

Inhalt

1	Elektrizität und Magnetismus	15
1.1	Physikalische Grundlagen	15
1.2	Skalare und vektorielle Größen	16
1.3	Mathematische Modelle in der Elektrotechnik	18
1.4	Elektrische Ladung und Potenzial	23
1.4.1	Elementarladung	23
1.4.2	Kraftwirkung	24
1.4.3	Strom und Stromdichte	25
1.4.4	Potenzial und Spannung	27
1.4.5	Das elektrische Feld	30
1.5	Mechanismen elektrischer Leitung	31
1.5.1	Metallische Leiter	31
1.5.2	Elektronenleitung im Vakuum	34
1.5.3	Ionenleitung	35
1.5.4	Nichtleiter	36
1.5.5	Halbleiter	36
1.6	Der Widerstand als Bauelement	38
1.6.1	Beschreibung durch das Ohm'sche Gesetz	38
1.6.2	Nenngrößen, Toleranzen und Widerstandsreihen	39
1.6.3	Kennzeichnung von Widerständen	40
1.6.4	Veränderliche Widerstände	41
1.7	Magnetismus	43
1.7.1	Ursachen des Magnetismus	44
1.7.2	Das magnetische Feld	47
1.8	Übungsaufgaben	49
2	Zeitabhängige Größen	52
2.1	Periodische und nichtperiodische Vorgänge	52
2.2	Definition von Kenngrößen	53
2.2.1	Mittelwert	53
2.2.2	Effektivwert	54

2.2.3	Gleichrichtwert	55
2.3	Beschreibung harmonischer Vorgänge	56
2.3.1	Reelle Darstellung sinusförmiger Signale	56
2.3.2	Zeigerdarstellung	57
2.3.3	Komplexe Amplituden	59
2.4	Sonstige zeitabhängige Signale	63
2.4.1	Rechtecksignal	64
2.4.2	Dreiecksignal	66
2.5	Übungsaufgaben	68

3 Bauelemente und Grundschaltungen..... 72

3.1	Das ideale Bauelement als Zweipol	72
3.1.1	Ohmscher Widerstand	72
3.1.2	Kondensator und Kapazität	73
3.1.3	Spule und Induktivität	75
3.1.4	Gekoppelte Induktivitäten	77
3.2	Impedanz und Admittanz	79
3.2.1	Definitionen und Begriffe	79
3.2.2	Frequenzabhängigkeit von Blindwiderständen	81
3.2.3	Bestimmung von Scheinwiderstand und Scheinleitwert	84
3.3	Zusammenschaltung von Bauelementen	84
3.3.1	Reihenschaltung	85
3.3.2	Parallelschaltung.....	86
3.3.3	Spannungs- und Stromteiler	89
3.3.4	Schwingkreise	91
3.3.4.1	Reihenschwingkreis	92
3.3.4.2	Parallelschwingkreis	98
3.3.5	Brückenschaltungen	106
3.3.5.1	Widerstandsmessbrücke	107
3.3.5.2	Induktivitätsmessbrücke (Maxwell-Wien-Brücke)	108
3.3.5.3	Kapazitätsmessbrücke (Schering-Brücke)	109
3.3.5.4	Frequenzmessbrücke (Wien-Robinson-Brücke)	110
3.3.6	Sternschaltung und Dreieckschaltung.....	111
3.4	Ersatzschaltungen zur Beschreibung realer Bauelemente.....	115
3.4.1	Der Kondensator	115
3.4.2	Die Spule	116
3.5	Spannungs- und Stromquellen	118
3.5.1	Ideale und reale Spannungsquelle	119

3.5.2	Ideale und reale Stromquelle.....	120
3.5.3	Äquivalenz von Spannungs- und Stromquellen.....	121
3.5.4	Ersatzquellen.....	122
3.6	Übungsaufgaben.....	124

4 Frequenzselektive Schaltungen132

4.1	Übertragungsfunktion, Dämpfung und Phase.....	132
4.2	Grafische Darstellung des Übertragungsverhaltens.....	134
4.2.1	Bode-Diagramm.....	137
4.2.2	Nyquist-Diagramm.....	138
4.3	Elementare Filterschaltungen.....	139
4.3.1	Tiefpass.....	140
4.3.2	Hochpass.....	144
4.3.3	Bandpass.....	148
4.3.4	Bandsperre.....	150
4.4	Filteranalyse mit Octave.....	152
4.5	Übungsaufgaben.....	156

