
Inhaltsverzeichnis

Teil A Grundlagen der Elektrotechnik

1 Das elektrische Feld	3
1.1 Feldbegriff. Darstellung von Feldern	3
1.2 Das stationäre elektrische Strömungsfeld	4
1.2.1 Ladung. Strom. Stromdichte	4
1.2.2 Potenzial. Spannung. Feldstärke	11
1.2.3 Elektrischer Widerstand. Ohmsches Gesetz	17
1.2.4 Der elektrische Stromkreis	19
1.2.5 Die Gesetze von Kirchhoff	22
1.3 Das elektrostatische Feld	24
1.3.1 Entwicklung aus dem Strömungsfeld	24
1.3.2 Kenngrößen des elektrostatischen Feldes	26
1.3.3 Kapazität. Kondensatoren	28
1.3.4 Kondensatorstrom	30
1.3.5 Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld	31
1.4 Übungsaufgaben	33
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	44
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	51
2.5 Das Induktionsgesetz	57
2.5.1 Grundlagen. Der Versuch von Faraday	57

2.5.2 Anwendungen des Induktionsgesetzes	63
2.6 Selbst- und Gegeninduktion	66
2.6.1 Selbstinduktion	66
2.6.2 Gegeninduktion	69
2.7 Energie und Kräfte im magnetischen Feld	71
2.7.1 Energieinhalt des Magnetfeldes	71
2.7.2 Kraftwirkungen im magnetischen Feld	72
2.8 Übungsaufgaben	75
3 Berechnung von Stromkreisen bei Gleichstrom	81
3.1 Der unverzweigte Gleichstromkreis	81
3.1.1 Der elektrische Widerstand	81
3.1.2 Lineare und nichtlineare Widerstände	83
3.1.3 Energie und Leistung im Gleichstromkreis	84
3.1.4 Der Grundstromkreis	85
3.1.5 Leistungsumsatz im Stromkreis	90
3.2 Der verzweigte Gleichstromkreis	92
3.2.1 Vereinfachung von Widerstandsnetzwerken	92
3.2.2 Teilerregeln	97
3.2.3 Berechnung verzweigter Stromkreise mittels der Gesetze von Kirchhoff	101
3.2.4 Spannungsquellen und Stromquellen. Zweipoltheorie	104
3.3 Übungsaufgaben	106
4 Berechnung von Stromkreisen bei Wechselstrom	111
4.1 Erzeugung von Wechselstrom. Bestimmungsgrößen	111
4.2 Kenngrößen	113
4.2.1 Zeitliche Mittelwerte	113
4.2.2 Zählpfeile	116
4.3 Darstellung sinusförmiger elektrischer Größen im Zeigerdiagramm	117
4.4 Spannungs- und Stromzeiger bei den Grundschaltelementen	118
4.5 Zeigerdiagramme bei gemischten Wechselstromschaltungen	120
4.5.1 Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand	120
4.5.2 Parallelschaltung von Spule und Widerstand	121
4.5.3 Gemischte Schaltung	122
4.6 Die komplexe Darstellung von Zeigern	124
4.7 Komplexe Zeiger der Grundschaltelemente	126
4.8 Komplexer Widerstand und komplexer Leitwert	129
4.8.1 Komplexer Widerstand	129
4.8.2 Komplexer Leitwert	135
4.8.3 Spannung und Strom im Zeit- und Frequenzbereich	137
4.9 Wirk- und Blindkomponenten von Spannung und Strom	137

4.10	Wechselstromleistung	138
4.11	Drehstrom (Dreiphasenwechselstrom)	144
4.11.1	Erzeugung von Drehstrom	144
4.11.2	Die Verkettung des Drehstromsystems	146
4.11.3	Spannungen und Ströme im symmetrischen Drehstromsystem	149
4.11.4	Drehstromleistung	152
4.12	Übungsaufgaben	154
5	Ausgleichsvorgänge in Stromkreisen	161
5.1	Die Schaltgesetze	162
5.2	Aufladung eines Kondensators	163
5.3	Kurzschluss einer stromdurchflossenen Spule	166
5.4	Schlussbemerkungen	167
5.5	Übungsaufgaben	168
6	Mechanismen der Stromleitung	169
6.1	Stromleitung im Vakuum	169
6.2	Stromleitung in Gasen	172
6.3	Stromleitung in Flüssigkeiten	175
6.4	Stromleitung in Festkörpern	183
6.4.1	Allgemeines	183
6.4.2	Stromleitung in Metallen	186
6.4.3	Stromleitung in Halbleitern und Isolatoren	187
6.5	Übungsaufgaben	196
Literatur	199	

