

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Spannungen, Ströme und Leistungen	1
1.1 Zeitabhängige Größen.....	1
1.2 Komplexe Darstellung reeller sinusförmiger Größen.....	3
1.3 Nichtsinusförmige periodische Spannungen und Ströme.....	5
1.4 Leistungsbeziehungen bei Verwendung komplexer Amplituden.	10
1.5 Zusammenfassung.....	14
Übungsaufgaben.....	15
2 Lineare Elemente	18
2.1 Vorbemerkungen.....	18
2.2 Eintorelemente.....	20
2.3 Zweitorelemente.....	28
Übungsaufgaben.....	35
3 Quellen	36
3.1 Allgemeines.....	36
3.2 Unabhängige Quellen.....	36
3.3 Gesteuerte Quellen.....	42
Übungsaufgaben.....	45
4 Bipolare Halbleiterelemente	46
4.1 Vorbemerkungen.....	46
4.2 Die Sperrschichtdiode.....	47
4.3 Der Bipolar-Transistor.....	59
4.3.1 Modelle für das statische Transistorverhalten.....	59
4.3.2 Modelle zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens bipolarer Transistoren.....	66
4.3.3 Klassifizierung der Arbeitsbereiche bipolarer Transistoren.....	74
4.3.4 Kennlinienfelder bipolarer Transistoren.....	81
4.3.5 Modelle für bipolare Transistoren bei kleiner Aussteuerung.....	87
Übungsaufgaben.....	101

	Seite
5 Feldeffekttransistoren	104
5.1 Allgemeine Bemerkungen.....	104
5.2 Klassifizierung verschiedener Arten von Feldeffekttransistoren.....	104
5.3 Das statische Verhalten von MOS-Feldeffekttransistoren...	107
5.4 Das dynamische Verhalten von MOS-Feldeffekttransistoren..	108
5.5 Beschreibung des Verhaltens von Sperrschicht-Feldeffekttransistoren.....	110
5.6 Modelle für Feldeffekttransistoren bei geringer Aussteuerung.....	112
5.6.1 Ein Modell für MOS-Feldeffekttransistoren.....	112
5.6.2 Ein Modell für Sperrschicht-Feldeffekttransistoren.....	113
Übungsaufgaben.....	115
6 Beschreibung des dynamischen Verhaltens einfacher linearer Schaltungen	116
6.1 Vorbemerkungen.....	116
6.2 Beschreibung durch lineare Differentialgleichungen erster Ordnung.....	117
6.2.1 Differentialgleichungen mit konstantem Störglied.....	117
6.2.2 Differentialgleichungen mit sinusförmiger Störfunktion...	122
6.2.3 Differentialgleichungen mit nichtsinusförmiger periodischer Störfunktion.....	131
Übungsaufgaben.....	135
7 Die Analyse linearer Schaltungen im Zeitbereich	137
7.1 Allgemeines.....	137
7.2 Gewinnung der Gleichungen zur Schaltungsanalyse.....	137
7.2.1 Grundsätzliche Betrachtungen.....	137
7.2.2 Ein Beispiel.....	138
7.3 Lösung von Differentialgleichungs-Systemen .....	143
7.3.1 Formulierung des Problems.....	143
7.3.2 Eigenvektoren und Eigenwerte einer Matrix.....	144
7.3.3 Matrizenfunktionen.....	146
7.3.4 Lösung der homogenen Matrizen-Differentialgleichung erster Ordnung.....	148
7.3.5 Lösung der Matrizen-Differentialgleichung mit Störglied..	153

