

HANSER

Lehr- und Übungsbuch Elektronik

Günther Koß, Wolfgang Reinhold, Friedrich
Hoppe

ISBN 3-446-40016-8

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/3-446-40016-8> sowie im Buchhandel

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis	14
1 Elektronische Bauelemente	17
1.1 <i>Physikalische Grundlagen der Halbleiterelektronik</i>	17
1.1.1 Eigenleitung	17
1.1.2 Halbleiter mit Störstellen	18
1.1.3 Generationsmechanismen	21
1.1.4 Ladungsträgertransportmechanismen	22
1.1.5 Aufgaben	23
1.2 <i>Halbleiterdioden</i>	23
1.2.1 pn-Übergang	23
1.2.1.1 Wirkprinzip	23
1.2.1.2 Strom-Spannungs-Kennlinie	26
1.2.1.3 Ladungsspeicherung	27
1.2.2 Kleinsignalverhalten	28
1.2.3 Schaltverhalten	29
1.2.4 Temperaturverhalten	31
1.2.5 Spezielle Dioden und ihre Anwendungen	32
1.2.5.1 Gleichrichterdiode	32
1.2.5.2 Z-Diode	34
1.2.5.3 Kapazitätsdiode	35
1.2.5.4 Tunneldiode	36
1.2.5.5 Schottky-Diode	36
1.2.6 Mikrowellendioden	37
1.2.6.1 IMPATT-Diode	37
1.2.6.2 Gunn-Dioden	38
1.2.7 Aufgaben	39
1.3 <i>Bipolartransistoren</i>	40
1.3.1 Wirkprinzip	40
1.3.2 Strom-Spannungs-Kennlinie	41
1.3.3 Nutzbarer Betriebsbereich	45
1.3.4 Bipolartransistor als Verstärker	47
1.3.5 Temperaturverhalten	52
1.3.6 Arbeitspunktabhängigkeit der Stromverstärkung	54
1.3.7 Bipolartransistor als elektronischer Schalter	54
1.3.8 Aufgaben	58
1.4 <i>Thyristoren</i>	60
1.4.1 Aufbau und Wirkungsweise	60
1.4.2 Thyristorvarianten	61
1.4.3 Anwendungen von Thyristoren	62
1.4.4 Aufgaben	65

1.5	<i>Feldeffekttransistoren</i>	65
1.5.1	MOSFET	65
1.5.1.1	Wirkprinzipien verschiedener Typen	65
1.5.1.2	Strom-Spannungs-Kennlinie	66
1.5.1.3	Ableitung der Strom-Spannungs-Kennlinie	69
1.5.1.4	MOSFET als Verstärker	71
1.5.1.5	Effekte bei integrierten MOSFET	73
1.5.1.6	MOSFET als elektronischer Schalter	75
1.5.1.7	Thermisches Verhalten	77
1.5.2	Sperrschicht-FET	77
1.5.2.1	Strom-Spannungs-Kennlinie	77
1.5.2.2	Kleinsignalverhalten	78
1.5.3	Aufgaben	78
1.6	<i>Rauschen elektronischer Bauelemente</i>	80
1.6.1	Widerstandsrauschen	80
1.6.2	Diodenrauschen	81
1.6.3	Transistorrauschen	82
1.6.4	Rauschspannung	83
1.6.5	Rauschfaktor	83
1.6.6	Aufgabe	84
1.7	<i>Operationsverstärker</i>	84
1.7.1	Der ideale Operationsverstärker	85
1.7.2	Aufbau eines Operationsverstärkers	85
1.7.3	Statische Kenngrößen realer Operationsverstärker	86
1.7.4	Dynamisches Verhalten von Operationsverstärkern	89
1.7.5	Rauschen in Operationsverstärkern	90
1.7.6	Moderne Operationsverstärkertypen	91
1.7.7	Aufgaben	93
1.8	<i>Optoelektronische Bauelemente und Halbleitersensoren</i>	93
1.8.1	Fotosensoren	93
1.8.2	Leuchtdioden	96
1.8.3	Optokoppler	98
1.8.4	Spezielle Halbleitersensoren	98
1.8.4.1	Temperatursensoren	98
1.8.4.2	Magnetfeldsensoren	99
1.8.4.3	Piezowandler	100
1.8.5	Aufgaben	101
2	Analogtechnik	103
2.1	<i>Berechnungsmethoden elektronischer Schaltungen</i>	103
2.1.1	Ersatzschaltbilder	103
2.1.2	Groß- und Kleinsignalanalyse	104
2.1.3	Kleinsignalersatzschaltung	105
2.1.4	Vierpoldarstellung	106
2.1.5	Darstellung des Übertragungsverhaltens	110

