



Auf einen Blick

Einführung	35
Teil I: Echt spannend – wie Ladung, Strom und Spannung zusammenhängen	45
Kapitel 1: Ohne mathematische Grundlagen geht es nicht	47
Kapitel 2: Das elektrische Feld und seine Wirkung	89
Kapitel 3: Wie Ladung zu elektrischem Strom wird	95
Kapitel 4: Spannung braucht Widerstände	109
Kapitel 5: Spannung ist Strom mal Widerstand – das Ohm'sche Gesetz	123
Teil II: Immer in die gleiche Richtung: Gleichstromkreise	139
Kapitel 6: Blick in die Steckdose – woher kommt der Strom?	141
Kapitel 7: Widerstände in Reihen- und Parallelschaltung	157
Kapitel 8: Maschen und Knoten – die Kirchhoffschen Gesetze	169
Teil III: Der Kondensator und das elektrische Feld	199
Kapitel 9: Die elektrische Feldstärke und ihr Potenzial	201
Kapitel 10: Der elektrische Fluss und seine Begleiter	215
Kapitel 11: Elektrostatische Felder leicht berechnet	225
Kapitel 12: Kapazitäten und ihre Folgen	253
Kapitel 13: Der Ladevorgang beim Kondensator	279
Kapitel 14: Die Energiedichte wird zur Kraft	297
Teil IV: Spulen und der Magnetismus	309
Kapitel 15: Das Magnetfeld stromdurchflossener Leiter	311
Kapitel 16: Wichtige magnetische Feldgrößen	317
Kapitel 17: Das Durchflutungsgesetz von Ampère	327
Kapitel 18: Das Ohm'sche Gesetz für den Magnetismus	351
Kapitel 19: Herr Lorentz und die Kraft im magnetischen Feld	359
Kapitel 20: Induktion frei nach Faraday	383
Kapitel 21: Selbst ist die Induktion	389
Teil V: Der Gleichstrommotor und das elektromagnetische Feld	409
Kapitel 22: Der Magnetismus treibt an	411
Kapitel 23: Eine Drehbewegung erzeugt Vortrieb	427
Teil VI: Stetig hin und her: Wechselstromkreise	453
Kapitel 24: Das Auf und Ab der sinusförmigen Wechselgrößen	455
Kapitel 25: Kennwerte und ihre Wirkung	479
Kapitel 26: Aus Linien werden Zeiger	505





20 Auf einen Blick

Teil VII: Widerstand, Spule und Kondensator im Wechselstromkreis	521
Kapitel 27: Der Scheinwiderstand und sein Leitwert	523
Kapitel 28: Der Wirkwiderstand und sonst nichts	529
Kapitel 29: An der Induktivität kommt der Strom zu spät	543
Kapitel 30: Am Kondensator eilt der Strom vor	559
Teil VIII: Gemischte Schaltungen im Wechselstromkreis	575
Kapitel 31: Alles in Reihenschaltung: Widerstand, Spule und Kondensator	577
Kapitel 32: Alles parallel: Widerstand, Spule und Kondensator	623
Kapitel 33: Von der Reihen- zur Parallelschaltung: Der Ersatzzweipol	667
Kapitel 34: Wechselnde Leistungen	677
Teil IX: Frequenzgang, Ortskurve und Filterschaltungen	709
Kapitel 35: Oh je, das Bode-Diagramm	711
Kapitel 36: Frequenzkennlinien und Ortskurven braucht das Land	717
Kapitel 37: Filterschaltungen mit Höhen und Tiefen	735
Kapitel 38: Resonanzfälle durch Spannung oder Strom	755
Teil X: Dreimal hin und her: Drehstrom und mehr	767
Kapitel 39: Aus einer Phase werden drei	769
Kapitel 40: Der Stern und das Dreieck	785
Kapitel 41: Verbraucher an drei Phasen	791
Kapitel 42: Ohne Leistung bewegt sich nichts	801
Teil XI: Die Maxwell'schen Gleichungen – aus Feldern werden Wellen	809
Kapitel 43: Felder ohne Ende	811
Kapitel 44: Die Maxwell-Gleichungen in Integralform	823
Kapitel 45: Die Maxwell-Gleichungen in Differenzialform	839
Kapitel 46: Aus Felder werden Wellen	857
Teil XII: Der Top-Ten-Teil	869
Kapitel 47: Zehn wichtige Erfinder der Elektrotechnik	871
Kapitel 48: Zehn wichtige Einheiten und deren Bedeutung	883
Kapitel 49: Zehn Dekaden der Elektrizität im 19. Jahrhundert	887
Kapitel 50: Meine zehn Lieblingsbücher für die Elektrotechnik	891
Abbildungsverzeichnis	893
Stichwortverzeichnis	905





