

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	5
Vorwort	7
1 Elektrische Grundgrößen	17
1.1 Atomaufbau	17
1.2 Spannung	17
1.3 Strom	18
1.4 Widerstand	18
1.5 Möglichkeiten der Spannungserzeugung	19
1.6 Wirkungen des elektrischen Stroms	20
1.7 Sicherheitsbestimmungen	21
1.7.1 Wirkungen des elektrischen Stroms auf den Menschen	21
1.7.2 Erste Hilfe bei Stromunfällen	22
1.8 Spannungsarten	22
2 Schaltpläne	25
2.1 Bauteile und Aufbau eines Stromkreises	25
2.2 Schaltzeichen	28
2.3 Schaltpläne	28
2.3.1 Anschlussplan	29
2.3.2 Stromlaufplan	29
2.4 Kennzeichnung elektrischer Geräte	29
2.5 Klemmenbezeichnung	29
2.6 Schaltpläne	34
2.6.1 Beispiel VW	34
2.6.2 Beispiel Ford	36
2.7 Lage von Komponenten im Kraftfahrzeug	42
3 Messwerterfassung mit dem Multimeter	45
3.1 Multimeterarten	45
3.2 Bezeichnungen am Analog-Multimeter	47
3.3 Bezeichnungen am Digital-Multimeter	48
3.4 Toleranzangaben bei Multimetern	50
3.4.1 Analoge Multimeter	50
3.4.2 Digitale Multimeter	51
3.5 Fehlersuche mit Hilfe der Spannungsmessung	52
3.6 Fehlersuche mit Hilfe der Strommessung	57
3.7 Fehlersuche mit Hilfe der Widerstandsmessung	60
3.8 Übersicht: Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung	64
3.9 Arbeiten mit Fehlersuchprogrammen	65
3.9.1 Fehlersuche VW	65
3.9.2 Fehlersuche Ford	68
4 Elektrische Grundschaltungen	73
4.1 Ohm'sches Gesetz	73
4.2 Spannungsverlust	74
4.2.1 Spannungen im geschlossenen Stromkreis	74
4.2.2 Spannungen im geöffneten Stromkreis	75
4.3 Elektrische Leistung	76
4.3.1 Einfluss eines zusätzlichen Verbrauchers auf den Spannungsfall in den Zuleitungen	77
4.4 Spezifischer Widerstand eines Leiters	78
4.5 Reihen- und Parallelschaltung	79
4.5.1 Reihenschaltung	79

4.5.2	Parallelschaltung	80
4.5.3	Übersicht	82
4.6	Gemischte Schaltungen	83
4.6.1	Erweiterte Reihenschaltung	83
4.6.2	Erweiterte Parallelschaltung	85
4.7	Spannungsteiler, Potentiometer	86
4.7.1	Unbelasteter Spannungsteiler	86
4.7.2	Belasteter Spannungsteiler	87
4.8	Temperaturabhängige Widerstände	87
4.8.1	PTC-Widerstände	87
4.8.2	NTC-Widerstände	89
4.9	Kondensator	91
4.9.1	Kondensator als Ladungsspeicher	91
4.9.2	Stromrichtung	91
4.9.3	Aufbau	92
4.9.4	Funktionsweise	92
4.9.5	Lade- und Entladevorgang	93
4.9.6	Kondensator im Wechselstromkreis	94
4.9.7	Kondensator als Entstörmittel im Kfz	95
4.10	Induktivität	96
4.10.1	Magnetismus	96
4.10.2	Magnetische Induktion	100
4.10.2.1	Induktion der Bewegung	100
4.10.2.2	Induktion der Ruhe	101
4.10.3	Spule	102
4.10.3.1	Selbstinduktion beim Einschalten einer Spule	102
4.10.3.2	Selbstinduktion beim Ausschalten einer Spule	104
4.10.4	Motor- und Generatorprinzip	105
4.10.4.1	Motorprinzip	105
4.10.4.2	Generatorprinzip	107
4.10.5	Relais	109
4.10.5.1	Arbeitsweise	109
4.10.5.2	Bauarten	112
4.10.5.3	Prinzipieller Aufbau eines Reedrelais	113
4.10.5.4	Beispiele für den Einsatz von Reedrelais im Kfz	113
4.10.5.5	Fehlersuche in einer Relaischaltung	115
5	Grundschaltungen der Elektronik	121
5.1	Diode	121
5.1.1	Diode als elektrisches Ventil	121
5.1.2	Diodenprüfung	122
5.1.3	Anwendungen der Diode – Gleichrichtung von Wechselströmen	123
5.1.4	Brückenschaltung zur Drehstromgleichrichtung	124
5.1.5	Diode zur Entkopplung von Stromkreisen	126