5 Leistung und Arbeit.....159

5.1	Leistungsbetrachtung im Gleich- und Wechselstromkreis.....	159
5.1.1	Augenblicksleistung.....	160
5.1.2	Wirk-, Blind- und Scheinleistung.....	162
5.2	Leistungsanpassung und Wirkungsgrad.....	164
5.2.1	Wirkleistungsanpassung.....	167
5.2.2	Scheinleistungsanpassung.....	168
5.2.3	Reflexionsfaktor.....	168
5.3	Logarithmische Kenngrößen.....	169
5.3.1	Leistungspegel.....	170
5.3.2	Spannungspegel.....	170
5.3.3	Bezugssysteme.....	170
5.3.4	Referenzpegel.....	171
5.4	Übungsaufgaben.....	172

6 Lineare elektrische Netzwerke177

6.1	Definition linearer Netzwerke.....	177
6.2	Netzwerkdarstellung durch Graphen.....	178
6.3	Netzwerktopologie.....	181
6.3.1	Der vollständige Baum.....	181

6.3.2	Abhängige und unabhängige Variablen	182
6.4	Das Maschenstromverfahren	184
6.4.1	Das Gleichungssystem der Maschenzweigströme	184
6.4.2	Direktes Aufstellen des Gleichungssystems	185
6.4.3	Berücksichtigung idealer Stromquellen	186
6.5	Das Knotenpotenzialverfahren	188
6.5.1	Das Gleichungssystem der Baumzweigspannungen	188
6.5.2	Direktes Aufstellen des Gleichungssystems	189
6.5.3	Berücksichtigung idealer Spannungsquellen	190
6.6	Der Überlagerungssatz	192
6.7	Netzwerkanalyse mit Octave	193
6.8	Übungsaufgaben	199

7 Einführung in die Netzwerktheorie205

7.1	Die Torbedingung	205
7.2	Lineare Eintore	206
7.3	Lineare Zweitore	206
7.3.1	Vierpole und Zweitore	207
7.3.2	Die Impedanzmatrix	208
7.3.3	Die Admittanzmatrix	211
7.3.4	Die Kettenmatrix	213
7.3.5	Die Hybridmatrix	215
7.3.6	Die Parallel-Reihen-Matrix	217
7.3.7	Symmetrien	218
7.3.8	Umrechnung der Matrizen	220
7.4	Idealer Übertrager im Netzwerk	222
7.4.1	Zweitorgleichungen des idealen Übertragers	222
7.4.2	Impedanztransformation	223
7.5	Übungsaufgaben	224

8 Einschalt- und Einschwingvorgänge228

8.1	Zustandsgrößen und Netzwerkordnung	228
8.2	Netzwerke erster Ordnung	229
8.2.1	RC-Glied	229
8.2.1.1	Entladevorgang	230
8.2.1.2	Ladevorgang	231
8.2.1.3	Harmonische Eingangsspannung	234
8.2.1.4	Rechteckförmige Eingangsspannung	236

8.2.2	<i>RL</i> -Glied	238
8.2.2.1	Ausschaltvorgang	239
8.2.2.2	Einschaltvorgang.....	241
8.3	Netzwerke zweiter Ordnung	242
8.3.1	Verlustbehafteter Reihenschwingkreis.....	243
8.3.2	<i>RC</i> -Kaskade	250
8.4	Übungsaufgaben	253

A	Arbeiten mit Octave	258
A.1	Systemumgebung und Installation	258
A.2	Direkte Berechnung	259
A.3	Skript-Dateien und Funktionen	261
A.4	Diagramme	264

B	Komplexe Zahlen	269
B.1	Definition	269
B.2	Darstellungsformen	270
B.3	Operationen und Rechenregeln	271
B.3.1	Konjugation	271
B.3.2	Betrag, Betragsquadrat und Winkel	272
B.3.3	Division und konjugiert komplexe Erweiterung	272
B.3.4	Real- und Imaginärteil	272
B.3.5	Euler'sche Formel.....	273

C	Vektoren und Matrizen.....	274
C.1	Definition und Begriffe	274
C.1.1	Zeilen- und Spaltenvektoren	274
C.1.2	Matrizen	275
C.1.3	Einheitsvektor und Einheitsmatrix.....	275
C.2	Operationen und Rechenregeln	276
C.2.1	Transposition.....	276
C.2.2	Multiplikation von Vektoren und Matrizen	276
C.2.3	Determinanten.....	278
C.2.4	Adjunkte	279
C.2.5	Matrixinversion	279
C.3	Lineare Gleichungssysteme	281

D	Lineare Differenzialgleichungen.....	282
D.1	Differenzialgleichung erster Ordnung	282
D.1.1	Analytische Betrachtung.....	282
D.1.2	Differenzengleichung erster Ordnung	284
D.1.3	Analytische und numerische Lösung	286
D.2	Differenzialgleichung zweiter Ordnung	288
D.2.1	Analytischer Lösungsansatz und Fallunterscheidung	288
D.2.2	Differenzengleichung zweiter Ordnung	292
D.2.3	Vergleich von analytischer und numerischer Lösung	294
	Ergänzende und weiterführende Literatur.....	299
	Index.....	303