Inhaltsverzeichnis

Einführung	35
Über dieses Buch.....	37
Konventionen in diesem Buch.....	37
Was Sie nicht lesen müssen.....	38
Annahmen über die Leser.....	38
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	38
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....	43
Wie es weitergeht.....	44
TEIL I	
ECHT SPANNEND – WIE LADUNG, STROM UND SPANNUNG ZUSAMMENHÄNGEN	45
Kapitel 1	
Ohne mathematische Grundlagen geht es nicht	47
Physikalische Größen und ihre Einheiten.....	48
Geradengleichungen, wohin das Auge blickt.....	50
Ohne den Logarithmus geht es nicht.....	51
Auch die Exponentialfunktion spielt mit.....	52
Dreiecke und ihre Winkel.....	52
Skalare und Vektoren zur Darstellung von Feldern.....	54
Aus zwei mach eins: Vektoren addieren.....	56
Das Skalarprodukt verbindet Vektoren.....	57
Das Vektorprodukt mit dem Kreuz.....	58
Ohne Schwingungen geht es nicht.....	59
An Ableitung und Integration führt kein Weg vorbei.....	60
Das Wunder der komplexen Rechnung.....	64
Zeigerdarstellung in der Gauß'schen Zahlenebene.....	64
Verschiedene Darstellungsformen für komplexe Zahlen.....	67
Umrechnung der Darstellungsformen komplexer Zahlen.....	69
Addition und Subtraktion komplexer Zahlen.....	71
Multiplikation und Division.....	72
Kehrwert einer komplexen Zahl.....	73
Potenzieren und Radizieren.....	74
Differenzieren und Integrieren von Schwingungsfunktionen.....	74
Real- und Imaginärteil einer Summe oder Differenz.....	78
Bestimmung von Real- und Imaginärteil bei Brüchen.....	79
Anwendungsbeispiel zum Rechnen mit komplexen Zahlen.....	80
Lineare Gleichungssysteme und der Gauß'sche Algorithmus.....	82
Lösung einer Differenzialgleichung erster Ordnung.....	84
Zu guter Letzt: Sinus- und Kosinussatz.....	87





22 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 2

Das elektrische Feld und seine Wirkung	89
Das elektrische Feld und sein Drumherum	89
Praktische Elektrotechnik im Alltag	91

Kapitel 3

Wie Ladung zu elektrischem Strom wird	95
Der elektrische Strom und sein Fluss	97
Ohne Spannungsquelle fließt kein Strom	98
Die Kraft, die alles zusammenhält	100
Übung macht den Meister!	103
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	103
Verwendete Einheiten	103
Aufgaben zu diesem Kapitel	104

Kapitel 4

Spannung braucht Widerstände	109
Wie elektrische Spannung entsteht	111
Der elektrische Widerstand und sein Leitwert	112
Temperaturabhängigkeit elektrischer Widerstände	115
Übung macht den Meister!	117
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	117
Verwendete Einheiten	117
Aufgaben zu diesem Kapitel	118

Kapitel 5

Spannung ist Strom mal Widerstand – das Ohm'sche Gesetz	123
Das Ohm'sche Gesetz	124
Muskelkater ade – elektrische Arbeit statt Muskelkraft!	126
Übung macht den Meister!	129
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	129
Verwendete Einheiten	129
Aufgaben zu diesem Kapitel	130

