

Inhaltsverzeichnis

Arbeitshinweise zu diesem Buch	XII
1 Elektrische Ladung	1
1.1 Beobachtungen und Grundannahmen	1
1.2 Atomistische Deutung	2
1.3 Ladungstrennung	3
1.4 Ladungsträger	3
1.5 Ladungsmenge	4
1.6 Vertiefung und Übung	5
2 Elektrische Energie	6
2.1 Energietransportaufgabe des Stromkreises	6
2.2 Elektrisches Feld als Erklärungsmodell	7
2.3 Potential	10
2.4 Potentialdifferenz	11
2.5 Potentialgefälle	12
2.6 Potential- und Spannungsmessung	14
2.7 Vertiefung und Übung	16
3 Elektrische Strömung	19
3.1 Stromrichtung und Stromstärke	19
3.2 Zeitlich konstante Strömung	19
3.3 Zeitlich veränderliche Strömung	21
3.4 Transportierte Ladungsmenge	22
3.5 Messen der Stromstärke	23
3.6 Stromdichte	24
3.7 Vertiefung und Übung	26
4 Elektrischer Widerstand	27
4.1 Widerstandsbegriff	27
4.2 Lineare Widerstände	28
4.3 Nichtlineare Widerstände	29
4.4 Ohmsches Gesetz	31
4.5 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	35
4.6 Vertiefung und Übung	38

Inhaltsverzeichnis	VII
5 Grundstromkreise	42
5.1 Grundgesetze der Stromkreise	42
5.2 Reihenschaltung von Widerständen	44
5.3 Parallelschaltung von Widerständen	46
5.4 Spannungsquelle mit Innenwiderstand	49
5.5 Stromquelle mit Innenwiderstand	52
5.6 Vertiefung und Übung	55
6 Energieumsetzung im Schaltwiderstand	59
6.1 Elektrische Arbeit	59
6.2 Joulesches Gesetz	60
6.3 Elektrische Leistung	61
6.4 Strom- und Spannungsabhängigkeit der Leistung	63
6.5 Nennleistung	64
6.6 Energieumwandlung und Wirkungsgrad	65
6.7 Energieübertragung und Wirkungsgrad	67
6.8 Leistungsanpassung	69
6.9 Vertiefung und Übung	71
7 Verzweigte Stromkreise	74
7.1 Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit bekannten Widerstandswerten	75
7.2 Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit gesuchten Widerstandswerten	79
7.3 Lösungsmethodik für Schaltungen mit einem nichtlinearen Widerstand	82
7.4 Wheatstonesche Brückenschaltung	85
7.5 Vertiefung und Übung	89
8 Netzwerke	93
8.1 Netzwerk	93
8.2 Kreisstromverfahren	94
8.3 Überlagerungsmethode	95
8.4 Vertiefung und Übung	96
9 Ersatzquellen	99
9.1 Ersatzschaltungen	99
9.2 Ersatzspannungsquelle	99
9.3 Ersatzstromquelle	101
9.4 Vergleich der Ersatzquellen	102
9.5 Ersatzschaltungen zur Nachbildung nichtlinearer I - U -Kennlinien	103
9.6 Vertiefung und Übung	106

10	Eigenschaften und Bemessung des Spannungsteilers	109
10.1	Leerlauffall	109
10.2	Belastungsfall	111
10.3	Linearitätsfehler des belasteten Spannungsteilers	113
10.4	Dimensionierung des Spannungsteilers	116
10.5	Vertiefung und Übung	118
11	Elektrostatisches Feld	120
11.1	Elektrostatisches Feld des Plattenkondensators	120
11.2	Kapazität	121
11.3	Kapazitätsberechnung	122
11.4	Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren	129
11.5	Kapazitive Kopplung von Stromkreisen	131
11.6	Energie des elektrostatischen Feldes	134
11.7	Kräfte im elektrostatischen Feld	136
11.8	Vertiefung und Übung	142
12	Ladungsvorgänge bei Kondensatoren	145
12.1	Aufladung des Kondensators mit konstantem Strom	145
12.2	Aufladung des Kondensators bei konstanter Spannung	146
12.3	Entladungsvorgang des Kondensators	151
12.4	Vertiefung und Übung	155
13	Magnetisches Feld	157
13.1	Magnetfeld des stromdurchflossenen Leiters	157
13.2	Induktivität	158
13.3	Induktivitätsberechnung	159
13.4	Magnetische Eigenschaften des Eisens	166
13.5	Magnetischer Kreis	170
13.6	Energieumsatz in der Spule	172
13.7	Hystereseverluste	176
13.8	Kraftwirkungen	178
13.9	Vertiefung und Übung	184
14	Induktion	187
14.1	Induktion in der Leiterschleife	187
14.2	Induktionsgesetz	188
14.3	Induktionsspule	193
14.4	Generatorprinzip	194
14.5	Selbstinduktion	198
14.6	Vertiefung und Übung	201
15	Schaltvorgänge bei Spulen	204
15.1	Einschaltvorgang	204
15.2	Abschaltvorgang	208

