

Teil A Grundlagen der Elektrotechnik

1	Das elektrische Feld	3
1.1	Feldbegriff. Darstellung von Feldern	3
1.2	Das stationäre elektrische Strömungsfeld	5
1.2.1	Ladung. Strom. Stromdichte	5
1.2.2	Potenzial. Spannung. Feldstärke	12
1.2.3	Elektrischer Widerstand. Ohmsches Gesetz	18
1.2.4	Der elektrische Stromkreis	20
1.2.5	Die Gesetze von Kirchhoff	23
1.3	Das elektrostatische Feld	25
1.3.1	Entwicklung aus dem Strömungsfeld	25
1.3.2	Kenngößen des elektrostatischen Feldes	27
1.3.3	Kapazität. Kondensatoren	29
1.3.4	Kondensatorstrom	31
1.3.5	Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld	32
1.4	Übungsaufgaben	34
2	Das magnetische Feld	37
2.1	Magnetische Erscheinungen	37
2.2	Magnetische Kenngrößen	40
2.2.1	Magnetischer Fluss und magnetische Flussdichte	40
2.2.2	Durchflutung. Magnetische Spannung. Magnetischer Widerstand	42
2.2.3	Die magnetische Feldstärke	45
2.3	Das Durchflutungsgesetz	45
2.4	Materie im Magnetfeld	50
2.4.1	Die Permeabilität. Einteilung der Stoffe	50
2.4.2	Hystereseschleife und Magnetisierungskurve	52

2.5	Das Induktionsgesetz	57
2.5.1	Grundlagen. Der Versuch von Faraday	57
2.5.2	Anwendungen des Induktionsgesetzes	64
2.6	Selbst- und Gegeninduktion	67
2.6.1	Selbstinduktion	67
2.6.2	Gegeninduktion	70
2.7	Energie und Kräfte im magnetischen Feld	72
2.7.1	Energieinhalt des Magnetfeldes	72
2.7.2	Kraftwirkungen im magnetischen Feld	73
2.8	Übungsaufgaben	77
3	Berechnung von Stromkreisen bei Gleichstrom	83
3.1	Der unverzweigte Gleichstromkreis	83
3.1.1	Der elektrische Widerstand	83
3.1.2	Lineare und nichtlineare Widerstände	84
3.1.3	Energie und Leistung im Gleichstromkreis	86
3.1.4	Der Grundstromkreis	88
3.1.5	Leistungsumsatz im Stromkreis	93
3.2	Der verzweigte Gleichstromkreis	95
3.2.1	Vereinfachung von Widerstandsnetzwerken	95
3.2.2	Teilerregeln	100
3.2.3	Berechnung verzweigter Stromkreise mittels der Gesetze von Kirchhoff	104
3.2.4	Spannungsquellen und Stromquellen. Zweipoltheorie	108
3.3	Übungsaufgaben	109
4	Berechnung von Stromkreisen bei Wechselstrom	113
4.1	Erzeugung von Wechselstrom. Bestimmungsgrößen	113
4.2	Kenngrößen	115
4.2.1	Zeitliche Mittelwerte	115
4.2.2	Zählpfeile	118
4.3	Darstellung sinusförmiger elektrischer Größen im Zeigerdiagramm	119
4.4	Spannungs- und Stromzeiger bei den Grundschaltelementen	121
4.5	Zeigerdiagramme bei gemischten Wechselstromschaltungen	123
4.5.1	Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand	123
4.5.2	Parallelschaltung von Spule und Widerstand	124
4.5.3	Gemischte Schaltung	125
4.6	Die komplexe Darstellung von Zeigern	126
4.7	Komplexe Zeiger der Grundschaltelemente	129

4.8	Komplexer Widerstand und komplexer Leitwert	132
4.8.1	Komplexer Widerstand	132
4.8.2	Komplexer Leitwert	138
4.8.3	Spannung und Strom im Zeit- und Frequenzbereich	140
4.9	Wirk- und Blindkomponenten von Spannung und Strom	141
4.10	Wechselstromleistung	142
4.11	Drehstrom (Dreiphasenwechselstrom)	148
4.11.1	Erzeugung von Drehstrom	148
4.11.2	Die Verkettung des Drehstromsystems	151
4.11.3	Spannungen und Ströme im symmetrischen Drehstromsystem	153
4.11.4	Drehstromleistung	157
4.12	Übungsaufgaben	158
5	Ausgleichsvorgänge in Stromkreisen	165
5.1	Die Schaltgesetze	166
5.2	Aufladung eines Kondensators	167
5.3	Kurzschluss einer stromdurchflossenen Spule	170
5.4	Schlussbemerkungen	172
5.5	Übungsaufgaben	172
6	Mechanismen der Stromleitung	175
6.1	Stromleitung im Vakuum	175
6.2	Stromleitung in Gasen	178
6.3	Stromleitung in Flüssigkeiten	181
6.4	Stromleitung in Festkörpern	189
6.4.1	Allgemeines	189
6.4.2	Stromleitung in Metallen	192
6.4.3	Stromleitung in Halbleitern und Isolatoren	193
6.5	Übungsaufgaben	202
	Literatur	204
 Teil B Anwendungen der Elektrotechnik		
7	Elektronik	209
7.1	Einleitende Bemerkungen	209
7.2	Elektronische Bauelemente	210
7.2.1	Halbleiterwiderstände	210
7.2.2	Halbleiterdioden	212
7.2.3	Transistoren	219
7.2.4	Thyristoren	238
7.2.5	Optoelektronische Bauelemente	245