TEIL II

IMMER IN DIE GLEICHE RICHTUNG: GLEICHSTROMKREISE 139

Kapitel 6

Blick in die Steckdose – woher kommt der Strom?	141
Bezüge und Richtungen – das Zählpeilsystem	141
Das Innenleben der Steckdose	143
Kurzschlussfall: $R_V = 0$	145
Leerlauffall: $R_V \rightarrow \infty$	146
Anpassung: $R_V = R_i$	147





Inhaltsverzeichnis 23

Ideale Spannungs- und Stromquellen	150
Die ideale Spannungsquelle	150
Die ideale Stromquelle	151
Übung macht den Meister!	151
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	152
Verwendete Einheiten	152
Aufgaben zu diesem Kapitel	152

Kapitel 7

Widerstände in Reihen- und Parallelschaltung 157

In Reih und Glied – die Reihenschaltung	157
Die Parallelschaltung	161
Übung macht den Meister!	162
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	162
Verwendete Einheiten	163
Aufgaben zu diesem Kapitel	163

Kapitel 8

Maschen und Knoten – die Kirchhoffschen Gesetze 169

Die Knotenregel	170
Die Maschenregel	170
Eine Patchworkdecke aus Knoten und Maschen	172
Die erweiterte Reihenschaltung	172
Die erweiterte Parallelschaltung	175
Ein weiteres Rechenbeispiel zum Üben	178
Geteilte Spannungen im belasteten Spannungsteiler	182
Die Wheatstone'sche Brückenschaltung	183
Übung macht den Meister!	184
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	184
Verwendete Einheiten	184
Aufgaben zu diesem Kapitel	184

TEIL III

DER KONDENSATOR UND DAS ELEKTRISCHE FELD 199

Kapitel 9

Die elektrische Feldstärke und ihr Potenzial 201

Volle Ladung – die Wirkung des elektrischen Feldes	202
Feldstärke im homogenen Feld	203
Experimentelle Darstellung der elektrischen Feldstärke mithilfe des Plattenkondensators	205
Mathematische Herleitung der elektrischen Feldstärke im Plattenkondensator	207
Feldstärke im inhomogenen Feld	208
Das Potenzial und der kleine, aber feine Unterschied	209



24 Inhaltsverzeichnis

Übung macht den Meister!.....	210
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	210
Verwendete Einheiten	211
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	211

Kapitel 10

Der elektrische Fluss und seine Begleiter 215

Aus der Influenz wird ein elektrischer Fluss.....	215
Die elektrische Flussdichte treibt an	216
Die Dielektrizitätskonstante und der Materialeinfluss.....	220
Übung macht den Meister!.....	221
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	221
Verwendete Einheiten	222
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	222

Kapitel 11

Elektrostatische Felder leicht berechnet 225

Das elektrische Feld der geladenen Kugel.....	225
1. Schritt: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte	225
2. Schritt: Lösungsansatz	226
3. Schritt: Randbedingungen definieren	227
4. Schritt: Lösung.....	227
Das elektrische Feld in der Umgebung mehrerer Ladungen.....	229
1. Schritt: Skizze erstellen (physikalisches Modell)	229
2. Schritt: Lösungsansatz (mathematisches Modell).....	230
3. Schritt: Randbedingungen definieren	230
4. Schritt: Lösung für eine der beiden Kugeln.....	231
5. Schritt: Berechnung der einzelnen Felder E_1 und E_2	232
6. Schritt: Lösung für das gesamte E -Feld im Punkt P.....	232
Das Feld eines langen, geraden Leiters.....	233
1. Schritt: Skizze erstellen	233
2. Schritt: Lösungsansatz	233
3. Schritt: Randbedingungen.....	234
Übung macht den Meister!.....	235
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	235
Verwendete Einheiten	236
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	236

Kapitel 12

Kapazitäten und ihre Folgen 253

Definition der Kapazität.....	254
Die Kapazität des Plattenkondensators.....	255
1. Schritt: Skizze erstellen	255
2. Schritt: Lösungsansatz	256
Die Kapazität des Kugelkondensators.....	258
1. Schritt: Skizze erstellen	259
2. Schritt: Lösungsansatz.....	259



