

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Vorwort	XI
1 Einleitung	1
2 Grundbegriffe	3
2.1 Elektrische Ladung	3
2.2 Leiter und Nichtleiter	4
2.3 Elektrischer Strom und Stromstärke	5
2.4 Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger	8
2.5 Stromdichte	9
2.6 Energie	10
2.7 Elektrisches Potenzial und elektrische Spannung	11
2.8 Zählpfeilsysteme	13
2.9 Elektrischer Widerstand	15
2.9.1 Strom-Spannungs-Kennlinie	16
2.9.2 Nichtlineare passive Zweipole	19
2.9.3 Widerstandsberechnung eines Leiters	23
2.9.4 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	24
2.10 Elektrische Quelle	28
2.10.1 Spannungsquelle	28
2.10.2 Stromquelle	32
2.11 Elektrische Energie und elektrische Leistung, Wirkungsgrad	34
2.11.1 Elektrische Energie	34
2.11.2 Elektrische Leistung	35
2.11.3 Wirkungsgrad	36
2.11.4 Leistungsanpassung	37

3	Berechnung von Netzwerken	41
3.1	Knoten- und Maschensatz	41
3.1.1	Knotensatz	41
3.1.2	Maschensatz	42
3.2	Schaltung von ohmschen Widerständen	44
3.2.1	Reihenschaltung	44
3.2.2	Parallelschaltung	46
3.2.3	Kombination von Reihen- und Parallelschaltungen	48
3.2.4	Stern-Dreieck-Umwandlung	58
3.2.5	Rekursives Berechnungsverfahren	62
3.3	Reihen- und Parallelschaltung von Quellen	63
3.3.1	Reihenschaltung	63
3.3.2	Parallelschaltung	65
3.4	Netzwerkberechnung mittels Knoten- und Maschensatz	68
3.4.1	Aufstellen der Knoten- und Maschengleichungen	69
3.4.2	Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems	72
3.5	Maschenstromverfahren	74
3.5.1	Maschenstromverfahren bei Netzwerken ohne Stromquellen	75
3.5.2	Maschenstromverfahren bei Netzwerken mit Stromquellen	77
3.6	Knotenpotenzialverfahren	79
3.6.1	Knotenpotenzialverfahren bei Netzwerken ohne Spannungsquellen	80
3.6.2	Knotenpotenzialverfahren bei Netzwerken mit Spannungsquellen	82
3.7	Überlagerungsverfahren	87
3.8	Zweipoltheorie	91
3.8.1	Lineare aktive und passive Ersatzzweipole	91
3.8.2	Nichtlineare passive Ersatzzweipole	95
3.8.3	Nichtlineare aktive Ersatzzweipole	106
3.9	Vierpole	107
3.9.1	Vierpolgleichungen	109
3.9.2	Zusammenschaltung von Vierpolen	111
4	Elektrisches Feld	115
4.1	Grundbegriffe	115
4.1.1	Ursache und Richtungssinn des elektrischen Feldes	116
4.1.2	Elektrische Feldstärke und Spannung	118
4.2	Elektrisches Strömungsfeld	120
4.2.1	Feld der Stromdichte	120
4.2.2	Homogenes elektrisches Strömungsfeld	121
4.2.3	Inhomogenes elektrisches Strömungsfeld	124

