

Grundzüge der Elektrotechnik zur Schaltungsberechnung *

von Albert Haug

mit 331 Bildern, 13 Tabellen und 101 Beispielen

2., überarbeitete Auflage

u Carl Hanser Verlag München Wien 1975

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1. Grundbeziehungen, Gleichstromschaltungen	11
1.1. Die elektrische Strömung	11
1.1.1. Atomistik der Ladungsträger	11
1.1.2. Ladung, Feld, Spannung	15
1.1.3. Die elektrische Strömung	19
1.1.4. Der elektrische Widerstand	22
1.1.5. Stromfluß, Spannung, Widerstand. Das Ohmsche Gesetz	27
1.2. Die Energie der elektrischen Strömung	29
1.2.1. Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	29
1.2.2. Umrechnung in andere Energie-Einheiten	33
1.3. Der einfache, nicht verzweigte Stromkreis	34
1.3.1. Zählfeilsystem und Spannungsverteilung	34
1.3.2. Reihenschaltung von Widerständen	37
1.3.3. Die Spannungsquelle mit Innenwiderstand	41
1.3.4. Die Doppelleitung	44
1.3.5. Reihenschaltung linearer und nichtlinearer Widerstände	48
1.4. Der verzweigte Stromkreis	50
1.4.1. Die Knotenregel (1. Kirchhoffscher Satz)	50
1.4.2. Parallelschaltung von Widerständen	51
1.4.3. Die Maschenregel (2. KirchhofTscher Satz)	54
1.5. Anwendung von Knoten- und Maschenregel	57
1.5.1. Vor- und Nebenwiderstände	57
1.5.2. Der belastete Spannungsteiler	58
1.5.3. Die Brückenschaltung nach Wheatstone	63
1.5.4. Stern- und Dreieck-Schaltung	68
1.5.5. Die Abzweig-Leitung	72
1.6. Hilfssätze zur Schaltungsberechnung	77
1.6.1. Der Überlagerungssatz	77
1.6.2. Vierpole	79
1.6.3. Ersatzquellen	83
1.6.4. Abbau von Knoten	93
1.7. Das allgemeine lineare Netzwerk	97
1.7.1. Gleichungen und Gleichungsbilanz	97
1.7.2. Das Verfahren mit Kreis-Strömen	101
1.7.3. Die vollständige Leitwertmatrix (Verfahren mit Knotenpunktpotentialen)	105
1.7.4. Netzwerke mit verschiedenen Quellen	110
1.7.5. Abschließende Bemerkung	113
2. Wechselstromschaltungen	114
2.1. Sinusförmige Größen und ihre Darstellung	114
2.1.1. Das Liniendiagramm	114
2.1.2. Das Zeigerdiagramm	116
2.1.3. Mittelwerte	120
2.2. Die Grund-Zweipole	124

2.2.1. Die Grundgesetze	124
2.2.2. Zusammenstellung	126
2.2.3. Leistung bei Wechselstrom	128
2.2.4. Blindstrom-Kompensation (Blindleistungs-Kompensation).	133
2.3. Die komplexe Rechnung	136
2.3.1. Zeiger und komplexe Rechnung.	136
2.3.2. Die komplexe e-Funktion	138
2.3.3. Anwendung auf die Grundschaltung	140
2.3.4. Das allgemeine (komplexe) Ohmsche Gesetz	140
2.3.5. Komplexe Darstellung der Wechselstrom-Leistung	143
2.4. Einige Schaltungen.	144
2.4.1. Das allgemeine Rechenverfahren.	144
2.4.2. Die Reihenschaltung.	146
2.4.3. Die Parallelschaltung	154
2.4.4. Äquivalente Schaltungen.	159
2.4.5. Eine 90° Schaltung.	162
2.4.6. Der Schwingkreis.	166
2.5. Hilfssätze und Rechenverfahren bei Wechselstrom.	183
2.5.1. Der Überlagerungssatz	183
2.5.2. Die Ersatzquellen.	185
2.5.3. Anpassung bei Wechselstrom.	188
2.5.4. Der Fehlanpassungskreis.	196
2.5.5. Das Verfahren mit Kreisströmen.	199
2.5.6. Die vollständige Leitwertmatrix (Verfahren mit Knotenpunktpotentialen)	202
2.6. Ortskurven.	205
2.6.1. Erklärung, einfache Beispiele.	205
2.6.2. Geraden als Ortskurven.	206
2.6.3. Inversion.	211
2.6.4. Kreise als Ortskurven.	217
2.6.5. Das bezifferte Kreisdiagramm.	220
2.6.6. Parabeln als Ortskurven.	226
2.6.7. Zusammengesetzte Ortskurven.	227
2.7. Mehrphasensysteme.	229
2.7.1. Allgemeine Mehrphasensysteme.	229
2.7.2. Das Drehstrom-System	230
2.7.3. Die Spannungen im Drehstrom-System	231
2.7.4. Die Ströme im Drehstrom-System	233
2.7.5. Leistung bei Drehstrom.	246
2.8. Mehrwellige Ströme.	249
2.8.1. Die allgemeine periodische Schwingung.	249
2.8.2. Zerlegung nach Fourier.	250
2.8.3. Mehrwellige Ströme und lineare Netzwerke.	251
2.8.4. Leistung und Effektivwert mehrwelliger Ströme.	255
3. Magnetische Schaltungen.	257
3.1. Das magnetische Feld und seine Darstellung	257
3.1.1. Die Feldstärke	259
3.1.2. Der Durchflutungssatz	262
3.1.3. Die magnetische Induktion.	263
3.1.4. Der magnetische Fluß	264
3.1.5. Analogie Stromkreis/Magnetischer Kreis.	266

Inhaltsverzeichnis

3.1.6. Kräfte im magnetischen Feld	270
3.1.7. Magnetische Eigenschaften des Eisens.	274
3.2. Der Eisenkreis mit Luftspalt	281
3.2.1. Wirksame Breite des Luftspalts.	281
3.2.2. Gebräuchliche Kernformen.	285
3.2.3. Luftspalt und Magnetisierungskurve.	287
3.2.4. Vormagnetisierung.	292
3.3. Berechnung von Magneten.	295
3.3.1. Elektromagnete.	295
3.3.2. Dauermagnete.	299
3.3.3. Überschlägige Berechnung von Dauermagnetkreisen.	303
3.4. Induktion.	306
3.5. Der Transformator (Übertrager).	311
3.5.1. Grundlagengleichungen.	311
3.5.2. Der ideale Übertrager.	317
3.5.3. Übertrager-Ersatzbilder.	319
3.6. Magnetische Netzwerke.	321
3.6.1. Magnetische Netzwerke mit eingepprägten Strömen.	322
3.6.2. Magnetische Netzwerke mit abhängigen Strömen.	324
Anhang	327
Übergänge zur Systemtheorie.	327
Darstellung in Matrixschreibweise.	328
Allgemeine Darstellung mit Differentialgleichungen.	329
Darstellung im Zustandsraum.	330
Die Lagrange-Gleichung.	333
Literatur.	338
Sachwortverzeichnis.	338