Inhaltsverzeichnis 25

Die Kapazität des Zylinderkondensators	263
1. Schritt: Skizze erstellen	264
2. Schritt: Lösungsansatz	264
Kondensatoren verschaltet	266
Parallel an der Spannungsquelle	266
In Reihe an der Spannungsquelle	267
Übung macht den Meister!	267
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	268
Verwendete Einheiten	268
Aufgaben zu diesem Kapitel	268

Kapitel 13

Der Ladevorgang beim Kondensator 279

Ein Kondensator wird aufgeladen	279
1. Schritt: Anwendung der Maschenregel	281
2. Schritt: Lösen der Differenzialgleichung	281
3. Schritt: k über Anfangsbedingungen bestimmen	283
4. Schritt: Ermitteln des Kennlinienverlaufs	284
5. Schritt: Dynamische Charakteristik	285
Der Kondensator entlädt sich wieder	286
Dann war da noch die Spannung am Widerstand	287
Übung macht den Meister!	288
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	288
Verwendete Einheiten	289
Aufgaben zu diesem Kapitel	289

Kapitel 14

Die Energiedichte wird zur Kraft 297

Energiedichte im elektrostatischen Feld	298
Kräfte zwischen Elektroden	299
Übung macht den Meister!	301
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	301
Verwendete Einheiten	301
Aufgaben zu diesem Kapitel	301

TEIL IV

SPULEN UND DER MAGNETISMUS 309

Kapitel 15

Das Magnetfeld stromdurchflossener Leiter 311

Der Stab unter den Magneten	312
Magnetfeld eines langen, stromdurchflossenen Leiters	313
Die Zylinderspule	314
Ganz speziell: Die Toroidspule	316





26 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 16

Wichtige magnetische Feldgrößen	317
Magnetische Feldstärke und Durchflutung.....	317
Vom magnetischen Fluss zur Flussdichte.....	321
Übung macht den Meister!.....	324
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	324
Verwendete Einheiten.....	324
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	325

Kapitel 17

Das Durchflutungsgesetz von Ampère	327
Von der Umlaufspannung zur Durchflutung.....	327
Experimentelle Überprüfung des Durchflutungsgesetzes.....	330
Anwendungsbeispiel zum Durchflutungsgesetz.....	332
1. Schritt: Skizze erstellen.....	332
2. Schritt: Lösungsansatz.....	333
3. Schritt: Randbedingungen definieren.....	333
4. Schritt: Lösung.....	333
Übung macht den Meister!.....	337
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	337
Verwendete Einheiten.....	338
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	338

Kapitel 18

Das Ohm'sche Gesetz für den Magnetismus	351
Übung macht den Meister!.....	353
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	353
Verwendete Einheiten.....	354
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	354

Kapitel 19

Herr Lorentz und die Kraft im magnetischen Feld	359
Der stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld.....	360
Das Prinzip des Elektromotors.....	363
Bewegte Ladung im Magnetfeld – die Lorentzkraft.....	365
Leiter ziehen sich an.....	366
Übung macht den Meister!.....	367
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	367
Verwendete Einheiten.....	368
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	368

Kapitel 20

Induktion frei nach Faraday	383
Induktion durch Bewegung.....	384
Das Induktionsgesetz für mehrere Leiterschleifen.....	387



Inhaltsverzeichnis 27

Kapitel 21	
Selbst ist die Induktion	389
Entstehung und Wirkung der Selbstinduktion.....	389
Induktivität von Eisenspulen und Permeabilität.....	391
Energie des magnetischen Feldes.....	391
Ähnliche Geschwister – Analogien zwischen dem elektrischen und dem magnetischen Feld.....	392
Übung macht den Meister!.....	393
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	393
Verwendete Einheiten.....	393
Aufgaben zu diesem Kapitel (und dem vorigen).....	394

TEIL V DER GLEICHSTROMMOTOR UND DAS ELEKTROMAGNETISCHE FELD **409**

Kapitel 22	
Der Magnetismus treibt an	411
Vom Geräteschema zum Ersatzschaltbild.....	412
Lorentz, mir graut vor dir – das Kraftgesetz.....	413
Ohne den Kommutator keine volle Umdrehung.....	417
Mit Höchstleistungen den Wirkungsgrad steigern.....	419
Die Wirkung des Induktionsgesetzes – Faraday sei Dank.....	419
Ersatzschaltbild des Gleichstrommotors.....	421
Elektrischer Teil des Motors.....	422
Mechanischer Teil des Motors.....	424