	Seite
7.3.6 Diagonalisierung von Matrizen und Berechnung von Matrizenfunktionen.....	158
7.3.7 Die Lösung von Matrizen-Differentialgleichungen mit konstantem oder sinusförmigem Störglied.....	168
7.4 Das vollständige Gleichungssystem zur Schaltungsrechnung	172
Übungsaufgaben.....	175
8 Das Verhalten linearer Schaltungen im stationären Zustand bei sinusförmiger Erregung	177
8.1 Grundlegende Betrachtungen.....	177
8.2 Schaltungsberechnung mit Hilfe des Knotenspannungsverfahrens.....	181
8.3 Die Übertragungsfunktion.....	188
8.3.1 Allgemeine Überlegungen.....	188
8.3.2 Beschreibung des Eingangs-Ausgangs-Verhaltens einer linearen Schaltung.....	189
8.3.3 Beispiel zur Bestimmung der Übertragungsfunktion.....	199
8.3.4 Das Prinzip der analytischen Fortsetzung und die komplexe Frequenz.....	204
8.3.5 Die Darstellung der Übertragungsfunktion durch Pole und Nullstellen.....	205
8.3.6 Partialbruchzerlegung und Kettenbruchentwicklung der Übertragungsfunktion.....	212
8.4 Identität von Polen der Übertragungsfunktion und Eigenwerten der Systemmatrix.....	213
Übungsaufgaben.....	217
9 Der Satz von Tellegen und einige Folgerungen daraus	221
9.1 Die Formulierung und der Beweis des Satzes.....	221
9.2 Reziprozität.....	226
Übungsaufgaben.....	237
10 Zweitore	239
10.1 Allgemeine Bemerkungen.....	239
10.2 Die Beschreibung von Zweitoren mit Hilfe der Admittanzmatrix, Impedanzmatrix, der Hybridmatrizen und der Kettenmatrix.....	240
10.2.1 Die Admittanzmatrix.....	240

	Seite
10.2.2 Die Impedanzmatrix.....	241
10.2.3 Die Hybridmatrizen.....	242
10.2.4 Die Kettenmatrix.....	243
10.3 Äquivalenzbeziehungen zwischen den verschiedenen Matrizen	244
10.4 Die Formulierung der Reziprozität bei Zweitoren.....	248
10.5 Die Zusammenschaltung von Zweitoren.....	249
10.6 Zur Existenz der verschiedenen Zweitor-Matrizen.....	261
10.7 Übertragungsfunktion und Eingangsimpedanz beschalteter Zweitore.....	262
10.8 Die Streumatrix.....	265
10.9 Die Transfermatrix.....	276
10.10 Die indefinite Admittanzmatrix.....	279
Übungsaufgaben.....	285
11 Zur Bestimmung von Transistor-Parametern bei Kleinsignal- Aussteuerung	 289
11.1 Allgemeines.....	289
11.2 Bipolare Transistoren.....	289
11.3 Bemerkungen.....	297
11.4 Feldeffekttransistoren.....	297
12 Der Transistor-Arbeitspunkt	299
12.1 Allgemeine Bemerkungen.....	299
12.2 Bipolar-Transistoren.....	299
12.2.1 Lawinen-Durchbruch und Zener-Durchbruch bei Sperrschicht- dioden.....	300
12.2.2 Durchbruch-Erscheinungen in Bipolar-Transistoren.....	303
12.2.3 Der Early-Effekt.....	308
12.2.4 Grenzen für die Lage des Arbeitspunkts im $I_C$ - $U_{CE}$ -Kenn- linienfeld.....	309
12.2.5 Die Wahl des Arbeitspunkts.....	311
12.2.6 Schaltungsmaßnahmen zur Arbeitspunkteinstellung.....	317
12.3 Feldeffekt-Transistoren.....	335
12.3.1 Vorbemerkungen.....	335
12.3.2 Das $I_D$ - $U_{DS}$ -Kennlinienfeld eines Sperrschicht-Feld- effekttransistors.....	335
12.3.3 Schaltungstechnische Realisierung der Arbeitspunktein- stellung.....	338
Übungsaufgaben.....	341

