

Inhalt

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Die Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik	1
1.2 Das Mass-System	2
1.3 Die Basis-Masseinheiten der Elektrotechnik	3
1.4 Grössengleichungen	4
1.5 Aufgaben	7
1.5.1 Beleuchtungsstromkreis	7
1.5.2 Durchtrenntes Kabel	9
1.5.3 Kabel- oder Steckerkurzschlüsse	9
2 Elektrische Ladungen und Felder	11
2.1 Der Begriff der elektrischen Ladung	11
2.2 Das elektrische Feld	13
2.3 Die Arbeit im elektrischen Feld	16
2.4 Elektrische Spannung und elektrisches Potential, Maschenregel	19
2.5 Spannungsquellen und Erläuterungen zur Maschenregel . . .	23
2.6 Äquipotentialflächen	25
2.7 Aufgaben	27
2.7.1 Elektronenbewegung im elektrischen Feld	27
2.7.2 Kathodenstrahlröhre	28
2.7.3 Sekundärelektronenvervielfacher	29
3 Der elektrische Strom	33
3.1 Bewegte Ladungsträger als Strom	33
3.2 Die Knotenregel	35
3.3 Elektrische Leitungsvorgänge	37
3.4 Aufgaben	43
3.4.1 Galvanisieranlage	43
3.4.2 Leitfähigkeit bei Halbleitern	44

4	Der elektrische Widerstand	47
4.1	Treibende und bremsende Einflüsse auf Ladungsbewegungen	47
4.2	Der elektrische Widerstand	48
4.3	Spannungs- und Stromquellen	51
4.4	Einfache, lineare Gleichstromnetzwerke	57
4.5	Aufgaben	64
4.5.1	Elektrischer Kettenleiter	64
5	Theorie der Gleichstromnetzwerke	67
5.1	Grundlagen und Aufgaben der Theorie	67
5.2	Die Methode der Knotenpotentiale	69
5.3	Ein Beispiel für die Methode der Knotenpotentiale	75
5.4	Weitere Methoden zur Berechnung von Netzwerken	78
5.5	Überlagerungsprinzip und Netzwerktheoreme	81
5.6	Beispiel zum Überlagerungssatz	86
5.7	Beispiel zur Ersatz-Spannungsquelle	88
5.8	Netzwerke mit begr. gültigen Spannungs-Strom-Beziehungen	89
5.9	Beispiele: Netzwerke mit abschnittsweise linearen Kennlinien	96
5.10	Aktive Netzwerke, Operationsverstärker	102
5.11	Aufgaben	112
5.11.1	Messeinrichtung für Innenwiderstände einer Spannungs- quelle	112
5.11.2	Bestimmung von Widerständen in Netzwerken	113
5.11.3	Spannungs-Konstanthalter	114
5.11.4	Transistorverstärker	116
5.11.5	Stromquelle mit Operationsverstärker	118
6	Arbeit und Leistung	121
6.1	Berechnung aus Spannung, Strom und Zeit	121
6.2	Energiewandlung	123
6.3	Leistung eines Widerstandes	126
6.4	Wärmewirkung des Widerstandes	126
6.5	Thermoelektrische Energiewandlung	128
6.6	Aufgaben	135
6.6.1	Fehlerfreie Leistungsmessung	135
6.6.2	Korrekturschaltung für einen Messgeber	136
6.6.3	Verlustbehaftete Leitung	137
6.6.4	Trolleybus-Fahrleitung	138

7	Die elektrische Verschiebung	141
7.1	Einleitung	141
7.2	Zusammenhang zwischen Feldstärke und elektrischer Verschiebung	143
7.3	Die Kapazität	145
7.3.1	Plattenkondensator mit homogenem Feld	147
7.3.2	Zylinderkondensator	148
7.4	Das Coulombsche Anziehungsgesetz	149
7.5	Ladestrom und Energieinhalt eines Kondensators	150
7.6	Die Anziehungskraft im Plattenkondensator	151
7.7	Der elektrische Dipol	152
7.8	Linien-, Flächen- und Raumladungen	155
7.9	Aufgaben	160
7.9.1	Schichtkondensator	160
7.9.2	Kondensator mit geschichtetem Dielektrikum	161
7.9.3	Teilweise in eine Flüssigkeit eingetauchter Kondensator	162
7.9.4	Elektrostatische Kraftwirkung	163
8	Das magnetische Feld	165
8.1	Vorbemerkungen zum magnetischen Feld	165
8.2	Die magnetischen Wirkungen des elektrischen Stromes	167
8.3	Die Kraftwirkung im Magnetfeld des geraden Leiters	173
8.4	Die magnetische Feldstärke und das Durchflutungsgesetz	175
8.5	Der Zusammenhang zwischen magnetischer Feldstärke und Induktion	179
8.6	Das Magnetfeld als relativistischer Effekt bewegter Ladungen	183
8.7	Aufgaben	187
8.7.1	Magnetfeldberechnung in einer Ringspule	187
8.7.2	Magnetischer Dipol	188
8.7.3	Dauermagnetkreis	189
9	Das Induktionsgesetz	191
9.1	Vorbemerkungen zum Induktionsgesetz	191
9.2	Die induzierte Spannung in einem bewegten Leiter	193
9.3	Induzierte Spannung bei veränderlichem Magnetfeld	196
9.4	Weitere Ausführungen zum Induktionsgesetz	198
9.5	Aufgaben	204
9.5.1	HELMHOLTZ-Spulenpaar	204

