
Inhaltsverzeichnis

I Gleichstromlehre

1	Elektrische Grundgrößen	12
1.1	Berechnung Leitungsquerschnitt	13
1.2	Vergleich Leiterwerkstoffe	13
1.3	Quellen- und Verbraucher-Charakteristik	14
1.4	Belastete Spannungsquelle	15
1.5	Temperaturabhängigkeit von Leiterwerkstoffen	16
2	Gesetze zur Berechnung elektrischer Stromkreise	18
2.1	Lastfälle im Grundstromkreis	19
2.2	Unabhängigkeit von Knotengleichungen	20
2.3	Vollständige Leistungsbilanz	21
3	Lineare elektrische Gleichstromkreise	22
3.1	Abgleich eines Widerstandswertes	23
3.2	Einstellung Spannungsverhältnis	23
3.3	Berechnung einer gemischten Schaltung A	24
3.4	Berechnung einer gemischten Schaltung B	25
3.5	Einstellung Spannungsabfall	25
3.6	Gleicher Leistungsumsatz	27
3.7	Überlastung von Widerständen	27
3.8	Leistungsaufnahme eines Lastwiderstandes	28
3.9	Leistung und Wirkungsgrad	29
3.10	Lampe im Nennbetrieb	30
3.11	Funktionsverläufe im Grundstromkreis	31
4	Grundschaltungen der elektrischen Messtechnik	32
4.1	Erweiterung des Strommessbereichs	33
4.2	Austausch von Messinstrumenten	33
4.3	Belastungskennlinie eines Akkumulators	34
4.4	Abgleich einer Brückenschaltung	36
4.5	Gesamtwiderstand einer nicht abgeglichenen Brücke	36
4.6	Nicht abgeglichene Brückenkonfiguration	38
5	Verfahren zur Berechnung linearer Netzwerke	41
5.1	Masche eines Netzwerkes	42
5.2	Zweigströme über KIRCHHOFF	42
5.3	Gleichungssystem nach KIRCHHOFF	43
5.4	Dimensionierung Emitterschaltung	44

5.5	HELMHOLTZscher Überlagerungssatz A	45
5.6	HELMHOLTZscher Überlagerungssatz B	46
5.7	HELMHOLTZscher Überlagerungssatz C	46
5.8	Zweipoltheorie A	47
5.9	Spannungsquellen-Ersatzschaltung	47
5.10	Leerlaufspannung	48
5.11	Kettenschaltung – Zweipoltheorie	49
5.12	Brückenschaltung – Zweipoltheorie	50
5.13	Zweipoltheorie B	51
5.14	Zweipoltheorie C	52
5.15	Umlaufanalyse	53
5.16	Umlaufanalyse – Leistungsbilanz	55
5.17	Vergleich der Analyseverfahren	56
5.18	Knotenanalyse	58
5.19	Komplexbeispiel	59
6	Stromkreise mit nichtlinearen Bauelementen	64
6.1	Bestimmung des Arbeitspunktes	65
6.2	Brücke mit Dioden	66
6.3	Leistungsumsatz in Glühlampen	66
6.4	Arbeitspunkt von Glühlampe und Diode	67
6.5	Brückenschaltung zur Temperaturmessung	68
II	Wechselstromtechnik	
7	Beschreibung von Wechselgrößen	70
7.1	Symmetrische Dreieck-Impulsfolge	71
7.2	Sägezahn-Impulsfolge	72
7.3	Periodische Rechteck-Impulsfolge	73
8	Widerstände im Wechselstromkreis	75
8.1	Kapazitätsbestimmung	76
8.2	Phasenverschiebung	76
8.3	Güte einer realen Spule	77
8.4	Zeigerbilder eines realen Reihenschwingkreises	78
8.5	Zeigerbilder eines realen Parallelschwingkreises	78
8.6	Anwendung des THALES-Kreises	79
8.7	Zeigerbilder einer allgemeinen Wechselstromschaltung	80
8.8	Maßstäbliches Spannungszeigerbild	82
8.9	Prinzipzeigerbilder einer Freileitung	83
9	Berechnung von Stromkreisen bei sinusförmiger Einspeisung	85
9.1	Konstruktion eines Leitwertzeigers	86

