1.6	Strukturbild, Regelkreis (*)	6 31
»	1.7	Übertragungsfunktion, Normierung (*)	7 32
(1.8	Normierung (•)	8 32
r	1.9	Kennlinie, Linearisierung (•)	9 34
	1.10	Ruhelage, Linearisierung (•)	10 35
	2	<u>Stabilität und Frequenzgang</u> (C. Becker)	
I	2.1	Verzögerungssystem, Ortskurve	36 42
	2.2	Totzeitregelung, Ortskurve	36 46
I	2.3	Allgemeines Nyquist-Kriterium, Hurwitz-Kriterium	37 48
	2.4	Gemessener Frequenzgang (*)	38 53
	2.5	Obertragungsfunktion, Frequenzgang (*)	39 54
	2.6	Nyquist-Kriterium, Hurwitz-Kriterium (•)	40 55
	2.7	Nyquist-Kriterium, Hurwitz-Kriterium (•)	41 56
	3	<u>Reglerentwurf im Bildbereich</u> (G. Siffling)	
	3.1	Einführung in das Frequenzkennlinienverfahren	58 72
	3.2	Stabilitätsprüfung mit Frequenzkennlinien	59 81
	3.3	Einführung in das Wurzelortskurvenverfahren	60 85
	3.4	Wurzelortskurven bei einem instabilen offenen Regelkreis mit Nullstellen im Endlichen	61 95
	3.5	Einführung in die Parameteroptimierung	62 103
	3.6	Reglerentwurf bei gemessenen Frequenzkennlinien der Regelstrecke (•)	63 112
	3.7	Frequenzkennlinien bei einem unterlagerten Regelkreis (*) t	65 113
	3.8	Rechnerische Berücksichtigung einer vorgeschriebenen Phasenreserve ϵ_n (*)	66 115
	3.9	Wurzelortskurven: Die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises hat drei Pole (*)	67 116
	3.10	Wurzelortskurven: Die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises hat vier Pole (•)	68 123

(•) Die Lösung zu dieser Aufgabe enthält keinen Lösungsansatz.

	Aufgabe	Lösung
3.11 Wurzelortskurven: Die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises hat drei Pole und eine Nullstelle (*)	69	128
3.12 Quadratische Regelfläche bei einem Regelkreis ohne Integralglied (*)	70	1 33
3.13 Einstellregeln nach Ziegler und Nichols bei einer Strecke mit Totzeit (*)	71	135
4 <u>Mehrfachregelungen im Bildbereich</u> (G. Siffling)		
4.1 Einführung in die Mehrfachregelungen	137	153
4.2 Serienentkopplung bei einer Strecke mit Totzeit, Stationäre Entkopplung, Verbesserte Stationäre Entkopplung	138	162
4.3 Serienentkopplung bei einer Strecke mit innerer Rückführung	140	167
4.4 Einführung in die Stabilitätsprüfung	142	170
4.5 Stabilitätsprüfung bei einem einseitig gekoppelten Zweifachregelkreis	143	175
4.6 Parallelentkopplung (*)	144	184
4.7 Einige allgemeine Entkopplungsstrukturen (*)	146	189
4.8 Stabilitätsprüfung bei einem Zweifachregelkreis mit instabilem Teilsystem (*)	148	191
4.9 Stabilitätsprüfung bei einem Dreifachregelkreis (*)	149	194
4.10 Entkopplung und Stabilitätsprüfung, wenn die Regelstrecke im Zustandsraum beschrieben ist (*)	151	196
5 <u>Systembeschreibung im Zustandsraum</u> (L. Litz)		
5.1 Zustandsgleichungen aus Differentialgleichungen, Regelungsnormalform, Beobachtungsnormalform	199	213
5.2 Zustandsgleichungen aus dem Strukturbild	200	218
5.3 Lösung der Zustandsgleichungen	201	222
5.4 Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit	202	224
5.5 Transformation auf Jordanform, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit	204	229
5.6 Regelungsnormalform aus Differentialgleichungen (*)	206	238
5.7 Zustandsgleichungen aus dem Strukturbild (*)	207	238
5.8 Lösung der Zustandsgleichungen (•)	208	240
5.9 Übertragungsfunktion aus en Zustandsgleichungen, Jordansche Normalform aus der Differentialgleichung	209	241
5.10 Transformation auf Regelungsnormalform, Transformation auf Jordanform	210	244
5.11 Zustandsdifferentialgleichung aus Differentialgleichungen (•)	212	249

(*) Die Lösung zu dieser Aufgabe enthält keinen Lösungsansatz.

	Aufgabe	Lösung
6 <u>Regelungssynthese im Zustandsraum</u> (L. Litz)		
6.1 Vorfilter-Entwurf	250	260
6.2 Direkte Lösung des Polvorgabeproblems	251	262
6.3 Entwurf auf endliche Einstellzeit	251	265
6.4 Modale Regelung	252	267
6.5 Beobachterentwurf	253	271
6.6 Berücksichtigung von Störgrößen	254	276
6.7 Polvorgabe nach allgemeiner Formel	255	278
6.8 Polvorgabe durch direkte Auswertung (*)	256	280
6.9 Beobachterentwurf nach allgemeiner Formel (•)	256	282
6.10 Störgrößenmodell (*)	257	285
7 Schrifttum		288

(•) Die Lösung zu dieser Aufgabe enthält keinen Lösungsansatz.