Kapitel 23	
Eine Drehbewegung erzeugt Vortrieb	427
Kennwerte des Motors.....	427
Wirkungsgrad η des Motors.....	428
Das Drehmoment des Motors.....	430
Erregungsarten des Motors.....	432
Fall mir nicht zur Last!.....	434
Das Lastmoment M_L des Lüfters.....	434
M_M - n -Kennlinie des Gleichstrommotors.....	435
Der Arbeitspunkt des Motors.....	435
Übung macht den Meister!.....	437
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	437
Verwendete Einheiten.....	437
Aufgaben zu diesem Kapitel (und dem vorigen).....	438



28 Inhaltsverzeichnis

TEIL VI

STETIG HIN UND HER: WECHSELSTROMKREISE **453**

Kapitel 24

Das Auf und Ab der sinusförmigen Wechselgrößen **455**

Von der Gleich- zur periodischen Wechselgröße	457
Erzeugung einer sinusförmigen Wechselspannung	459
Übung macht den Meister!	466
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	466
Verwendete Einheiten	467
Aufgaben zu diesem Kapitel	468

Kapitel 25

Kennwerte und ihre Wirkung..... **479**

Amplitude, Augenblickswert und die Frequenz	480
Wer hat die Phase verschoben?	482
Phasenverschiebung der Spule	484
Phasenverschiebung des Kondensators	486
Wechselgrößen und ihre Mittelwerte	488
Gleichanteil	488
Gleichrichtwert	489
Effektivwert	490
Übung macht den Meister!	495
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	495
Verwendete Einheiten	496
Aufgaben zu diesem Kapitel	496

Kapitel 26

Aus Linien werden Zeiger..... **505**

Vorteile des Zeigerdiagramms	507
Komplexe Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen	510
Übung macht den Meister!	511
Verwendete Einheiten	512
Aufgaben zu diesem Kapitel	512

TEIL VII

WIDERSTAND, SPULE UND KONDENSATOR IM WECHSELSTROMKREIS **521**

Kapitel 27

Der Scheinwiderstand und sein Leitwert..... **523**

Kapitel 28

Der Wirkwiderstand und sonst nichts **529**

Ohm'scher Widerstand an Wechselstrom	529
Leistung am Ohm'schen Widerstand	531



Inhaltsverzeichnis 29

Übung macht den Meister!.....	532
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	532
Verwendete Einheiten	533
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	534

Kapitel 29

An der Induktivität kommt der Strom zu spät 543

Die Spule an Wechselstrom	543
Leistung an der Spule	547
Jetzt wird's komplex!	548
Übung macht den Meister!.....	550
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	550
Verwendete Einheiten	550
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	551

Kapitel 30

Am Kondensator eilt der Strom vor 559

Der Kondensator an Wechselstrom.....	559
Leistung am Kondensator	563
Und <i>wieder</i> wird es komplex!	564
Übung macht den Meister!.....	566
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	566
Verwendete Einheiten	566
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	567
Vergleich der Grundschaltungen an Wechselstrom	572

TEIL VIII

GEMISCHTE SCHALTUNGEN IM WECHSELSTROMKREIS 575

Kapitel 31

Alles in Reihenschaltung: Widerstand, Spule und Kondensator 577

Reihenschaltung von Widerstand und Spule	580
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	582
Entwurf des Spannungsdreiecks.....	583
Entwurf des Widerstandsdreiecks.....	586
Reihenschaltung von Widerstand und Kondensator.....	589
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	590
Entwurf des Spannungsdreiecks.....	591
Entwurf des Widerstandsdreiecks.....	593
Reihenschaltung von Widerstand, Spule und Kondensator.....	595
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	597
Entwurf des Spannungsdreiecks.....	598
Entwurf des Widerstandsdreiecks.....	599
Reihenresonanz.....	602
Reihenschaltung komplexer Widerstände	603



