

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Halbleitertechnik	1
1.1 Grundsätzliche Eigenschaften von Halbleiterstoffen	1
1.1.1 Eigenleitung	3
1.1.2 Dotierung mit Akzeptoren und Donatoren	4
1.1.3 Störstellenleitung im N- und im P-Material	6
1.1.4 PN-Übergang als Prinzip der Halbleiterdiode	7
1.1.5 Schwellenspannung und Durchbruchspannung	8
1.2 Temperaturverhalten von Halbleitern	10
1.2.1 Temperaturverhalten	12
1.2.2 Wärmeableitende Kühlkörper	14
1.2.3 Montage eines Transistors mit Kühlkörper	16
1.2.4 Berechnungen von Transistoren mit Kühlkörpern	21
1.2.5 Berücksichtigung der zulässigen Verlustleistung eines Bauelements im Kennlinienfeld	22
2 Einschichthalbleiter-Bauelemente	27
2.1 Spezifischer Widerstand und Temperaturkoeffizient	27
2.2 NTC-Widerstände (Heißleiter/Thermistoren)	29
2.3 PTC-Widerstände (Kaltleiter)	37
2.4 Lasergetrimmte Temperatursensoren	42
2.5 Varistoren (VDR-Widerstände)	45
2.6 Hall- oder Feldplatten (Hallsonden)	48
2.7 Fotowiderstände	53
2.8 Dehnungsmessstreifen	56
3 Dioden, Grundlagen und Anwendungen	61
3.1 Funktionsweise des PN-Übergangs	61
3.1.1 Diffusionsspannung	63
3.1.2 Kennlinie einer Diode	65
3.1.3 Statischer und dynamischer Innenwiderstand	68
3.1.4 Dynamische Aufnahme der Kennlinie	69

3.1.5	Einfache Messungen und Prüfungen an Dioden	71
3.1.6	Kennlinien verschiedener Dioden	73
3.1.7	Aufbau von Datenblättern	75
3.1.8	Begriffserklärungen zu Dioden	76
3.2	Gleichrichterschaltungen mit Dioden	79
3.2.1	Einweggleichrichtung	80
3.2.2	Zweiweggleichrichter	82
3.2.3	Brückengleichrichter	83
3.2.4	Drehstrom-Mittelpunkt-Schaltung	84
3.2.5	Drehstrom-Brückengleichrichter	86
3.2.6	Einphasengleichrichter mit Ladekondensator	88
3.2.7	Doppelweggleichrichter mit Ladekondensator	91
3.2.8	Siebschaltungen	92
3.3	Spannungsvervielfacherschaltungen	97
3.3.1	Delon- oder Greinacherschaltung	97
3.3.2	Villardschaltung	98
3.3.3	Kaskadenschaltung	99
3.4	Begrenzerschaltungen	100
3.4.1	Positive Klipperschaltung mit Diode	100
3.4.2	Negative Klipperschaltung mit Diode	101
3.4.3	Bidirektionale Klipperschaltung mit Dioden	101
3.5	Elektronische Schalterfunktionen mit Dioden	103
3.5.1	Diode als Schalter	103
3.5.2	Diodenschalter Typ I und II	103
3.5.3	Dioden als Entkopplungselemente	107
3.5.4	Diodendecodierer	107
3.5.5	ODER-Gatter in RDL-Technik	108
3.5.6	UND-Gatter in RDL-Technik	110
3.6	Freilaufdiode	111
4	Dioden mit speziellen Eigenschaften	113
4.1	Z-Dioden	114
4.1.1	Grundsätzlicher Aufbau und Wirkungsweise	114
4.1.2	Statische Kennlinienaufnahme einer Z-Diode	117
4.1.3	Dynamische Kennlinienaufnahme von Z-Dioden	119
4.1.4	Spannungs-Stabilisierungsschaltungen mit Z-Dioden	121
4.1.5	Klipperschaltungen mit Z-Diode	123
4.1.6	Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden	125
4.1.7	Stabilität bei Eingangsschwankungen	128

4.2	Leuchtdioden	130
4.2.1	Wirkungsweise von Leuchtdioden	130
4.2.2	Aufbau von Leuchtdioden	132
4.2.3	Simulation von Leuchtdioden	134
4.3	Kapazitätsdioden	139
4.3.1	Wirkungsweise von Kapazitätsdioden	140
4.3.2	Frequenzabstimmung mit Kapazitätsdiode	142
5	Transistoren	145
5.1	Bipolare Transistoren	145
5.1.1	NPN-Transistor	146
5.1.2	PNP-Transistor	148
5.1.3	Spannungen und Ströme des Transistors	149
5.1.4	Herstellungsverfahren und Bauformen bipolarer Transistoren	150
5.1.5	Transistorgrundsaltungen	155
5.1.6	Zusammenfassung der drei Grundsaltungen	162
5.1.7	Grenz- und Kenndaten bipolarer Transistoren	163
5.1.8	Statische und dynamische Kenndaten	166
5.2	Vierpolgrößen von Transistoren	168
5.2.1	Arbeiten mit h-Parametern	169
5.2.2	Vierpolgrößen der Leitwertmatrix	170
5.2.3	Kennlinienfelder eines NPN-Transistors in Emitterschaltung	172
5.2.4	Statische Kennlinienaufnahme eines NPN-Transistors in Emitterschaltung	175
5.2.5	Dynamische Kennlinienaufnahme eines NPN-Transistors in Emitterschaltung	180
5.2.6	Ermittlung der h-Parameter aus dem Kennlinienfeld	180
5.2.7	Arbeitspunkteinstellung	182
5.2.8	Arbeitsgerade für Gleich- und Wechselstrom	185
5.3	Kleinsignalverstärker	190
5.3.1	Gleichspannungsverstärker	191
5.3.2	Ansteuerung mit Rechtecksignalen	196
5.3.3	Gegenkopplung bei der Emitterschaltung	200
5.3.4	Ausgangswiderstand bei Stromgegenkopplung	206
5.3.5	Wechselspannungs- und Stromanpassung	211
5.3.6	Zweistufiger Verstärker	217
5.3.7	Zweistufiger Verstärker mit Gegenkopplung	221
5.4	Leistungsverstärker	225
5.4.1	Leistungsverstärker im A-Betrieb	226
5.4.2	Leistungsverstärker im B-Betrieb	233
5.4.3	Leistungsverstärker im AB-Betrieb	235

