

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Methodik der Modellermittlung und Modellbehandlung	3
2.1 Bausteine der Modelle	3
2.2 Werkzeuge	4
2.2.1 Die Übertragungsfunktion	5
2.2.2 Das Blockschaltbild	7
2.2.3 Die Simulation	13
2.3 Systematik der Modellermittlung	14
2.4 Die Modellbehandlung	17
2.5 Zusammenfassung	20
3 Lineare Modelle technischer Systeme mit Verzögerung 2. Ordnung	21
3.1 Elektrischer Reihenschwingkreis	22
3.1.1 Erarbeitung Blockschaltbild	22
3.1.2 Gesamtübertragungsfunktion	25
3.2 Einfaches Feder-Masse-System	27
3.2.1 Erarbeitung Blockschaltbild	27
3.2.2 Gesamtübertragungsfunktion	29
3.3 Permanentmagneterreger Gleichstrommotor	30
3.3.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes	31
3.3.2 Die Gesamtfunktion	34
3.4 Einfacher Hydraulikantrieb	38
3.4.1 Erarbeitung Blockschaltbild	38
3.4.2 Die Gesamtfunktion im Bildbereich	41
3.5 Heizplatte	46
3.5.1 Erarbeitung Blockschaltbild	46
3.5.2 Gesamtübertragungsfunktion	49
3.6 Zwei verbundene offene Flüssigkeitsbehälter	50
3.6.1 Erarbeitung Blockschaltbild	50
3.6.2 Die Gesamtübertragungsfunktion	53
3.7 Zusammenfassung	56
4 Technische Systeme mit typischen Nichtlinearitäten	57
4.1 Feder-Masse-Systeme mit nichtlinearen Reibungs- und Federcharakteristika	58
4.1.1 Fallende Kugel	58

4.1.2 Feder-Masse-System mit unterschiedlichen Reibkraftmodellen	61
4.1.3 Feder-Masse-System mit zwei Massen und Anschlag zum Schutz einer Feder	67
4.1.4 Feder-Masse-System mit Reibungskopplung und Ritzel-Zahnstange-Kopplung	74
4.2 Elektromagneterregter Drehschwinger	82
4.2.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes	82
4.2.2 Simulationsläufe	86
4.3 Hydraulikantrieb mit typischen Nichtlinearitäten	90
4.3.1 Erarbeitung der Blockschaltbilder	90
4.3.2 Simulationsläufe	96
4.4 Drehfeldmotoren	98
4.4.1 Asynchronmotor (ASM)	98
4.4.2 Elektronisch kommutierter Motor (ECM)	104
4.5 Zusammenfassung	108
5 Schaltungen mit Operationsverstärkern	109
5.1 Allgemeines Modell von Schaltungen mit Operationsverstärkern	109
5.2 Nicht invertierender Verstärker	113
5.3 Tiefpass als Beispiel einer invertierenden Beschaltung	115
5.4 Differenzverstärker	117
5.5 Astabiler Multivibrator	119
5.6 Wien-Oszillator	121
5.7 Zusammenfassung	124
6 Thermodynamische Systeme	125
6.1 Allgemeines geschlossenes thermodynamisches System	125
6.2 Allgemeines offenes thermodynamisches System	127
6.3 Druckflüssigkeitsspeicher als geschlossenes thermodynamisches System	129
6.3.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes	130
6.3.2 Simulationsläufe zur Verifizierung des Modells	132
6.4 Arbeitszylinder der Pneumatik als offenes thermodynamisches System	134
6.4.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes	134
6.4.2 Simulationslauf	138
6.5 Stirlingmotor mit Verdränger	141
6.5.1 Wirkprinzip von Stirlingmotoren	141
6.5.2 Erarbeitung des Blockschaltbildes	143
6.5.3 Simulationslauf	149
6.6 Stirlingmotor mit Arbeitszylinder und Kompressionszylinder	159
6.6.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes	159
6.6.2 Simulationslauf	165
6.7 Zusammenfassung	173

7 Wanderwellen in Leitungen.....	175
7.1 Wanderwellen in elektrischen Leitungen.....	175
7.1.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes.....	175
7.1.2 Simulationslauf.....	177
7.2 Wanderwellen in Flüssigkeitsleitungen.....	179
7.2.1 Erarbeitung des Blockschaltbildes.....	179
7.2.2 Simulationsläufe.....	183
7.3 Zusammenfassung.....	186
8 Geregelte Systeme.....	187
8.1 Stehendes Pendel.....	187
8.1.1 Modell des Antriebs.....	188
8.1.2 Modell des Mehrmassensystems Laufkatze-Pendel.....	189
8.1.3 Das Modell des Wirkungskreises Antrieb-Laufkatze.....	196
8.1.4 Das Modell des Regelkreises.....	198
8.1.5 Die Simulation des Regelkreisverhaltens.....	199
8.2 Lage geregelter elektrohydraulischer Antrieb mit Vierkantensteuerung ..	202
8.2.1 Modell der Regelstrecke.....	203
8.2.2 Wegsensor, Regler, Verstärker.....	207
8.2.3 Das Verhalten des Regelkreises.....	209
8.3 Bahnsteuerung eines elektrohydraulisch angetriebenen Rundtisches.....	212
8.3.1 Modell des Mehrmassensystems.....	213
8.3.2 Modelle der Antriebe.....	217
8.3.3 Das Gesamt-Modell des Rundtisches.....	221
8.3.4 Das Verhalten des Gesamtsystems.....	224
8.4 Punkt-zu-Punkt-Steuerung eines Luftschiffes.....	231
8.4.1 Ermittlung des Blockschaltbildes eines ferngesteuerten Luftschiffes.....	231
8.4.2 Verhalten eines ferngesteuerten Luftschiffes.....	236
8.4.3 Die Regelung des Luftschiffes in der x-y-Ebene.....	239
8.5 Temperaturregelung eines Trockenschrankes.....	245
8.5.1 Ermittlung von Blockschaltbildern der Regelstrecke.....	245
8.5.2 Simulation des Streckenverhaltens.....	250
8.5.3 Das Modell und das Verhalten der Regelung.....	253
8.6 Mooringregelung.....	256
8.6.1 Ermittlung von Blockschaltbildern.....	257
8.6.2 Simulation des Regelverhaltens.....	264
8.7 Zusammenfassung.....	270

Anhang A: Bausteine der Modellierung.....	271
Anhang B: PT2-Glied und DT2-Glied.....	276
Literaturverzeichnis.....	279
Sachverzeichnis.....	283