5.1.6	Diode zur Unterdrückung von Induktionsspannungen	126
5.1.7	Kennzeichnung von Dioden	127
5.2	Zenerdiode	127
5.2.1	Eigenschaften	127
5.2.2	Z-Diode im Überspannungsschutzrelais	128
5.2.3	Z-Diode als Gleichrichterdiode im Drehstromgenerator	128
5.3	Leuchtdiode (LED)	128
5.3.1	Eigenschaften	129
5.3.2	Aufbau	129
5.3.3	Anwendungsbeispiele	131
5.3.4	Lichtabhängiger Widerstand (LDR)	131
5.4	Fotodioden	134
5.4.1	Eigenschaften einer Fotodiode	135
5.4.2	Anwendungsbeispiele für Fotodioden	135
5.4.2.1	Regen-Licht-Sensor	135
5.4.2.2	Sensor für Sonneneinstrahlung	137
5.4.2.3	Automatisch abblendbarer Innenspiegel	138
5.4.2.4	Berührungslose Temperaturmessung	139

5.5	Transistor	140
5.5.1	Transistor als steuerbares Bauelement	141
5.5.2	Vergleich: Relais – Transistor	143
5.5.3	Transistor als Verstärker	144
5.5.4	Tastverhältnis	145
6	Systemanalyse und Signalflusspläne	147
6.1	Wirkungsbezogene Analyse	147
6.2	System Kraftfahrzeug	148
6.3	Signalflussplan	149
7	Grundlagen der Digitaltechnik	151
7.1	Unterscheidung: analog – digital	151
7.2	Prinzip der analogen Übertragung	152
7.2.1	Problem der analogen Übertragung	153
7.2.2	Beispiel für eine analoge Übertragung	153
7.3	Schaltlogik mit Hilfe digitaler Grundschaltungen	155
7.4	Überblick: Logische Grundfunktionen	158
7.5	Logikbausteine als Verarbeitungsglieder	159
7.5.1	Signalpegel	159
7.5.2	Signalpegel im Kfz	160
7.6	Logische Verknüpfungen	160
7.6.1	UND-Verknüpfung	160
7.6.2	ODER-Verknüpfung	162
7.6.3	NICHT-Verknüpfung	163
7.6.4	Übersicht	164
7.6.5	Gebräuchliche Abkürzungen	164
7.6.6	Gebräuchliche Schaltzeichen	165
7.6.7	Beispiel	165
7.7	Weitere Grundschaltungen	167
7.8	Duales Zahlensystem	168
8	Datenaustausch im Kfz	171
8.1	Beispiel	172
8.2	Informationsverarbeitung im Steuergerät	174
8.3	Analog-Digital-Umsetzer	176
8.4	Steckverbindungen als Schwachstellen des Systems	177
8.5	Datenaustausch über Datenbus	178
8.6	Eigendiagnose	179
8.6.1	Überwachung eines Sensors: Geber für die Kühlmitteltemperatur	180
8.6.2	Überwachung eines Stellgliedes: Leerlauffüllungsregelung	182
8.7	Diagnosebus	183
8.8	Bordnetz und Lastmanagement	190
9	Steuern und Regeln	197
9.1	Unterscheidung: Steuern – Regeln	197
9.1.1	Steuerkette	197
9.1.2	Regelkreis	197
9.2	Steuern	198
9.2.1	Definition: Steuerung	198
9.2.2	Glieder der Steuerkette	198
9.2.3	Ein- und Ausgabegrößen der Steuerkette	198
9.2.4	Steuerungsarten (Unterscheidungsart: Signaldarstellung)	200
9.2.5	Binäre Steuerungen	201
9.2.6	Analoge Steuerungen	201
9.2.7	Digitale Steuerungen	202
9.2.8	Steuerungsarten (Unterscheidungsart: Signalverarbeitung)	203
9.3	Regeln	204
9.3.1	Der Mensch als Regler in einem Regelkreis	204
9.3.2	Definition: Regelung	205
9.3.3	Blockdarstellung des Regelkreises	206

9.3.4	Bestandteile der Regeleinrichtung	207
9.3.5	Größen der Regelungstechnik	208
9.3.6	Einteilung der Regler	208
9.3.7	Übergangsverhalten	209
9.3.8	Stromregelung	209
9.3.9	Leerlauf-Drehzahlregelung	210
9.3.10	Tankentlüftungssystem	214
9.4	Adaptive Regelsysteme	215
9.4.1	Adaption am Beispiel der Lambda-Regelung	216
9.4.2	Diagnoseprobleme durch die Adaption	218
10	Werkstattoszilloskop	219
10.1	Analoge und digitale Signaldarstellung	219
10.2	DC-/AC-Kopplung	220
10.3	Y-Achse	220
10.4	X-Achse	221
