

# Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe der Regeltechnik .....	1
	1.1 Steuerung .....	1
	1.2 Regelung .....	3
	1.3 Begriffe und Definitionen .....	5
	1.4 Wirkschaltplan, Blockschaltplan .....	7
2	Berechnung von Regelkreisen .....	10
	2.1 Stationäres Verhalten .....	10
	2.1.1 Verstärkungen .....	10
	2.1.2 Störgrößen .....	12
	2.1.3 Statische Kennlinien .....	18
	2.2 Dynamisches Verhalten .....	26
	2.2.1 Differentialgleichungen .....	27
	2.2.2 Sprung-, Rampen- und Fahrkurvenfunktion .....	29
	2.2.3 Komplexe Rechnung .....	36
	2.2.4 Carson-Laplace-Transformation .....	38
	2.2.5 Übertragungsfunktion und Frequenzgang .....	47
3	Regelkreisglieder.....	60
	3.1 Lineare Regelkreisglieder .....	64
	3.1.1 P-Glied .....	64
	3.1.2 I-Glied .....	67
	3.1.3 D-Glied .....	72
	3.1.4 PI-Regler .....	73
	3.1.5 PD-Regler .....	78
	3.1.6 PID-Regler .....	82
	3.1.7 PT <sub>1</sub> -Glied .....	87
	3.1.8 PT <sub>2</sub> -Glied und PT <sub>n</sub> -Glied .....	94
	3.1.9 PT <sub>t</sub> -Glied .....	105
	3.1.10 PT <sub>a</sub> -Glied .....	109

---

3.2	Nichtlineare Regelkreisglieder .....	120
3.2.1	Linearisierung .....	120
3.2.2	Beschreibungsfunktion .....	123
3.3	Umformen von Blockschaltplänen .....	135
3.3.1	Regeln für lineare Regelkreisglieder .....	135
3.3.2	Regeln für nichtlineare Regelkreisglieder .....	136
4	Komponenten der Automatisierung .....	141
4.1	Regler .....	141
4.1.1	Aufbau Wirkungsweise .....	142
4.1.2	Praktische Reglereinstellung .....	147
4.2	Sollwertgeber .....	154
4.3	Stellgeräte .....	159
4.3.1	Stromrichter .....	159
4.3.2	Ventile .....	164
4.3.3	Stellmotoren und Linearantriebe .....	167
4.4	Meßeinrichtungen, Meßumformer .....	172
5	Stabilitätskriterien und Optimierung .....	177
5.1	Stabilitätsbegriff .....	177
5.2	Bode-Diagramm .....	181
5.3	Nyquist-Kriterium .....	196
5.4	Zwei-Ortskurven-Verfahren (Z.O.V.) .....	211
5.5	Regelkreisoptimierung .....	224
5.5.1	Integralkriterien .....	224
5.5.2	Symmetrisches Optimum .....	233
5.5.3	Aufhebungskompensation .....	240
5.5.4	Störgrößenaufschaltung .....	245
5.5.5	Kaskadenregelung .....	248
5.5.6	Adaptive Regelung .....	253
5.5.7	Abtastregelung .....	257

---

6	Ausgewählte Beispiele der Regeltechnik .....	265
6.1	Kontinuierliche Regelungen .....	265
6.1.1	Temperaturregelungen .....	265
6.1.2	Stoffgemischregelungen .....	273
6.1.3	Zwei- und Dreipunktregelungen .....	281
6.1.4	Geschwindigkeitsregelung für Schachtförderer	291
6.1.5	Drehzahlregelung von Asynchronmaschine .....	298
6.1.6	Regelung von Wickelantrieben für Stoffbahnen	305
6.1.7	Banddickenregelung .....	321
6.1.8	Regelung für das Streckrichten .....	328
6.2	Zeitdiskrete Regelungen .....	332
6.2.1	Piezoelektrische Regelung einer Meßtischachse	332
6.2.2	Regelung von Roboterantrieben mit Rechner....	336
6.2.3	Pitch-Regelung einer Windkraftanlage .....	341
6.2.4	Digitale Regelung von Fräsmaschinen mit CNC	346
6.2.5	Positionsregelung mit Linearmotor .....	349
6.2.6	pH-Wert-Regelung zur Abwasser-Neutralisation	351
7	Simulation, Optimierung mit SIMLER-PC.....	354
7.1	Das Programm SIMLER-PC und Regelalgorithmen....	354
7.1.1	Hardware und Schnittstellen .....	355
7.1.2	Menü-Führung und Programm-Handhabung .....	356
7.1.3	Identifikation und Regler-Optimierung .....	359
7.1.4	Stabilitätsaussage .....	362
7.2	Anwendungen .....	363
7.2.1	Das Bode-Diagramm .....	363
	PID-Regler und $PT_1$ - $PT_2$ - $PT_t$ -I-Strecke .....	363
	PID-Regler mit und ohne Begrenzung .....	364
7.2.2	Das Nyquist-Diagramm .....	366
	PID-Regler und Strecke 4. Ordnung .....	367

	7.2.3 Übergangsverhalten und Regleralgorithmen....	369
	PID-Regleralgorithmen .....	370
	Sprungantwort P-, PI- und PID-Regler .....	374
	Fahrkurvenantwort nicht optimaler PID-Regler	374
	Störsprung nach PT <sub>3</sub> -Strecke .....	377
	Fahrkurvenantwort + Störung bei t=T <sub>st</sub> .....	377
	Optimierung Allpaß-Strecke mit F <sub>Ra</sub> -Regler ....	380
	Optimale Brückenreglerregelung mit F <sub>Ra</sub> -Regler	382
	Optimierung einer Kaskadenregelung .....	384
	Einstellwerte PID-Regler im Vergleich .....	390
	Regleralgorithmus F <sub>Rt</sub> -Wurzelrekursion.....	393
	Durchfluß-Regelung mit Schwebekörper .....	396
8	Simulation mit MATLAB Simulink .....	400
	8.1 Anwendungen.....	400
9	Lösungen zu Aufgaben und Klausuren .....	405
	9.1 Aufgaben .....	405
	9.2 Klausuren .....	463
10	Literaturverzeichnis .....	476
	10.1 Mathematische und Elektrotechnische Grundlagen	476
	10.2 Bücher zu den Grundlagen der Regeltechnik .....	477
	10.3 Vertiefende Bücher zur Regeltechnik .....	478
	10.4 Aufsätze und Datenblätter .....	479
	10.5 Zum Rechnergestützten Regelkreisentwurf .....	481
	10.6 Kleine Wegbegleitung .....	482
11	Sachverzeichnis .....	483