Inhaltsverzeichnis

1 Grundbegriffe . . . 11
1.1 Elektrischer Strom . . . 11
1.2 Ladungen im Atommodell . . . 13
1.3 Leitungseigenschaften . . . 18
1.4 Ladung und Stromstärke . . . 20
1.5 Stromdichte . . . 25
1.6 Energie im Stromkreis . . . 27
1.7 Potenzial und Spannung . . . 28
1.8 Elektrische Feldstärke . . . 31
1.8.1 Coulomb-Kraft und elektrische Feldstärke; 1.8.2 Spannung und elektrische Feldstärke
1.9 Leistung und Wirkungsgrad . . . 34

2 Eintore . . . 37
2.1 Der Begriff Eintor . . . 37
2.2 Bezugspfeile . . . 37
2.2.1 Bezugssinn von Spannung und Strom; 2.2.2 Pfeilsysteme
2.3 Passive Eintore . . . 40
2.3.1 Strom-Spannungs-Kennlinie; 2.3.2 Das Ohmsche Gesetz
2.3.3 Widerstand als Bauelement; 2.3.4 Temperaturabhängigkeit
2.4 Aktive Eintore . . . 50
2.4.1 Leerlauf und Kurzschluss von Quellen; 2.4.2 Ideale Quellen; 2.4.3 Konstantquellen
2.4.4 Lineare Quellen; 2.4.5 Nichtlineare Quellen

3 Eintor-Netze . . . 57
3.1 Verbindung zweier Eintore . . . 57
3.1.1 Bestimmung des Arbeitspunktes; 3.1.2 Stabilität von Arbeitspunkten
3.1.3 Leistungsanpassung
3.2 Knotensatz . . . 63
3.2.1 Stromteilung an einer Parallelschaltung; 3.2.2 Stromsumme an Knoten
3.3 Maschensatz . . . 66
3.3.1 Spannungsteilung; 3.3.2 Potenziale von Schaltungspunkten
3.3.3 Spannungssumme in Maschen
3.4 Ersatzeintore . . . 72
3.4.1 Passive Ersatzeintore; 3.4.2 Aktive Ersatzeintore
3.5 Überlagerungssatz . . . 81
3.6 Anwendungen . . . 82
3.6.1 Spannungsteiler; 3.6.2 Brückenschaltungen; 3.6.3 Strom- und Spannungsmessung

4 Zweitore . . . 90
4.1 Der Begriff Zweitor . . . 90
4.2 Lineare passive Zweitore . . . 91
4.2.1 Zweitorgleichungen; 4.2.2 Zweitorparameter; 4.2.3 Verbindung von Zweitoren;
4.2.4 Übertragungsfaktoren; 4.2.5 Ersatzwiderstände; 4.2.6 Anpassung; 4.2.7 Ersatzquelle
4.3 Nichtlineare passive Zweitore . . . 102
4.3.1 Beschreibung mit Kennlinienfeldern; 4.3.2 Grafische Ermittlung der Arbeitspunkte
4.3.3 Betriebsbereiche des Bipolartransistors
4.4 Gesteuerte Quellen . . . 110
4.4.1 Lineare Ersatzschaltungen bipolarer Transistoren; 4.4.2 Lineare gesteuerte Quellen

5 Netzwerkanalyse 116
5.1 Das lineare Gleichungssystem 116
5.2 Knotenpotenzialverfahren 118
5.3 Netzwekanalyse mit Spice 120
5.3.1 Schaltplan; 5.3.2 Analyse; 5.3.3 Anzeige der Ergebnisse; 5.3.4 Ersatzschaltungen von Zweitoren; 5.3.5 Variation von Bauelementwerten; 5.3.6 Halbleiter-Bauelemente

6 Das elektrische Feld 126
6.1 Das elektrische Strömungsfeld 126
6.1.1 Driftgeschwindigkeit und Stromdichte; 6.1.2 Strom im homogenen Feld
6.1.3 Strom im inhomogenen Feld
6.2 Das elektrische Potenzialfeld 130
6.2.1 Äquipotenziallinien und Stromlinien; 6.2.2 Feldstärke und Potenzialgefälle
6.3 Spannung und Leistung im elektrischen Strömungsfeld 134
6.3.1 Spannung im homogenen Feld; 6.3.2 Spannung im inhomogenen Feld
6.3.3 Leistungsdichte im Strömungsfeld
6.4 Das elektrostatische Feld 139
6.4.1 Quellenfeld; 6.4.2 Influenz; 6.4.3 Elektrische Flussdichte
6.4.4 Felder von Punktladungen
6.5 Nichtleiter im elektrostatischen Feld 147
6.5.1 Einfluss des Dielektrikums; 6.5.2 Elektrische Dipole
6.5.3 Elektrische Polarisation; 6.5.4 Piezoelektrischer Effekt
6.6 Kondensatoren 152
6.6.1 Kapazität; 6.6.2 Kennlinien kapazitiver Zweipole; 6.6.3 Berechnung der Kapazität
6.7 Kondensatorschaltungen 159
6.7.1 Parallelschaltung von Kondensatoren; 6.7.2 Reihenschaltung von Kondensatoren

