

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Grundbegriffe der Wechselstromtechnik	3
2.1	Kenngößen periodisch zeitabhängiger Größen	3
2.1.1	Periodendauer und Frequenz	3
2.1.2	Arithmetischer Mittelwert	5
2.1.3	Gleichrichtwert.....	7
2.1.4	Effektivwert.....	8
2.1.5	Formfaktor und Scheitelfaktor	9
2.2	Kenngößen sinusförmiger Wechselgrößen	11
2.2.1	Kreisfrequenz und Nullphasenwinkel	11
2.2.2	Mittelwerte sinusförmiger Wechselgrößen	13
2.2.3	Formfaktor und Scheitelfaktor sinusförmiger Wechselgrößen.....	16
3	Sinusförmige Wechselgrößen	17
3.1	Zeigerdarstellung einer Sinusgröße.....	17
3.2	Überlagerung sinusförmiger Wechselgrößen	19
3.2.1	Überlagerung gleichfrequenter Wechselgrößen	19
3.2.2	Überlagerung verschiedenfrequenter Wechselgrößen	23
3.3	Komplexe Rechenmethode.....	26
3.4	Lineare passive Zweipole.....	30
3.4.1	Komplexer Widerstand und komplexer Leitwert	31
3.4.2	Ohmscher Widerstand	34
3.4.3	Induktiver Blindwiderstand	35
3.4.4	Kapazitiver Blindwiderstand	37
3.5	Reihen- und Parallelschaltung passiver Zweipole.....	41
3.5.1	Reihenschaltung linearer passiver Zweipole und komplexer Widerstände, Spannungsteilerregel	41
3.5.2	Parallelschaltung linearer passiver Zweipole und komplexer Widerstände, Stromteilerregel	50
3.5.3	Äquivalente Schaltungen.....	57

3.6	Netzwerkberechnungen.....	60
3.6.1	Einfache gemischte Schaltungen.....	60
3.6.2	Zeigerdiagramme	64
3.6.3	Maschenstromverfahren.....	68
3.6.4	Knotenpotenzialverfahren	70
3.6.5	Überlagerungsverfahren.....	71
3.6.6	Zweipoltheorie	72
3.6.7	Wechselstrombrücken	73
3.7	Leistung.....	78
3.7.1	Leistung der Grundzweipole	78
3.7.2	Wirkleistung.....	81
3.7.3	Blindleistung	83
3.7.4	Scheinleistung und Leistungsfaktor	84
3.7.5	Leistungsmessung im Einphasennetz.....	85
3.7.6	Komplexe Leistung	88
3.7.7	Blindleistungskompensation	90
3.7.8	Leistungsanpassung	91
3.8	Technische Wechselstromwiderstände	93
3.8.1	Widerstand	94
3.8.2	Induktivität.....	98
3.8.3	Kapazität	101
3.9	Resonanz.....	103
3.9.1	Reihenresonanz	105
3.9.2	Parallelresonanz	113
3.9.3	Widerstandstransformation	118
3.9.4	Netzwerke mit mehreren Resonanzfrequenzen	120
3.10	Vierpole.....	123
4	Drehstrom	131
4.1	Drehstromsystem	131
4.1.1	Grundbegriffe.....	131
4.1.2	Möglichkeiten des Zusammenschaltens der Stränge.....	133
4.2	Sternschaltung.....	135
4.2.1	Sternschaltung bei symmetrischer Belastung am Vier- und Dreileiternetz.....	138
4.2.2	Sternschaltung bei unsymmetrischer Belastung am Vierleiternetz	140
4.2.3	Sternschaltung bei unsymmetrischer Belastung am Dreileiternetz	143
4.3	Dreieckschaltung.....	148
4.3.1	Dreieckschaltung auf der Erzeugerseite	148
4.3.2	Dreieckschaltung bei symmetrischer und unsymmetrischer Belastung	149
4.3.3	Stern- und Dreieckschaltung am Drehstromnetz.....	152
4.4	Leistungen bei Drehstrom	154
4.4.1	Messung der Wirkleistung bei Drehstrom.....	156

4.4.2	Messung der Blindleistung bei Drehstrom	164
4.4.3	Blindleistungskompensation	167
4.5	Durch Oberschwingungen hervorgerufene Neutralleiterströme.....	169
5	Ortskurven	171
5.1	Ortskurven bei Reihen- und Parallelschaltungen von Grundzweipolen	171
5.2	Inversion von Ortskurven.....	178
5.2.1	Inversion eines Punktes	178
5.2.2	Inversion einer Geraden und Halbgeraden	181
5.2.3	Inversion von Kreisen	183
5.3	Konstruktion der Ortskurven für Netzwerke.....	185
6	Nichtsinusförmige Wechselgrößen und Mischgrößen	191
6.1	Harmonische Synthese und Analyse	192
6.1.1	Fourierreihen in reeller Darstellung	194
6.1.2	Spektrum	202
6.2	Effektivwert und Leistung.....	204
6.3	Kenngrößen für nichtsinusförmige Wechselgrößen und Mischgrößen	209
6.4	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme in linearen Netzwerken	210
7	Übertragungsfunktion und Schaltvorgänge	217
7.1	Übertragungsfunktion.....	217
7.1.1	Komplexe Kreisfrequenz.....	217
7.1.2	Aufstellen der Übertragungs- und Dämpfungsfunktion	219
7.1.3	Zusammenschaltung von Netzwerken mit bekannter Übertragungsfunktion.....	225
7.1.4	Bodediagramm	232
7.1.5	Filter	242
7.2	Schaltvorgänge	244
7.2.1	Berechnung eines Gleichstromschaltvorgangs im Zeitbereich.....	244
7.2.2	Berechnung eines Wechselstromschaltvorgangs im Zeitbereich.....	248
7.2.3	Laplace-Transformation.....	250
7.2.4	Anwendung der Laplace-Transformation auf Erregerfunktionen	256
7.2.5	Anwendung der Laplace-Transformation auf die Lösung von Differenzialgleichungen	260
7.2.6	Anwendung der Laplace-Transformation in Verbindung mit der Übertragungsfunktion.....	264
8	Elektromagnetische Felder	269
8.1	Maxwellsche Gleichungen in Integralform	270
8.2	Energietransport im elektromagnetischen Feld	272

9	Transformator und Übertrager	277
9.1	Aufgaben des Transformators und Übertragers	277
9.1.1	Aufgaben des Transformators	278
9.1.2	Aufgaben des Übertragers.....	279
9.1.3	Aufgaben des Messwandlers.....	281
9.2	Idealer Transformator.....	282
9.2.1	Spannungsübersetzung.....	282
9.2.2	Stromübersetzung.....	283
9.2.3	Leistungsübertragung.....	284
9.2.4	Widerstandstransformation	285
9.3	Lufttransformator	287
9.3.1	Idealer Lufttransformator	287
9.3.2	Lufttransformator mit Streuung	288
9.3.3	Frequenzgang des fest gekoppelten Übertragers.....	291
9.4	Transformator mit Eisenkern	293
9.4.1	Die Transformatorgleichungen	293
9.4.2	Berücksichtigung der Kernverluste.....	296
9.4.3	Transformator im Leerlauf.....	298
9.4.4	Transformator im Kurzschluss	299
9.4.5	Spannungsänderung	301
9.4.6	Praxisgerechte Ersatzschaltbilder.....	303
9.4.7	Spartransformator.....	309
9.4.8	Bemessung des Eisenkerns	310
9.4.9	Bemessung von Kleintransformatoren	311
10	Lösung der Aufgaben	315
11	Weiterführende Literatur	351
	Stichwortverzeichnis	353