

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Elektrische Ladung	1
1.1 Beobachtungen und Grundannahmen	1
1.2 Atomistische Deutung	2
1.3 Ladungstrennung und elektrisches Feld	3
1.4 Ladungsträger	5
1.5 Übungsaufgaben	7
2 Elektrische Spannung	9
2.1 Energietransportaufgabe des Stromkreises	9
2.2 Spannung als Kennwert eines Arbeitsvermögens	11
2.3 Spannung als Potenzialdifferenz	13
2.4 Potenzialgefälle und Feldstärke	16
2.5 Potenzial- und Spannungsmessung	17
2.6 Spannungszählpeile	19
2.7 Übungsaufgaben	20
3 Elektrische Strömung	25
3.1 Stromrichtung und Stromstärke	25
3.2 Zeitlich konstante Strömung	26
3.3 Zeitlich veränderliche Strömung	27
3.4 Transportierte Ladungsmenge	29
3.5 Messen der Stromstärke	30
3.6 Stromdichte	31
3.7 Übungsaufgaben	33

VII

4	Elektrischer Widerstand	35
4.1	Widerstandsbegriff	35
4.2	Lineare Widerstände	36
4.3	Nichtlineare Widerstände	37
4.4	Ohm'sches Gesetz und Leitungswiderstand	40
4.5	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	43
4.6	Übungsaufgaben	48
5	Grundstromkreise	51
5.1	Grundgesetze der Stromkreise	51
5.2	Reihenschaltung von Widerständen	53
5.2.1	Gesamtwiderstand der Reihenschaltung	54
5.2.2	Spannungsteilung in der Reihenschaltung	54
5.3	Parallelschaltung von Widerständen	56
5.3.1	Gesamtwiderstand der Parallelschaltung	56
5.3.2	Stromteilung in der Parallelschaltung	57
5.4	Spannungsquelle mit Innenwiderstand	59
5.4.1	Ersatzschaltung einer Spannungsquelle	59
5.5	Stromquelle mit Innenwiderstand	62
5.5.1	Ersatzschaltung einer Stromquelle	62
5.6	Übungsaufgaben	65
6	Energieumsetzung im Verbraucher	69
6.1	Elektrische Arbeit	69
6.2	Joule'sches Gesetz	70
6.3	Elektrische Leistung	71
6.4	Strom- und Spannungsabhängigkeit der Leistung	74
6.5	Nennleistung	75
6.6	Energieumwandlung und Wirkungsgrad	76
6.7	Energieübertragung und Wirkungsgrad	78
6.8	Leistungsanpassung	80
6.9	Übungsaufgaben	83
7	Verzweigte Stromkreise	87
7.1	Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit bekannten Widerstandswerten	88
7.2	Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit mehreren Bedingungen	92
7.3	Lösungsmethodik für Schaltungen mit einem nichtlinearen Widerstand ...	96
7.4	Lösungsmethodik für Brückenschaltungen	99
7.5	Lösungsmethodik Ersatzschaltung	103
7.6	Übungsaufgaben	105

8	Netzwerke	109
8.1	Netzwerk	109
8.2	Kreisstromverfahren	110
8.3	Überlagerungsmethode	111
8.4	Übungsaufgaben	112
9	Ersatzquellen	115
9.1	Ersatzschaltungen	115
9.2	Ersatzspannungsquelle	115
9.3	Ersatzstromquelle	118
9.4	Vergleich der Ersatzquellen	120
9.5	Ersatzschaltungen zur Nachbildung nichtlinearer I - U -Kennlinien	121
9.6	Übungsaufgaben	124
10	Eigenschaften und Bemessung des Spannungsteilers	127
10.1	Leerlaufall	127
10.2	Belastungsfall	129
10.3	Linearitätsfehler des belasteten Spannungsteilers	131
10.4	Dimensionierung des Spannungsteilers	135
10.5	Übungsaufgaben	137
11	Elektrostatisches Feld	141
11.1	Elektrostatisches Feld des Plattenkondensators	141
11.2	Kapazität	142
11.3	Kapazitätsberechnung	143
11.4	Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren	150
11.5	Kapazitive Kopplung von Stromkreisen	153
11.5.1	Influenz	153
11.5.2	Abschirmung	154
11.6	Energie des elektrostatischen Feldes	156
11.7	Kräfte im elektrostatischen Feld	158
11.7.1	Kräfte auf freie Ladungen	158
11.7.2	Kraft zwischen parallelen Flächen	161
11.8	Übungsaufgaben	163
12	Ladungsvorgänge bei Kondensatoren	167
12.1	Aufladung des Kondensators mit konstantem Strom	167
12.2	Kondensatoraufladung über Vorwiderstand an konstanter Spannung	168
12.3	Entladung des Kondensators über einen Widerstand	173
12.4	Übungsaufgaben	179

