

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einleitung	1
2 Bordelektrik	3
2.1 Bordnetz	3
2.1.1 Leitungen und Kabelbäume	4
2.1.2 Verdrahtungspläne	6
2.1.3 Steckverbinder	7
2.1.4 Sicherungen	8
2.2 Energiespeicher	9
2.2.1 Bleiakkumulatoren	11
2.2.2 Nickel-Cadmium-Akkumulatoren	12
2.2.3 Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren	12
2.2.4 Li-Ionen-Akkumulatoren	12
2.2.5 Natrium-Schwefel-Akkumulatoren	13
2.2.6 Kondensatoren als Energiespeicher	13
2.2.7 Brennstoffzellen	15
2.2.8 Weitere Energiespeicher	17
2.3 Mehrspannungs-Bordnetz	17
2.4 Energiemanagement	19
3 Hybridantriebe und elektrische Antriebe	21
3.1 Elektrische Maschinen	21
3.1.1 Gleichstrommaschinen	23
3.1.2 Synchronmaschinen	24
3.1.3 Asynchronmaschinen	25
3.1.4 Umrichter	26
3.2 Lichtmaschine	27
3.3 Starter	30
3.4 Starter-Generatoren	31
3.5 Hybridfahrzeuge	32
3.6 Elektrofahrzeuge	35
3.6.1 Brennstoffzellen-Fahrzeuge	37
3.6.2 Fahrzeuge mit Aufladung am öffentlichen Netz	37
3.6.3 Solarfahrzeuge	38
4 Beispiel Elektronische Dieselsteuerung (EDC)	39
4.1 Aufgaben	40
4.2 Einspritzung	40
4.2.1 Winkeluhr	41

4.2.2	Berechnung der Einspritzmenge	44
4.2.3	Berechnung des Spritzbeginns	45
4.2.4	Ansteuerung des Einspritzsystems	46
4.2.5	Ansteuerung der Injektoren	47
4.2.6	Regelung des Raildrucks	53
4.3	Drehzahlregelung	54
4.4	Regelung des Luftsystems	55
4.4.1	Abgasrückführung	56
4.4.2	Aufladung	61
4.5	Abgasnachbehandlung	63
4.5.1	Partikelfilter	64
4.5.2	Stickoxid-Filter	66
4.5.3	Lambda-Sonde	68
4.5.4	NO _x -Sonde	70
4.5.5	Ruß-Sensoren	70
4.6	Thermomanagement	70
5	Bussysteme	73
5.1	Zuordnung von Funktionen zu Geräten	73
5.2	Kfz-Elektronik als LAN	75
5.3	CAN-Bus	78
5.3.1	Physikalische Schicht des CAN	80
5.3.2	Sicherungsschicht des CAN	90
5.3.3	Beispiele für aufgesetzte Protokollschichten	98
5.4	Weitere Bussysteme	99
5.4.1	LIN	99
5.4.2	Zeitgesteuerte Bussysteme (Byteflight, TTCAN, TTP, FlexRay)	101
5.4.3	Busse für Rückhaltesysteme	105
5.4.4	Busse für Multimedia-Anwendungen	106
5.4.5	Drahtlose Netze	108
5.5	Praktisches Vorgehen	108
6	Hardware	111
6.1	Steuergeräteschaltungen	111
6.1.1	Rechnerkern	113
6.1.2	Sensorik	122
6.1.3	Auswertung von Sensorsignalen	125
6.1.4	Ansteuerung der Aktoren	132
6.1.5	Spannungswandler	142
6.2	Elektromagnetische Verträglichkeit	145
6.2.1	Störquellen und Störsenken	145
6.2.2	Kopplungsmechanismen	146
6.2.3	EMV-Normen und Gesetzgebung	151
6.2.4	Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV	158
6.2.5	Simulation in der EMV	162
6.2.6	EMV-Mess- und Prüftechnik	163
6.3	Mechanische Anforderungen	166
6.4	Thermische Anforderungen	167

