

Inhaltsverzeichnis

Vorwort — V

Einleitung — 1

1 Modellbildung mechatronischer Systeme — 3

- 1.1 Physikalische Grundgesetze — 3
 - 1.1.1 Mechanik — 4
 - 1.1.2 Elektrotechnik — 6
 - 1.1.3 Wärmeleitung — 6
 - 1.1.4 Fluidik — 7
- 1.2 Entwicklung von Simulationsmodellen — 8
 - 1.2.1 Systeme mit einer Eingangs- und einer Ausgangsgröße — 8
 - 1.2.2 Systeme mit mehreren Ein- und Ausgangsgrößen — 14
- 1.3 Bausteine der Modellbildung — 19
- 1.4 Numerische Integration — 20
- 1.5 Modellbildung einfacher Beispiele — 21
 - 1.5.1 Mechanische Beispiele — 21
 - 1.5.2 Elektrische Beispiele — 26
 - 1.5.3 Pneumatische Beispiele — 30
- 1.6 Auswahl und Einstellung von Reglern — 31
 - 1.6.1 Unterteilung der Strecken — 31
 - 1.6.2 Verwendung und Entwurf eines PID-Reglers — 33
 - 1.6.3 Zustandsregelung — 53
- 1.7 Antworten zu den Kontrollfragen — 60

2 Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme — 61

- 2.1 Elektrischer Motor als Aktuator — 61
 - 2.1.1 Modellbildung und Simulation — 61
 - 2.1.2 Ansteuerung von Kleinmotoren — 64
- 2.2 Positionsregelung eines Radioteleskops — 67
 - 2.2.1 Kontrollfragen — 77
- 2.3 Untersuchung von vertikalen Kraftfahrzeug-Schwingungen — 77
- 2.4 Antrieb eines Kraftfahrzeug-Fensterhebers — 82
 - 2.4.1 Beschreibung des Kfz-Fensterhebers — 82
 - 2.4.2 Modellierung — 82
 - 2.4.3 Kontrollfragen — 88
- 2.5 Modellierung und Regelung eines E-Bike-Antriebs — 88
 - 2.5.1 Drehmomentsensor — 89
 - 2.5.2 Drehimpulssensor am Laufrad (Hinterrad) — 90

2.5.3	Drehimpulssensor an der Tretkurbelwelle —	90
2.5.4	Modellierung des E-Bike-Antriebs —	91
2.5.5	Kontrollfragen —	101
2.6	Weglose Waage —	101
2.6.1	Funktion der weglosen Waage —	102
2.6.2	Modellierung der weglosen Waage —	103
2.6.3	Regelung der weglosen Waage —	107
2.6.4	Kontrollfragen —	114
2.7	Höhen- und Stabilitätsregelung eines Quadrocopters —	114
2.7.1	Beschreibung des Quadrocopters —	114
2.7.2	Modell des Quadrocopters für senkrechten Flug —	116
2.8	Regelung der Drosselklappenstellung bei Kraftfahrzeugen —	131
2.8.1	Beschreibung der Drosselklappe —	131
2.8.2	Modellierung der Drosselvorrichtung —	132
2.8.3	Regelung des Drosselklappenwinkels —	141
2.8.4	Kontrollfragen —	145
2.9	Auswirkung von Haft- und Gleitreibung —	145
2.9.1	Entstehung von Schwingungen bei Gleitreibung —	145
2.9.2	Verstärkung der Schwingung durch zusätzliche Haftreibung —	147
2.9.3	Der Stick-Slip-Effekt beim Kfz-Scheibenwischer —	149
2.10	Geschwindigkeits- und Abstandsregelung eines Kraftfahrzeugs —	152
2.10.1	Modellierung der Dynamik des Kraftfahrzeugs —	152
2.10.2	Geschwindigkeitsregelung —	155
2.10.3	Abstandsregelung —	159
2.11	Lageregelung von Kleinsatelliten —	162
2.11.1	Modellierung der Strecke —	163
2.11.2	Regelung des Satellitenwinkels —	166
2.11.3	Kontrollfragen —	169
2.12	Gleichlaufregelung bei Walzantrieben —	170
2.12.1	Beschreibung der Aufgabe —	170
2.12.2	Modellierung des Antriebs —	171
2.12.3	Winkelregelung des Slaveantriebs —	175
2.13	Regelung der Raumtemperatur —	179
2.13.1	Modellierung —	180
2.13.2	Modellierung des Dreiwege-Mischventils —	185
2.13.3	Regelung der Kesseltemperatur —	188
2.14	Antworten zu den Kontrollfragen —	190
3	Signalverarbeitung —	193
3.1	Diskrete Fouriertransformation (DFT) —	193
3.2	Messwertübertragung —	196
3.2.1	Modulator —	197

3.2.2	Demodulator — 198
3.2.3	Automatic Gain Control — 204
3.3	Pseudozufallszahlengenerator — 207
4	Modellbildung und Simulation hybrider Systeme — 209
4.1	Beschreibung ereignisdiskreter Systeme — 209
4.2	Modellierung und Simulation ereignisdiskreter Systeme — 211
4.2.1	Funktionsüberwachung eines Motors — 211
4.2.2	Modellierung eines Ziffernschlosses als Automat — 214
4.2.3	Modellierung einer Parkuhr — 215
4.3	Ereignisdiskrete Steuerung — 217
4.3.1	Verknüpfungssteuerung — 218
4.3.1.1	Dualzahlgenerator — 219
4.3.1.2	Untersuchung einer Verriegelungsschaltung — 220
4.3.1.3	Sperrsignal zur Verhinderung falscher 7-Segment-Anzeige — 222
4.3.1.4	Verknüpfung von Zuständen mit Aktionen — 223
4.3.1.5	Ansteuerung einer 7-Segment-Anzeige — 225
4.3.1.6	Lampensteuerung mit drei Schaltern — 227
4.3.1.7	Steuerung einer Verteilerstation — 229
4.3.2	Analyse von Schaltnetzen — 233
4.4	Ablaufsteuerungen — 236
4.4.1	Steuerung der Position eines Roboterarms — 236
4.4.2	Steuerung einer Rolltreppe — 239
4.4.3	Schleuse zur Desinfektion — 242
4.4.4	Zweigleisige Eisenbahnstrecke mit eingleisigem Tunnel — 245
4.4.5	Fahrradsteuerung — 248
5	Übungsaufgaben mit Lösungen — 253
5.1	Übungsaufgaben — 253
5.1.1	Aufgaben mit dynamischen Systemen — 253
5.1.2	Ereignisdiskrete Aufgaben — 257
5.2	Lösungen — 262
5.2.1	Lösungen von dynamischen Systemen — 262
5.2.2	Lösungen von ereignisdiskreten Systemen — 270

Literatur — 277

Sachregister — 279