

# Inhalt

## **Vorwort zur 13. Auflage — V**

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage — VI

## **1 Einheiten, Gleichungen und grundlegende Begriffe — 1**

- 1.1 Einheitensysteme — 1
  - 1.1.1 Maßsysteme — 1
  - 1.1.2 Die Grundgrößen des SI — 2
  - 1.1.3 Einige abgeleitete Einheiten — 3
- 1.2 Schreibweise von Gleichungen — 4
  - 1.2.1 Größengleichungen — 4
  - 1.2.2 Der Begriff Dimension — 5
- 1.3 Die elektrische Ladung — 5
- 1.4 Der elektrische Strom — 6
- 1.5 Die elektrische Spannung — 9
- 1.6 Der elektrische Widerstand — 11
- 1.7 Energie und Leistung — 13

## **2 Berechnung von Strömen und Spannungen in elektrischen Netzen — 15**

- 2.1 Die Grundgesetze — 15
  - 2.1.1 Das Ohm'sche Gesetz — 15
  - 2.1.2 Die Knotengleichung (1. Kirchhoff'sche Gleichung) — 19
  - 2.1.3 Die Umlaufgleichung (2. Kirchhoff'sche Gleichung) — 21
- 2.2 Parallel- und Reihenschaltung — 23
  - 2.2.1 Reihenschaltung von Widerständen — 23
  - 2.2.2 Spannungsteiler — 24
  - 2.2.3 Parallelschaltung von Widerständen — 25
  - 2.2.4 Stromteiler — 27
  - 2.2.5 Gruppenschaltung von Widerständen — 27
  - 2.2.6 Brücken-Abgleich — 28
  - 2.2.7 Schaltungssymmetrie — 30
- 2.3 Strom- und Spannungsmessung — 31
  - 2.3.1 Anforderungen an Strom- und Spannungsmesser — 31
  - 2.3.2 Analoges Messinstrument — 32
  - 2.3.3 Klassengenauigkeit — 33
  - 2.3.4 Digitales Messinstrument — 34
  - 2.3.5 Messbereichserweiterung — 35
  - 2.3.6 Vielfachmessinstrument (Multimeter) — 40
  - 2.3.7 Messwertkorrektur — 41
- 2.4 Lineare Zweipole — 44

2.4.1	Erzeuger- und Verbraucher-Zählpfeilsystem —	45
2.4.2	Spannungsquellen —	46
2.4.3	Linearität —	49
2.4.4	Quellen-Ersatzzweipole —	51
2.4.5	Leistung an Zweipolen —	56
2.5	Nichtlineare Zweipole —	62
2.5.1	Kennlinien nichtlinearer Zweipole —	62
2.5.2	Grafische Bestimmung des Stromes in Netzen mit einem nichtlinearen Zweipol —	64
2.6	Der Überlagerungssatz (Superpositionsprinzip nach Helmholtz) —	70
2.7	Stern-Dreieck-Transformation —	73
2.7.1	Umwandlung eines Dreiecks in einen Stern —	74
2.7.2	Umwandlung eines Sterns in ein Dreieck —	75
2.7.3	Vor- und Nachteile der Netzumwandlung —	76
2.8	Umlauf- und Knotenanalyse linearer Netze —	78
2.8.1	Die Bestimmungsgleichungen für die Ströme und Spannungen in einem Netz; lineare Abhängigkeit —	78
2.8.2	Topologische Grundbegriffe beliebiger Netze —	83
2.8.3	Umlaufanalyse —	85
2.8.4	Knotenanalyse —	96
2.8.5	Vergleich zwischen Umlauf- und Knotenanalyse —	103
2.8.6	Gesteuerte Quellen —	106
2.9	Operationsverstärkerschaltungen —	113
2.9.1	Der ideale Operationsverstärker —	113
2.9.2	Komparatoren —	115
2.9.3	Rückkopplungsprinzipien —	116
2.9.4	Spannungsübertragungsfunktion $u_A = f(u_E)$ —	120
2.9.5	Kombination von invertierender mit nichtinvertierender Gegenkopplung —	133
2.9.6	Kombination von invertierender mit nichtinvertierender Mitkopplung —	137
2.9.7	Kombination von Gegenkopplung und Mitkopplung —	142
<b>3</b>	<b>Elektrostatische Felder —</b>	<b>151</b>
3.1	Skalare und vektorielle Feldgrößen —	151
3.2	Die elektrische Feldstärke und die Potenzialfunktion —	152
3.2.1	Das Coulomb'sche Gesetz —	152
3.2.2	Die elektrische Feldstärke —	153
3.2.3	Die Potenzialfunktion —	156
3.3	Die Erregung des elektrischen Feldes —	161
3.3.1	Die elektrische Flussdichte —	161
3.3.2	Der Gauß'sche Satz der Elektrostatik —	162

