
Inhaltverzeichnis

A	Begriffe, Benennungen, Definitionen	1
1	Mensch-Maschine-Interaktion bei der Fahrzeugführung	3
1.1	Das System Fahrer-Fahrzeug	3
1.2	Schwerpunkte der Fahrer-Fahrzeug-Interaktionsgestaltung	5
1.2.1	Informationsdarbietung	5
1.2.2	Fahrerassistenzsysteme	6
1.3	Entwicklungstendenzen	7
	Literatur	7
2	Mechatronik	9
2.1	Mechatronik im Automobil	9
2.2	Funktionale und Lokale Integration	11
2.3	Beherrschung der System-Komplexität	14
2.4	Beispiele für Mechatronische Systeme im Fahrzeug	15
2.4.1	Fahrwerks- und Fahrassistenz-Systeme	15
2.4.2	Mechatronische Systeme im Triebstrang	17
2.4.3	Komfort- und Sicherheitssysteme im Innenraum	19
	Literatur	20
3	Regeln und Steuern	23
3.1	Einleitung	23
3.2	Regeln	24
3.2.1	Definition und Grundstruktur	24
3.2.2	Entwurf von Reglern	25
3.2.3	Anforderungen an Regelkreise	26
3.2.4	Der lineare Standardregelkreis	26
3.2.5	Lineare Regler	28
3.2.6	Nichtlineare Regler	30
3.3	Steuern	31
3.3.1	Definition und Grundstruktur	31
3.3.2	Verknüpfungssteuerungen	32
3.3.3	Ablaufsteuerungen	33
3.3.4	Vergleich der Steuerungsarten	35
	Literatur	36
4	Hilfsenergiequellen	37
4.1	Elektrische Hilfsenergie	37

4.2	Hydraulische Hilfsenergie	39
4.3	Pneumatische Hilfsenergie	39
5	Gebiete der Automatisierungstechnik im Automobil	41
5.1	Triebstrang	41
5.2	Fahrwerk und Fahrassistentz	45
5.3	Innenraum	47
6	Umgebungsbedingungen und Einbauorte	49
6.1	Qualität und Serienanforderung	49
6.2	Einbauorte	49
6.2	Abnahmetests	50
B	Sensoren	53
1	Kraft, Drehmoment	55
	Literatur	56
2	Drucksensoren	57
	Literatur	62
3	Weg, Winkel, Position	63
	Literatur	69
4	Geschwindigkeit	71
	Literatur	73
5	Beschleunigung	75
	Literatur	76
6	Temperatur	77
	Literatur	80
7	Gassensorik	81
	Literatur	85
8	Betriebsstoffsensorik	87
	Literatur	88
9	GPS	91
10	Optische Sensorik	93
	Literatur	97
11	Antennen	99
	Literatur	104

C	Bauelemente für die Signalverarbeitung mit elektrischer und nichtelektrischer Hilfsenergie	105
1	Elektrische Hilfsenergie	107
1.1	Bipolartransistoren	107
1.2	MOS-Feldeffekttransistoren	111
1.3	Operationsverstärker (OPV)	112
1.3.1	Grundsaltungen mit OPV	113
1.4	Optoelektronische Bauelemente	115
1.4.1	Lichttechnische Grundbegriffe	115
1.4.2	Passive optische Bauelemente	117
1.4.3	Strahlungssender	123
1.4.4	Strahlungsempfänger	124
1.5	Digitale Schaltungen	125
1.5.1	Grundlegende Betrachtungen	125
1.5.2	Schaltkreisfamilien und Schaltkreistechnologien	127
1.5.3	Funktionen digitaler Bauelemente	134
1.5.4	Anwendungsspezifische Schaltungen (ASIC)	142
1.6	Analog-Digital-Umsetzer	145
1.7	Digital-Analog-Umsetzer	152
1.8	Aufbau- und Verbindungstechnik	155
1.8.1	Aufgaben der AVT	155
1.8.2	Packungsebenen der AVT	156
1.8.3	Baugruppenteknik	158
1.8.4	Hybride und Module	164
1.8.5	Entwurf zuverlässiger AVT	176
1.9	Kamerasysteme im Automobil	185
1.9.1	Das sehende Fahrzeug	185
1.9.2	Anforderungen an fahrzeugtaugliche Kameras	187
1.9.3	Fahrerassistenz „Lane Departure Warning“ LDW	190
1.9.4	Fahrerassistenz „Night Vision“	194
1.9.5	Die dritte Dimension: 3D-Kameras	200
	Literatur	202
2	Nichtelektrische Hilfsenergie	207
2.1	Hydraulische Signal- und Leistungsverstärker	207
2.2	Elektro-hydraulische Umformer	208
2.2.1	Elektromechanische Wandler	209
	Literatur	216
D	Aktoren für mechanische Verstellung	219
1	Aktoren mit elektrischer Hilfsenergie	221
1.1	Begriffsdefinition	221
1.2	Einleitung	221
1.3	Allgemeine Beschreibung elektrischer Stellantriebe	223
1.3.1	Hauptgrößen	223

