

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Schaltungen im stationären Zustand</b>	<b>1</b>
1.1	Physikalische Grundlagen	2
1.1.1	Energie, Potenzial und Spannung	3
1.1.2	Strom	6
1.1.3	Ohmsches Gesetz	8
1.1.4	Verlustleistung und Inbetriebnahmeregeln	9
1.1.5	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	11
1.2	Mathematische Grundlagen	14
1.2.1	Aufstellen der Knoten- und Maschengleichungen	15
1.2.2	Lineare Zweipole	18
1.2.3	Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems	20
1.2.4	Nützliche Vereinfachungen	23
1.2.5	Gesteuerte Quellen	26
1.2.6	Bauteile mit einer nichtlinearen Strom-Spannungs-Beziehung	28
1.2.7	Vernachlässigte Leitungs- und Isolationswiderstände	30
1.2.8	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	31
1.3	Handwerkszeug	34
1.3.1	Zusammenfassen von Widerständen	34
1.3.2	Spannungsteiler	37
1.3.3	Stromteiler	38
1.3.4	Helmholtzsches Überlagerungsprinzip	39
1.3.5	Zweipolvereinfachung	41
1.3.6	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	44
1.4	Schaltungen mit Dioden	46
1.4.1	Anzeige von Logikwerten mit einer Leuchtdiode	49
1.4.2	Gleichrichter	51
1.4.3	Nachbildung von Spannungsquellen	53
1.4.4	Logikschaltungen	55
1.4.5	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	58
1.5	Schaltungen mit Bipolartransistoren	60

1.5.1	Einfacher Spannungsverstärker . . . . .	63
1.5.2	Verbesserter Spannungsverstärker . . . . .	66
1.5.3	Differenzverstärker . . . . .	67
1.5.4	Stromquelle, Stromspiegel . . . . .	69
1.5.5	Transistorinverter . . . . .	70
1.5.6	Dioden-Transistor-Gatter . . . . .	73
1.5.7	Spannungsstabilisierung mit einem Längsregler . . . . .	77
1.5.8	Zusammenfassung und Übungsaufgaben . . . . .	81
1.6	Schaltungen mit MOS-Transistoren . . . . .	86
1.6.1	Verstärker . . . . .	88
1.6.2	Schalten und Steuern von Ausgabeelementen . . . . .	90
1.6.3	CMOS-Gatter . . . . .	97
1.6.4	Speicherzellen . . . . .	104
1.6.5	Zusammenfassung und Übungsaufgaben . . . . .	105
1.7	Schaltungen mit Operationsverstärkern . . . . .	107
1.7.1	Nichtinvertierender Verstärker . . . . .	109
1.7.2	Invertierender Verstärker . . . . .	110
1.7.3	Analoge Addition und Subtraktion . . . . .	111
1.7.4	Komparator und Schmitt-Trigger . . . . .	113
1.7.5	Digital/Analog-Umsetzer . . . . .	116
1.7.6	Analog/Digital-Umsetzer . . . . .	117
1.7.7	Zusammenfassung und Übungsaufgaben . . . . .	120
<b>2</b>	<b>Zeitveränderliche Spannungen und Ströme . . . . .</b>	<b>123</b>
2.1	Kapazitäten und Induktivitäten . . . . .	123
2.1.1	Kapazität . . . . .	124
2.1.2	Induktivität . . . . .	127
2.1.3	Gegeninduktivität . . . . .	129
2.1.4	Parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten . . . . .	132
2.1.5	Zusammenfassung und Übungsaufgaben . . . . .	137
2.2	Zeitdiskrete Modellierung . . . . .	139
2.2.1	Zurückführung auf bekannte Ersatzschaltungen . . . . .	139
2.2.2	Gleichrichter mit Glättungskondensator . . . . .	141
2.2.3	Schaltnetzteile . . . . .	143
2.2.4	Simulation einer H-Brücke mit induktiver Last . . . . .	146
2.2.5	Simulation einer Kette von CMOS-Invertern . . . . .	147
2.2.6	Zusammenfassung und Übungsaufgaben . . . . .	149
2.3	Geschaltete Systeme . . . . .	152
2.3.1	Sprungantwort . . . . .	152
2.3.2	Das geschaltete RC-Glied . . . . .	157
2.3.3	Transformation in ein geschaltetes RC-Glied . . . . .	163
2.3.4	Abschnittsweise Annäherung durch geschaltete RC-Glieder . . . . .	166
2.3.5	Das geschaltete RL-Glied . . . . .	171
2.3.6	Transformation in ein geschaltetes RL-Glied . . . . .	174

2.3.7	Abschnittsweise Annäherung durch geschaltete RL-Glieder	176
2.3.8	RC-Oszillatör	179
2.3.9	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	182
2.4	Schaltungen im Frequenzraum	187
2.4.1	Signale im Frequenzraum	189
2.4.2	Komplexe Spannungen, Ströme und Widerstände	193
2.4.3	Von der Schaltung zum Gleichungssystem	195
2.4.4	Schaltungsumformungen und Vereinfachungen	198
2.4.5	Transistorverstärker im Frequenzraum	203
2.4.6	Operationsverstärker im Frequenzraum	210
2.4.7	Die zeitdiskrete Fourier-Transformation	213
2.4.8	Messen des Frequenzgangs	221
2.4.9	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	223
<b>3</b>	<b>Fortgeschrittene Themen</b>	<b>229</b>
3.1	Halbleiterbauelemente	229
3.1.1	Bewegliche und unbewegliche Elektronen	229
3.1.2	Leiter, Nichtleiter und Halbleiter	232
3.1.3	Dotierte Halbleiter	234
3.1.4	pn-Übergang	238
3.1.5	Bipolartransistor	244
3.1.6	MOS-Transistor	249
3.1.7	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	254
3.2	Integrierte digitale Halbleiterschaltungen	257
3.2.1	Frei strukturierte Schaltungen	257
3.2.2	Schaltungsbeispiele	261
3.2.3	Zeitverhalten	268
3.2.4	Geometrischer Entwurf	277
3.2.5	Blockspeicher	280
3.2.6	Festwertspeicher	288
3.2.7	Programmierbare Logikschaltkreise	291
3.2.8	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	295
3.3	Elektrisch lange Leitungen	298
3.3.1	Ersatzschaltung	299
3.3.2	Die Wellengleichung und ihre möglichen Lösungen	300
3.3.3	Wellenwiderstand	303
3.3.4	Reflexion	305
3.3.5	Informationsübertragung	307
3.3.6	Die Sprungantwort verzerrungsfreier Leitungen	310
3.3.7	Messen der Signallaufzeit und des Wellenwiderstands	315
3.3.8	Zusammenfassung und Übungsaufgaben	317

<b>4 Lösungen zu den Übungsaufgaben</b> .....	321
4.1 Physikalische Grundlagen .....	321
4.2 Mathematische Grundlagen .....	323
4.3 Handwerkszeug .....	328
4.4 Schaltungen mit Dioden .....	331
4.5 Schaltungen mit Bipolartransistoren .....	334
4.6 Schaltungen mit MOS-Transistoren .....	343
4.7 Schaltungen mit Operationsverstärkern .....	346
4.8 Kapazität und Induktivität .....	350
4.9 Zeittdiskrete Modellierung .....	352
4.10 Geschaltete Systeme .....	357
4.11 Schaltungen im Frequenzraum .....	366
4.12 Halbleiterbauelemente .....	370
4.13 Integrierte digitale Halbleiterschaltungen .....	371
4.14 Elektrisch lange Leitungen .....	373
<b>Sachverzeichnis</b> .....	377
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	385