3.4	Die Potenzialfunktion spezieller Ladungsverteilungen —	165
3.4.1	Die Punktladung —	165
3.4.2	Der Dipol —	166
3.4.3	Die Linienladung —	167
3.5	Influenzwirkungen —	170
3.6	Die Kapazität —	171
3.6.1	Die Definition der Kapazität —	171
3.6.2	Parallel- und Reihenschaltung von Kapazitäten —	172
3.6.3	Die Kapazität spezieller Anordnungen —	173
3.7	Spezielle Methoden der Feldberechnung —	179
3.7.1	Das Prinzip der Materialisierung —	179
3.7.2	Die Kästchenmethode —	184
3.8	Energie und Kräfte —	185
3.8.1	Elektrische Energie und Energiedichte —	185
3.8.2	Kräfte im elektrostatischen Feld —	187
3.9	Bedingungen an Grenzflächen —	191
3.10	Kondensatorschaltungen —	194
3.10.1	Aufladung ungeladener Kondensatorschaltungen —	194
3.10.2	Ladungsausgleich zwischen Kondensatoren —	198
<b>4</b>	<b>Stationäre elektrische Strömungsfelder —</b>	<b>203</b>
4.1	Die Grundgesetze und ihre Entsprechungen im elektrostatischen Feld —	203
4.2	Methoden zur Berechnung von Widerständen —	206
4.3	Anwendung auf Erdungsprobleme —	209
4.4	Bedingungen an Grenzflächen —	212
<b>5</b>	<b>Stationäre Magnetfelder —</b>	<b>214</b>
5.1	Magnetismus —	214
5.2	Kräfte im magnetischen Feld und die magnetische Flussdichte —	215
5.2.1	Die Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern —	215
5.2.2	Die magnetische Flussdichte —	216
5.2.3	Die Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld —	217
5.3	Die Erregung des Magnetfeldes —	220
5.3.1	Die magnetische Feldstärke —	220
5.3.2	Das Durchflutungsgesetz —	223
5.3.3	Das Gesetz von Biot-Savart —	226
5.4	Der magnetische Fluss —	228
5.5	Bedingungen an Grenzflächen —	230
5.6	Magnetische Kreise —	231
5.6.1	Grundlagen und Analogien —	231
5.6.2	Der magnetische Kreis ohne Verzweigung —	232

5.6.3	Der magnetische Kreis mit Verzweigung —	233
5.6.4	Nichtlineare magnetische Kreise —	234
<b>6</b>	<b>Zeitlich veränderliche magnetische Felder —</b>	<b>240</b>
6.1	Induktionswirkungen —	240
6.1.1	Das Induktionsgesetz in einfacher Form —	240
6.1.2	Die Lenzsche Regel —	241
6.1.3	Faraday-Maxwell'sches-Induktionsgesetz —	242
6.1.4	Weitere Formen des Induktionsgesetzes —	247
6.1.5	Eine Folgerung aus dem Induktionsgesetz —	247
6.2	Die magnetische Feldenergie —	249
6.2.1	Die zum Aufbau des Feldes erforderliche Energie —	249
6.2.2	Die Hystereseverluste —	251
6.3	Induktivitäten —	252
6.3.1	Die Selbstinduktivität —	252
6.3.2	Die Gegeninduktivität —	253
6.3.3	Die magnetische Energie eines Systems stromdurchflossener Leiterschleifen —	255
6.3.4	Methoden zur Berechnung von Selbst- und Gegeninduktivitäten —	258
6.4	Magnetische Feldkräfte —	261
6.4.1	Die Berechnung von Kräften über die Energie —	261
6.4.2	Kräfte bei Elektromagneten —	263
6.5	Ampère-Maxwell'sches-Durchflutungsgesetz —	264
6.6	Das System der Maxwell'schen Gleichungen —	266
<b>Weiterführende Literatur —</b>		<b>269</b>
<b>Stichwortverzeichnis —</b>		<b>272</b>