

Inhaltsverzeichnis

1 PHYSIKALISCHE UND MATHEMATISCHE HILFSMITTEL	10
1.1 Physikalische Größen	10
1.2 Gleichungen zwischen Größen	11
1.3 Das Internationale Einheitensystem	12
1.4 Rechnen mit Größen	15
1.5 Skalare und Vektoren	16
1.6 Rechnen mit Vektoren	18
1.6.1 Bezugssysteme	18
1.6.2 Addition und Subtraktion	19
1.6.3 Multiplikation und Division	21
1.7 Komplexe Zahlen	24
1.7.1 Definition	24
1.7.2 Rechenregeln	26
1.7.2.1 Addition	27
1.7.2.2 Multiplikation	27
1.7.2.3 Division	28
1.8 Physikalische Grundbegriffe	29
1.8.1 Felder physikalischer Größen	29
1.8.2 Gravitationsfeld	29
1.8.3 Energie im Gravitationsfeld	31
1.8.4 Energieumwandlung im Gravitationsfeld	34
1.8.5 Stabilität des Energiezustands	36
1.9 Grundbegriffe des elektrischen Felds	37
1.9.1 Elektrische Ladung und elektrisches Feld	37
1.9.2 Elektrische Feldstärke und elektrisches Potential	39
1.10 Aufbau der Materie	41
1.10.1 Bohrsches Atommodell	41
1.10.2 Periodensystem der Elemente	44
1.10.3 Bindungen zwischen Atomen	44
1.10.3.1 Metallbindung	45
1.10.3.2 Ionenbindung	45
1.10.3.3 Elektronenpaarbindung	47
1.10.3.4 Halbleiter	49

2 GLEICHSTROMKREIS	51
2.1 Grundstromkreis	51
2.1.1 Grundgrößen des elektrischen Stromkreises	51
2.1.1 Energiesatz im Grundstromkreis	52
2.2 Verbraucherteil	56
2.2.1 Elektrischer Widerstand (Ohmsches Gesetz)	56
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.1	61
2.2.2 Technische Ausführung von Widerständen	62
2.2.3 Temperaturabhängigkeit des Widerstands	63
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.3	70
2.2.4 Aufteilung der Leistung im Verbraucher	71
2.2.4.1 Reihenschaltung von Verbrauchern	72
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.4.1	76
2.2.4.2 Parallelschaltung von Verbrauchern	77
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.4.2	80
2.2.4.3 Gemischte Schaltungen	81
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.4.3	85
2.2.4.4 Dreieck-Stern- und Stern-Dreieck-Umwandlung	86
Aufgaben zu Abschnitt 2.2.4.4	91
2.3 Energiesatz in Netzwerken	92
2.3.1 Kirchhoffsche Regeln	92
2.3.2 Berechnung einzelner Netzmaschen	94
Aufgaben zu Abschnitt 2.3	96
2.3.3 Berechnung geschlossener Netze	96
2.3.3.1 Anwendung der Kirchhoffschen Regeln	96
2.3.3.2 Maschenstromverfahren	99
Aufgaben zu Abschnitt 2.3.3	101
2.4 Erzeugerteil	101
2.4.1 Ersatzspannungsquelle	102
Aufgaben zu Abschnitt 2.4.1	104
2.4.2 Ersatzstromquelle	105
Aufgaben zu Abschnitt 2.4.2	106
2.4.3 Leistung und Wirkungsgrad	106
Aufgaben zu Abschnitt 2.4.3	107
2.4.4 Leistungsanpassung	109
Aufgaben zu Abschnitt 2.4.4	110
2.5 Berechnung von Netzwerken mit der Ersatzspannungsquelle	111
2.5.1 Aufteilung eines geschlossenen Netzwerks	111
2.5.2 Belastete Brückenschaltung	113
2.5.3 Spannungsquellen in Parallelschaltung	114
Aufgaben zu Abschnitt 2.5	115
2.6 Berechnung von Netzwerken nach der Überlagerungsmethode	115
Aufgaben zu Abschnitt 2.6	117

3 ELEKTRISCHES STRÖMUNGSFELD	118
3.1 Driftbewegung der Ladungsträger	118
3.2 Feldgleichung des elektrischen Strömungsfelds	119
3.3 Inhomogenes Strömungsfeld	121
3.4 Grundbegriffe der Feldtheorie	122
Aufgaben zu Abschnitt 3	123
4 ELEKTRISCHES FELD	124
4.1 Elektrostatisches Quellenfeld	124
4.2 Kondensator	130
4.2.1 Kapazität und Permittivität	130
4.2.2 Bauformen von Kondensatoren	131
4.2.3 Auf- und Entladen eines Kondensators	133
4.2.4 Schaltungen von Kondensatoren	137
4.3 Energie des elektrischen Felds	138
Aufgaben zu Abschnitt 4.2 und 4.3	140
5 MAGNETISCHES FELD	142
5.1 Magnetostatisches Feld magnetischer Dipole	142
5.2 Stationäres magnetisches Feld	144
5.2.1 Magnetisches Feld des geraden Leiters	144
5.2.2 Magnetisches Feld einer Leiterwindung	145
5.2.3 Magnetisches Feld einer gestreckten Spule	145
5.2.4 Magnetisches Feld der Kreisringspule	146
5.2.5 Feldgrößen des magnetischen Felds	147
5.2.6 Materie im magnetischen Feld	149
5.2.7 Magnetisches Feld in Eisen	150
Aufgaben zu Abschnitt 5.2	151
5.3 Berechnung magnetischer Kreise	152
5.3.1 Ohmsches Gesetz des magnetischen Kreises	152
5.3.1 Reihenschaltung magnetischer Widerstände	154
5.3.2 Parallelschaltung magnetischer Widerstände	157
Aufgaben zu Abschnitt 5.3	162
5.4 Kräfte im magnetischen Feld	163
5.4.1 Gestreckter, stromdurchflossener Leiter im magnetischen Feld	164
5.4.2 Bewegte Ladungen im magnetischen Feld	165
5.4.3 Kraft zwischen zwei parallelen Leitern	166
Aufgaben zu Abschnitt 5.4	169

