

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>1 Elektrische Ladung</b> .....	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 .....	6
<b>2 Elektrische Spannung</b> .....	7
2.1 Energietransportaufgabe des Stromkreises .....	7
2.2 Spannung als Kennwert eines Arbeitsvermögens .....	9
2.3 Spannung als Potenzialdifferenz .....	10
2.4 Potenzialgefälle und Feldstärke .....	13
2.5 Potenzial- und Spannungsmessung .....	14
2.6 Spannungszählpeile .....	16
2.7 Übungsaufgaben .....	16
<b>3 Elektrische Strömung</b> .....	20
3.1 Stromrichtung und Stromstärke .....	20
3.2 Zeitlich konstante Strömung .....	20
3.3 Zeitlich veränderliche Strömung .....	22
3.4 Transportierte Ladungsmenge .....	23
3.5 Messen der Stromstärke .....	24
3.6 Stromdichte .....	25
3.7 Übungsaufgaben .....	27
<b>4 Elektrischer Widerstand</b> .....	28
4.1 Widerstandsbegriff .....	28
4.2 Lineare Widerstände .....	29
4.3 Nichtlineare Widerstände .....	30
4.4 Ohm'sches Gesetz und Leitungswiderstand .....	32
4.5 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes .....	35
4.6 Übungsaufgaben .....	40
<b>5 Grundstromkreise</b> .....	42
5.1 Grundgesetze der Stromkreise .....	42
5.2 Reihenschaltung von Widerständen .....	43
5.3 Parallelschaltung von Widerständen .....	46
5.4 Spannungsquelle mit Innenwiderstand .....	49
5.5 Stromquelle mit Innenwiderstand .....	52
5.6 Übungsaufgaben .....	55

<b>6</b>	<b>Energieumsetzung im Verbraucher</b> .....	58
6.1	Elektrische Arbeit .....	58
6.2	Joule'sches Gesetz .....	59
6.3	Elektrische Leistung .....	60
6.4	Strom- und Spannungsabhängigkeit der Leistung .....	62
6.5	Nennleistung .....	63
6.6	Energieumwandlung und Wirkungsgrad .....	64
6.7	Energieübertragung und Wirkungsgrad .....	65
6.8	Leistungsanpassung .....	68
6.9	Übungsaufgaben .....	71
<b>7</b>	<b>Verzweigte Stromkreise</b> .....	73
7.1	Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit bekannten Widerstandswerten .....	74
7.2	Lösungsmethodik für verzweigte Stromkreise mit mehreren Bedingungen .....	78
7.3	Lösungsmethodik für Schaltungen mit einem nichtlinearen Widerstand .....	81
7.4	Lösungsmethodik für Brückenschaltungen .....	84
7.5	Lösungsmethodik Ersatzschaltung .....	88
7.6	Übungsaufgaben .....	90
<b>8</b>	<b>Netzwerke</b> .....	93
8.1	Netzwerk .....	93
8.2	Kreisstromverfahren .....	94
8.3	Überlagerungsmethode .....	96
8.4	Übungsaufgaben .....	97
<b>9</b>	<b>Ersatzquellen</b> .....	99
9.1	Ersatzschaltungen .....	99
9.2	Ersatzspannungsquelle .....	99
9.3	Ersatzstromquelle .....	102
9.4	Vergleich der Ersatzquellen .....	103
9.5	Ersatzschaltungen zur Nachbildung nichtlinearer $I$ - $U$ -Kennlinien .....	104
9.6	Übungsaufgaben .....	107
<b>10</b>	<b>Eigenschaften und Bemessung des Spannungsteilers</b> .....	109
10.1	Leerlauf .....	109
10.2	Belastungsfall .....	111
10.3	Linearitätsfehler des belasteten Spannungsteilers .....	113
10.4	Dimensionierung des Spannungsteilers .....	116
10.5	Übungsaufgaben .....	118
<b>11</b>	<b>Elektrostatiches Feld</b> .....	120
11.1	Elektrostatiches Feld des Plattenkondensators .....	120
11.2	Kapazität .....	121
11.3	Kapazitätsberechnung .....	122
11.4	Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren .....	128
11.5	Kapazitive Kopplung von Stromkreisen .....	131

