
Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Grundbegriffe | 1 |
| 1.1 | Grundaufgaben der Elektrotechnik | 1 |
| 1.2 | Teilchen- und Feldmodell | 5 |
| 1.3 | Elektrische Ladung | 7 |
| 1.3.1 | Eigenschaften der elektrischen Ladung | 7 |
| 1.3.2 | Erhaltungssatz der Ladung | 12 |
| 1.3.3 | Elektrische Feldstärke | 13 |
| 1.4 | Bewegte Ladung, elektrische Stromstärke | 17 |
| 1.4.1 | Strombegriff | 17 |
| 1.4.2 | Elektrische Stromstärke | 20 |
| 1.4.3 | Erstes Kirchhoffsches Gesetz, Knotensatz | 24 |
| 1.4.4 | Zusammenhang Strom-Ladung | 27 |
| 1.5 | Elektrische Spannung, elektrisches Potenzial | 29 |
| 1.5.1 | Elektrische Spannung | 29 |
| 1.5.2 | Zweites Kirchhoffsches Gesetz, Maschensatz | 36 |
| 1.5.3 | Spannung, Potenzial und elektrische Feldstärke | 38 |
| 1.6 | Elektrische Energie, elektrische Leistung | 39 |
| 1.6.1 | Energie | 39 |
| 1.6.2 | Elektrische Energie | 41 |
| 1.6.3 | Elektrische Leistung, Wirkungsgrad | 43 |
| 1.7 | Zusammenfassung | 49 |
| 2 | Einfache resistive Stromkreise und Netzwerkelemente | 51 |
| 2.1 | Modelle elektrischer Stromkreise | 51 |
| 2.2 | Unabhängige Spannungs- und Stromquellen | 54 |
| 2.2.1 | Ideale Spannungs- und Stromquellen | 56 |
| 2.2.2 | Reale Spannungs- und Stromquellen | 60 |
| 2.3 | Widerstand, resistiver Zweipol | 69 |
| 2.3.1 | Lineare resistive Zweipole | 70 |
| 2.3.2 | Zusammenschaltungen linearer resistiver Zweipole | 76 |
| 2.3.3 | Nichtlineare resistive Zweipole | 83 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.3.4 | Temperaturverhalten resistiver Zweipole | 86 |
| 2.3.5 | Allgemeine resistive Zweipole | 91 |
| 2.3.6 | Widerstand als Bauelement | 94 |
| 2.4 | Der Grundstromkreis | 98 |
| 2.4.1 | Der lineare Grundstromkreis | 98 |
| 2.4.2 | Leistungsumsatz im Grundstromkreis | 102 |
| 2.4.3 | Einfache verzweigte Stromkreise | 107 |
| 2.4.4 | Zweipoltheorie | 112 |
| 2.4.5 | Überlagerungssatz | 119 |
| 2.5 | Nichtlinearer resistiver Grundstromkreis* | 121 |
| 2.5.1 | Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer Schaltelemente, Ersatzkennlinie | 122 |
| 2.5.2 | Kennlinienapproximationen | 126 |
| 2.5.3 | Arbeitspunkteinstellung | 127 |
| 2.5.4 | Leistungsumsatz im nichtlinearen Grundstromkreis | 129 |
| 2.5.5 | Kleinsignalverhalten | 134 |
| 2.6 | Zweitore | 138 |
| 2.6.1 | Zweitorbegriff | 139 |
| 2.6.2 | Strom-Spannungs-Beziehungen linearer Zweitore | 145 |
| 2.6.3 | Zweitortypen | 155 |
| 2.6.4 | Zweitortersatzschaltungen, gesteuerte Quellen | 158 |
| 2.6.5 | Elementarzweitore | 172 |
| 2.6.6 | Zweitorzusammenschaltungen | 175 |
| 2.6.7 | Zweitor in der Schaltung, Betriebsverhalten | 182 |
| 2.6.8 | Zweitor mit unabhängigen Quellen | 190 |
| 2.6.9 | Überlagerungssatz und Zweipoltheorie in Netzwerken mit gesteuerten Quellen | 191 |
| 2.7 | Gesteuerte Bauelemente und ihre Modellierung* | 194 |
| 2.7.1 | Nichtlineares Zweitor | 196 |