9.2	Zeigerbild der Widerstände/Leitwerte	86
9.3	Berechnung einer allgemeinen Wechselstromschaltung A	88
9.4	Ortskurve des komplexen Widerstandes	89
9.5	Berechnung einer allgemeinen Wechselstromschaltung B	90
9.6	Berechnung eines Lastzweipols A	90
9.7	Berechnung eines Lastzweipols B	91
9.8	Anwendung der Teilerregeln	92
9.9	Ortskurve des Stromes	93
9.10	RC-Phasenschiebekette	94
9.11	HUMMEL-Schaltung	95
9.12	Wechselstrom-Paradoxon	96
9.13	Erzeugung einer definierten Phasenverschiebung A	97
9.14	Erzeugung einer definierten Phasenverschiebung B	98
9.15	Umrechnungen	99
9.16	Abgleichbarkeit einer Brücke A	100
9.17	Induktivitätsmessbrücke	100
9.18	Abgleichbarkeit einer Brücke B	101
9.19	Maßstäbliches Spannungszeigerbild	102
9.20	Einstellung gleicher Spannungszeiger	103
9.21	Anwendung des Überlagerungssatzes	104
9.22	Anwendung der Zweipoltheorie	106
9.23	Anwendung der Analyseverfahren	108
9.24	RC-Phasenschiebekette mit Analyseverfahren	109
10	Frequenzabhängigkeit der Wechselstromkreise	112
10.1	RL-Tiefpass	113
10.2	RL-Hochpass	114
10.3	Vergleich von RC- und RL-Gliedern	116
10.4	RC-Tiefpass mit Parallelwiderstand	117
10.5	Anwendung der Zweipoltheorie	118
10.6	RC-Tiefpass mit Reihenwiderstand	118
10.7	RC-Hochpass mit Parallelwiderstand	120
10.8	RC-Hochpass mit Reihenwiderstand	121
10.9	RL-Tiefpass mit Reihenwiderstand	123
10.10	RC-Tiefpass 2. Ordnung	125
10.11	Reihenschwingkreis mit realen Bauelementen	128
10.12	Parallelschwingkreis mit realen Bauelementen	129
10.13	Spannungsüberhöhung	130
10.14	Elementarer Reihenschwingkreis	130
10.15	LC-Übertragungsvierpol	133
10.16	CR-RC-Übertragungsvierpol	135
10.17	Vergleich der Berechnungsverfahren (Komplexbeispiel)	137

11	Leistungsbetrachtungen im Wechselstromkreis	141
11.1	Zeitfunktion der Leistung	142
11.2	Blindstromkompensation	142
11.3	Blindleistungskompensation	144
11.4	Maximaler Umsatz von Wirkleistung	145
11.5	Komplexe Anpassung	145
11.6	Leistungsbilanz eines Lastzweipols	146
11.7	Vollständige Leistungsbilanz A	147
11.8	Vollständige Leistungsbilanz B	149
12	Dreiphasensysteme	151
12.1	Sternschaltung Elektroherd	152
12.2	Umrechnung Dreieck – Stern	153
12.3	Verbraucher-Dreieckschaltung A	155
12.4	Verbraucher-Dreieckschaltung B	156
12.5	Verbraucher-Dreieckschaltung C	158
12.6	Symmetrierung einer Verbraucher-Dreieckschaltung	159
12.7	Stromzeigerbild einer Verbraucher-Dreieckschaltung	161
12.8	Betriebskapazität eines Gürtelkabels	163
III	Elektrische und magnetische Felder	
13	Feldbegriff	165
13.1	Elektrisches Potential – Potentialbezugspunkt	166
13.2	Elektrisches Potential – Bezugswert	168
13.3	Wert einer Äquipotentiallinie	170
14	Stationäres elektrisches Strömungsfeld	171
14.1	Messtechnische Beschreibung von Feldmodellen	172
14.2	Einfache Feldstärkemessung	173
14.3	Leitfähiger Bügel	174
14.4	Bezugspunkt im zylindersymmetrischen Feld	176
14.5	Übergangswiderstand eines Halbkugelerders	177
14.6	Zusammenwirken von zwei Halbkugelerdern	178
14.7	Schrittspannung eines Vollkugelerders	180
14.8	Feldstärkeverlauf eines Vollkugelerders	181
15	Elektrostatistisches Feld	183
15.1	Übung zur Kapazitätsberechnung	184
15.2	Koaxialleitung	185
15.3	Zylinderkondensator mit geschichtetem Dielektrikum	186
15.4	Maximale Feldstärke	187

