

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
<b>Kapitel 1 Einleitung</b>	<b>11</b>
1.1 Modellbildung . . . . .	13
1.2 Quasistationäre Rechnung . . . . .	14
1.3 Die Netzwerkanalyse . . . . .	15
1.4 Kurvenformen und ihre Kenngrößen bei zeitlich periodischen Vorgängen . . . . .	16
<b>Kapitel 2 Wechselspannung und Wechselstrom</b>	<b>21</b>
2.1 Das Zeigerdiagramm . . . . .	22
2.1.1 Der ohmsche Widerstand an Wechselspannung . . . . .	26
2.1.2 Die Induktivität an Wechselspannung . . . . .	27
2.1.3 Der Kondensator an Wechselspannung . . . . .	28
2.2 Komplexe Wechselstromrechnung . . . . .	32
2.2.1 Der Übergang zur symbolischen Methode . . . . .	32
2.2.2 Die Berechnung von Netzwerken mit der symbolischen Methode . . . . .	33
2.2.3 Gegenüberstellung der unterschiedlichen Vorgehensweisen . . . . .	38
2.2.4 Strom-Spannungs- und Widerstandsdiagramm . . . . .	43
2.2.5 Umrechnung zwischen Impedanz und Admittanz . . . . .	44
2.3 Frequenzabhängige Spannungsteiler . . . . .	46
2.4 Frequenzkompensierter Spannungsteiler . . . . .	52
2.5 Resonanzerscheinungen . . . . .	54
2.5.1 Der Serienschwingkreis . . . . .	54
2.5.2 Der Parallelschwingkreis . . . . .	63
2.6 Ortskurven . . . . .	69
2.6.1 Ortskurve für die Impedanz einer RL-Reihenschaltung . . . . .	70
2.6.2 Umrechnung zwischen Impedanz und Admittanz . . . . .	71
2.6.3 Ortskurve für die Admittanz einer RL-Reihenschaltung . . . . .	73
2.6.4 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten bei der Inversion von Ortskurven . . . . .	75
2.6.5 Ortskurven bei komplizierteren Netzwerken . . . . .	75
2.7 Energie und Leistung bei Wechselspannung . . . . .	78
2.7.1 Wirkleistung . . . . .	79
2.7.2 Blindleistung . . . . .	80
2.7.3 Scheinleistung und Leistungsfaktor . . . . .	82
2.7.4 Komplexe Leistung . . . . .	87
2.8 Leistungsanpassung . . . . .	89
2.8.1 Lastimpedanz mit einstellbarem Wirk- und Blindwiderstand . . . . .	90
2.8.2 Reiner Wirkwiderstand als Verbraucher . . . . .	91
2.9 Blindstromkompensation . . . . .	92

2.10	Leistung beim Drehstromsystem . . . . .	94
2.10.1	Sternschaltung mit Sternpunktleiter . . . . .	94
2.10.2	Sternschaltung ohne Sternpunktleiter . . . . .	96
2.10.3	Dreieckschaltung . . . . .	99
2.10.4	Besondere Eigenschaften des Drehstromsystems . . . . .	101

## **Kapitel 3      Zeitlich periodische Vorgänge beliebiger Kurvenform      107**

3.1	Grundlegende Betrachtungen . . . . .	108
3.2	Die harmonische Analyse . . . . .	112
3.2.1	Die komplexe Form der Fourier-Reihe . . . . .	118
3.2.2	Vereinfachungen bei der Bestimmung der Fourier-Koeffizienten . . . . .	120
3.2.3	Tabellarische Zusammenstellung wichtiger Fourier-Reihen . . . . .	127
3.3	Anwendung der Fourier-Reihen in der Schaltungsanalyse . . . . .	128
3.3.1	Der Ablaufplan . . . . .	128
3.3.2	Eine einfache Schaltung . . . . .	129
3.3.3	Die Linienspektren . . . . .	131
3.3.4	Effektivwert und Leistung . . . . .	135
3.3.5	Weitere Kenngrößen . . . . .	141

## **Kapitel 4      Schaltvorgänge in einfachen elektrischen Netzwerken      145**

4.1	RC-Reihenschaltung an Gleichspannung . . . . .	146
4.2	Reihenschaltung von Kondensator und Stromquelle . . . . .	150
4.3	RL-Reihenschaltung an Gleichspannung . . . . .	151
4.4	Parallelschaltung von Induktivität und Spannungsquelle . . . . .	153
4.5	Schaltvorgänge in Netzwerken mit Wechselspannungsquellen . . . . .	154
4.6	Quellen mit periodischen, nicht sinusförmigen Strom- und Spannungsformen . . . . .	158
4.7	Konsequenzen aus den Stetigkeitsforderungen . . . . .	160
4.8	Vereinfachte Analyse für Netzwerke mit einem Energiespeicher . . . . .	161
4.8.1	Kondensator und Widerstandsnetzwerk . . . . .	161
4.8.2	Induktivität und Widerstandsnetzwerk . . . . .	163
4.9	Spannungswandlerschaltung . . . . .	167
4.10	Wirkungsgradbetrachtungen bei Schaltvorgängen . . . . .	170
4.11	Zusammenfassung . . . . .	177
4.12	Netzwerke mit mehreren Energiespeichern . . . . .	177
4.12.1	Serienschwingkreis an Gleichspannung . . . . .	181
4.12.2	Serienschwingkreis an periodischer Spannung . . . . .	186

## **Kapitel 5      Die Laplace-Transformation      191**

5.1	Das Fourier-Integral . . . . .	192
5.2	Der Übergang zur Laplace-Transformation . . . . .	201
5.3	Die Berechnung von Netzwerken mit der Laplace-Transformation . . . . .	203
5.3.1	Transformation in den Frequenzbereich . . . . .	203
5.3.2	Aufstellung und Lösung des Gleichungssystems . . . . .	211
5.3.3	Rücktransformation in den Zeitbereich . . . . .	213

<b>Anhang A</b>	<b>Komplexe Zahlen</b>	<b>219</b>
A.1	Bezeichnungen . . . . .	220
A.2	Rechenoperationen . . . . .	223
<b>Anhang B</b>	<b>Ergänzungen zu den Ortskurven</b>	<b>227</b>
B.1	Beweis für die Gültigkeit des ersten Verfahrens . . . . .	228
B.2	Beweis für die Gültigkeit des 2. Verfahrens . . . . .	229
B.3	Die Inversion einer Geraden durch den Nullpunkt . . . . .	230
B.4	Die Inversion einer Geraden, die nicht durch den Nullpunkt verläuft . . .	231
B.5	Die Inversion eines Kreises . . . . .	234
<b>Anhang C</b>	<b>Ergänzungen zur Fourier-Entwicklung</b>	<b>237</b>
C.1	Die Konvergenz der Fourier-Reihen . . . . .	238
C.2	Das Gibbs'sche Phänomen . . . . .	243
<b>Anhang D</b>	<b>Kleine mathematische Formelsammlung</b>	<b>247</b>
D.1	Additionstheoreme . . . . .	248
D.2	Integrale . . . . .	248
D.3	Fourier-Entwicklungen . . . . .	250
D.4	Tabellen zur Laplace-Transformation . . . . .	253
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>257</b>
<b>Verzeichnis der verwendeten Symbole</b>		<b>259</b>
<b>Register</b>		<b>263</b>