7 Das magnetische Feld 163
7.1 Ursachen und Wirkungen 163
7.1.1 Magnete; 7.1.2 Magnetfeld stromdurchflossener Leiter; 7.1.3 Erdmagnetfeld
7.1.4 Magnetfeld von Dauermagneten; 7.1.5 Induktionswirkung im Magnetfeld
7.2 Kraftwirkungen im Magnetfeld 169
7.2.1 Die magnetische Flussdichte; 7.2.2 Kräfte auf stromdurchflossene Leiter
7.2.3 Kraft auf eine bewegte Ladung; 7.2.4 Hall-Effekt
7.3 Das Durchflutungsgesetz 176
7.3.1 Durchflutung; 7.3.2 Permeabilität; 7.3.3 Magnetische Feldstärke
7.4 Anwendung des Durchflutungsgesetzes 179
7.4.1 Magnetische Feldstärke in der Umgebung eines langen, geraden, zylindrischen Leiters
7.4.2 Magnetische Feldstärke im Innern eines langen, geraden, zylindrischen Leiters
7.4.3 Magnetfeld einer langen Koaxialleitung; 7.4.4 Magnetische Feldstärke innerhalb einer Kreisringspule; 7.4.5 Magnetfeld einer Zylinderspule
7.5 Das Gesetz von Biot-Savart 185
7.5.1 Magnetfeld bewegter Ladungen; 7.5.2 Magnetfeld eines dünnen, geraden Leiters beliebiger Länge; 7.5.3 Magnetfeld im Mittelpunkt einer kreisförmigen, dünnen Leiterschleife
7.6 Materie im Magnetfeld 188
7.6.1 Dia- und Paramagnetismus; 7.6.2 Ferromagnetismus; 7.6.3 Magnetische Werkstoffe
7.7 Magnetische Kreise 198
7.7.1 Unverzweigte magnetische Kreise; 7.7.2 Verzweigte magnetische Kreise
7.7.3 Magnetischer Kreis mit Dauermagnet

8 Leitungsmechanismen 212
8.1 Stromleitung in Festkörpern 212
8.1.1 Bändermodell; 8.1.2 Eigenleitung in Halbleitern und in Isolatoren
8.1.3 Störstellenleitung in Halbleitern; 8.1.4 Metallische Leitung
8.2 Stromleitung in Flüssigkeiten 220
8.3 Stromleitung im Vakuum 221
8.8 Stromleitung in Gasen 223
8.4.1 Elektrische Erscheinungen in Luft; 8.4.2 Dunkelentladung; 8.4.3 Stoßionisation
8.4.4 Durchschlag im homogenen Feld; 8.4.5 Sichtbare Gasentladungen

9 Vorgänge an Grenzschichten 229
9.1 Übergang Metall-Metall 229
9.2 Übergang Metall-Halbleiter 231
9.2.1 Bandverbiegung; 9.2.2 Betrieb an äußerer Spannung; 9.2.3 SCHOTTKY-Diode
9.2.4 OHMscher Kontakt
9.3 pn-Übergang 234
9.3.1 pn-Übergang ohne äußere Spannung; 9.3.2 pn-Übergang an äußerer Spannung;
9.3.3 Betrieb in Sperrrichtung; 9.3.4 Betrieb in Durchlassrichtung; 9.3.5 Dioden
9.4 Photovoltaik 238
9.5 LED 242
9.6 Übergang Isolator-Isolator 244

10 Zweitor-Bauelemente 245
10.1 Bipolartransistor 245
10.1.1 Transistoreffekt; 10.1.2 Aufbau in Planartechnik; 10.1.3 Betriebsverhalten
10.2 Feldeffekttransistor 248
10.2.1 Sperrschicht-FET; 10.2.2 Isolierschicht-FET
10.3 Operationsverstärker 255
10.3.1 Eigenschaften von Operationsverstärkern; 10.3.2 Invertierender Verstärker
10.3.3 Nicht invertierender Verstärker; 10.3.4 Addierer; 10.3.5 Subtrahierer

11 Elektrochemie 259
11.1 Das FARADAYsche Gesetz 259
11.2 Elektrochemische Spannungsreihe 260
11.3 GALVANIsche Elemente 262
11.3.1 Batterien; 11.3.2 Akkumulatoren; 11.3.3 Brennstoffzellen

Verwendete Formelzeichen 267
SI-Einheiten 268
Einführung in MATLAB 269
Wichtige Konstanten 272
Lösungen der Aufgaben 273
Literatur 282
Sachwortverzeichnis 283
Namenverzeichnis 288