

---

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Schaltungen im stationären Zustand</b>                      | <b>1</b> |
| 1.1      | Physikalische Grundlagen                                       | 2        |
| 1.1.1    | Energie, Potenzial und Spannung                                | 3        |
| 1.1.2    | Strom  | 6        |
| 1.1.3    | Ohmsches Gesetz  | 8        |
| 1.1.4    | Verlustleistung und Inbetriebnahmeregeln                       | 9        |
| 1.1.5    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben                             | 11       |
| 1.2      | Mathematische Grundlagen                                       | 14       |
| 1.2.1    | Aufstellen der Knoten- und Maschengleichungen                  | 15       |
| 1.2.2    | Lineare Zweipole   | 18       |
| 1.2.3    | Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems                     | 20       |
| 1.2.4    | Nützliche Vereinfachungen                                      | 23       |
| 1.2.5    | Gesteuerte Quellen   | 26       |
| 1.2.6    | Bauteile mit einer nichtlinearen Strom-Spannungs-<br>Beziehung | 28       |
| 1.2.7    | Vernachlässigte Leitungs- und Isolationswiderstände            | 30       |
| 1.2.8    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben                             | 31       |
| 1.3      | Handwerkszeug  | 34       |
| 1.3.1    | Zusammenfassen von Widerständen                                | 34       |
| 1.3.2    | Spannungsteiler  | 37       |
| 1.3.3    | Stromteiler  | 38       |
| 1.3.4    | Helmholtzsches Überlagerungsprinzip                            | 39       |
| 1.3.5    | Zweipolvereinfachung   | 41       |
| 1.3.6    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben                             | 44       |
| 1.4      | Schaltungen mit Dioden   | 46       |
| 1.4.1    | Anzeige von Logikwerten mit einer Leuchtdiode                  | 49       |
| 1.4.2    | Gleichrichter  | 51       |
| 1.4.3    | Nachbildung von Spannungsquellen                               | 53       |
| 1.4.4    | Logikschaltungen   | 55       |
| 1.4.5    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben                             | 58       |
| 1.5      | Schaltungen mit Bipolartransistoren                            | 60       |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 1.5.1    | Einfacher Spannungsverstärker .....                              | 63         |
| 1.5.2    | Verbesserter Spannungsverstärker .....                           | 66         |
| 1.5.3    | Differenzverstärker .....  | 67         |
| 1.5.4    | Stromquelle, Stromspiegel .....                                  | 69         |
| 1.5.5    | Transistorinverter .....   | 70         |
| 1.5.6    | Dioden-Transistor-Gatter .....                                   | 73         |
| 1.5.7    | Spannungsstabilisierung mit einem Längsregler .....              | 77         |
| 1.5.8    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 81         |
| 1.6      | Schaltungen mit MOS-Transistoren .....                           | 86         |
| 1.6.1    | Verstärker .....   | 88         |
| 1.6.2    | Schalten und Steuern von Ausgabeelementen .....                  | 90         |
| 1.6.3    | CMOS-Gatter .....  | 97         |
| 1.6.4    | Speicherzellen .....   | 104        |
| 1.6.5    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 105        |
| 1.7      | Schaltungen mit Operationsverstärkern .....                      | 107        |
| 1.7.1    | Nichtinvertierender Verstärker .....                             | 109        |
| 1.7.2    | Invertierender Verstärker .....                                  | 110        |
| 1.7.3    | Analoge Addition und Subtraktion .....                           | 111        |
| 1.7.4    | Komparator und Schmitt-Trigger .....                             | 113        |
| 1.7.5    | Digital/Analog-Umsetzer .....                                    | 116        |
| 1.7.6    | Analog/Digital-Umsetzer .....                                    | 117        |
| 1.7.7    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 120        |
| <b>2</b> | <b>Zeitveränderliche Spannungen und Ströme .....</b>             | <b>123</b> |
| 2.1      | Kapazitäten und Induktivitäten .....                             | 123        |
| 2.1.1    | Kapazität .....  | 124        |
| 2.1.2    | Induktivität .....   | 127        |
| 2.1.3    | Gegeninduktivität .....  | 129        |
| 2.1.4    | Parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten .....                  | 132        |
| 2.1.5    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 137        |
| 2.2      | Zeitdiskrete Modellierung .....                                  | 139        |
| 2.2.1    | Zurückführung auf bekannte Ersatzschaltungen .....               | 139        |
| 2.2.2    | Gleichrichter mit Glättungskondensator .....                     | 141        |
| 2.2.3    | Schaltnetzteile .....  | 143        |
| 2.2.4    | Simulation einer H-Brücke mit induktiver Last .....              | 146        |
| 2.2.5    | Simulation einer Kette von CMOS-Invertern .....                  | 147        |