15.3	Begriffsdefinitionen und Übersicht für die Gleichstromschaltvorgänge	211
15.4	Vertiefung und Übung	213
16	Sinusförmige Änderungen elektrischer Größen	214
16.1	Darstellung sinusförmiger Größen	214
16.2	Frequenz, Kreisfrequenz	218
16.3	Zeichnerische Darstellung $u = f(t)$ und $f(\omega t)$	221
16.5	Vertiefung und Übung	222
17	Mittelwerte periodischer Größen	223
17.1	Arithmetischer Mittelwert: Gleichanteil der Größe	223
17.2	Gleichrichtwert	225
17.3	Quadratischer Mittelwert: Effektivwert der Größe	226
17.4	Scheitelfaktor (Crestfaktor), Formfaktor	228
17.5	Vertiefung und Übung	231
18	Addition frequenzgleicher Wechselgrößen	234
18.1	Nullphasenwinkel, Phasenverschiebungswinkel	234
18.2	Addition von Wechselspannungen	236
18.3	Subtraktion von Wechselspannungen	238
18.4	Vertiefung und Übung	239
19	Idealer Schaltwiderstand im Wechselstromkreis	241
19.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	241
19.2	Leistung und Energieumsetzung	242
19.3	Ohmsches Gesetz, Wirkwiderstand	244
19.4	Vertiefung und Übung	246
20	Idealer Kondensator im Wechselstromkreis	247
20.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	247
20.2	Leistung und Energieumsetzung	248
20.3	Ohmsches Gesetz, kapazitiver Blindwiderstand	250
20.4	Vertiefung und Übung	252
21	Ideale Spule im Wechselstromkreis	253
21.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	253
21.2	Leistung und Energieumsetzung	254
21.3	Ohmsches Gesetz, induktiver Blindwiderstand	256
21.4	Vertiefung und Übung	258
22	Grundsaltungen im Wechselstromkreis	259
22.1	Parallelschaltung eines idealen Schaltwiderstandes und eines idealen Kondensators	259
22.1.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	259

22.1.2	Ohmsches Gesetz, Scheinleitwert	261
22.1.3	Ersatzschaltung des Kondensators	262
22.1.4	Energieumsetzung	263
22.1.5	Leistung	265
22.2	Reihenschaltung eines idealen Schaltwiderstandes mit einer idealen Spule	267
22.2.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	267
22.2.2	Ohmsches Gesetz, Scheinwiderstand	269
22.2.3	Ersatzschaltung der Spule ohne Eisen	270
22.2.4	Energieumsetzung, Leistung	271
22.3	Vertiefung und Übung	271
23	Einführung der komplexen Rechnung	273
23.1	Komplexe Darstellung von sinusförmigen Größen	273
23.2	Definition der Widerstands- und Leitwert-Operatoren	278
23.3	Standard-Problemstellungen für komplexe Rechnung	282
23.3.1	Äquivalente Schaltungen	282
23.3.2	Komplexer Widerstand von Netzwerken	283
23.3.3	Komplexer Spannungsteiler	286
23.3.4	Komplexer Stromteiler	287
23.3.5	Besondere Phasenbedingung	287
23.4	Schaltungsanalyse mit Hilfe von Zeigerdiagrammen	289
23.4.1	Zeigerdiagrammtechnik	289
23.4.2	Zeigerdiagramm einer Phasenschieberschaltung	290
23.4.3	Zeigerdiagramm zur Blindstromkompensation	291
23.4.4	Zeigerdiagramm der eisengefüllten Spule	294
23.5	Ortskurven	297
23.6	Vertiefung und Übung	303
24	Frequenzgang von RC-Gliedern	305
24.1	Frequenzgang	305
24.2	Tiefpaß	306
24.3	Hochpaß	310
24.4	Vertiefung und Übung	311
25	Schwingkreis, Resonanzkreis	313
25.1	Schwingkreis und freie Schwingung	313
25.2	Reihen-Resonanzkreis	318
25.2.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand	319
25.2.2	Resonanzkurven bei konstanter Eingangsspannung	320
25.3	Parallel-Resonanzkreis	323
25.3.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand	323
25.3.2	Resonanzkurve bei konstantem Eingangsstrom	325
25.4	Bandbreite und Kreisgüte	328
25.5	Vertiefung und Übung	329

26 Transformatoren	331
26.1 Gesetze des idealen Transformators	331
26.2 Realer Transformator	335
26.3 Strom- und Spannungsverhalten des realen Transformators	338
26.4 Vertiefung und Übung	342
27 Dreiphasensystem	343
27.1 Drehstromquelle	343
27.2 Verkettungsmöglichkeiten	344
27.3 Potentialdiagramm des Vierleiter-Dreiphasensystems	346
27.4 Spannungen und Ströme bei Sternschaltung der Verbraucher	347
27.5 Spannungen und Ströme bei Dreieckschaltung der Verbraucher	350
27.6 Leistung bei Drehstrom	351
27.7 Erzeugung eines magnetischen Drehfeldes	353
27.8 Vertiefung und Übung	354
Lösungen der Übungen	356
Memory	395
Sachwortverzeichnis	427