15.5	Drei Punktladungen im Raum	187
15.6	Gespeicherte Energie	188
15.7	Kapazität einer Freileitung	189
15.8	Kräfte auf Schichtflächen	191
16	Elektrisches Verhalten des Kondensators	192
16.1	Dimensionierung eines Kondensators	193
16.2	Gemischte Kondensatorschaltung	193
16.3	Laden eines Kondensators	194
16.4	Laden und Entladen	195
16.5	Ausgleichsvorgänge in einer Reihenschaltung	196
16.6	Kapazitives Netz A	198
16.7	Kapazitives Netz B	200
16.8	Kapazitives Netz C	201
16.9	Kapazitives Netz D	202
16.10	Brückenähnliches kapazitives Netz	203
16.11	Kapazitives Netz mit zwei Quellen	205
17	Stationäres magnetisches Feld	207
17.1	Permeabilität nichtferromagnetischer Stoffe	208
17.2	Induktivität einer Zylinderspule	208
17.3	Vergleich unterschiedlicher Kernmaterialien	209
17.4	Ringspule mit Kunststoffkern	210
17.5	Ringspule aus Dynamoblech	212
17.6	Geteilter ferromagnetischer Ring	213
17.7	Berechnung eines Rechteckkerns	214
17.8	Verzweigter magnetischer Kreis A	217
17.9	Verzweigter magnetischer Kreis B	218
17.10	Verzweigter magnetischer Kreis C	219
17.11	Feldstärke eines stromdurchflossenen Rohrs	221
17.12	Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern	222
17.13	Messung mit einer HALL-Sonde	223
17.14	Berechnung der Magnetisierungskennlinie	225
17.15	Induktivität einer Doppelleitung	226
17.16	Dimensionierung eines Ferritropfkerns	227
18	Zeitlich veränderliches magnetisches Feld	229
18.1	Bewegungsinduktion – Radialfeld	230
18.2	Bewegungsinduktion – induzierte Spannung	231
18.3	Ruheinduktion	233
18.4	Leiter im Magnetfeld	235
18.5	Selbst- und Gegeninduktivität	235
18.6	Wicklungssinn	237

18.7	Induktivität einer Freileitung	237
18.8	Speicherung magnetischer Energie	240
18.9	Hystereseschleife – Oszilloskop	240
18.10	Hystereseschleife – Simulation	242
19	Elektrisches Verhalten der Spule	243
19.1	Verkoppelte Induktivitäten	244
19.2	Reihen- und Parallelschaltung	246
19.3	Induktivitätsberechnung	246
19.4	Schaltvorgänge in einer RL-Kombination	248
19.5	Umschalten bei Vormagnetisierung	249
19.6	Leerlauf -Eingangswiderstand	252
19.7	Leerlauf und Kurzschluss beim Trafo	253
19.8	Lastfälle beim Transformator	254
19.9	Zeigerbild des Transformators	256
20	Wechselwirkungen	257
20.1	Ladungsbewegungen im pn-Übergang	258
20.2	Plattenkondensator – Verschiebungsstrom	260
20.3	Wirbelströme	262
20.4	Grundbeziehungen	265
	Übungsaufgaben	266
	Literaturverzeichnis	289
	Sachwortverzeichnis	290
	Formelzeichenverzeichnis	