11.6	Energie des elektrostatischen Feldes .....	133
11.7	Kräfte im elektrostatischen Feld.....	135
11.8	Übungsaufgaben.....	140
<b>12</b>	<b>Ladungsvorgänge bei Kondensatoren.....</b>	<b>143</b>
12.1	Aufladung des Kondensators mit konstantem Strom.....	143
12.2	Kondensatoraufladung über Vorwiderstand an konstanter Spannung.....	144
12.3	Entladung des Kondensators über einen Widerstand.....	149
12.4	Übungsaufgaben.....	153
<b>13</b>	<b>Magnetisches Feld.....</b>	<b>154</b>
13.1	Magnetfeld des stromdurchflossenen Leiters.....	154
13.2	Induktivität.....	155
13.3	Induktivitätsberechnung.....	156
13.4	Magnetische Eigenschaften des Eisens.....	163
13.5	Magnetischer Kreis.....	166
13.6	Magnetische Energie der Spule.....	167
13.7	Hystereseverluste.....	171
13.8	Kraftwirkungen.....	172
13.9	Übungsaufgaben.....	179
<b>14</b>	<b>Induktion.....</b>	<b>181</b>
14.1	Induktion in der Leiterschleife.....	181
14.2	Induktionsgesetz.....	182
14.3	Induktionsspule.....	187
14.4	Generatorprinzip.....	188
14.5	Selbstinduktion.....	193
14.6	Übungsaufgaben.....	196
<b>15</b>	<b>Schaltvorgänge bei Spulen in Gleichstromkreisen.....</b>	<b>198</b>
15.1	Einschaltvorgang.....	198
15.2	Abschaltvorgang.....	202
15.3	Übungsaufgaben.....	205
<b>16</b>	<b>Sinusförmige Änderungen elektrischer Größen.....</b>	<b>208</b>
16.1	Darstellung sinusförmiger Größen.....	208
16.2	Frequenz, Kreisfrequenz.....	213
16.3	Übungsaufgaben.....	216
<b>17</b>	<b>Mittelwerte periodischer Größen.....</b>	<b>217</b>
17.1	Arithmetischer Mittelwert: Gleichanteil der Größe.....	217
17.2	Gleichrichtwert.....	219
17.3	Quadratischer Mittelwert: Effektivwert der Größe.....	220
17.4	Scheitelfaktor (Crestfaktor).....	223
17.5	Formfaktor.....	226
17.6	Übungsaufgaben.....	227

<b>18 Addition frequenzgleicher Wechselgrößen</b> .....	229
18.1 Nullphasenwinkel, Phasenverschiebungswinkel .....	229
18.2 Addition von Wechselspannungen .....	231
18.3 Subtraktion von Wechselspannungen .....	233
18.4 Übungsaufgaben .....	235
<b>19 Idealer Wirkwiderstand im Wechselstromkreis</b> .....	236
19.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung .....	236
19.2 Leistungen und Energieumsetzung .....	237
19.3 Ohm'sches Gesetz, Wirkwiderstand .....	239
19.4 Übungsaufgaben .....	241
<b>20 Idealer Kondensator im Wechselstromkreis</b> .....	242
20.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung .....	242
20.2 Leistung und Energieumsetzung .....	243
20.3 Ohm'sches Gesetz, kapazitiver Blindwiderstand .....	245
20.4 Übungsaufgaben .....	247
<b>21 Ideale Spule im Wechselstromkreis</b> .....	248
21.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung .....	248
21.2 Leistung und Energieumsetzung .....	249
21.3 Ohm'sches Gesetz, induktiver Blindwiderstand .....	251
21.4 Übungsaufgaben .....	253
<b>22 Grundsaltung im Wechselstromkreis</b> .....	254
22.1 Parallelschaltung von Widerstand und Kondensator .....	254
22.1.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung .....	254
22.1.2 Ohm'sches Gesetz, Scheinleitwert .....	256
22.1.3 Ersatzschaltung des verlustbehafteten Kondensators .....	257
22.1.4 Energieumsetzung .....	258
22.1.5 Leistung .....	260
22.2 Reihenschaltung von Widerstand und Spule .....	262
22.2.1 Phasenlage zwischen Strom und Spannung .....	262
22.2.2 Ohm'sches Gesetz, Scheinwiderstand .....	264
22.2.3 Ersatzschaltung der verlustbehafteten Spule ohne Eisen .....	265
22.2.4 Energieumsetzung, Leistung .....	266
22.3 Übungsaufgaben .....	267
<b>23 Einführung der komplexen Rechnung</b> .....	268
23.1 Komplexe Darstellung von sinusförmigen Größen .....	268
23.3.1 Äquivalente Schaltung .....	276
23.3.2 Komplexer Widerstand von Netzwerken .....	277
23.3.3 Komplexer Spannungsteiler .....	279
23.3.4 Komplexer Stromteiler .....	280
23.3.5 Besondere Phasenbedingung .....	281