2.1.6	Signalflussdarstellung	111
2.1.7	Computergestützte Netzwerkanalyse	112
2.1.8	Aufgaben	113
2.2	<i>Lineare Verstärkergrundsaltungen</i>	114
2.2.1	Grundmodell eines Spannungsverstärkers	114
2.2.2	Einstufige Verstärker mit Bipolartransistoren	115
2.2.2.1	Emitterschaltung	115
2.2.2.2	Basisschaltung	119
2.2.2.3	Kollektorschaltung (Emitterfolger)	121
2.2.2.4	Vergleich der einstufigen Transistorverstärkerschaltungen	123
2.2.3	Einstufige Verstärker mit Feldeffekt-Transistoren	123
2.2.4	Grundsaltungen mit mehreren Transistoren	124
2.2.4.1	Kaskodeschaltung	124
2.2.4.2	Differenzverstärker	125
2.2.4.3	Stromspiegel	128
2.2.4.4	Differenzverstärker mit Stromspiegellast	130
2.2.4.5	Transistor-Stromquellen	131
2.2.4.6	Darlington-Schaltung	133
2.2.4.7	Leistungsendstufen	134
2.2.5	Frequenzverhalten von Verstärkerstufen	138
2.2.5.1	Untere Grenzfrequenz der Emitterschaltung	138
2.2.5.2	Obere Grenzfrequenz der Emitterschaltung	140
2.2.6	Kopplung von Verstärkerstufen	141
2.2.7	Aufgaben	142
2.3	<i>Gegenkopplung</i>	144
2.3.1	Allgemeines Modell der Gegenkopplung	145
2.3.2	Schaltungsarten der Gegenkopplung	146
2.3.3	Effekte der Gegenkopplung	147
2.3.3.1	Parameterempfindlichkeit	147
2.3.3.2	Einfluss der Gegenkopplung auf Ein- und Ausgangsimpedanz	148
2.3.3.3	Übertragungsbandbreite	149
2.3.3.4	Miller-Effekt	149
2.3.3.5	Bootstrap-Effekt	150
2.3.3.6	Gezielte Beeinflussung des Frequenzganges eines Verstärkers	151
2.3.4	Anwendungen der Gegenkopplungsvarianten	151
2.3.4.1	Operationsverstärkerschaltungen mit Gegenkopplung	151
2.3.4.2	Transistorschaltungen mit Gegenkopplung	153
2.3.5	Stabilität rückgekoppelter Verstärker	155
2.3.6	Frequenzgangkorrektur von Verstärkern	157
2.3.7	Aufgaben	158
2.4	<i>Schaltungen mit Operationsverstärkern</i>	159
2.4.1	Lineare Verstärker	159
2.4.1.1	Nicht invertierender Verstärker	159
2.4.1.2	Invertierender Verstärker	160