10.5	Trigger	222
10.5.1	Triggerpegel	222
10.5.2	Triggerflanke	223
10.6	Darstellung typischer Sensorsignale	223
10.7	Generatortest	225
10.7.1	Oberwelligkeit	225
10.7.2	Auswirkung der Ankopplung auf die Darstellung	226
10.7.3	Fehlerbeispiele im Generatortest	226
11	Datenbussysteme	229
11.1	Entwicklung der elektronischen Systeme	229
11.2	Notwendigkeit von Bussystemen	230
11.3	Grundlagen Bussysteme	232
11.3.1	Busstrukturen	233
11.3.2	Grundlagen der digitalen Datenübertragung	235
11.4	CAN-Bus	237
11.4.1	Signalaufprägung	237
11.4.2	Kommunikationsablauf	241
11.4.3	Diagnose	244
11.5	LIN-Bus	249
11.6	Optische Datenbussysteme	252
11.6.1	Signalübertragung über Lichtwellenleiter	252
11.6.2	MOST-Bus	254
11.6.3	Diagnose MOST-Bus	255
11.6.4	Byteflight	256
11.7	Bluetooth	258
11.8	FlexRay	260
11.9	Beispiele Vernetzung	262
11.10	Programmieren, Codieren, Personalisieren, Individualisieren	267
12	Zündsysteme	275
12.1	Kontaktlos gesteuerte Zündung	275
12.1.1	Vorteile	275
12.1.2	Aufbau und Funktion	276
12.1.3	Induktive Signalauslösung bei der Transistorspulenzündung	277
12.1.4	Signalauslösung durch Hallgeber	278
12.1.5	Fehlersuche an kontaktlos gesteuerten Zündanlagen	279
12.2	Elektronische Zündung	283
12.2.1	Funktionsschema mit Ein- und Ausgängen am Steuergerät	284
12.2.2	Die wichtigsten Eingangssignale für die Zündzeitpunkt (ZZP)-Berechnung	285
12.2.3	Zusätzlich mögliche Eingangssignale	286
12.2.4	Ausgangssignale und Hinweise zur Fehlersuche	288
12.3	Vollelektronische Zündung	288
12.3.1	Aufbau und Vorteile der ruhenden Hochspannungsverteilung	288
12.3.2	Ruhende Hochspannungsverteilung über Doppelfunkenspulen	290

12.3.3	Zündstromrückmeldung bei der ruhenden Hochspannungsverteilung	291
12.3.4	Hinweise zur Fehlersuche	291
13	Einspritzsysteme	293
13.1	Kontinuierliche Einspritzung (K-Jetronic)	294
13.1.1	Funktionsbeschreibung und Systemübersicht	294
13.1.2	Bauteile und ihre Funktionsweisen	295
13.1.3	Zusätzliche elektrisch gesteuerte Bauteile	300
13.1.4	Elektrische Schaltung	302
13.1.5	K-Jetronic mit Lambda-Regelung	303
13.2	KE-Jetronic	303
13.2.1	Unterschiede im Grundsystem gegenüber der K-Jetronic	305
13.2.2	Eingangssignale und deren Bedeutung für die elektronische Steuerung	305
13.2.3	Beeinflussung der Einspritzmenge durch den elektrohydraulischen Drucksteller	307
13.3	Intermittierende Einspritzung (L-Jetronic)	308
13.3.1	Allgemeine Funktionsbeschreibung	308
13.3.2	Bauteile und ihre Funktionen	309
13.3.3	Steuergerätefunktionen	318
13.3.4	Gesamtübersicht mit Schaltplan	320
13.4	Mono-Jetronic	321
13.4.1	Kraftstoffsystem	322
13.4.2	Eingangssignale zur Erfassung des Betriebszustandes	324
13.4.3	Steuergerätefunktionen und Ausgangssignale	325
13.5	Lambda-Regelung	327
13.5.1	Gemischadaption	328
13.5.2	Aufbau und Funktion der Lambda-Sonde	329
13.5.3	Titandioxid-Lambda-Sonde	331
13.5.4	Planarsonde	332
13.5.5	Planare Breitband-Lambda-Sonde	332
13.6	Elektronisch geregelte Dieseleinspritzsysteme	333
13.6.1	Allgemeine Beschreibung mit Systemübersicht	333
13.6.2	Eingangssignale im Detail und ihr Einfluss auf die Funktion ..	334
13.6.3	Ansteuerung der verschiedenen Einspritzpumpen und sonstige Ausgangssignale	337
13.6.4	Diesel-Direkteinspritzung	342