| 2.2.6    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 149        |
| 2.3      | Geschaltete Systeme .....  | 152        |
| 2.3.1    | Sprungantwort .....  | 152        |
| 2.3.2    | Das geschaltete RC-Glied .....                                   | 157        |
| 2.3.3    | Transformation in ein geschaltetes RC-Glied .....                | 163        |
| 2.3.4    | Abschnittsweise Annäherung durch geschaltete<br>RC-Glieder ..... | 166        |
| 2.3.5    | Das geschaltete RL-Glied .....                                   | 171        |
| 2.3.6    | Transformation in ein geschaltetes RL-Glied .....                | 174        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 2.3.7    | Abschnittsweise Annäherung durch geschaltete<br>RL-Glieder ..... | 176        |
| 2.3.8    | RC-Oszillator .....  | 179        |
| 2.3.9    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 182        |
| 2.4      | Schaltungen im Frequenzraum .....                                | 187        |
| 2.4.1    | Signale im Frequenzraum .....                                    | 189        |
| 2.4.2    | Komplexe Spannungen, Ströme und Widerstände .....                | 193        |
| 2.4.3    | Von der Schaltung zum Gleichungssystem .....                     | 195        |
| 2.4.4    | Schaltungsumformungen und Vereinfachungen .....                  | 198        |
| 2.4.5    | Transistorverstärker im Frequenzraum .....                       | 203        |
| 2.4.6    | Operationsverstärker im Frequenzraum .....                       | 210        |
| 2.4.7    | Die zeitdiskrete Fourier-Transformation .....                    | 213        |
| 2.4.8    | Messen des Frequenzgangs .....                                   | 221        |
| 2.4.9    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 223        |
| <b>3</b> | <b>Fortgeschrittene Themen .....</b>                             | <b>229</b> |
| 3.1      | Halbleiterbauelemente .....                                      | 229        |
| 3.1.1    | Bewegliche und unbewegliche Elektronen .....                     | 229        |
| 3.1.2    | Leiter, Nichtleiter und Halbleiter .....                         | 232        |
| 3.1.3    | Dotierte Halbleiter .....  | 234        |
| 3.1.4    | pn-Übergang .....  | 238        |
| 3.1.5    | Bipolartransistor .....  | 244        |
| 3.1.6    | MOS-Transistor .....   | 249        |
| 3.1.7    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 254        |
| 3.2      | Integrierte digitale Halbleiterschaltungen .....                 | 257        |
| 3.2.1    | Frei strukturierte Schaltungen .....                             | 257        |
| 3.2.2    | Schaltungsbeispiele .....  | 261        |
| 3.2.3    | Zeitverhalten .....  | 268        |
| 3.2.4    | Geometrischer Entwurf .....                                      | 277        |
| 3.2.5    | Blockspeicher .....  | 280        |
| 3.2.6    | Festwertspeicher .....   | 288        |
| 3.2.7    | Programmierbare Logikschaltkreise .....                          | 291        |
| 3.2.8    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 295        |
| 3.3      | Elektrisch lange Leitungen .....                                 | 298        |
| 3.3.1    | Ersatzschaltung .....  | 299        |
| 3.3.2    | Die Wellengleichung und ihre möglichen Lösungen .....            | 300        |
| 3.3.3    | Wellenwiderstand .....   | 303        |
| 3.3.4    | Reflexion .....  | 305        |
| 3.3.5    | Informationsübertragung .....                                    | 307        |
| 3.3.6    | Die Sprungantwort verzerrungsfreier Leitungen .....              | 310        |
| 3.3.7    | Messen der Signallaufzeit und des Wellenwiderstands ..           | 315        |
| 3.3.8    | Zusammenfassung und Übungsaufgaben .....                         | 317        |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| <b>4</b> | <b>Lösungen zu den Übungsaufgaben</b>      | 321 |
| 4.1      | Physikalische Grundlagen                   | 321 |
| 4.2      | Mathematische Grundlagen                   | 323 |
| 4.3      | Handwerkszeug                              | 328 |
| 4.4      | Schaltungen mit Dioden                     | 331 |
| 4.5      | Schaltungen mit Bipolartransistoren        | 334 |
| 4.6      | Schaltungen mit MOS-Transistoren           | 343 |
| 4.7      | Schaltungen mit Operationsverstärkern      | 346 |
| 4.8      | Kapazität und Induktivität                 | 350 |
| 4.9      | Zeitdiskrete Modellierung                  | 352 |
| 4.10     | Geschaltete Systeme                        | 357 |
| 4.11     | Schaltungen im Frequenzraum                | 366 |
| 4.12     | Halbleiterbauelemente                      | 370 |
| 4.13     | Integrierte digitale Halbleiterschaltungen | 371 |
| 4.14     | Elektrisch lange Leitungen                 | 373 |
|          | <b>Sachverzeichnis</b>                     | 377 |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>                | 385 |



<http://www.springer.com/978-3-540-87840-7>

Technische Informatik

Band 1: Elektronik

Kemnitz, G.

2009, XIV, 387 S. 367 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-540-87840-7