

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Danksagungen	6
1 Einleitung	11
1.1 Modellierung und Simulation	11
1.2 Arbeiten mit dem Buch	12
1.3 Verwendete Programme	15
I Signalorientierte Methoden	17
2 Arbeiten mit Blockdiagrammen	19
2.1 Erstellen einfacher Modelle in Simulink	19
2.2 Vektorsignale	28
2.3 Integration	33
2.4 Modellierung mit Xcos	38
3 Modellierung kontinuierlicher Systeme	41
3.1 Eindimensionale Systeme	41
3.2 Mehrdimensionale Systeme	47
3.3 Modellierung mit Xcos	57
4 Numerische Integrationsverfahren	59
4.1 Ein einfaches Modell des Integrator-Blocks	59
4.2 Das Anfangswertproblem	61
4.3 Einfache explizite Verfahren	64
4.4 Schrittweitensteuerung	68
4.5 Steife Systeme und implizite Verfahren	69
4.6 Solver in Matlab und Simulink	72
4.7 Solver in Scilab und Xcos	73
5 Erstellen eigener Blöcke	75
5.1 Submodelle	75
5.2 Maskieren von Submodellen	83
5.3 Modellierung mit Xcos	89
6 Entwicklung von Bibliotheken	93
6.1 Simulation von Regelkreisen	93
6.2 Prinzip der Fuzzy-Regelung	101

6.3	Fuzzy-Regler zur Positionierung einer Laufkatze	109
6.4	Modellierung mit Xcos	113
7	Analysen im Frequenzbereich	115
7.1	Problemstellung	115
7.2	Exkurs Fourieranalyse	116
7.3	Anwendung im Beispiel	122
7.4	Modellierung mit Xcos	128
8	Algebraische Schleifen	131
8.1	Schleifen in Modellen	131
8.2	Schleifen über Submodelle	135
8.3	Differenzialgleichungen mit Nebenbedingungen	141
8.4	DAE-Systeme in der Mechanik	146
8.5	Modellierung mit Xcos	153
9	Diskrete Systeme	157
9.1	Diskrete Entwicklungsgleichungen	157
9.2	Endliche Automaten	163
9.3	Schaltwerke in der Digitaltechnik	167
9.4	Steuerung eines Fahrstuhls	172
9.5	Ereignisgesteuerte Systeme	178
9.6	Modellierung mit Xcos	185
10	Programmierung eigener Blöcke	191
10.1	Grafische Ausgabe	191
10.2	Erweiterung der Funktionalität	200
10.3	Modellierung mit Xcos	206
11	»Hardware-in-the-Loop«-Simulation mit Simulink	209
11.1	Beispielsystem: Magnet-Schwebeanlage MLA 730	209
11.2	HiL-Simulation mit xPC Target	211
11.3	Modellierung des MLA 730	216
11.4	Regelung des MLA 730	221
II	Objektorientierte Methoden	227
12	System-Dynamics-Diagramme	229
12.1	Einfache Anwendungen mit MapleSim	229
12.2	Bevölkerungsmodelle	233
12.3	Räuber-Beute-Systeme	237
12.4	Das Weltmodell von Forrester	243
12.5	Fertigungstechnik	247
12.6	Kausalität von System-Dynamics-Diagrammen	252
12.7	Modellierung mit OpenModelica	253

13 Bondgraphen	257
13.1 Modellierung des Energieflusses	257
13.2 Grundlegende Elemente	260
13.3 Bondgraphen in der Elektrotechnik	265
13.4 Bondgraphen in der Mechanik	269
13.5 Bondgraphen in der Hydraulik	273
13.6 Kausale Bondgraphen	278
13.7 Ableitung der Zustandsgleichungen	282
13.8 Modellierung mit OpenModelica	286
14 Erste Schritte mit Physikalischer Modellierung	287
14.1 Erstellen von Modellen mit MapleSim	287
14.2 Arbeiten mit den Basisbibliotheken	292
14.3 Erstellen von Subsystemen	299
14.4 Eigene Komponenten mit Modelica	302
14.5 Modellierung mit OpenModelica	308
15 Simulationsverfahren zur Physikalischen Modellierung	311
15.1 Sortierung der Gleichungen	311
15.2 Algebraische Schleifen	314
15.3 Strukturell singuläre Systeme	318
16 Simulation eines Triebstrangs	323
16.1 Aufbau eines einfachen Fahrzeug-Antriebsstrangs	323
16.2 Motormodell als Subsystem	327
16.3 Erweiterung der Modelle für Kupplung und Schaltgetriebe	330
16.4 Modellierung eines Differenzialgetriebes	334
16.5 Systemgrenzen im Modell	338
16.6 Beschleunigen auf Höchstgeschwindigkeit	342
16.7 Modellierung mit OpenModelica	347
17 Mehrkörpersysteme	349
17.1 Pendel	349
17.2 Einfacher Roboter	355
17.3 Fahrzeug-Federung	362
17.4 Trébuchet	372
17.5 Modellierung mit OpenModelica	375
18 Entwicklung einer Thermodynamik-Bibliothek	377
18.1 Modelle für geschlossene Systeme	377
18.2 Modelle für offene Systeme	386
18.3 Beschreibung von Medien	392
18.4 Modellierung mit OpenModelica	400
A Mathematische und physikalische Ergänzungen	403
A.1 Laplace-Transformation	403
A.2 Euler-Lagrange-Formalismus	404

A.3 Berechnung von Butterworth-Filtern	407
A.4 Thermodynamische Zustandsgleichungen	410
Lösungen der Aufgaben	415
Kapitel 2	415
Kapitel 3	424
Kapitel 4	435
Kapitel 5	441
Kapitel 6	448
Kapitel 7	453
Kapitel 8	465
Kapitel 9	471
Kapitel 10	492
Kapitel 12	504
Kapitel 13	523
Kapitel 14	536
Kapitel 15	554
Kapitel 16	564
Kapitel 17	579
Kapitel 18	594
Literaturverzeichnis	604
Stichwortverzeichnis	613
Modellverzeichnis	617
Block- und Funktionsverzeichnis	621