5.5 Energie des magnetischen Felds	171
5.5.1 Energie des magnetischen Felds einer Spule	171
5.5.2 Energiedichte des magnetischen Felds	173
5.5.3 Ummagnetisierungsenergie im Eisen	174
Aufgaben zu Abschnitt 5.5	175
6 ELEKTROMAGNETISCHE WECHSELWIRKUNGEN	177
6.1 Grundgesetze elektromagnetischer Wechselwirkungen	177
6.1.1 Induktionsgesetz bei mechanischer Bewegung	177
6.1.2 Induktionsgesetz ohne mechanische Bewegung	180
6.1.3 Allgemeines Induktionsgesetz	182
6.1.4 Durchflutungsgesetz und Induktionsgesetz	183
Aufgaben zu Abschnitt 6.1	184
6.2 Induktion in elektrischen Maschinen	186
6.2.1 Spannungserzeugung in umlaufenden Maschinen	186
6.2.2 Energieumwandlung im Transformator	188
6.2.2.1 Energieumwandlungen auf der Primärseite (Selbstinduktion)	188
6.2.2.2 Energieumwandlungen auf der Sekundärseite (Gegeninduktion)	191
Aufgaben zu Abschnitt 6.2	193
7 WECHSELSTROMKREIS	195
7.1 Stromarten	195
7.2 Eigenschaften von Sinusgrößen	196
7.2.1 Kennwerte einer Sinusspannung	196
7.2.2 Darstellung von Sinusvorgängen	197
7.2.2.1 Liniendiagramm	197
7.2.2.2 Drehzeigerdarstellung	197
7.2.2.3 Darstellung in der komplexen Zahlenebene	198
7.2.3 Addition von Sinusgrößen	199
7.2.4 Bezugspfeilsystem	200
Aufgaben zu Abschnitt 7.2	201
7.3 Mittelwerte	203
7.3.1 Effektivwert	203
7.3.2 Gleichrichtwert und Formfaktor	205
7.4 Leistung und Arbeit	205
7.4.1 Zeigerdarstellung	207
7.4.2 Berechnung in der komplexen Zahlenebene	207
7.5 Ideale Wechselstromwiderstände	208
7.5.1 Ohmscher Widerstand, Wirkwiderstand	208
7.5.2 Ideale Spule, induktiver Blindwiderstand	209
7.5.3 Idealer Kondensator, kapazitiver Blindwiderstand	210
Aufgaben zu Abschnitt 7.4 und 7.5	211

7.6 Grundsaltungen idealer Wechselstromwiderstände	213
7.6.1 Reihenschaltung	213
7.6.1.1 Spule und Wirkwiderstand	213
7.6.1.2 Kondensator und Wirkwiderstand	214
7.6.1.3 Spule, Kondensator und Wirkwiderstand	216
Aufgaben zu Abschnitt 7.6.1	216
7.6.2 Parallelschaltung idealer Wechselstromwiderstände	217
7.6.2.1 Spule und Wirkwiderstand	217
7.6.2.2 Kondensator und Wirkwiderstand	219
Aufgaben zu Abschnitt 7.6.2	221
7.7 Reale Wechselstromwiderstände	221
7.7.1 Umwandlung von Reihen- und Parallelschaltung	221
7.7.2 Ersatzschaltung der Spule	223
7.7.2.1 Reihen und Parallelschaltungen von Spulen	223
7.7.3 Ersatzschaltungen des Kondensator	225
7.7.3.1 Reihen und Parallelschaltungen von Kondensatoren	226
Aufgaben zu Abschnitt 7.7	227
7.8 Gemischte Schaltungen	229
7.8.1 Berechnungen in Netzwerken	229
7.8.2 Blindstromkompensation	230
7.8.3 Schwingkreise	231
7.8.3.1 Reihenschwingkreis	231
7.8.3.2 Parallelschwingkreis	237
Aufgaben zu Abschnitt 7.8	241
7.9 Transformator mit Eisenkern	245
7.9.1 idealer Transformator	246
7.9.2 Verluste beim realen Transformator	247
7.9.3 Transformator im Leerlauf	247
7.9.4 Transformator im Kurzschluss	250
7.9.5 Transformator bei Belastung	253
Aufgaben zu Abschnitt 7.9	255
7.10 Ortskurven	256
8 MEHRPHASIGER WECHSELSTROM	258
8.1 Formen magnetischer Felder	258
8.1.1 Zweiphasensystem	260
8.1.2 Dreiphasensystem	262
8.2 Generatorschaltungen	263
8.2.1 Dreieckschaltung	263
8.2.2 Sternschaltung	263
8.3 Verbraucherschaltungen	264
8.3.1 Sternschaltungen	264

8.3.1.1 mit angeschlossenem Mittelleiter	264
8.3.1.2 ohne angeschlossenen Mittelleiter	266
8.3.2 Dreieckschaltungen	267
8.4 Leistung im Drehstromnetz	268
8.4.1 Komplexe Berechnung in Stern und Dreieck Schaltung	268
8.4.2 Kompensation der Blindleistung	269
Aufgaben zu Kapitel 8	271
9 LÖSUNGEN	273
TABELLENANHANG	300
SACHWORTVERZEICHNIS	307