13.6.4.1	Radialkolben-Verteilereinspritzpumpe	342
13.6.4.2	Pumpe-Düse-Einheit, Pumpe-Leitung-Düse	346
13.6.4.3	Speichereinspritzsystem – Common Rail	346
13.6.5	Maßnahmen zur Abgasreduzierung bei Dieselfahrzeugen	352
14	Kombinierte Zünd- und Einspritzsysteme und aktuelle Anforderungen	355
14.1	Allgemeines	355
14.2	Zusatzfunktionen bei den verschiedenen Varianten der elektronischen Motorsteuerungen	356
14.3	Digitale Motorelektronik mit Saugrohreinspritzung	359
14.4	Digitale Motorelektronik für Benzin-Direkteinspritzer	363
14.5	Europäische On-Board-Diagnose (E-OBD)	365
14.6	Alternative Antriebe mit Gas	368
14.6.1	Einführung und Begriffsdefinitionen	368
14.6.2	Erdgasantrieb	370
14.6.3	Autogasanlagen und Nachrüstungen	374
14.6.4	Gesetzliche Anforderungen	375
15	Fahrdynamische Regel- und Steuersysteme	377
15.1	Anti-Blockier-System (ABS)	377
15.1.1	Grundsätzliche Funktionen des ABS und allgemeiner Aufbau ..	377
15.1.2	Raddrehzahlfühler	379
15.1.3	Geschlossenes System mit 3/3-Magnetventilen	380
15.1.4	Offenes System mit 2/2-Magnetventilen	383

15.1.5	Geschlossenes System mit 2/2-Magnetventilen	385
15.1.6	ABS beim Motorrad	388
15.2	Antriebsschlupf-Regelungen	391
15.2.1	Antriebsschlupf-Regelung mit 3/3-Magnetventilen	393
15.2.2	Antriebsschlupf-Regelung mit 2/2-Magnetventilen	397
15.3	Fahrstabilitätsregelungen	401
15.3.1	Funktionsbeschreibung der Fahrstabilitätsregelung	401
15.3.2	Ein- und Ausgangssignale	404
15.4	Geregelte Sperren	410
15.4.1	Ein- und Ausgänge am Steuengerät	411
15.4.2	Elektrohydraulische und elektromagnetische Sperre	413
15.4.3	Stromlaufplan eines Allradsystems mit elektrohydraulischer und elektromagnetischer Sperre	416
15.5	Elektronische Dämpferkraftverstellung	417
16	Passive Sicherheitssysteme	421
16.1	Einführung	421
16.2	Funktion und Bauteile des Fahrer- und Beifahrer-Airbags	422
16.3	Systemüberwachung und Sicherheitsvorschriften	429
16.4	Seitenairbag	434
16.5	Kopfairbag/Windowbag	435
16.6	Pyrotechnischer Gurtstraffer	437
16.7	Kompakt-Airbag (Eurobag)	440
16.8	Beispiel eines Komplettsystems	441
17	Diebstahlschutzsysteme	445
17.1	Elektronische Wegfahrsicherungen	445
17.1.1	Wegfahrsicherung mit Transponder	446
17.1.2	Beispiel einer nachgerüsteten Wegfahrsicherung	449
17.2	Diebstahl-Alarmanlagen	451
17.2.1	Allgemeine Systembeschreibung	451
17.2.2	Eingangssignale mit Bauteilen im Detail	452
17.2.3	Ausgangssignale und Schaltplan einer Diebstahl-Alarmlage	459
18	Systeme der Komfortelektronik	463
18.1	Heiz- und Klimaregelung	463
18.1.1	Allgemeine Funktionsweise und Systemaufbau	463
18.1.2	Funktionsprinzip einer Klimaanlage	465
18.1.3	Eingangssignale	467
18.1.4	Ausgangssignale und Wirkungsweise	470
18.1.5	Schaltplan	474
18.2	Elektronische Automatik-Getriebesteuerung	477
18.2.1	Systembeschreibung	477
18.2.2	Ein- und Ausgangssignale im Detail	479
18.2.3	Stufenloses Automatikgetriebe	485
18.3	Elektronisches Kupplungsmanagement und automatisiertes Schaltgetriebe	488
18.3.1	Elektronisches Kupplungsmanagement	488
18.3.2	Automatisiertes Schaltgetriebe	492
18.4	Fahrgeschwindigkeitsregelung	494
18.4.1	Funktionsbeschreibung	494
18.4.2	Bauteile, Ein- und Ausgänge im Detail	496
18.4.3	Adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung	499
