

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Grundbegriffe der Wechselstromtechnik	3
2.1	Kenngrößen 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	Kenngrößen 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.....	155

4.4.2	Messung der Blindleistung bei Drehstrom	163
4.4.3	Blindleistungskompensation	165
4.5	Durch Oberschwingungen hervorgerufene Neutralleiterströme	168
5	Ortskurven	169
5.1	Ortskurven bei Reihen- und Parallelschaltungen von Grundzweipolen	169
5.2	Inversion von Ortskurven	176
5.2.1	Inversion eines Punktes	176
5.2.2	Inversion einer Geraden und Halbgeraden	179
5.2.3	Inversion von Kreisen	181
5.3	Konstruktion der Ortskurven für Netzwerke	183
6	Nichtsinusförmige Wechselgrößen und Mischgrößen	189
6.1	Harmonische Synthese und Analyse	190
6.1.1	Fourierreihen in reeller Darstellung	192
6.1.2	Spektrum	200
6.2	Effektivwert und Leistung	202
6.3	Kenngrößen für nichtsinusförmige Wechselgrößen und Mischgrößen	207
6.4	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme in linearen Netzwerken	208
7	Übertragungsfunktion und Schaltvorgänge	215
7.1	Übertragungsfunktion	215
7.1.1	Komplexe Kreisfrequenz	215
7.1.2	Aufstellen der Übertragungs- und Dämpfungsfunktion	217
7.1.3	Zusammenschaltung von Netzwerken mit bekannter Übertragungsfunktion	223
7.1.4	Bodediagramm	230
7.1.5	Filter	240
7.2	Schaltvorgänge	242
7.2.1	Berechnung eines Gleichstromschaltvorgangs im Zeitbereich	242
7.2.2	Berechnung eines Wechselstromschaltvorgangs im Zeitbereich	246
7.2.3	Laplace-Transformation	248
7.2.4	Anwendung der Laplace-Transformation auf Erregerfunktionen	254
7.2.5	Anwendung der Laplace-Transformation auf die Lösung von Differenzialgleichungen	258
7.2.6	Anwendung der Laplace-Transformation in Verbindung mit der Übertragungsfunktion	262
8	Elektromagnetische Felder	267
8.1	Maxwellsche Gleichungen in Integralform	268
8.2	Energietransport im elektromagnetischen Feld	270

9	Transformator und Übertrager	275
9.1	Aufgaben des Transformators und Übertragers	275
9.1.1	Aufgaben des Transformators	276
9.1.2	Aufgaben des Übertragers	277
9.1.3	Aufgaben des Messwandlers	279
9.2	Idealer Transformator	280
9.2.1	Spannungsübersetzung	280
9.2.2	Stromübersetzung	281
9.2.3	Leistungsübertragung	282
9.2.4	Widerstandstransformation	283
9.3	Lufttransformator	285
9.3.1	Idealer Lufttransformator	285
9.3.2	Lufttransformator mit Streuung	286
9.3.3	Frequenzgang des fest gekoppelten Übertragers	289
9.4	Transformator mit Eisenkern	291
9.4.1	Die Transformatorgleichungen	291
9.4.2	Berücksichtigung der Kernverluste	294
9.4.3	Transformator im Leerlauf	296
9.4.4	Transformator im Kurzschluss	297
9.4.5	Spannungsänderung	299
9.4.6	Praxisgerechte Ersatzschaltbilder	301
9.4.7	Spartransformator	307
9.4.8	Bemessung des Eisenkerns	308
9.4.9	Bemessung von Kleintransformatoren	309
10	Lösung der Aufgaben	313
11	Weiterführende Literatur	349
	Stichwortverzeichnis	351