13	Magnetisches Feld	181
13.1	Magnetfeld des stromdurchflossenen Leiters	181
13.2	Induktivität	182
13.3	Induktivitätsberechnung	184
13.4	Magnetische Eigenschaften des Eisens	191
13.5	Magnetischer Kreis	194
13.6	Magnetische Energie der Spule	195
13.6.1	Luftspule	197
13.6.2	Eisengefüllte Spule	198
13.6.3	Eisengefüllte Spule mit Luftspalt	199
13.7	Hystereseverluste	200
13.8	Kraftwirkungen	202
13.8.1	Kraftwirkung zwischen zwei Magneten	202
13.8.2	Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter	204
13.8.3	Kraftwirkung auf bewegte Ladungen	206
13.8.4	Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	208
13.9	Übungsaufgaben	209
14	Induktion	213
14.1	Induktion in der Leiterschleife	213
14.2	Induktionsgesetz	214
14.3	Induktionsspule	220
14.4	Generatorprinzip	222
14.5	Selbstinduktion	226
14.5.1	Zur Richtung der Selbstinduktionsspannung	228
14.6	Übungsaufgaben	230
15	Schaltvorgänge bei Spulen in Gleichstromkreisen	233
15.1	Einschaltvorgang	233
15.2	Abschaltvorgang	237
15.3	Übungsaufgaben	241
16	Sinusförmige Änderungen elektrischer Größen	245
16.1	Darstellung sinusförmiger Größen	245
16.1.1	Beschreibungsmittel Liniendiagramm	245
16.1.2	Beschreibungsmittel Funktionsgleichung	246
16.1.3	Beschreibungsmittel Zeigerdiagramm	248
16.2	Frequenz, Kreisfrequenz	250
16.3	Übungsaufgaben	254

17 Mittelwerte periodischer Größen	255
17.1 Arithmetischer Mittelwert: Gleichanteil der Größe	255
17.2 Gleichrichtwert	257
17.3 Quadratischer Mittelwert: Effektivwert der Größe	259
17.4 Scheitelfaktor (Crestfaktor)	262
17.5 Formfaktor	265
17.6 Übungsaufgaben	266
18 Addition frequenzgleicher Wechselgrößen	269
18.1 Nullphasenwinkel, Phasenverschiebungswinkel	269
18.2 Addition von Wechselspannungen	271
18.3 Subtraktion von Wechselspannungen	273
18.4 Übungsaufgaben	275
19 Idealer Wirkwiderstand im Wechselstromkreis	277
19.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung	277
19.2 Leistungen und Energieumsetzung	278
19.3 Ohm'sches Gesetz, Wirkwiderstand	281
19.4 Übungsaufgaben	283
20 Idealer Kondensator im Wechselstromkreis	285
20.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung	285
20.2 Leistung und Energieumsetzung	286
20.3 Ohm'sches Gesetz, kapazitiver Blindwiderstand	288
20.4 Übungsaufgaben	291
21 Ideale Spule im Wechselstromkreis	293
21.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung	293
21.2 Leistung und Energieumsetzung	295
21.3 Ohm'sches Gesetz, induktiver Blindwiderstand	297
21.4 Übungsaufgaben	299
22 Grundschaltung im Wechselstromkreis	301
22.1 Parallelschaltung von Widerstand und Kondensator	301
22.1.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung	301
22.1.2 Ohm'sches Gesetz, Scheinleitwert	303
22.1.3 Ersatzschaltung des verlustbehafteten Kondensators	304
22.1.4 Energieumsetzung	305
22.1.5 Leistung	307

