

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Aufgaben	7
1 Einführung	9
1.1 Einführende Beispiele für Regelungen	9
1.2 Komponenten und Signale im Regelkreis	11
1.3 Steuern vs. Regeln	13
1.4 Arten der Regelung	15
1.5 Führungs- und Störverhalten	15
1.6 Sonstiges	15
2 Die Regelstrecke	17
2.1 Allgemeines	17
2.2 Strecken mit und ohne Ausgleich	20
2.3 Regelstrecken im Blockschaltbild	22
2.4 Statische Kennlinien	24
2.5 $P-T_0$ -Strecken	27
2.6 $P-T_1$ -Strecken	30
2.7 $P-T_n$ -Strecken	36
2.8 Schwingfähige Strecken	41
2.9 Strecken mit Totzeit	43
2.10 I-Strecken	44
2.11 Identifikation von Regelstrecken	46
2.12 Stellglieder	48
3 Regelungen mit PID-Reglern	50
3.1 Allgemeines	50
3.2 Gütekriterien für das Regelkreisverhalten	52
3.3 P-Regler	53
3.4 I-Regler	59
3.5 PI-, PD- und PID-Regler	61
3.6 Realisierung von PID-Reglern	72
4 Entwurf von PID-Reglern	73
4.1 Allgemeines	73
4.2 Entwurf für Strecken mit Ausgleich	74
4.3 Entwurf für Strecken ohne Ausgleich	79
5 Regelungen mit un stetigen Reglern	81
5.1 Allgemeines	81
5.2 Zweipunkt-Regler ohne Hysterese	82
5.3 Zweipunkt-Regler mit Hysterese	86
5.4 Dreipunkt-Regler	92
5.5 Unstetige Regler mit Rückführung	92
6 Vermaschte Regelkreise	93

6.1	Kaskadenregelung.....	93
6.2	Sonstiges.....	93
7	Digitale Regelung	95
7.1	Grundlagen.....	95
7.2	Digitaler PID-Regler	97
7.3	Reglerentwurf	98
8	Regelungstechnik im Frequenzbereich	99
8.1	Grundlagen.....	99
8.2	Bode-Diagramm.....	101
8.3	Ortskurve.....	105
8.4	PID-Regler	110
8.5	Nyquist-Kriterium.....	110
8.6	Reglerentwurf	114
Teil II: Lösungen		115
1	Einführung	117
1.1	Einführende Beispiele für Regelungen	117
1.2	Komponenten und Signale im Regelkreis.....	118
1.3	Steuern vs. Regeln.....	120
1.4	Arten der Regelung.....	122
1.5	Führungs- und Störverhalten	122
1.6	Sonstiges.....	123
2	Die Regelstrecke	125
2.1	Allgemeines	125
2.2	Strecken mit und ohne Ausgleich	127
2.3	Regelstrecken im Blockschaltbild	129
2.4	Statische Kennlinien.....	131
2.5	P-T ₀ -Strecken	134
2.6	P-T ₁ -Strecken	135
2.7	P-T _n -Strecken	143
2.8	Schwingfähige Strecken	149
2.9	Strecken mit Totzeit	151
2.10	I-Strecken	152
2.11	Identifikation von Regelstrecken	154
2.12	Stellglieder	158
3	Regelungen mit PID-Reglern	159
3.1	Allgemeines	159
3.2	Gütekriterien für das Regelkreisverhalten.....	160
3.3	P-Regler.....	162
3.4	I-Regler.....	168
3.5	PI-, PD- und PID-Regler	169
3.6	Realisierung von Reglern	180
4	Entwurf von PID-Reglern	181
4.1	Allgemeines	181

4.2	Entwurf für Strecken mit Ausgleich	182
4.3	Entwurf für Strecken ohne Ausgleich	189
5	Regelungen mit unstetigen Reglern	191
5.1	Allgemeines	191
5.2	Zweipunkt-Regler ohne Hysterese	192
5.3	Zweipunkt-Regler mit Hysterese	197
5.4	Dreipunkt-Regler	204
5.5	Unstetige Regler mit Rückführung	205
6	Vermaschte Regelkreise	206
6.1	Kaskadenregelung	206
6.2	Sonstiges	206
7	Digitale Regelung	207
7.1	Grundlagen	207
7.2	Digitaler PID-Regler	209
7.3	Reglerentwurf	210
8	Regelungstechnik im Frequenzbereich	212
8.1	Grundlagen	212
8.2	Bode-Diagramm	215
8.3	Ortskurve	219
8.4	PID-Regler	221
8.5	Nyquist-Kriterium	222
8.6	Reglerentwurf	226
Anhang		229
	Quellenverzeichnis	231
	Regelbarkeit	231
	Identifikation nach dem Wendetangentenverfahren	231
	Identifikation nach dem Verfahren der Zeitprozentkennwerte	232
	Einstellregeln nach <i>Ziegler/Nichols</i> (Schwingversuch)	233
	Einstellregeln nach <i>Ziegler/Nichols</i> (Sprungantwort-Verfahren)	233
	Einstellregeln nach <i>Chien, Hrones</i> und <i>Reswick</i> für Strecken mit Ausgleich	233
	Einstellregeln nach <i>Chien, Hrones</i> und <i>Reswick</i> für Strecken ohne Ausgleich	234
	Einstellregeln nach <i>Oppelt</i>	235
	Einstellregeln nach <i>Kuhn</i>	235
	Einstellregeln nach dem Betragsoptimum (eine große Zeitkonstante T_1)	236
	Einstellregeln nach dem Betragsoptimum (zwei große Zeitkonstanten T_1 und T_2)	236
	Einstellregeln nach <i>Takahashi</i> (Sprungantwort-Verfahren)	236
	Einstellregeln nach <i>Takahashi</i> (Schwingversuch)	236