9.5.2	Weltraumgenerator	206
10	Gegeninduktion und Selbstinduktion	209
10.1	Magnetische Kopplung von Stromkreisen	209
10.2	Selbstinduktion	211
10.3	Induktivität und Widerstand	212
10.4	Zwei verkoppelte Leiterschleifen	214
10.5	Berechnung der Selbstinduktion einfacher Spulen	219
10.5.1	Ringspule	219
10.5.2	Schlanke Zylinderspule	221
10.6	Induktivitäten mit Eisenkreis	221
10.7	Aufgaben	223
10.7.1	Abschalten von Gleichstrom	223
10.7.2	Ringkern mit Gegeninduktivität	225
11	Wechselgrößen	227
11.1	Begriffe der Wechselgrößen	227
11.2	Elemente der Wechselstrom-Netzwerke	231
11.3	Zeigerdiagramme	234
11.4	Einfache Wechselstromnetzwerke	237
11.5	Aufgaben	240
11.5.1	Anpassung von Verbrauchern an ein Netz	240
11.5.2	Modulation von Wechselgrößen	241
12	Komplexe Berechnung von Wechselstromkreisen	243
12.1	Komplexe Zahlen	243
12.2	Wechselgrößen in der komplexen Zahlenebene	247
12.3	Zusammengesetzte komplexe Widerstände	250
12.4	Der Schwingkreis	253
12.4.1	Der Reihenschwingkreis	254
12.4.2	Der Parallelschwingkreis	258
12.5	Allgemeines zum Transformator	259
12.6	Fest verkoppelter und idealer Transformator	262
12.7	Leistungsbeziehungen bei Wechselgrößen	268
12.8	Aufgaben	272
12.8.1	Wechselstromschaltung mit zwei Widerständen, Drossel und Kondensator	272
12.8.2	Transformator mit verschiedenen Belastungen	272

12.8.3	Netztransformator	273
12.8.4	Magnetisierungsstrom eines Transformators mit Sättigungseinfluss	274
13	Wechselstromnetzwerke	277
13.1	Lineare Gleichungssysteme mit komplexen Größen	277
13.2	Maschen- und Knotenregel	279
13.3	Allgemeines zur Theorie der Wechselstromnetzwerke	281
13.4	Aufgaben	283
13.4.1	Allpass 1. Ordnung	283
13.4.2	Leistungsanpassung	284
13.4.3	Fahrrad-Beleuchtung	284
14	Vierpole	287
14.1	Erklärung der Vierpole in verschiedenen Darstellungsformen	287
14.2	Messungen an Vierpolen	294
14.3	T - und Π -Ersatzschaltbild des Vierpols	296
14.4	Verknüpfung von Vierpolen	298
14.5	Wellenparameter-Darstellung	302
14.6	Nichtreziproke lineare Vierpole, Gyrator	307
14.7	Beispiel für einen nichtreziproken Vierpol	310
14.8	Aufgaben	316
14.8.1	Vierpolersatzschema eines Transistors	316
14.8.2	Die elektrische Leitung als Vierpol	318
15	Mehrphasensysteme	321
15.1	Zweiphasensysteme	321
15.2	Mehrphasensysteme, insbesondere Dreiphasensysteme	325
15.3	Vergleich verschiedener Leistungsübertragungs-Systeme	329
15.4	Symmetrische Drehspannungs- oder Drehstromsysteme	334
15.5	Allgemeine Drehspannungs- und Drehstromsysteme	337
15.6	Aufgaben	340
15.6.1	Symmetrisches Drehspannungsnetz mit leerlaufender Leitung	340
15.6.2	Symmetrierung einer Einphasenlast	342
15.6.3	Versorgung eines symmetrischen Drehstromverbrauchers aus einer Einphasenquelle	343