30 Inhaltsverzeichnis

Die Spannungsteilerregel für komplexe Widerstände	605
Übung macht den Meister!.....	607
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	607
Verwendete Einheiten	608
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	608

Kapitel 32

Alles parallel: Widerstand, Spule und Kondensator..... 623

Parallelschaltung von Widerstand und Spule.....	624
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	626
Entwurf des Stromdreiecks	627
Entwurf des Leitwertdreiecks	629
Parallelschaltung von Widerstand und Kondensator	631
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	632
Entwurf des Stromdreiecks	634
Entwurf des Leitwertdreiecks	636
Parallelschaltung von Widerstand, Spule und Kondensator.....	637
Entwurf des Zeigerdiagramms.....	639
Entwurf des Stromdreiecks	640
Entwurf des Leitwertdreiecks	641
Parallelresonanz.....	643
Parallelschaltung komplexer Leitwerte.....	644
Stromteilerregel für komplexe Leitwerte	646
Übung macht den Meister!.....	647
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	648
Verwendete Einheiten	649
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	649

Kapitel 33

Von der Reihen- zur Parallelschaltung: Der Ersatzzweipol 667

Ersatz für die Parallelschaltung	668
Ersatz für die Reihenschaltung.....	669
Übung macht den Meister!.....	670
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben	670
Verwendete Einheiten	670
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	670

Kapitel 34

Wechselnde Leistungen..... 677

Leistung bei Wirklast – Wirkleistung am Ohm'schen Widerstand.....	679
Leistung bei induktiver Belastung – Blindleistung der Spule	684
Leistung bei kapazitiver Belastung – die Blindleistung des Kondensators	687
Komplexe Leistung.....	689
Scheinleistung und Leistungsfaktor.....	691
Blindleistungskompensation	692





Inhaltsverzeichnis 31

Übung macht den Meister!.....	699
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	699
Verwendete Einheiten.....	700
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	701

TEIL IX FREQUENZGANG, ORTSKURVE UND FILTERSCHALTUNGEN 709

Kapitel 35	
Oh je, das Bode-Diagramm.....	711
Der Frequenzgang und seine Eigenschaften.....	712
Die speziellen Eigenschaften des Bode-Diagramms.....	714

Kapitel 36	
Frequenzkennlinien und Ortskurven braucht das Land.....	717
Die Frequenzkennlinie – auf dem Weg zum Bode-Diagramm.....	718
Was ist mit der Ortskurvendarstellung?.....	723
Beispiele zur Konstruktion der Ortskurve.....	725

Kapitel 37	
Filterschaltungen mit Höhen und Tiefen.....	735
RC- und RL-Tiefpassschaltungen.....	736
RC- und RL-Hochpassschaltungen.....	741
RC-Bandpassschaltung.....	744
Übung macht den Meister!.....	746
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	746
Verwendete Einheiten.....	747
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	747

Kapitel 38	
Resonanzfälle durch Spannung oder Strom.....	755
Die Spannungsresonanz in Reihenschaltungen.....	755
Die Resonanzfrequenz und die Thomson'sche Schwingungsgleichung.....	759
Die Stromresonanz in Parallelschaltungen.....	759
Übung macht den Meister!.....	762
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	762
Verwendete Einheiten.....	763
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	763

TEIL X DREIMAL HIN UND HER: DREHSTROM UND MEHR 767

Kapitel 39	
Aus einer Phase werden drei.....	769
Erzeugung des Dreiphasen-Wechselstroms.....	770
Der Generator zur Erzeugung von Drehstrom.....	774
Der Motor im Drehstromnetz.....	776





32 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 40

Der Stern und das Dreieck	785
Sternschaltung des Generators.....	785
Dreieckschaltung des Generators.....	789

Kapitel 41

Verbraucher an drei Phasen	791
Sternschaltung des Verbrauchers.....	791
Sternschaltung mit Neutralleiter.....	791
Sternschaltung ohne Neutralleiter.....	794
Dreieckschaltung des Verbrauchers.....	796

Kapitel 42

Ohne Leistung bewegt sich nichts	801
Übung macht den Meister!.....	804
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	804
Verwendete Einheiten.....	805
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	805

