

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen	1
1.1 Elektrische Netzwerke, CAD-Werkzeuge	1
1.2 Ideale Netzwerkelemente	3
1.2.1 Widerstände	3
1.2.2 Kapazitäten	5
1.2.3 Unabhängige und gesteuerte Quellen	6
1.3 Netzwerke aus linearen Elementen	7
1.3.1 Impedanzen, Admittanzen	7
1.3.2 Übertragungsfaktor, Bode-Diagramm	8
1.4 Verlustleistung und Eigenerwärmung	12
1.4.1 Thermischer Widerstand, thermische Zeitkonstante	12
1.4.2 Zulässige Verlustleistung und Wärmeabfuhr	15
1.4.3 Zulässige Verlustleistung bei Impulsbetrieb	19
1.5 Halbleiter	21
1.5.1 Elektronen und Löcher, Bandschema	21
1.5.2 Halbleiter im thermischen Gleichgewicht	25
1.5.3 Stromtransport	32
1.5.4 Generation und Rekombination	37
1.5.5 Die Poisson-Gleichung	42
1.5.6 Abschirmung injizierter Minoritäten	42
1.6 Aufgaben	43
1.7 Literaturverzeichnis	46
2. Kontakte	47
2.1 Der pn-Übergang	47
2.1.1 Thermisches Gleichgewicht	47
2.1.2 Flußpolung	52
2.1.3 Sperrpolung	58
2.2 Diodenkennlinie, Parameterbestimmung	63
2.2.1 Kennlinie und Bahnwiderstand	63
2.2.2 Temperaturabhängigkeit	68
2.3 Speicherladungen	73
2.3.1 Sperrschichtkapazität	73

2.3.2	Minoritätsspeicherladung, Diffusionskapazität	77
2.4	Schaltverhalten, Ladungssteuerungstheorie	79
2.5	Kleinsignalmodell der pn-Diode	84
2.6	Schottky-Kontakte	86
2.6.1	Thermisches Gleichgewicht	86
2.6.2	Fluß- und Sperrpolung	88
2.6.3	Großsignal- und Kleinsignalbeschreibung	90
2.6.4	Niederohmige Kontakte	90
2.7	Heteroübergänge	92
2.7.1	Thermisches Gleichgewicht	93
2.7.2	Flußpolung	95
2.7.3	Sperrschichtkapazität	97
2.8	Der MOS-Kondensator	98
2.8.1	Thermisches Gleichgewicht	99
2.8.2	Akkumulation	101
2.8.3	Inversion	102
2.8.4	Tiefe Verarmung (Deep Depletion)	105
2.8.5	Stromfluß durch das Gateoxid	106
2.9	Aufgaben	108
2.10	Literaturverzeichnis	111
3.	Halbleiterdioden	113
3.1	Gleichrichterdioden	113
3.2	Z-Dioden	118
3.2.1	Kenngrößen, Modellierung	118
3.2.2	Anwendungen	121
3.3	Varaktoren	125
3.3.1	Kapazitätsdioden, Eigenschaften	125
3.3.2	Speichervaraktoren, Step-recovery-Dioden	129
3.4	pin-Dioden	131
3.5	Tunneldioden	136
3.6	Schottky-Dioden	138
3.7	Aufgaben	141
3.8	Literaturverzeichnis	142
4.	Bipolartransistoren	143
4.1	Einführung	143
4.2	Transistoren als Verstärker und Schalter	147
4.3	Großsignalbeschreibung	150
4.3.1	Der Ansatz von Gummel und Poon	153
4.3.2	Das elementare Großsignalmodell	154
4.3.3	SPICE-Modellanweisung	157