6	Unipolare Transistoren (FETs und MOSFETs)	239
6.1	FET und MOSFET	239
6.1.1	Physikalische Funktionsweise des Sperrschicht-FET	240
6.1.2	Untersuchung eines N-Kanal-FET	243
6.1.3	Herstellungsverfahren und Bauformen von FETs	247
6.1.4	Grenz- und Kenndaten	248
6.1.5	Kennlinien in Source-Grundsaltung	250
6.1.6	Verstärkerschaltungen mit FET	253
6.1.7	Signalgegenkopplung	257
6.1.8	Der FET als Schalter und einstellbarer Widerstand	260
6.2	VMOS-Leistungstransistor	261
6.2.1	Aufbau von VMOS-Transistoren	264
6.2.2	Kennlinienfelder	267
6.2.3	Kennlinien des IGBT	269
6.2.4	Schaltvorgänge bei verschiedenen Anwendungen	271
6.3	Anwendungen von FET und MOSFET	279
6.3.1	FET-Verstärker in Sourceschaltung	279
6.3.2	FET-Verstärker in Drainschaltung	281
6.3.3	FET-Verstärker in Gateschaltung	283
6.3.4	Konstantstromquelle mit FET	283
6.3.5	FET-Vorverstärker	286
6.3.6	FET-Vorverstärker mit Stromgegenkopplung	288
6.3.7	Zweistufiger FET-Vorverstärker	289
6.3.8	FET-Vorverstärker mit Klangregler	291
6.3.9	Messvorverstärker	293
6.3.10	Feldeffekttransistor als Analogschalter	294
6.3.11	Differenzverstärker mit Konstantstromquelle	295
6.3.12	Differenzverstärker mit Darlington-FET-Eingängen	296
6.3.13	Differenzverstärker in FET-Technologie	297
6.3.14	Drainschaltung mit N-Kanal-MOSFET-Anreicherungstyp	299
6.3.15	Sourceschaltung mit N-Kanal-Verarmungstyp	301
6.3.16	MOSFET als Analogschalter	302
6.3.17	CMOS-Analogschalter	303
6.3.18	NICHT-Gatter in CMOS-Technik	305
6.3.19	NAND-Gatter in CMOS-Technik	306
6.3.20	NOR-Gatter in CMOS-Technik	308
7	Integrierte Operationsverstärker	309
7.1	Analoge Verstärkerfamilien	310
7.1.1	Integrierte Verstärker	311
7.1.2	Interner Schaltungsaufbau von Operationsverstärkern	314

7.1.3	Betriebsarten eines Operationsverstärkers	317
7.1.4	Übertragungscharakteristik bei Operationsverstärkern	318
7.1.5	Betriebsarten für eine Mit- und Gegenkopplung	320
7.1.6	Invertierender Betrieb	321
7.1.7	Nicht invertierender Betrieb	323
7.2	Lineare Schaltungsbeispiele	326
7.2.1	Addierer oder Summierer	326
7.2.2	Subtrahierer oder Differenzverstärker	327
7.2.3	Integrator	329
7.2.4	Differenzierer	337
7.3	Statische Schaltungen mit Operationsverstärkern	339
7.3.1	Operationsverstärker als Komparator	339
7.3.2	Spannungsvergleich im gesättigten Verstärkerbetrieb	341
7.3.3	Fenster-Komparator	342
7.3.4	Schmitt-Trigger	343
7.4	Netzgeräte mit Operationsverstärker	345
7.4.1	Wahl der richtigen Spannungsreferenz	346
7.4.2	Einfache Referenzspannungsquellen	350
7.4.3	Konstantspannungsquellen	353
7.4.4	Einstellbares Netzgerät	356
7.4.5	Endstufe mit Darlingtonschaltung	357
7.4.6	Einstellbares Netzgerät mit gepuffertem Ausgang	359
7.4.7	Einstellbares Netzgerät mit Längstransistor	360
7.4.8	Parallelstabilisierung mit Operationsverstärker	361
7.4.9	Parallelstabilisierung für höhere Ausgangsströme	363
7.4.10	Konstantstromquelle mit Operationsverstärker	364
7.4.11	Konstantstromquelle mit Transistor	365
7.5	Messtechnik mit Operationsverstärker	366
7.5.1	Verstärker mit differentielltem Ausgang	367
7.5.2	Differentieller Verstärker mit differentielltem Ausgang	368
7.5.3	Instrumentenverstärker	369
7.5.4	Strom-Spannungs- und Spannungs-Strom-Wandler	371
7.5.5	Spannungs- und Strommessung	372

Literaturverzeichnis	375
-----------------------------	------------

Index	377
--------------	------------