

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Häufiger verwendete Symbole	xi
1 Modellierung elektronischer Schaltungen	1
1.1 Passive Bauelemente	2
1.1.1 Eintorelemente	2
1.1.2 Zweitorelemente	5
1.2 Quellen	7
1.2.1 Unabhängige Quellen	7
1.2.2 Gesteuerte Quellen	11
1.3 Die Sperrschichtdiode	14
1.4 Der Bipolar-Transistor	16
1.4.1 Modelle für das statische Großsignalverhalten	16
1.4.2 Vereinfachtes Modell für den aktiven Bereich vorwärts	24
1.4.3 Berücksichtigung des Early-Effekts	25
1.4.4 Durchbrucherscheinungen	28
1.4.5 Dynamisches Großsignal-Modell	32
1.4.6 Modelle für geringe Aussteuerung	33
1.4.7 Modell-Umwandlungen	42
1.4.8 Modelle für den Schalterbetrieb	46
1.5 Feldeffekt-Transistoren	48
1.5.1 Allgemeines	48
1.5.2 Das statische Verhalten von MOS-Transistoren	50
1.5.3 Dynamisches Modell für MOS-Transistoren	54
1.5.4 MOS-Transistor-Modell für geringe Aussteuerung	55
1.6 Zusammenfassung	60

1.7	Aufgaben	61
2	Signalbeschreibung	65
2.1	Allgemeines	65
2.2	Sinusförmige Signale	67
2.3	Nichtsinusförmige periodische Signale	69
2.4	Nichtperiodische Signale	75
2.4.1	Verallgemeinerte Funktionen	75
2.4.2	Die Fourier-Transformation	77
2.4.3	Die Laplace-Transformation	86
2.5	Periodisch geschaltete Signale	98
2.6	Stochastische Signale	105
2.6.1	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie	106
2.6.2	Wichtige Verteilungen	110
2.6.3	Erwartungswert (Mittelwert), Varianz und Momente höherer Ordnung	114
2.6.4	Beziehungen bei zwei Zufallsvariablen	117
2.6.5	Stochastische Prozesse	119
2.6.6	Ergodischer Prozeß	122
2.7	Leistungsbeziehungen	122
2.7.1	Sinusförmige Signale	123
2.7.2	Allgemeine periodische Signale	125
2.7.3	Allgemeine Signale	127
2.7.4	Rauschsignale	133
2.8	Zusammenfassung	134
2.9	Aufgaben	135
3	Analyse elektronischer Schaltungen	139
3.1	Die Gleichstromanalyse	139
3.1.1	Formulierung der Schaltungsgleichungen	140
3.1.2	Die Knotenanalyse	144
3.1.3	Die modifizierte Knotenanalyse	149
3.1.4	Gleichstromanalyse nichtlinearer Schaltungen	155
3.2	Analyse linearer dynamischer Schaltungen im Zeitbereich . . .	164
3.2.1	Einführung	164
3.2.2	Lösung von Differentialgleichungs-Systemen unter Verwendung von Matrizen	168
3.2.3	Schaltungsbeschreibung im stationären Zustand	182
3.2.4	Sprungantwort und Impulsantwort	186
3.2.5	Schaltungsbeschreibung durch eine Differentialgleichung höherer Ordnung	193
3.3	Analyse linearer Schaltungen im Frequenzbereich	195
3.3.1	Die Übertragungsfunktion	195
3.3.2	Das Prinzip der analytischen Fortsetzung und die komplexe Frequenz	198

3.3.3	Darstellung der Übertragungsfunktion durch Pole und Nullstellen	200
3.3.4	Partialbruchzerlegung und Kettenbruchentwicklung der Übertragungsfunktion	203
3.3.5	Identität von Polen der Übertragungsfunktion und Eigenwerten der Systemmatrix	205
3.3.6	Impulsantwort und Übertragungsfunktion	206
3.3.7	Zweitor-Beschreibungen	210
3.4	Zusammenfassung	236
3.5	Aufgaben	236
4	Lineare Grundsaltungen	243
4.1	Festlegung von Transistor-Arbeitspunkten	243
4.1.1	Überlegungen zur Wahl des Arbeitspunktes	243
4.1.2	Arbeitspunkteinstellung bei Bipolar-Transistoren	247
4.1.3	Arbeitspunkteinstellung bei Feldeffekt-Transistoren	255
4.2	Verbundtransistoren	256
4.2.1	Die Darlington-Schaltung	256
4.2.2	Die Paradox-Schaltung	258
4.2.3	Die komplementäre Darlington-Schaltung	259
4.2.4	Das Super-Triplett	259
4.3	Realisierung von Stromquellen mit Transistoren (Stromspiegel)	260
4.3.1	Quellen mit Bipolar-Transistoren	261
4.3.2	Quellen mit MOS-Transistoren	263
4.4	Die Kaskode-Schaltung	264
4.5	Der Differenzverstärker	267
4.5.1	Differenzverstärker mit Bipolar-Transistoren	267
4.5.2	Differenzverstärker mit MOS-Transistoren	273
4.6	Leistungs-Endstufen	277
4.6.1	Leistungs-Endstufen mit Bipolar-Transistoren	277
4.6.2	Endstufen mit Leistungs-MOSFETs	284
4.7	Zusammenfassung	287
4.8	Aufgaben	287
5	Rückkopplung und Stabilität	291
5.1	Allgemeines	291
5.2	Allgemeine Grundlagen	293
5.3	Rückkopplungs-Strukturen	301
5.4	Stabilität	303
5.4.1	Einführung	303
5.4.2	Das Nyquist-Kriterium	306
5.4.3	Das Bode-Diagramm	313
5.5	Zusammenfassung	320
5.6	Aufgaben	320

6	Rauschen in elektronischen Schaltungen	323
6.1	Autokorrelationsfunktion und Leistungsdichtespektrum	323
6.2	Rauschursachen	324
6.2.1	Thermisches Rauschen	324
6.2.2	Schrot-Rauschen ("shot noise")	325
6.2.3	1/f-Rauschen	325
6.2.4	Weitere Rauscharten	326
6.3	Rauschberechnungen in linearen Schaltungen	326
6.3.1	Eintore	326
6.3.2	Zweitore	336
6.3.3	Rauschzahl, Rauschanpassung und Signal-Rausch-Verhältnis .	339
6.4	Rauschen in Halbleitern	342
6.4.1	Sperrschichtdioden	342
6.4.2	Bipolar-Transistoren	345
6.4.3	Feldeffekt-Transistoren	355
6.5	Zusammenfassung	356
6.6	Aufgaben	356
	Literatur	359
	Sachverzeichnis	361
	Lösungsvorschläge zu den Aufgaben	367