23.2	Definition der Widerstands- und Leitwert-Operatoren .....	273
23.3	Standard-Problemstellungen für komplexe Rechnung .....	276
23.3.1	Äquivalente Schaltung .....	276
23.3.2	Komplexer Widerstand von Netzwerken .....	277
23.3.3	Komplexer Spannungsteiler .....	279
23.3.4	Komplexer Stromteiler .....	280
23.3.5	Besondere Phasenbedingung .....	281
23.4	Schaltungsanalyse mit Hilfe von Zeigerdiagrammen .....	282
23.4.1	Zeigerdiagrammtechnik .....	282
23.4.2	Zeigerdiagramm einer Phasenschieberschaltung .....	283
23.4.3	Zeigerdiagramm zur Blindstromkompensation .....	284
23.4.4	Zeigerdiagramm der eisengefüllten Spule .....	287
23.5	Ortskurven .....	290
23.6	Übungsaufgaben .....	296
<b>24</b>	<b>Frequenzgang von RC-Übertragungsgliedern .....</b>	<b>298</b>
24.1	Frequenzgang .....	298
24.2	Tiefpass .....	299
24.3	Hochpass .....	303
24.4	Bandpass .....	305
24.5	Allpass (Phasendrehbrücke) .....	307
24.6	Übungsaufgaben .....	308
<b>25</b>	<b>Schwingkreis, Resonanzkreis .....</b>	<b>309</b>
25.1	Schwingkreis und freie Schwingung .....	309
25.2	Reihen-Resonanzkreis .....	314
25.2.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand .....	315
25.2.2	Resonanzkurven bei Spannungssteuerung des Reihenkreises .....	317
25.3	Parallel-Resonanzkreis .....	319
25.3.1	Resonanzfrequenz und Resonanzwiderstand .....	319
25.3.2	Resonanzkurven bei Stromsteuerung des Parallelkreises .....	320
25.4	Bandbreite und Kreisgüte .....	322
25.5	Übungsaufgaben .....	323
<b>26</b>	<b>Transformatoren .....</b>	<b>325</b>
26.1	Gesetze des idealen Transformators .....	325
26.2	Realer Transformator .....	329
26.3	Strom- und Spannungsverhalten des realen Transformators .....	332
26.4	Übungsaufgaben .....	336
<b>27</b>	<b>Dreiphasensystem .....</b>	<b>337</b>
27.1	Drehstromquelle .....	337
27.2	Verkettungsmöglichkeiten .....	338
27.3	Potenzialdiagramm des Vierleiter-Dreiphasensystems .....	340
27.4	Spannungen und Ströme bei Sternschaltung der Verbraucher .....	341
27.5	Spannungen und Ströme bei Dreieckschaltung der Verbraucher .....	344

27.6 Leistung bei Drehstrom .....	345
27.7 Erzeugung eines magnetischen Drehfeldes .....	347
27.8 Übungsaufgaben .....	348
<b>Lösungen der Übungen .....</b>	<b>350</b>
<b>Memory.....</b>	<b>427</b>
<b>Sachwortverzeichnis.....</b>	<b>459</b>