TEIL XI

DIE MAXWELL'SCHEN GLEICHUNGEN – AUS FELDERN

WERDEN WELLEN	809
----------------------------	------------

Kapitel 43

Felder ohne Ende	811
Das elektrische Feld und seine Besonderheiten.....	814
Weiter geht's mit dem magnetischen Feld.....	815
Die Materialgleichungen für das elektrische und das magnetische Feld.....	818
Übung macht den Meister!.....	820
Wichtige Formeln für die folgende Aufgabe.....	820
Verwendete Einheiten.....	821
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	821

Kapitel 44

Die Maxwell-Gleichungen in Integralform	823
Alternative Darstellungsformen der Maxwell-Gleichungen.....	826
Die Bedeutung der ersten Maxwell-Gleichung.....	828
Die Bedeutung der zweiten Maxwell-Gleichung.....	829
Die Bedeutung der dritten Maxwell-Gleichung.....	830
Die Bedeutung der vierten Maxwell-Gleichung.....	831
Hoch lebe die Elektrodynamik!.....	831
Übung macht den Meister!.....	832
Verwendete Einheiten.....	832
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	832



Kapitel 45	
Die Maxwell-Gleichungen in Differenzialform.....	839
Von der Fläche zum Volumen – der Gaußsche Integralsatz.....	840
Die erste Maxwell-Gleichung in Differenzialform.....	842
Die zweite Maxwell-Gleichung in Differenzialform.....	844
Von der Linie zur Fläche – der Integralsatz von Stokes.....	845
Die dritte Maxwell-Gleichung in Differenzialform.....	846
Die vierte Maxwell-Gleichung in Differenzialform.....	847
Übung macht den Meister!.....	849
Wichtige Formeln für die folgenden Aufgaben.....	849
Verwendete Einheiten.....	849
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	849
Kapitel 46	
Aus Felder werden Wellen.....	857
Maxwells Herleitung einer Wellengleichung.....	857
Maxwells Wellengleichung für das magnetische Feld.....	861
Elektromagnetische Wellen und das Licht.....	862
Der Hertz'sche Nachweis elektromagnetischer Wellen.....	864
Übung macht den Meister!.....	864
Wichtige Formeln für die folgende Aufgabe.....	865
Verwendete Einheiten.....	865
Aufgaben zu diesem Kapitel.....	865
TEIL XII	
DER TOP-TEN-TEIL	869
Kapitel 47	
Zehn wichtige Erfinder der Elektrotechnik.....	871
Teilchen beginnen zu wirken – Charles Auguste de Coulomb.....	871
Das Durchflutungsgesetz – André-Marie Ampère.....	872
Die unheimliche Kraft des Stromes – Hans Christian Oersted.....	872
Aus Magnetismus werden Ströme – Michael Faraday.....	873
Komplexe Zahlen und (viel) mehr – Johann Carl Friedrich Gauß.....	874
Vom dynamoelektrischen Prinzip zum Firmengründer – Werner von Siemens..	875
Aus Gleich- wird Wechselstrom – Nikola Tesla.....	876
Irgendwie gehört alles zusammen – James Clerk Maxwell.....	877
Der Vater der Frequenzen – Heinrich Rudolf Hertz.....	878
Die Drehstromübertragung – Oskar von Miller.....	879
Kapitel 48	
Zehn wichtige Einheiten und deren Bedeutung.....	883
Ampere.....	883
Coulomb.....	883
Farad.....	884
Henry.....	884



34 Inhaltsverzeichnis

Joule.....	884
Newton.....	884
Ohm.....	884
Tesla.....	884
Volt.....	885
Watt.....	885

Kapitel 49

Zehn Dekaden der Elektrizität im 19. Jahrhundert..... 887

1800 bis 1810.....	887
1811-1820.....	887
1821-1830.....	888
1831 bis 1840.....	888
1841 bis 1850.....	888
1851 bis 1860.....	889
1861 bis 1870.....	889
1871 bis 1880.....	889
1881 bis 1890.....	890
1891 bis 1899.....	890

Kapitel 50

Meine zehn Lieblingsbücher für die Elektrotechnik..... 891

Abbildungsverzeichnis..... 893

Stichwortverzeichnis..... 905