6.5 Chemische Anforderungen und Dichtigkeit	172
6.6 Anforderungen an den Umweltschutz	174
6.7 Akustische Anforderungen	175
6.8 Aufbau- und Verbindungstechnik	175
7 Software	177
7.1 Architektur der Steuergeräte-Software	177
7.2 Echtzeit-Betriebssysteme	180
7.2.1 Aufgaben eines Echtzeit-Betriebssystems	180
7.2.2 OSEK/VDX	183
7.2.3 AUTOSAR	187
7.3 Steuer- und regelungstechnische Funktionen der Software	188
7.3.1 Steuerungen	188
7.3.2 PI- und PID-Regler	190
7.3.3 Modellbasierte Regler	194
7.4 Diagnosefunktionen der Software	200
7.4.1 Erkennung und Behandlung von Fehlern	202
7.4.2 Entprellung und Heilung von Fehlern	203
7.4.3 Fehlerspeicher-Management	204
7.4.4 Kommunikation zwischen Steuergerät und Tester	204
7.4.5 On-Board-Diagnose (OBD)	210
7.4.6 Programmierung über die Diagnose-Schnittstelle	213
7.4.7 ODX	214
7.5 Entwicklung der Anwendungs-Software	215
7.5.1 Programmierung	215
7.5.2 Bypass	218
7.5.3 Datensatz und Applikation	218
7.5.4 Softwaretests	224
7.5.5 Flash-Programmierung	231
8 Projekte, Prozesse und Produkte	235
8.1 Besonderheiten der Kfz-Branche	235
8.2 Stufen der Elektronik-Entwicklung	237
8.3 Projekte und Prozesse	239
8.4 Projekte in der Praxis	241
8.5 Projektphasen	242
8.5.1 Akquisitionsphase	242
8.5.2 Planungsphase	245
8.5.3 Entwicklungsphase	261
8.6 Product Lifecycle Management	265
8.7 Architekturbasierte Entwicklung	266
8.8 Serienbetreuung	267
8.8.1 Serienbetreuung durch die Entwicklung	267
8.8.2 Produktion	267
8.8.3 Service	269
8.9 Qualität	270
8.9.1 Qualitätsmanagement	272
8.9.2 Qualitätsstandards	277

9 Sicherheit und Zuverlässigkeit	281
9.1 Ausfälle elektronischer Systeme	282
9.1.1 Alterung und Ausfall elektronischer Bauelemente	284
9.2 Ausfälle von Software	289
9.3 Methoden zur Analyse von Sicherheit und Zuverlässigkeit	290
9.3.1 FMEA	290
9.3.2 Fehlerbaumanalyse	292
9.3.3 Ereignisfolgenanalyse	294
9.4 Verbesserungsmaßnahmen	295
9.4.1 Qualifizierung von Bauelementen	295
9.4.2 Überwachung und Diagnose	296
9.4.3 Komplexität und Redundanz	296
10 Anwendungen	299
10.1 Funktionsentwicklung am Beispiel Klimaregelung	299
10.1.1 Prinzip der Klimaregelung	299
10.1.2 Struktur der Klimaregelung (Beispiel)	300
10.1.3 Funktionsentwicklung im Klimasteuergerät (Beispiel)	301
10.2 Systeme im Antriebsstrang	303
10.2.1 Motorsteuergeräte (Otto)	303
10.2.2 Steuergeräte für variable Nockenwellen	306
10.2.3 Getriebesteuergeräte	309
10.2.4 Kupplungssteuergeräte	310
10.2.5 Elektronische Differenzialsperre	310
10.3 Systeme für die Fahrdynamik und die aktive Sicherheit	311
10.3.1 Längsdynamik und Bremsen	312
10.3.2 Querdynamik, Lenkung und ESP	316
10.3.3 Vertikaldynamik	319
10.3.4 Reifenüberwachung	321
10.4 Systeme für die passive Sicherheit	322
10.4.1 Airbag	322
10.4.2 Gurtstraffer	324
10.4.3 Fußgängerschutz	324
10.5 Fahrerassistenz- und Informationssysteme	324
10.5.1 Spurhalte- und Spurwechselassistenten	324
10.5.2 Einparkhilfen	325
10.5.3 Navigationssysteme	325
10.5.4 Telematik	329
10.5.5 Scheibenreinigungssysteme	331
10.5.6 Beleuchtung	331
10.5.7 Nachtsichtsysteme	333
10.6 Mensch-Maschine-Schnittstelle	334
10.7 Komfortsysteme	337
10.8 Unterhaltungselektronik	338
10.9 Diebstahlschutz	339

11 Selbstbau und Tuning	341
12 Zukunftstechnologien im Fahrzeug	343
12.1 Adaptronik	343
12.1.1 Beispiel Motorlagerung	344
12.1.2 Beispiel Strukturversteifung mit Memory-Metallen	346
12.2 Nanotechnologie	346
12.3 Photonik	346
12.4 Weitere Zukunftsentwicklungen	347
A Abkürzungen	348
B Symbole in Formeln und Naturkonstanten	355
C Literaturverzeichnis	358
Sachwortverzeichnis	375