2.4.2	Rechenschaltungen	161
2.4.2.1	Addierer	161
2.4.2.2	Subtrahierer	161
2.4.2.3	Differenzierer	162
2.4.2.4	Integrator	163
2.4.2.5	Multiplizierer	164
2.4.2.6	Dividierer	165
2.4.3	Nichtlineare Schaltungen	165
2.4.4	Komparatoren und Schmitt-Trigger	165
2.4.5	Signalformung	167
2.4.6	Stromquellen	168
2.4.7	Schaltungstechnik mit modernen Operationsverstärkern	169
2.4.7.1	VC-OPV und seine Anwendung	169
2.4.7.2	CV-OPV als Hochfrequenz-Baublock	170
2.4.7.3	CC-OPV und seine Anwendung als idealer Transistor	172
2.4.8	Aufgaben	173
2.5	<i>Aktive Filter</i>	174
2.5.1	Aktive RC-Filter	178
2.5.1.1	Tiefpässe 2. Ordnung	178
2.5.1.2	Hochpässe 2. Ordnung	181
2.5.1.3	Bandpässe 2. Ordnung	183
2.5.1.4	Bandsperren 2. Ordnung	186
2.5.2	Universalfilter	187
2.5.3	SC-Filter	189
2.5.3.1	SC-Integrator	189
2.5.3.2	Schaltungsrealisierung von SC-Filtern	190
2.5.4	Aufgaben	191
2.6	<i>Oszillatoren</i>	191
2.6.1	Grundstruktur und Schwingbedingung	192
2.6.2	RC-Oszillatoren	192
2.6.2.1	Phasenschiebersoszillator	192
2.6.2.2	Wien-Oszillator	193
2.6.2.3	Wien-Brücken-Oszillator	194
2.6.3	LC-Oszillatoren	195
2.6.4	Quarzoszillatoren	196
2.6.5	Aufgaben	197
2.7	<i>Stromversorgungseinheiten</i>	197
2.7.1	Gleichrichterschaltungen	198
2.7.2	Spannungsstabilisierung	200
2.7.2.1	Einfache Stabilisierungsschaltungen	201
2.7.2.2	Spannungsregler	201
2.7.3	Erzeugung von Referenzspannungen	202
2.7.3.1	Referenzspannungsquellen mit Z-Dioden	202
2.7.3.2	Bandgap-Referenz	203
2.7.4	Aufgaben	204

2.8	<i>Analog/Digital- und Digital/Analog-Wandler</i>	204
2.8.1	Kennwerte von A/D-Wandlern	204
2.8.2	A/D-Wandlungsverfahren	206
2.8.3	Grundprinzipien der D/A-Wandlung	208
2.8.3.1	D/A-Wandler mit Widerstandsnetzwerk	209
2.8.3.2	Summation gewichteter Ströme	209
2.8.3.3	Fehlerkorrigierende D/A-Wandler	211
2.8.4	Aufgaben	212
3	Digitaltechnik	213
3.1	<i>Einleitung</i>	213
3.2	<i>Codierung</i>	216
3.2.1	Das Bit	216
3.2.2	Begriff der Codierung	218
3.2.3	Technisch bedeutsame Codes	219
3.2.3.1	Zahlensysteme	219
3.2.3.2	Weitere Binärcodes	225
3.2.4	Sicherung von Codes gegen Fehler	226
3.2.5	Aufgaben	227
3.3	<i>Schaltkreisreihen</i>	228
3.3.1	Bipolare Schaltkreisreihen	229
3.3.1.1	Bipolarer Schalttransistor	229
3.3.1.2	Bipolare Schaltkreisreihen	230
3.3.2	Unipolare Schaltkreisreihen	234
3.3.2.1	NMOS-Technik	234
3.3.2.2	CMOS-Technik	235
3.3.3	Aufgaben	237
3.4	<i>Schaltalgebra</i>	237
3.4.1	Schaltfunktionen	238
3.4.2	Schaltfunktionen und Schalt(er)netze	240
3.4.3	Gesetze und Rechenregeln der Schaltalgebra	240
3.4.4	Schaltfunktionen und Wertetabelle	242
3.4.5	Minimierung von Schaltfunktionen	244
3.4.6	NAND-NAND- und NOR-NOR-Strukturen	246
3.4.7	OR-NAND- und AND-NOR-Strukturen	248
3.4.8	Aufgaben	248
3.5	<i>Synthese und Analyse kombinatorischer Schaltungen</i>	248
3.5.1	Begriff der kombinatorischen Schaltung	248
3.5.2	Entwurf technisch bedeutsamer Funktionsgruppen	249
3.5.2.1	Allgemeine Steuerschaltungen	250
3.5.2.2	Codierer	250
3.5.2.3	Multiplexer	251
3.5.2.4	Rechenschaltungen	254
3.5.3	Entwurf kombinatorischer Schaltungen mit Multiplexern	257
3.5.4	Entwurf kombinatorischer Schaltungen mit Festwertspeichern (ROM) ..	259