18.5	Elektronische Abstandsmessung als Einparkhilfe	504
18.6	Zentralverriegelung	509
18.6.1	Zentralverriegelung mit pneumatischen Stellelementen	510
18.6.2	Zentralverriegelung mit elektrischen Stellmotoren	514
18.6.3	Komfortzugang	520
18.7	Elektrische Fensterheber	522
18.8	Elektrisch betätigtes Schiebedächer	527
18.9	Elektrisch verstellbare Außenspiegel	529

18.10 Elektrische Sitzverstellung	531
18.11 Elektrische Sitz-/Spiegelverstellung mit Positionsspeicherung	533
18.12 Elektrische Lenksäulenverstellung	535
18.13 Zusatzheizungssysteme	537
18.13.1 Verschiedene Varianten	537
18.13.2 Funktion des Heizgerätes	540
18.13.3 Hinweise für die Nachrüstung und gesetzliche Vorschriften	541
18.13.4 Diagnose und Schaltplan einer Standheizung	544
19 Integrierte Fahrerinformationssysteme	547
19.1 Allgemeines	547
19.2 Verschiedene Eingabemöglichkeiten und Eingangssignale	548
19.3 Anzeige und Wiedergabe	552
19.4 Navigationssysteme	553
19.4.1 Allgemeines	553
19.4.2 Positionsbestimmung und Routenberechnung	553
19.4.3 Komponenten und Technik im Fahrzeug	555
19.4.4 Mögliche Funktionen	558
19.4.5 Mögliche Fehlfunktionen und deren Ursachen	560
19.5 Telefon im Kraftfahrzeug	562
19.5.1 Entwicklung des Mobilfunks	562
19.5.2 Grundlagen, Funktion und Technik	563
19.5.3 Beispiele verschiedener Varianten und Entwicklungsstufen	566
19.5.3.1 Festeinbau Stand Ende der 90er-Jahre	566
19.5.3.2 Handyvariante in Fahrzeug integriert	568
19.5.3.3 Aktuelle Handy-Nachrüstlösungen ohne Fahrzeugintegration	569
19.5.3.4 Festeinbau Stand Anfang 2000 und Integration in Fahrerinformationssysteme	571
19.5.3.5 Telefon mit Bluetooth-Technik und integriert in Fahrerinformationssysteme	572
19.6 Telematikfunktionen	574
19.6.1 Verkehrstelematik	575
19.6.2 Notruffunktion	577
19.6.3 Online-Dienste	579
19.6.4 Fahrzeugspezifische Telematikfunktionen und Ausblick	580
20 Hybridsysteme	583
20.1 Definition	583
20.2 Einteilung	583
20.2.1 Einteilung nach der Bauweise	583
20.2.1.1 Paralleler Hybrid	583
20.2.1.2 Serieller Hybrid	583
20.2.1.3 Mischhybrid oder verzweigter Hybrid	584
20.2.1.4 Plug-In-Hybrid	584
20.2.2 Einteilung nach Elektrifizierungsgrad	584
20.2.2.1 Micro Hybrid	584
20.2.2.2 Mild Hybrid	585
20.2.2.3 Full Hybrid	586
20.3 Antrieb der Nebenaggregate	589
20.4 Vorteile und Probleme elektrischer Fahrzeugantriebe	590
20.4.1 Zusammenspiel von Elektro- und Verbrennungsmotor	590
20.4.2 Vorteile elektrischer Fahrzeugantriebe	590
20.4.3 Nachteile elektrischer Fahrzeugantriebe	591
20.5 Toyota Prius als Beispiel für einen Seriell-parallel-Hybrid	592
20.5.1 Komponenten des Antriebs	592
20.5.2 HV-Akkumulatoren	593
20.5.2.1 Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	593
20.5.2.2 Lithium-Ionen-Akkumulator	595
20.5.3 Leistungsverzweigung	597
20.5.4 Aufbau und Funktion der Drehstrom-Synchronmaschine	598

20.5.5 Inverter/Konverter	601
20.5.6 Elektronische Steuereinheit	602
20.5.7 Hybrid-Sicherheitssystem des Prius	603
20.6 HV-eigensichere Fahrzeuge	605
20.6.1 Eigensicherheit	605
20.6.2 Sicherheitsprinzipien bei HV-Fahrzeugen	606
20.6.3 Technische Schutzmaßnahmen bei Wartungen an HV-Systemen	606
Literaturverzeichnis	609
Quellenverzeichnis	611
Stichwortverzeichnis	613