22.2	Reihenschaltung von Widerstand und Spule	310
22.2.1	Phasenlage zwischen Strom und Spannung	310
22.2.2	Ohm'sches Gesetz, Scheinwiderstand	312
22.2.3	Ersatzschaltung der verlustbehafteten Spule ohne Eisen	313
22.2.4	Energieumsetzung, Leistung	314
22.3	Übungsaufgaben	315
23	Einführung der komplexen Rechnung	317
23.1	Komplexe Darstellung von sinusförmigen Größen	317
23.2	Definition der Widerstands- und Leitwert-Operatoren	322
23.3	Standard-Problemstellungen für komplexe Rechnung	326
23.3.1	Äquivalente Schaltung	326
23.3.2	Komplexer Widerstand von Netzwerken	327
23.3.3	Komplexer Spannungsteiler	330
23.3.4	Komplexer Stromteiler	331
23.3.5	Besondere Phasenbedingung	332
23.4	Schaltungsanalyse mit Hilfe von Zeigerdiagrammen	333
23.4.1	Zeigerdiagrammtechnik	333
23.4.2	Zeigerdiagramm einer Phasenschieberschaltung	334
23.4.3	Zeigerdiagramm zur Blindstromkompensation	336
23.4.4	Zeigerdiagramm der eisengefüllten Spule	339
23.5	Ortskurven	342
23.6	Übungsaufgaben	348
24	Frequenzgang von RC-Übertragungsgliedern	351
24.1	Frequenzgang	351
24.2	Tiefpass	353
24.3	Hochpass	357
24.4	Bandpass	358
24.5	Übungsaufgaben	361
25	Schwingkreis, Resonanzkreis	363
25.1	Schwingkreis und freie Schwingung	363
25.2	Reihen-Resonanzkreis	369
25.2.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand	370
25.2.2	Resonanzkurven bei Spannungssteuerung des Reihenkreises	372
25.3	Parallel-Resonanzkreis	374
25.3.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand	374
25.3.2	Resonanzkurven bei Stromsteuerung des Parallelkreises	376
25.4	Bandbreite und Kreisgüte	378
25.5	Übungsaufgaben	379

26 Transformatoren	383
26.1 Gesetze des idealen Transformators	383
26.2 Realer Transformator	387
26.3 Strom- und Spannungsverhalten des realen Transformators	391
26.4 Übungsaufgaben	395
27 Dreiphasensystem	397
27.1 Drehstromquelle	397
27.2 Verkettungsmöglichkeiten	398
27.3 Potenzialdiagramm des Vierleiter-Dreiphasensystems	401
27.4 Spannungen und Ströme bei Sternschaltung der Verbraucher	402
27.5 Spannungen und Ströme bei Dreieckschaltung der Verbraucher	405
27.6 Leistung bei Drehstrom	406
27.7 Erzeugung eines magnetischen Drehfeldes	408
27.8 Übungsaufgaben	409
28 Lösungen der Übungen	413
29 Memory	491
Die gesetzlichen Einheiten im Messwesen	492
Vorzeichen- und Richtungsregeln (Zählpfeile)	494
Memory zu Kapitel 1: Elektrische Ladung	495
Memory zu Kapitel 2: Elektrische Spannung	496
Memory zu Kapitel 3: Elektrische Strömung	498
Memory zu Kapitel 4: Elektrischer Widerstand	499
Memory zu Kapitel 5: Grundstromkreise	500
Memory zu Kapitel 6: Energieumsetzung im Verbraucher	501
Memory zu Kapitel 7: Verzweigte Stromkreise	502
Memory zu Kapitel 8: Netzwerke	503
Memory zu Kapitel 9: Ersatzquellen	504
Memory zu Kapitel 10: Eigenschaften und Bemessung des Spannungsteilers	505
Memory zu Kapitel 11: Elektrostatisches Feld	506
Memory zu Kapitel 12: Ladungsvorgänge bei Kondensatoren	507
Memory zu Kapitel 13: Magnetisches Feld	508
Memory zu Kapitel 14: Induktion	509
Memory zu Kapitel 15: Schaltvorgänge bei Spulen	510
Memory zu Kapitel 16: Sinusförmige Änderung elektrischer Größen	511
Memory zu Kapitel 17: Mittelwerte periodischer Größen	512
Memory zu Kapitel 18: Addition frequenzgleicher Wechselgrößen	513
Memory zu Kapitel 19: Idealer Wirkwiderstand im Wechselstromkreis	514

Memory zu Kapitel 20: Idealer Kondensator im Wechselstromkreis	515
Memory zu Kapitel 21: Ideale Spule im Wechselstromkreis	516
Memory zu Kapitel 22: Grundsaltungen im Wechselstromkreis	517
Memory zu Kapitel 23: Einführung der komplexen Rechnung	518
Memory zu Kapitel 24: Frequenzgang von RC -Gliedern	519
Memory zu Kapitel 25: Schwingkreis, Resonanzkreis	520
Memory zu Kapitel 26: Transformatoren	521
Memory zu Kapitel 27: Dreiphasensystem	522
Sachwortverzeichnis	523