3.5.5	Analyse kombinatorischer Schaltungen	264
3.5.6	Aufgaben	265
3.6	<i>Entwurf synchroner sequenzieller Schaltungen (Schaltwerke)</i>	265
3.6.1	Flipflop	265
3.6.1.1	Elementarspeicher (asynchrones RS-Flipflop)	265
3.6.1.2	Steuerungsprinzipien für Flipflop	267
3.6.1.3	Erweiterte Flipflop	268
3.6.2	Synthese und Analyse synchroner sequenzieller Schaltungen	271
3.6.2.1	Begriff synchroner sequenzieller Schaltungen	271
3.6.2.2	Beschreibung sequenzieller Schaltungen	275
3.6.2.3	Synthese technisch bedeutsamer Funktionsgruppen	277
3.6.2.4	ROM-basierte kombinatorische Schaltungen in sequenziellen Schaltungen	288
3.6.2.5	Analyse sequenzieller Schaltungen	290
3.6.3	Kippschaltungen mit Digital Schaltkreisen	290
3.6.4	Aufgaben	295
3.7	<i>Anwenderspezifische digitale Schaltkreise und Hardware-Beschreibungs-Sprachen</i>	296
3.7.1	Schaltungsrealisierung in PAL	297
3.7.2	Schaltungsrealisierung mit FPGA	301
3.7.3	VHDL	303
3.7.4	Aufgaben	316
3.8	<i>Halbleiterspeicher</i>	319
3.8.1	Festwertspeicher	320
3.8.1.1	ROM	320
3.8.1.2	EPROM	320
3.8.1.3	EEPROM	321
3.8.1.4	Speicherorganisation und Schaltsymbole	321
3.8.2	Schreib-Lese-Speicher	323
3.8.2.1	Statische RAM	323
3.8.2.2	Dynamische RAM	327
3.8.3	Erweiterung der Speicherkapazität	336
3.8.4	Aufgaben	340
3.9	<i>Mikroprozessorsysteme</i>	340
3.9.1	Elementarer Mikroprozessor	341
3.9.1.1	Befehlssatz des 4-Bit-Prozessors	341
3.9.1.2	Entwurf einer 4-Bit-ALU	343
3.9.1.3	Komponenten des Mikroprozessors	345
3.9.1.4	Befehlsablaufsteuerung	347
3.9.1.5	Unterprogrammtechnik	349
3.9.1.6	Reset und Takt	352
3.9.1.7	Speicher und Ein-/Ausgabe	352
3.9.1.8	Fest verdrahtetes Steuerwerk	354
3.9.2	Mikroprozessorreihe 80x86	354
3.9.3	Assemblerprogrammierung	364
3.9.4	Aufgaben	369

3.10 <i>Mikrocontroller</i>	370
3.10.1 Architektur	370
3.10.2 Anwendungsbeispiele	372
3.10.3 Aufgaben	381
3.11 <i>Signalprozessoren</i>	382
3.11.1 Signalprozessoranwendungen	382
3.11.2 Signalprozessor-Strukturen	385
3.11.3 Der Signalprozessor DSP56303	386
3.11.3.1 Daten-ALU	386
3.11.3.2 Adresserzeugung	387
3.11.3.3 Beispiel in Assembler	388
3.11.4 DSP56303-Evaluation-Modul	388
3.11.5 Tasking-Entwicklungsumgebung	389
3.11.6 Beispielprogramme	390
3.11.6.1 Das Hauptprogramm	390
3.11.6.2 Sägezahnerzeugung	391
3.11.6.3 Sinussignalerzeugung	392
3.11.6.4 Digitales Filter	393
3.11.7 Laufzeitanalyse	394
3.11.8 Aufgaben	395
 Literaturverzeichnis	 396
 Sachwortverzeichnis	 399