4.3.4	Eingangs- und Transferstromkennlinie	158
4.3.5	Ausgangskennlinienfeld in Emitterschaltung	158
4.3.6	Temperaturabhängigkeit	162
4.3.7	Mitlaufeffekt, thermische Stabilität	163
4.4	Kleinsignalbeschreibung	166
4.4.1	Das elementare Kleinsignalmodell	166
4.4.2	NF-Hybridparameter	170
4.5	Transistorkapazitäten und Grenzfrequenzen	174
4.6	Sperrverhalten, Grenzdaten, SOAR-Diagramm	178
4.6.1	Restströme	178
4.6.2	Grenzspannungen, Durchbrüche	179
4.6.3	Der sichere Arbeitsbereich	182
4.7	Bauformen	184
4.7.1	Einzeltransistoren	184
4.7.2	Integrierte Bipolartransistoren	187
4.8	Heterostruktur-Bipolartransistoren (HBTs)	188
4.9	Beispielschaltungen	191
4.9.1	Emitterschaltung	191
4.9.2	Differenzverstärker	206
4.10	Aufgaben	210
4.11	Literaturverzeichnis	215
5.	Feldeffekttransistoren	217
5.1	MOSFETs - Eine Einführung	218
5.1.1	Gegenüberstellung von Bipolartransistor und MOSFET	218
5.1.2	Der n-Kanal-MOSFET in einfachster Näherung	222
5.1.3	Kennlinien im LEVEL1-Modell	230
5.1.4	NF-Kleinsignalbeschreibung	234
5.1.5	Temperaturverhalten	235
5.1.6	Transistorkapazitäten, Transitfrequenz	236
5.1.7	Der n-Kanal-MOSFET als Schalter	238
5.1.8	P-Kanal-MOSFETs	242
5.2	Grundsaltungen	245
5.2.1	Sourceschaltung und nMOS-Inverter	245
5.2.2	Grundlagen der CMOS-Technik	249
5.3	MOSFETs in integrierten Schaltungen	261
5.3.1	Zur Herstellung integrierter MOSFETs	262
5.3.2	Elektrisches Verhalten von Kurzkanal-MOSFETs	264
5.3.3	Elektrostatische Entladungen	270
5.4	Leistungs-MOSFETs und IGBTs	272
5.4.1	Aufbau von Leistungs-MOSFETs	273
5.4.2	Eigenschaften und Kenndaten von Leistungs-MOSFETs	275
5.4.3	IGBTs	280
5.5	Aufgaben	282
5.6	Literaturverzeichnis	286

6. Optoelektronische Bauelemente	287
6.1 Grundlagen	287
6.1.1 Licht	287
6.1.2 Strahlungsgrößen	290
6.1.3 Absorption und Dämpfung	297
6.2 Fotodioden und Fototransistoren	299
6.2.1 pin-Fotodioden	299
6.2.2 Fototransistoren	306
6.3 Solarzellen	311
6.3.1 Kenngrößen und Ersatzschaltung	312
6.3.2 Einkristalline Solarzellen	315
6.3.3 Polykristalline Siliziumsolarzellen	317
6.3.4 Dünnschichtsolarzellen	318
6.4 Lichtemittierende Dioden	319
6.4.1 Leuchtdioden (LEDs)	319
6.4.2 Laserdioden	328
6.5 Optokoppler	334
6.6 Aufgaben	336
6.7 Literaturverzeichnis	339
6. Optoelektronische Bauelemente	287
6.1 Grundlagen	287
6.1.1 Licht	287
6.1.2 Strahlungsgrößen	290
6.1.3 Absorption und Dämpfung	297
6.2 Fotodioden und Fototransistoren	299
6.2.1 pin-Fotodioden	299
6.2.2 Fototransistoren	306
6.3 Solarzellen	311
6.3.1 Kenngrößen und Ersatzschaltung	312
6.3.2 Einkristalline Solarzellen	315
6.3.3 Polykristalline Siliziumsolarzellen	317
6.3.4 Dünnschichtsolarzellen	318
6.4 Lichtemittierende Dioden	319
6.4.1 Leuchtdioden (LEDs)	319
6.4.2 Laserdioden	328
6.5 Optokoppler	334
6.6 Aufgaben	336
6.7 Literaturverzeichnis	339

7. Thyristoren	341
7.1 Rückwärtssperrende Thyristoren	342
7.1.1 Aufbau und Wirkungsweise	343
7.1.2 Herstellung von Thyristoren	345
7.1.3 Zünden des Thyristors, Durchlaßzustand	347
7.1.4 Löschen des Thyristors	351
7.1.5 Phasenanschnittsteuerung mit Thyristoren	352
7.2 Asymmetrisch sperrende Thyristoren, RCTs	354
7.3 Gate Turn-Off Thyristoren (GTO)	355
7.4 TRIACs	357
7.5 Literaturverzeichnis	359