1.3.2	Störgrößen und Umgebungsbedingungen	224
1.4	Auslegung von Stellantrieben unter Fahrzeugbedingungen	225
1.4.1	Vorwiderstand	225
1.4.2	Bordnetzspannung	225
1.4.3	Leistungsgrenzen im Bordnetz	226
1.5	Aktoren	228
1.5.1	Elektromotorische Stellantriebe	228
1.5.2	Getriebe	234
1.5.3	Elektromagnete	237
1.5.4	Piezo-Direktantriebe	239
1.6	Ansteuer- und Steuerelektronik	241
1.6.1	Funktionsstrukturen	241
1.6.2	Leistungsteil	243
1.6.3	Signalverarbeitung und Steuerung	246
	Literatur	248
2	Aktoren mit hydraulischer Hilfsenergie	249
2.1	Aktoren mit hydraulischer Hilfsenergie für stetige Bewegungen	249
2.1.1	Axialkolbenmaschinen	250
2.1.2	Radialkolbenmaschinen	252
2.1.3	Zahnradmaschinen	253
2.1.4	Flügelzellenmaschinen	254
2.1.5	Sperr- und Rollflügelmaschinen	254
2.2	Aktoren mit hydraulischer Hilfsenergie für absätzig Bewegungen	255
2.2.1	Einfachwirkende Zylinder	255
2.2.2	Doppeltwirkende Zylinder	257
2.2.3	Schwenkmotoren	258
	Literatur	258
E	Leistungsübertragung und -steuerung	259
1	Elektrische Kontakte	261
1.1	Ruhender Kontakt	261
1.1.1	Elastische Kontaktverformung	263
1.1.2	Realer Kontakt mit plastischer Verformung	263
1.1.3	Fremdschichten	265
1.1.4	Kontakterwärmung	266
1.2	Schaltender Kontakt	268
1.2.1	Schaltlichtbogen	268
1.2.2	Schalten unter Last	269
1.2.3	Materialwanderung	271
1.3	Kontaktwerkstoffe	272
1.3.1	Metalle	273
1.3.2	Legierungen	273
1.3.3	Verbundwerkstoffe	274
	Literatur	277

2	Elektromechanische Relais	279
2.1	Einsatzbereiche und Relaisarten	280
2.2	Elektromagnetischer Relaisantrieb	282
2.2.1	Neutrale monostabile Relais (Typ 1)	283
2.2.2	Neutrale monostabile Relais (Typ 2)	285
2.2.3	Remanenzrelais (Typ 3)	286
2.2.4	Gepolte bistabile Relais (Typ 4)	286
2.2.5	Gepolte monostabile Relais (Typ 5)	287
2.3	Schaltvorgänge von Relais	287
2.4	Relaisausführungen	289
2.4.1	Telekom-Relais	291
2.4.2	Netzrelais	292
2.4.3	Kraftfahrzeugrelais	293
2.4.4	Anschlussausführungen	295
	Literatur	296
3	Mikromechanische Relais	297
3.1	Schaltverhalten bei kleinen Kontaktkräften	297
3.2	Spannungsfestigkeit	299
3.3	Konzepte für Mikroantriebe	300
3.3.1	Elektromagnetischer Antrieb	302
3.3.2	Elektrostatischer Antrieb	303
3.3.3	Piezoelektrischer Antrieb	303
3.3.4	Thermomechanischer Antrieb	304
3.4	Technologische Realisierungen von Mikrorelais	304
3.4.1	Elektromagnetisches Mikrorelais	305
3.4.2	Elektrostatische Mikrorelais	306
3.5	Hochfrequenzschalter (RF MEMS)	310
	Literatur	311
4	Halbleiter-Relais	315
4.1	Elektronische Schalter	317
4.2	Halbleiter-Relais mit galvanischer Trennung	320
4.3	Elektronische Lastrelais für Wechselstrom	322
	Literatur	323
5	Leistungselektronische Bauelemente	325
5.1	Grundlagen der Leistungselektronik	325
5.1.1	Aufgaben und Einsatzgebiete der Leistungselektronik	325
5.1.2	Schalt- und Kommutierungsvorgänge	327
5.1.3	Leistungselektronische Grundschaltungen	329
5.2	Bauelemente der Leistungselektronik	332
5.2.1	Einteilung leistungselektronischer Bauelemente	332
5.2.2	Leistungshalbleiter	332
5.2.3	Smart-Power-Schaltungen	344
	Literatur	348