Teil B Anwendungen der Elektrotechnik

7	Elektronik	203
7.1	Einleitende Bemerkungen	203
7.2	Elektronische Bauelemente	204
7.2.1	Halbleiterwiderstände	204
7.2.2	Halbleiterdioden	206
7.2.3	Transistoren	212
7.2.4	Thyristoren	230
7.2.5	Optoelektronische Bauelemente	237
7.3	Leistungselektronik	242
7.3.1	Einführung. Arten und Wirkungsweise von Stromrichtern	242
7.3.2	Gleichrichter	246
7.3.3	Wechselrichter	256
7.3.4	Gleichstromumrichter	258

7.3.5 Wechselstromumrichter. Frequenzumrichter	259
7.4 Informationselektronik	262
7.4.1 Einführung	262
7.4.2 Analoge und digitale Größen und Signale	263
7.4.3 Analogschaltungen	266
7.4.4 Digitalschaltungen	270
7.5 Mikroelektronik	281
7.5.1 Schaltungsintegration	281
7.5.2 Schaltkreisfamilien	283
7.5.3 Mikroprozessoren und Mikrorechner	284
7.6 Übungsaufgaben	302
Literatur	307
8 Elektrische Maschinen und Antriebe	309
8.1 Einleitung	309
8.2 Die Gleichstrommaschine	310
8.2.1 Aufbau und Funktionsprinzip	310
8.2.2 Erregung der Gleichstrommaschine	313
8.2.3 Der Gleichstromnebenenschlussmotor	314
8.2.4 Der Gleichstromreihenschlussmotor	322
8.2.5 Spezielle Typen	323
8.3 Der Transformator	324
8.3.1 Grundsätzlicher Aufbau und Funktionsprinzip	324
8.3.2 Der ideale Transformator	325
8.3.3 Der technische Transformator	332
8.3.4 Drehstromtransformatoren	340
8.3.5 Spezielle Transformatortypen	343
8.4 Rotierende Drehstrommaschinen	344
8.4.1 Das Drehfeld	344
8.4.2 Arten von Drehfeldmaschinen	347
8.4.3 Der Drehstromasynchronmotor	350
8.4.4 Die Synchronmaschine	361
8.5 Elektrische Antriebstechnik	372
8.5.1 Mechanische Struktur elektrischer Antriebe	372
8.5.2 Grundgesetze elektrischer Antriebe	373
8.5.3 Betriebsarten elektrischer Maschinen	378
8.5.4 Ein- und Mehrquadrantenantriebe	383
8.5.5 Regelung elektrischer Antriebe	386
8.5.6 Ergänzende Bemerkungen	389
8.6 Übungsaufgaben	389
Literatur	393

9	Elektrische Energieversorgung	395
9.1	Einleitung	395
9.2	Überblick zu Kraftwerken	396
9.3	Einsatzstrategien von Kraftwerken	399
9.4	Elektrotechnische Komponenten eines Kraftwerk	400
9.5	Übertragungssysteme für elektrische Energie	405
9.6	Drehstromnetze	406
9.6.1	Spannungsebenen	406
9.6.2	Drehstromleitungen	408
9.6.3	Netzgestaltung	423
9.7	Schaltanlagen	426
9.7.1	Arten von Schaltanlagen	426
9.7.2	Schaltgeräte der elektrischen Energietechnik	427
9.7.3	Praktische Ausführung von Schaltanlagen	434
9.8	Personenschutz in Niederspannungsnetzen	436
9.8.1	Gefährdung des Menschen	436
9.8.2	Schutzmaßnahmen	438
9.9	Übungsaufgaben	441
	Literatur	443
10	Elektrische Messtechnik	445
10.1	Einleitung	445
10.2	Grundlegende Begriffe der elektrischen Messtechnik	445
10.3	Elektrische Messwerke	449
10.3.1	Drehspulmesswerk	449
10.3.2	Dreheisenmesswerk	450
10.3.3	Elektrodynamisches Messwerk	451
10.3.4	Induktionsmesswerk	452
10.4	Messgeräte	453
10.4.1	Vielfachmesser	453
10.4.2	Oszilloskope	455
10.4.3	Registriergeräte	460
10.4.4	Zählmessgeräte	463
10.5	Messverfahren für elektrische Größen	464
10.5.1	Messung von Strom und Spannung	464
10.5.2	Messung von Widerständen und Impedanzen	466
10.5.3	Messung der elektrischen Leistung	467
10.5.4	Zeit- und Frequenzmessung	469
10.6	Elektrische Messung nichtelektrischer Größen	470
10.6.1	Allgemeines	470
10.6.2	Messung von Wegen und Winkeln	471
10.6.3	Messung von Kräften und Momenten	473

10.6.4 Drehzahlmessung	475
10.6.5 Temperaturmessung	476
10.7 Messtechnik mit dem PC	478
10.7.1 Einleitende Bemerkungen	478
10.7.2 Geräte mit integrierter digitaler Schnittstelle	480
10.7.3 Messkarten	483
10.8 Störbeeinflussung von Messkreisen	490
10.9 Elektromagnetische Verträglichkeit	492
10.10 Übungsaufgaben	493
Literatur	496
Lösungen der Übungsaufgaben	497
Sachverzeichnis	525