

Inhaltsverzeichnis

1. Technischer Regelkreis 9

A: Theorie und Beispiele	10
Regelkreise aus dem Alltag	10
Prozess, System, Signal, Modell	13
Blockdiagramm	14
Steuerung und Regelung	15
Grundbegriffe nach DIN 19226	20
B: Fragen	22
C: Zusammenfassung	24
D: Aufgaben	25

2. Zwei- und Dreipunktregler 27

A: Theorie und Beispiele	28
Füllprozess und I-Glied	28
Prozesse mit und ohne Ausgleich	31
P-Glied	35
Addierer	36
PT ₁ -Glied	37
Totzeitglied	41
Schalter als Stellglied	43
Zweipunkt-Niveauregelung	46
Zweipunktregler an ausgleichender Strecke	53
Stetigähnliche Regelungen	56
B: Fragen	63
C: Zusammenfassung	70
D: Aufgaben	72

3. Linearität und Linearisierung75

A: Theorie und Beispiele	76
Linearität	76
Zeitinvarianz	82
Erwünschte und unerwünschte Nichtlinearität	84
Messung der statischen Kennlinie	86
Mathematische Erfassung einer Messkurve	89
Linearisierung durch Modelleinschränkung	92
Linearisierung durch Prozessveränderung	94
Klassifizierung technischer Systeme	98
B: Fragen	99
C: Zusammenfassung	102
D: Aufgaben	103

4. Gegenkopplung und Stabilität 107

A: Theorie und Beispiele	108
Wirkungen der Gegenkopplung	108
Das Stabilitätsproblem	108
Der Frequenzgang	117
Das Nyquistkriterium	127
Phasenreserve und Verstärkungsreserve	132
Sprungantwort und Stabilität	135
B: Fragen	138
C: Zusammenfassung	142
D: Aufgaben	143

5. PID-Regler 147

A: Theorie und Beispiele	148
Regler und Regelkreis	148
Ziel der Regelung - Regelgüte	149
Gleichstromantrieb als Strecke	152
P-Regler - Stationärer Zustand	155
I-Regler	160
PT ₂ -Glieder	163

PI-Regler	174
Messverzögerung und Stabilität	178
D-Glied - Störungsverstärkung	179
PID-Regler	183
PD-Regler	187
Empirische Einstellregeln	188
Einfluss des Störortes	198
Stellsignalbegrenzung und „wind-up“	200
Niveauregelung	202
Störgrössenaufschaltung und Kaskadenregelung	204
Systeme 2. Ordnung	207
Streckentypen, Reglerauswahl und Optimierung	212
B: Fragen	217
C: Zusammenfassung	225
D: Aufgaben	228

6. Prozessautomatisierung 233

A: Theorie und Beispiele	234
Prozessleitsysteme	234
Messeinrichtung (Sensoren)	236
Stelleinrichtung (Aktoren)	240
Regelgeräte	244
Proportionalband	251
Regelungstechnik: Theorie und Praxis	257
B: Fragen	259
C: Zusammenfassung	261
D: Aufgaben	262

Anhang 1: Simulation - Experimente	271
Anhang 2: Lösungen zu B und D	279
Lösungen B: Der technische Regelkreis	280
Lösungen D: Der technische Regelkreis	284
Lösungen B: Zwei- und Dreipunktregler	286
Lösungen D: Zwei- und Dreipunktregler	297
Lösungen B: Linearität und Linearisierung	307
Lösungen D: Linearität und Linearisierung	312
Lösungen B: Gegenkopplung und Stabilität	319
Lösungen D: Gegenkopplung und Stabilität	326
Lösungen B: PID-Regler	335
Lösungen D: PID-Regler	347
Lösungen B: Prozessautomatisierung	360
Lösungen D: Prozessautomatisierung	363
Anhang 3: Literaturhinweise	375
Anhang 4: Regelungstechnische Symbole	377
Anhang 5: LTI-Grundglieder	379
Anhang 6: Stichworte Deutsch - Englisch	389
Sachverzeichnis	393