F	Hilfsenergiequellen	351
1	Elektrische Hilfsenergiequellen	353
	Literatur	357
2	Pneumatische Hilfsenergiequellen	359
	Literatur	360
3	Hydraulische Hilfsenergiequellen	361
	Literatur	364
G	Anzeigegeräte und Bedienelemente	365
1	Einleitung, Sehen und Bedienen	367
1.1	Zentrale Anzeigegeräte, Primäranzeigen	367
1.2	Sekundäre Anzeigegeräte, Sekundäranzeigen	367
1.3	Eingabeelemente für den Fahrer	368
2	Anzeigegeräte	369
2.1	Analoge Anzeigegeräte	369
2.1.1	Antriebe	369
2.2	Digitale Anzeigegeräte	375
2.2.1	Liquid-Crystal-Display (LCD)	377
2.2.2	Vakuum-Fluoreszenz-Display (VFD)	384
2.2.3	Organic Light Emitting Diodes (OLED)	384
2.2.4	Ausblick	385
3	Integration der Anzeigegeräte ins Fahrzeug	387
3.1	Einzel-Instrumente	387
3.2	Kombinations-Instrumente	387
3.3	Hybrid-Instrumente	388
3.4	Frei konfigurierbares Kombinations-Instrument	388
3.5	Head-up-Display (HUD)	389
4	Bedienelemente	391
4.1	Ergonomie und kurzer Rückblick	391
4.2	Einzelne Stellelemente im Umfeld des Kombinations-Instrumentes	392
4.3	Automobile Schaltertechnik	393
4.4	Zentrale Bedienkonzepte	393
H	Anwendungsbeispiele	397
1	Triebstrang	399
1.1	Elektronische Motorkontrolle	399
1.1.1	Komponenten und Funktionen	399
1.1.2	Funktionsebenen innerhalb des Steuergerätes	404
1.1.3	Bedatung	405
1.2	Tiptronic	406

1.3	Nebenaggregate	410
1.4	Abgas	412
1.5	Kühlwasser-Temperaturregelung	416
1.6	Valvetronic	419
1.7	Wartungsanzeigen	424
	Literatur	425
2	Fahrzeugbewegung	427
2.1	Systemvernetzung im Fahrwerk	427
2.1.1	Einleitung	427
2.1.2	Systeme im vernetzten Fahrwerk	428
2.1.3	Global Chassis Control	441
2.1.4	GCC „Spin Offs“ – Ausgewählte Beispiele zum Aufzeigen des Funktionspotenzials durch Systemvernetzung	449
2.1.5	Ausblick	451
2.2	Federung	453
2.3	Reifendruck-Kontrolle	462
2.4	Geschwindigkeits- und Distanzregelung	464
2.5	Dynamische Stabilitäts-, Brems- und Traktionskontrolle	470
2.6	Servolenkung	472
	Literatur	477
3	Innenraum	481
3.1	Innenraum-Klimaregelung	481
3.2	Navigationssysteme	485
3.3	Zündschlüssel mit Funkfernbedienung	490
3.4	Airbagsystem	492
3.5	Sitzgurtstraffer	497
3.6	Parkdistanzkontrolle	498
3.7	Front- und Heckscheibenheizung	500
3.8	Verkehrsnachrichteneingang	501
3.9	Zentral-Steuergerät	502
	Literatur	504
J	Vernetzte Systeme im Automobil – Kommunikationsnetz und Datenverarbeitung	507
1	Anforderungen	509
2	Elektronische Steuergeräte	511
2.1	Eingangsschaltung	511
2.2	Logikteil zur Signalverarbeitung	512
2.3	Ausgangsschaltung mit Stell- und Regelgrößen	513
3	Architektur	515
	Literatur	515
4	CARTRONIC®	517
4.1	Vernetzte Teilsysteme	517

4.2	Beispiele für vernetzte Teilsysteme im Fahrzeug	517
4.3	Neue Anforderungen	518
4.4	Das Konzept	518
4.5	Strukturierung und Architektur	519
4.6	Regeln der Funktionsarchitektur	520
4.7	Anforderungsanalyse	520
4.8	Strukturierungselemente	521
4.9	Systeme, Teilsysteme und Komponenten	521
4.10	Strukturierungsregeln	522
4.11	Modellierungsregeln	522
4.12	Typische Architekturmerkmale	522
4.13	Der Produktentstehungsprozess	523
4.14	Konsequenzen und Ausblick	524
	Literatur	524
5	Kommunikationsnetze	525
5.1	Multimedia-Vernetzung	526
5.2	Multiplexanwendungen für Karosserie und Innenraum	526
5.3	Echtzeitanwendungen in Antriebstrang und Fahrzeugbewegung	527
6	Controller Area Network (CAN)	529
6.1	Buskonfiguration	529
6.2	Adressierung	530
6.3	Logische Buszustände	530
6.4	Priorisierung	530
6.5	Buszugriff	530
6.6	Botschaftsformat	531
6.7	Data Frame und Remote Frame	532
6.8	Störungserkennung	532
6.9	Störungsbehandlung	533
6.10	Fehlereingrenzung	533
6.11	Implementierung	533
6.12	Standardisierung	533
6.13	Erweiterung auf zeitbestimmte Systeme	534
K	Das Kommunikationssystem FlexRay – ein Überblick	537
	Das Kommunikationssystem FlexRay – ein Überblick	539
	Elektronik und Bussysteme in Kraftfahrzeugen	539
	CAN	541
	Anforderungen an FlexRay als ein zukünftiges Kommunikationssystem	543
	Technische Eigenschaften von FlexRay	545
	Literatur	556
	Allgemeines Abkürzungsverzeichnis	557
	Sachverzeichnis	635