	Seite
13 Wichtige Transistor-Zusammenschaltungen	344
13.1 Allgemeine Bemerkungen.....	344
13.2 Die Realisierung von Stromquellen mit Transistoren.....	344
13.2.1 Einleitende Betrachtungen.....	344
13.2.2 Schaltungen zur Realisierung von Stromquellen.....	348
13.3 Die Kaskode-Schaltung.....	363
13.4 Der Differenzverstärker.....	368
13.5 Verbundtransistoren.....	382
13.5.1 Die Darlington-Schaltung.....	382
13.5.2 Die Paradox-Schaltung.....	385
13.5.3 Die komplementäre Darlington-Schaltung.....	387
13.5.4 Das Super-Trip̄let.....	390
13.5.5 Anmerkungen zur Gleichstromversorgung von Verbundtransistoren.....	392
Übungsaufgaben.....	393
14 Rückkopplung	397
14.1 Einführung.....	397
14.2 Allgemeine Grundlagen.....	400
14.3 Rückkopplungs-Schaltungen.....	409
Übungsaufgaben.....	414
15 Stabilität	416
15.1 Grundlagen.....	416
15.2 Analytische Stabilitätsprüfung.....	425
15.3 Das Nyquist-Kriterium.....	428
15.4 Das Bode-Diagramm.....	437
Übungsaufgaben.....	444
16 Der Operationsverstärker	447
16.1 Allgemeines.....	447
16.2 Grundsätzliche Betrachtungen.....	447
16.3 Die Eingangsstufe.....	449
16.4 Die Endstufe.....	456

	Seite
16.5 Die Potentialverschiebungsstufe.....	468
16.6 Kompensation.....	473
16.7 Begrenzung des Spannungsanstiegs durch Nichtlinearitäten.....	482
16.8 Ein Modell für reale Operationsverstärker.....	485
Übungsaufgaben.....	487
17 Schaltungen mit Operationsverstärkern.....	490
17.1 Vorbemerkungen.....	490
17.2 Grundsaltungen mit Operationsverstärkern.....	491
17.2.1 Invertierende Schaltungen.....	491
17.2.2 Nichtinvertierende Schaltungen.....	495
17.3 Oszillatoren.....	497
17.4 Aktive Filter.....	503
17.5 Nichtlineare Schaltungen mit Operationsverstärkern.....	506
17.5.1 Präzisionsgleichrichter.....	506
17.5.2 Logarithmier- und Delogarithmier-Schaltung.....	508
17.5.3 Multiplizier-, Dividier- und Radizier-Schaltung.....	510
17.5.4 Spitzenwert-, Mittelwert- und Effektivwert-Gleichrichtung.....	513
17.6 Der Komparator.....	518
17.6.1 Einführung.....	518
17.6.2 Die Schmitt-Trigger-Schaltung.....	520
17.6.3 Der astabile Multivibrator.....	526
17.6.4 Der monostabile Multivibrator.....	528
Übungsaufgaben.....	531
18 Die Verwendung von Transistoren als Schalter.....	534
18.1 Allgemeines.....	534
18.2 Schalter mit Bipolar-Transistoren.....	534
18.2.1 Grundlegende Betrachtungen.....	534
18.2.2 Schaltgeschwindigkeit.....	541
18.3 Schalter mit Feldeffekttransistoren.....	553
18.3.1 Sperrschicht-Feldeffekttransistoren.....	553
18.3.2 MOS-Feldeffekttransistoren.....	554

	Seite
19 Logische Schaltungen	564
19.1 Einleitung.....	564
19.2 Die Widerstand-Transistor-Logik (RTL).....	568
19.3 Die Diode-Transistor-Logik (DTL).....	571
19.4 Die Transistor-Transistor-Logik (TTL).....	572
19.5 Die Emitter-gekoppelte Logik (ECL).....	581
19.6 Aufbau von Gattern mit MOS-Transistoren.....	585
 Lösungen der Übungsaufgaben	 641
 Literaturhinweise	 670
 Sachwortverzeichnis	 672