4.3	Elektrostatisches Feld	126
4.3.1	Merkmale des elektrostatischen Feldes.....	126
4.3.2	Elektrischer Verschiebungsfluss und elektrische Verschiebungsdichte.....	130
4.3.3	Zusammenhang zwischen elektrischer Verschiebungsdichte und elektrischer Feldstärke.....	132
4.3.4	Überlagerung von Potenzialfeldern.....	134
4.3.5	Durchschlagfeldstärke.....	137
4.4	Kapazitäten	139
4.4.1	Definition der Kapazität.....	139
4.4.2	Kapazitäten einiger Kondensatoren	140
4.4.3	Leitungskapazitäten	143
4.4.4	Nichtlineare Kapazität und Temperaturabhängigkeit.....	145
4.5	Schaltung von Kondensatoren	146
4.5.1	Parallelschaltung von Kondensatoren	146
4.5.2	Reihenschaltung von Kondensatoren.....	147
4.5.3	Gemischte Schaltung von Kondensatoren.....	153
4.5.4	Geschichtete Dielektrika	155
4.6	Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld.....	162
4.6.1	Energie im elektrostatischen Feld	162
4.6.2	Kräfte im elektrostatischen Feld	163
4.7	Schaltvorgänge im Gleichstromkreis	165
4.7.1	Ladevorgang bei einer Kapazität	165
4.7.2	Entladevorgang bei einer Kapazität	171
4.7.3	Umladung bei Kapazitäten.....	174
5	Stationäres magnetisches Feld	179
5.1	Grundbegriffe.....	179
5.1.1	Elektrische Durchflutung	181
5.1.2	Magnetische Feldstärke.....	182
5.1.3	Magnetische Spannung	184
5.1.4	Magnetischer Widerstand und Leitwert	185
5.1.5	Magnetischer Fluss und magnetische Flussdichte.....	186
5.1.6	Analogie zwischen den elektrischen Feldern und dem magnetischen Feld	187
5.1.7	Magnetische Ersatzschaltbilder.....	188
5.2	Berechnung magnetischer Felder in nichtferromagnetischen Stoffen.....	189
5.2.1	Feld eines geraden, langen Leiters mit kreisförmigem Querschnitt	189
5.2.2	Feld eines geraden, langen Hohlleiters	192
5.2.3	Feld einer langen Zylinderspule.....	193
5.2.4	Feld einer Ringspule	194
5.2.5	Feld einer geraden, langen Koaxialleitung	196
5.2.6	Gesetz von Biot-Savart	197

5.3	Überlagerung magnetischer Felder.....	200
5.4	Berechnung magnetischer Felder in ferromagnetischen Stoffen	205
5.4.1	Verhalten der Materie im magnetischen Feld.....	205
5.4.2	Feldgrößen an Materialübergängen	209
5.4.3	Magnetische Streuung	212
5.4.4	Berechnung unverzweigter und verzweigter magnetischer Kreise.....	213
5.4.5	Dauermagnetkreis.....	229
6	Zeitlich veränderliches magnetisches Feld	233
6.1	Induktionsgesetz.....	233
6.1.1	Festlegung der Zählpfeile	233
6.1.2	Verkettungsfluss	234
6.1.3	Bewegter Leiter in einem magnetischen Feld.....	235
6.1.4	Induktionsgesetz in allgemeiner Form.....	239
6.1.5	Induzierte elektrische Feldstärke und Spannung	241
6.1.6	Induktion durch Flächenänderung	244
6.1.7	Induktion durch Änderung der magnetischen Flussdichte.....	253
6.1.8	Induktion durch Flächenänderung und zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte.....	256
6.2	Selbstinduktion.....	259
6.2.1	Induktivität	261
6.2.2	Berechnung der Induktivität verschiedener Spulen und Leiteranordnungen	262
6.2.3	Zweipoldarstellung einer Induktivität.....	270
6.2.4	Zusammenschaltung von Induktivitäten.....	271
6.3	Schaltvorgänge im Gleichstromkreis.....	273
6.3.1	Kurzschließen einer stromdurchflossenen Induktivität	273
6.3.2	Einschalten einer Induktivität.....	276
6.3.3	Ausschalten einer Induktivität	278
6.4	Magnetische Kopplung.....	281
6.4.1	Gegenseitige Induktivität.....	281
6.4.2	Kopplungsfaktor	288
6.5	Wirbelströme	290
6.6	Magnetische Energie und Hystereseverluste	292
6.6.1	Magnetische Energie einer Induktivität.....	292
6.6.2	Magnetische Energie gekoppelter Spulen	294
6.6.3	Hystereseverluste.....	296
6.7	Kräfte im magnetischen Feld.....	298
6.7.1	Kräfte zwischen Polflächen.....	298
6.7.2	Kräfte auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld.....	301
6.7.3	Kräfte zwischen stromdurchflossenen, parallelen Leitern	305
6.7.4	Kraft auf bewegte freie Ladungsträger	307

7	Lösung der Aufgaben	311
8	Weiterführende Literatur	347
Stichwortverzeichnis		349