7.3	Leistungselektronik	250
7.3.1	Einführung. Arten und Wirkungsweise von Stromrichtern	250
7.3.2	Gleichrichter	254
7.3.3	Wechselrichter	265
7.3.4	Gleichstromumrichter	266
7.3.5	Wechselstromumrichter. Frequenzumrichter	268
7.4	Informationselektronik	271
7.4.1	Einführung	271
7.4.2	Analoge und digitale Größen und Signale	272
7.4.3	Analogschaltungen	275
7.4.4	Digitalschaltungen	280
7.5	Mikroelektronik	290
7.5.1	Schaltungsintegration	290
7.5.2	Schaltkreisfamilien	293
7.5.3	Mikroprozessoren und Mikrorechner	294
7.6	Übungsaufgaben	314
	Literatur	319
8	Elektrische Maschinen und Antriebe	321
8.1	Einleitung	321
8.2	Die Gleichstrommaschine	322
8.2.1	Aufbau und Funktionsprinzip	322
8.2.2	Erregung der Gleichstrommaschine	326
8.2.3	Der Gleichstromnebenschlussmotor	327
8.2.4	Der Gleichstromreihenschlussmotor	335
8.2.5	Spezielle Typen	336
8.3	Der Transformator	337
8.3.1	Grundsätzlicher Aufbau und Funktionsprinzip	337
8.3.2	Der ideale Transformator	338
8.3.3	Der technische Transformator	345
8.3.4	Drehstromtransformatoren	354
8.3.5	Spezielle Transformatortypen	356
8.4	Rotierende Drehstrommaschinen	357
8.4.1	Das Drehfeld	357
8.4.2	Arten von Drehfeldmaschinen	360
8.4.3	Der Drehstromasynchronmotor	363
8.4.4	Die Synchronmaschine	377
8.5	Elektrische Antriebstechnik	388
8.5.1	Mechanische Struktur elektrischer Antriebe	388
8.5.2	Grundgesetze elektrischer Antriebe	389
8.5.3	Betriebsarten elektrischer Maschinen	395

8.5.4	Ein- und Mehrquadrantenantriebe	400
8.5.5	Regelung elektrischer Antriebe	402
8.5.6	Ergänzende Bemerkungen	406
8.6	Übungsaufgaben	407
	Literatur	411
9	Elektrische Energieversorgung	413
9.1	Einleitung	413
9.2	Überblick zu Kraftwerken	414
9.3	Einsatzstrategien von Kraftwerken	417
9.4	Elektrotechnische Komponenten eines Kraftwerkes	418
9.5	Übertragungssysteme für elektrische Energie	424
9.6	Drehstromnetze	425
9.6.1	Spannungsebenen	425
9.6.2	Drehstromleitungen	426
9.7	Schaltanlagen	442
9.7.1	Arten von Schaltanlagen	442
9.7.2	Schaltgeräte der elektrischen Energietechnik	442
9.7.3	Praktische Ausführung von Schaltanlagen	449
9.8	Personenschutz in Niederspannungsnetzen	453
9.8.1	Gefährdung des Menschen	453
9.8.2	Schutzmaßnahmen	454
9.9	Übungsaufgaben	457
	Literatur	459
10	Elektrische Messtechnik	461
10.1	Einleitung	461
10.2	Grundlegende Begriffe der elektrischen Messtechnik	461
10.3	Elektrische Messwerke	465
10.3.1	Dreispulmesswerk	465
10.3.2	Dreheisenmesswerk	467
10.3.3	Elektrodynamisches Messwerk	467
10.3.4	Induktionsmesswerk	468
10.4	Messgeräte	470
10.4.1	Vielfachmesser	470
10.4.2	Oszilloskope	471
10.4.3	Registriergeräte	477
10.4.4	Zählmessgeräte	480

10.5	Messverfahren für elektrische Größen	481
10.5.1	Messung von Strom und Spannung	481
10.5.2	Messung von Widerständen und Impedanzen	483
10.5.3	Messung der elektrischen Leistung	484
10.5.4	Zeit- und Frequenzmessung	486
10.6	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	487
10.6.1	Allgemeines	487
10.6.2	Messung von Wegen und Winkeln	488
10.6.3	Messung von Kräften und Momenten	491
10.6.4	Drehzahlmessung	492
10.6.5	Temperaturmessung	494
10.7	Messtechnik mit dem PC	495
10.7.1	Einleitende Bemerkungen	495
10.7.2	Geräte mit integrierter digitaler Schnittstelle	497
10.7.3	Messkarten	501
10.8	Störbeeinflussung von Messkreisen	507
10.9	Elektromagnetische Verträglichkeit	509
10.10	Internet der Dinge	511
10.11	Übungsaufgaben	511
	Literatur	515
Lösungen der Übungsaufgaben		517
Stichwortverzeichnis		547