

Auf einen Blick

1	Einführung	11
2	Elektrische Ladung und Potenzial	45
3	Elektrostatik	79
4	Gleichstrom	157
5	Netzwerkberechnungen	237
6	Magnetische Felder	303
7	Wechselstromkreise	377
8	Filter und Passschaltungen	437
9	Drehstrom	495

Inhalt

1 Einführung	11
1.1 Was Sie von diesem Buch erwarten können	11
1.2 Wichtige Erfindungen der Elektrotechnik	12
1.3 Physikalische Größen und Grundbegriffe, mathematische Grundlagen	14
1.3.1 Kleiner Ausflug in die Physik	14
1.3.2 Mathematische Grundregeln	24
1.4 Übungen	36
1.5 Lösungen	37
2 Elektrische Ladung und Potenzial	45
2.1 Das Bohrsche Atommodell	45
2.2 Ladung	48
2.3 Energie, Potenzial und Leistung	50
2.3.1 Potenzial	50
2.3.2 Energie	53
2.3.3 Leistung	54
2.3.4 Wirkungsgrad	55
2.4 Elektrische Spannung	55
2.5 Strom	58
2.6 Strom- und Ladungsdichte	62
2.6.1 Stromdichte	62
2.6.2 Ladungsdichte	67
2.7 Ionen- und Massenstrom	68
2.8 Übungen	71
2.9 Lösungen	73

3 Elektrostatik

79

3.1 Das elektrische Feld (E-Feld)	79
3.2 Kräfte zwischen Ladungen – die Coulombkraft	86
3.3 Ladungsverteilung	88
3.3.1 Berechnung eines Volumenintegrals in kartesischen Koordinaten	90
3.3.2 Berechnung eines Volumenintegrals in Zylinderkoordinaten	91
3.3.3 Berechnung eines Volumenintegrals in Kugelkoordinaten	95
3.4 Berechnung von E-Feldern	101
3.4.1 Elektrisches Feld einer Punktladung	101
3.4.2 Elektrisches Feld einer Linienladung	105
3.4.3 Elektrisches Feld einer Flächenladung	107
3.4.4 Elektrisches Feld einer Volumenladung	109
3.4.5 Der Gauß'sche Satz	110
3.5 Elektrische Flussdichte und Verschiebungsflussdichte	123
3.6 Potenzielle Energie, Potenziale und Spannung im elektrischen Feld	124
3.6.1 Äquipotenziallinien	128
3.7 Kapazität	130
3.7.1 Influenz und Polarisation	136
3.8 Übungen	142
3.9 Lösungen	144

4 Gleichstrom

157

4.1 Strom- und Spannungsquellen	157
4.1.1 Galvanisches Element	157
4.1.2 Spannungsquelle	164
4.1.3 Stromquelle	165
4.2 Widerstand und Leitwert	166
4.2.1 Das Ohm'sche Gesetz	167
4.2.2 Spezifischer Leitwert und spezifischer Widerstand	169
4.2.3 Widerstand eines stabförmigen Leiters	176
4.2.4 Einfluss der Temperatur auf den Widerstand	177
4.3 Allgemeine Form des Ohm'schen Gesetzes	179
4.4 Gleichstrom und Wechselstrom	181

4.5	Berechnung eines einfachen Stromkreises	183
4.6	Reihen- und Parallelschaltung	187
4.6.1	Reihenschaltung	187
4.6.2	Parallelschaltung	191
4.6.3	Kirchhoff'sche Regeln	195
4.6.4	Gemischte Widerstandsschaltungen	199
4.7	Ersatzquellen, reale Strom- und Spannungsquellen	203
4.7.1	Parallel- und Reihenschaltung von Spannungs- bzw. Stromquellen	209
4.7.2	Umwandlung von Spannungsquellen in Stromquellen und umgekehrt	212
4.8	Kondensatoren im Gleichstromkreis	214
4.8.1	Aufladung	215
4.8.2	Entladung	221
4.8.3	Reihenschaltung von Kondensatoren	223
4.8.4	Parallelschaltung von Kondensatoren	224
4.9	Übungen	225
4.10	Lösungen	229

