

Toralf Trautmann

Grundlagen der Fahrzeugmechatronik

Eine praxisorientierte Einführung für Ingenieure,
Physiker und Informatiker

Mit 242 Abbildungen und 24 Tabellen

STUDIUM



VIEWEG+
TEUBNER

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einführung	1
1.1 Notwendigkeit mechatronischer Systeme.....	1
1.2 Mechatronische Systeme in Kraftfahrzeugen.....	4
1.3 Patente als Informationsquelle.....	6
2 Beschreibung von Systemen	11
2.1 Einführung.....	11
2.2 Beschreibung dynamischer Systeme	13
2.2.1 Aufstellung und Lösung der Differentialgleichung.....	13
2.2.2 Laplace-Transformation zur Lösung der Differentialgleichung.....	17
2.2.3 Analyse einer Antwortfunktion zur Systemidentifikation.....	19
2.3 Grundlegende Systeme und deren Verknüpfung.....	20
2.4 Systematische Aufstellung von Signalflussplänen	29
3 Regelungstechnik	36
3.1 Der Standardregelkreis	36
3.1.1 Grundlagen	36
3.1.2 P-Regler an PT_1 -Strecke.....	38
3.1.3 PI-Regler an PT_1 -Strecke	40
3.1.4 P-Regler an I-Strecke	42
3.2 Kriterien der Reglerauslegung.....	43
3.3 Reglerentwurf für einfache Systeme	44
3.4 Empirische Entwurfsverfahren	46
3.4.1 Experimentelle Parameterermittlung am Regelkreis	46
3.4.2 Parameterableitung aus Regelstreckenparametern	48
3.4.3 Optimierung	52
3.5 Technische Realisierung kontinuierlicher Regler.....	53
3.6 Unstetige Regelung	55
3.7 Digitale Regelung.....	59
3.8 Nichtlineare Elemente	61
3.9 Weitere Regelungsarten.....	63
4 Steuerungstechnik	66
4.1 Grundlagen	66
4.2 Elektronische Schaltnetze.....	67
4.3 Computerbasierte Steuerung	74
4.3.1 Einführung.....	74
4.3.2 Programmablaufplan	75
4.3.3 Zustandsautomaten.....	78
4.3.4 Fuzzy-Logik	83

5	Komponenten und Methoden	90
5.1	Übersicht.....	90
5.2	Sensoren	93
5.3	Steuergeräte	99
5.4	Aktoren	103
5.5	Methoden der Fehlererkennung.....	105
6	Bussysteme	110
6.1	Notwendigkeit und Einteilung von Bussystemen	110
6.2	Schichtenmodell der Kommunikation	115
6.3	CAN-Bus	118
6.3.1	Grundprinzip der Datenübertragung.....	118
6.3.2	Hardware	119
6.3.3	Botschaftsaufbau	121
6.3.4	Bearbeitung der Nutzdaten	127
6.3.5	Analyse des Zeitverhaltens	134
6.4	LIN-Bus.....	136
6.5	FlexRay.....	139
6.5.1	Grundprinzip der Datenübertragung.....	139
6.5.2	Aufbau von Botschaft und Übertragungszyklus.....	142
6.5.3	Synchronisation und Initialisierung.....	145
6.5.4	Einsatz in Serienfahrzeugen	148
7	Mechatronische Fahrwerkregelung	151
7.1	Antiblockiersystem	151
7.2	Elektronisches Stabilitätsprogramm	158
7.2.1	Aufbau und Funktionsweise	158
7.2.2	Regelungskonzept.....	160
7.2.3	Systemkomponenten.....	162
7.2.4	Beispiele zur Regelung.....	165
7.2.5	Zusatzfunktion Bremsassistent	166
7.2.6	Vermeidung von Mehrfachkollisionen	169
7.3	Fehlererkennung und Sicherheitskonzept.....	170
7.3.1	Überblick	170
7.3.2	Signalbasierte Fehlererkennung	172
7.3.3	Modellbasierte Fehlererkennung	174
7.4.4	Adaption von Reglerparametern.....	176
7.4	Elektrohydraulische und elektromechanische Bremssysteme	177
7.4.1	Gegenüberstellung der Systeme	177
7.4.2	Elektrohydraulische Bremse.....	180
7.4.3	Elektromechanische Bremse.....	183
7.4.4	Hybridbremssystem	185
7.5	Überlagerungslenkung.....	186
7.6	Integrierte Fahrwerkregelung	190

8	Verteilte Funktionen	192
8.1	Licht- und Scheibenwischersteuerung	192
8.1.1	Grundfunktionalität	192
8.1.2	Verbesserung der ESP-Funktionalität	194
8.1.3	Adaption der Motorsteuerung	195
8.1.4	Parametrierung eines Spurwechselassistenten	196
8.1.5	Erweiterung der Scheibenheizung	196
8.1.6	Verbesserung der Einparkunterstützung	197
8.1.7	Bestimmung einer Unfallwahrscheinlichkeit	198
8.1.8	Anforderungen an die Kommunikation	198
8.2	Adaptive Geschwindigkeitsregelung	199
8.2.1	Grundlagen	199
8.2.2	ACC-Regelungskonzept	200
8.2.3	Steuerung des Systems	203
8.2.4	Radarsensor	204
8.2.5	Kursberechnung	206
8.2.6	Systemerweiterung Stopp-and-Go	208
8.2.7	Systemerweiterung Notbremsassistent	208
8.2.8	Systemerweiterung Adaptives Fahrpedal	209
8.2.9	Optische Detektion	210
8.3	Start/Stop-Funktion für Verbrennungsmotoren	212
8.4	Elektronische Parkbremse	214
8.5	Regenerative Bremssysteme	220
	Anhang	223
	Tabelle der Laplace-Transformation	223
	Beispiele zur Laplace-Transformation	224
	Umformung eines Blockschaltbildes	225
	Tabelle der wichtigsten Regelkreisglieder	226
	Tabelle zur Entwicklung eines Signalfussplans	229
	Gierverstärkungsverläufe für verschiedene Fahrzeuge	231
	Beispiele zur ESP-Regelung	232
	Paritätsgleichungen und Fehlersymptome	233
	Vernetzungsstruktur des Audi A6	234
	Vernetzungsstruktur der Mercedes-Benz A-Klasse	235
	Signalverläufe für eine automatische Start/Stop-Funktion	236
	Vernetzung der EPB im VW Passat	237
	Informationsaustausch bei einer Elektronischen Parkbremse	238
	Literaturverzeichnis	239
	Sachwortverzeichnis	243