16 Ortskurven	345
16.1 Erklärung der Ortskurven	345
16.2 Konforme Abbildung analytischer Funktionen	347
16.3 Die Abbildung $w = 1/z$	348
16.4 Die Abbildung der allgemeinen bilinearen Funktion	352
16.5 Beispiele von Ortskurven	356
16.5.1 Strom in variabler Induktivität	356
16.5.2 Phasendreher	357
16.6 Beispiel für Ortskurvenscharen	359
16.7 Ergänzendes zu den Ortskurven	363
16.8 Aufgaben	365
16.8.1 Transformator mit Belastung	365
16.8.2 Ortskurve eines Reihenschwingkreises	367
17 Einschwingvorgänge	369
17.1 Erklärung der Einschwingvorgänge	369
17.2 Einschwingvorgang bei Gleichspannungserregung	371
17.3 Einschwingvorgang bei Wechselspannungserregung	376
17.4 Aufgaben	378
17.4.1 Ausgleichsvorgang bei Kondensatoren in Reihenschaltung	378
17.4.2 Ausgleichsvorgang bei einem Zweiwicklungstransformator	380
18 Lösungen zu den Aufgaben	383
18.1 Kapitel 1	383
18.1.1 Beleuchtungsstromkreis	383
18.1.2 Durchtrenntes Kabel	384
18.1.3 Kabel- oder Steckerkurzschlüsse	385
18.2 Kapitel 2	388
18.2.1 Elektronenbewegung im elektrischen Feld	388
18.2.2 Kathodenstrahlröhre	389
18.2.3 Sekundärelektronenvervielfacher	391
18.3 Kapitel 3	393
18.3.1 Galvanisieranlage	393
18.3.2 Leitfähigkeit bei Halbleitern	393
18.4 Kapitel 4	395
18.4.1 Elektrischer Kettenleiter	395

18.5	Kapitel 5	397
18.5.1	Messeinrichtung für Innenwiderstände einer Spannungsquelle	397
18.5.2	Bestimmung von Widerständen in Netzwerken	401
18.5.3	Spannungs-Konstanthalter	404
18.5.4	Transistorverstärker	406
18.5.5	Stromquelle mit Operationsverstärker	411
18.6	Kapitel 6	412
18.6.1	Fehlerfreie Leistungsmessung	412
18.6.2	Korrekturschaltung für einen Messgeber	414
18.6.3	Verlustbehaftete Leitung	416
18.6.4	Trolleybus-Fahrleitung	418
18.7	Kapitel 7	424
18.7.1	Schichtkondensator	424
18.7.2	Kondensator mit geschichtetem Dielektrikum	425
18.7.3	In eine Flüssigkeit eingetauchter Kondensator	427
18.7.4	Elektrostatische Kraftwirkung	428
18.8	Kapitel 8	432
18.8.1	Magnetfeldberechnung in einer Ringspule	432
18.8.2	Magnetischer Dipol	433
18.8.3	Dauermagnetkreis	435
18.9	Kapitel 9	438
18.9.1	HELMHOLTZ-Spulenpaar	438
18.9.2	Weltraumgenerator	440
18.10	Kapitel 10	442
18.10.1	Abschalten von Gleichstrom	442
18.10.2	Ringkern mit Gegeninduktivität	444
18.11	Kapitel 11	447
18.11.1	Anpassung von Verbrauchern an ein Netz	447
18.11.2	Modulation von Wechselgrößen	449
18.12	Kapitel 12	451
18.12.1	Wechselstromschaltung mit zwei Widerständen, Drossel und Kondensator	451
18.12.2	Transformator mit verschiedenen Belastungen	452
18.12.3	Netztransformator	454
18.12.4	Magnetisierungsstrom eines Transformators mit Sättigungseinfluss	456
18.13	Kapitel 13	457

18.13.1 Allpass 1. Ordnung	457
18.13.2 Leistungsanpassung	460
18.13.3 Fahrrad-Beleuchtung	460
18.14 Kapitel 14	465
18.14.1 Vierpolersatzschema eines Transistors	465
18.14.2 Die elektrische Leitung als Vierpol	468
18.15 Kapitel 15	471
18.15.1 Symmetrisches Drehspannungsnetz mit leerlaufender Leitung	471
18.15.2 Symmetrierung einer Einphasenlast	472
18.15.3 Versorgung eines symmetrischen Drehstromverbrau- chers aus einer Einphasenquelle	474
18.16 Kapitel 16	480
18.16.1 Transformator mit Belastung	480
18.16.2 Ortskurve eines Reihenschwingkreises	484
18.17 Kapitel 17	485
18.17.1 Ausgleichsvorgang bei Kondensatoren in Reihenschal- tung	485
18.17.2 Ausgleichsvorgang bei einem Zwe Wicklungstran- sfomator	487
Sach- und Namensregister	491