5 Netzwerkberechnungen 237

5.1	Zweipole und die Zweipolmethode	239
5.2	Maschen- und Knotenregel in Netzwerken	243
5.3	Zweigstromverfahren	247
5.4	Maschenstromverfahren	252
5.5	Knotenpotenzialverfahren	256
5.6	Das Superpositionsprinzip	265
5.7	Stern-Dreieck-Umwandlung	270
5.7.1	Dreieck-Stern-Umwandlung	273
5.7.2	Stern-Dreieck-Umwandlung	274
5.8	Unendliche Kettennetzwerke	277
5.9	Übungen	280
5.10	Lösungen	284

6 Magnetische Felder

303

6.1	Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters	306
6.2	Magnetisches Feld von Leiterschleifen	309
6.3	Magnetische Grundgrößen	311
6.3.1	Das Vektorprodukt (Kreuzprodukt)	312
6.3.2	Durchflutung	313
6.3.3	Magnetische Feldstärke	314
6.3.4	Magnetischer Fluss, magnetische Flussdichte	323
6.4	Lorentzkraft	330
6.5	Induktivität und Induktion	336
6.5.1	Aufbau einer Spule	336
6.5.2	Induktivität	337
6.5.3	Spule im Gleichstromkreis	338
6.5.4	Induktion	342
6.5.4	Energie im Magnetfeld	352
6.6	Magnetischer Kreis	353
6.7	Maxwell-Gleichungen	355
6.7.1	Stationäre Maxwell-Gleichungen	356
6.7.2	Rotation eines Vektorfeldes	358
6.7.3	Materialbehaftete und nichtstationäre Maxwell-Gleichungen	364
6.8	Übungen	367
6.9	Lösungen	369

7 Wechselstromkreise

377

7.1	Charakteristische Größen einer Wechselspannung	377
7.2	Kondensator im Wechselspannungskreis	381
7.3	Spule im Wechselstromkreis	385
7.4	Zeigerdarstellung von Wechselgrößen	388
7.5	Schwingkreise	395
7.5.1	Parallelschwingkreis	395
7.5.2	Zeigerdiagramm für Parallelschwingkreise	400
7.5.3	Reihenschwingkreis	407

7.5.4	Zeigerdiagramm des Reihenschwingkreises	408
7.5.5	Güte eines Schwingkreises	411
7.6	Rechnen mit komplexen Zahlen	414
7.6.1	Rechenregeln	415
7.7	Übungen	420
7.8	Lösungen	423

8 Filter und Passschaltungen 437

8.1	RC-Reihenschaltung und Parallelschaltung	437
8.1.1	RC-Reihenschaltung	437
8.1.2	RC-Hochpass	446
8.1.3	RC-Tiefpass	449
8.1.4	RC-Parallelschaltung	450
8.2	RL-Reihen- und Parallelschaltung	454
8.2.1	RL-Reihenschaltung	454
8.2.2	RL-Hochpass	460
8.2.3	RL-Tiefpass	462
8.2.4	RL-Parallelschaltung	462
8.3	Allgemeine Eigenschaften von Hoch- und Tiefpassschaltungen	464
8.3.1	Bodediagramme	464
8.3.2	Ortskurven	469
8.3.3	Filter höherer Ordnung	473
8.4	Übungen	475
8.5	Lösungen	478

9 Drehstrom 495

9.1	Erzeugung von Wechselspannungen und Drehstrom	495
9.2	Symmetrisch belastete Drehstromsysteme	500
9.2.1	Dreieckschaltung, symmetrisch belastet	502
9.2.2	Sternschaltung, symmetrisch belastet	510
9.2.3	Allgemeine Eigenschaften von Strömen und Spannungen in Drehstromsystemen	513

9.3	Unsymmetrische Belastung	514
9.3.1	Dreieckschaltung, unsymmetrisch belastet	515
9.3.2	Sternschaltung, unsymmetrisch belastet	517
9.4	Übungen	521
9.5	Lösungen	522
	Index	533