| 2.7.2 | Bipolartransistormodell | 199 |
| 2.7.3 | Kleinsignalverhalten nichtlinearer Zweitore | 205 |
| 2.7.4 | Kleinsignalverhalten des Bipolartransistors, Verstärkungsprinzip | 208 |
| 2.7.5 | Allgemeines lineares Verstärkermodell | 217 |
| 2.7.6 | Operational-Transkonduktanz-Verstärker, Operationsverstärker | 220 |
| 2.7.7 | Grundschaltungen mit Operationsverstärkern | 229 |
| 2.8 | Zusammenfassung | 238 |
| 3 | Netzwerkanalyseverfahren, resistive Schaltungen | 247 |
| 3.1 | Netzwerkbeschreibung | 247 |
| 3.1.1 | Netzwerkgleichungen | 248 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.1.2 | Zweigstromanalyse | 256 |
| 3.2 | Maschenstromanalyse | 263 |
| 3.2.1 | Maschenströme | 263 |
| 3.2.2 | Maschenwiderstandsmatrix, Ordnung der Maschenströme | 268 |
| 3.2.3 | Erweiterte Maschenstromanalyse* | 275 |
| 3.2.4 | Maschenstromanalyse in Matrixform | 281 |
| 3.2.5 | Maschenstromanalyse in nichtlinearen Netzwerken | 282 |
| 3.3 | Knotenspannungsanalyse | 283 |
| 3.3.1 | Knotenspannungen | 283 |
| 3.3.2 | Knotenleitwertmatrix, Ordnung der Knotenspannungen | 288 |
| 3.3.3 | Erweiterte Knotenspannungsanalyse* | 294 |
| 3.3.4 | Modifizierte Knotenspannungsanalyse* | 303 |
| 3.3.5 | Knotenspannungsanalyse in Matrixform | 304 |
| 3.3.6 | Unbestimmte Knotenleitwertgleichungen | 305 |
| 3.3.7 | Knotenspannungsanalyse und Zweipolparameter* | 308 |
| 3.3.8 | Netzwerkanalyse mit Operationsverstärkern | 310 |
| 3.3.9 | Knotenspannungsanalyse von nichtlinearen Netzwerken* | 316 |
| 3.4 | Netzwerkanalyse in Matrixdarstellung* | 316 |
| 3.4.1 | Netzwerke, Graph und Inzidenzmatrizen | 317 |
| 3.4.2 | Schleifenanalyse | 327 |
| 3.4.3 | Schnittmengenanalyse | 329 |
| 3.4.4 | Zusammenhänge, Vergleiche | 335 |
| 3.5 | Computerunterstützte Netzwerkanalyse | 340 |
| 3.5.1 | Numerische Auswertung | 340 |
| 3.5.2 | Schaltungssimulation | 346 |
| 3.6 | Mehrpolige Netzwerke* | 354 |
| 3.6.1 | Ströme und Spannungen an Mehrpolen | 355 |
| 3.6.2 | Zusammenschaltung von Mehrpolen | 358 |
| 3.6.3 | Mehrtore | 368 |
| 3.6.4 | Torgruppierung | 373 |
| 3.6.5 | Klemmenmanipulationen | 375 |
| 3.7 | Zusammenfassung | 381 |
| 4 | Netzwerktheoreme | 387 |
| 4.1 | Ähnlichkeitssatz | 387 |
| 4.2 | Versetzung- und Teilungssatz idealer Quellen | 388 |
| 4.3 | Reziprozitäts-Theorem, Umkehrsatz | 390 |
| 4.4 | Ersatz gesteuerter Quellen, Miller-Theorem | 392 |
| 4.5 | Äquivalente Netzwerke* | 401 |
| 4.6 | Duale Netzwerke* | 403 |
| 4.7 | Leistung in elektrischen Netzwerken, Tellegen-Theorem* | 407 |
| 4.8 | Zusammenfassung | 411 |

| | | |
|------------------------|---|-----|
| A | Anhang | 413 |
| A.1 | Physikalische Größen und Gleichungen | 413 |
| A.2 | Physikalische Größen, Vorzeichen- und Richtungsregeln | 422 |
| A.3 | Verzeichnis der wichtigsten Symbole | 433 |
| Literatur | | 439 |
| Sachverzeichnis | | 441 |