

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

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

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 Zählpfeilsystem 141

Das Innenleben der Steckdose..... 143

Kurzschlussfall: $R_V = 0$ 145

Leerlauffall: $R_V \rightarrow \infty$ 146

Anpassung: $R_V = R_i$ 147

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

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

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

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

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

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 Grundsaltungen 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

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

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

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 Gauß'sche 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