

|           |   |    |
|-----------|---|----|
|           | <b>Vorwort</b> .....  | 3  |
| <b>1</b>  | <b>Grundlagen</b> .....   | 8  |
| <b>2</b>  | <b>Elektrischer Widerstand und Temperatur</b> .....                       | 9  |
| <b>3</b>  | <b>Schaltung von Widerständen</b> .....                                   | 10 |
| 3.1       | Reihenschaltung von Widerständen .....                                    | 10 |
| 3.2       | Parallelschaltung von Widerständen .....                                  | 11 |
| 3.3       | Gruppenschaltung von Widerständen .....                                   | 12 |
| <b>4</b>  | <b>Spannungsteiler</b> .....  | 13 |
| 4.1       | Unbelasteter Spannungsteiler .....  | 13 |
| 4.2       | Belasteter Spannungsteiler .....  | 14 |
| <b>5</b>  | <b>Spannungen und Widerstände im einfachen Stromkreis</b> .....           | 15 |
| <b>6</b>  | <b>Schaltung von chemischen Elementen und Solarmodulen</b> .....          | 16 |
| 6.1       | Reihenschaltung von Spannungserzeugern .....                              | 16 |
| 6.2       | Parallelschaltung von Spannungserzeugern .....                            | 16 |
| 6.3       | Gruppenschaltung von Spannungserzeugern .....                             | 16 |
| 6.4       | Schaltung von Solarmodulen .....  | 17 |
| <b>7</b>  | <b>Elektrische Leistung bei Gleichstrom</b> .....                         | 19 |
| <b>8</b>  | <b>Leistungsermittlung mit dem Zähler</b> .....                           | 19 |
| <b>9</b>  | <b>Elektrische Arbeit (Energie)</b> .....                                 | 20 |
| 9.1       | Gesamtkosten der elektrischen Arbeit (Energie) .....                      | 20 |
| 9.2       | Wirkungsgrad .....  | 20 |
| <b>10</b> | <b>Elektrische Energie und Wärmemenge</b> .....                           | 21 |
| 10.1      | Warmwasserbereitung .....   | 21 |
| 10.2      | Wärmepumpe .....  | 21 |
| <b>11</b> | <b>Elektrolyse</b> .....  | 22 |
| <b>12</b> | <b>Akkumulatoren</b> .....  | 22 |
| <b>13</b> | <b>Magnetismus</b> .....  | 23 |
| 13.1      | Induktion .....   | 24 |
| 13.2      | Kraftwirkung im Magnetfeld .....  | 25 |
| <b>14</b> | <b>Wechselstromgrundlagen</b> .....                                       | 26 |
| <b>15</b> | <b>Induktivität</b> .....   | 27 |
| 15.1      | Induktivität im Wechselstromkreis .....                                   | 27 |
| 15.2      | Induktivität an Gleichspannung .....                                      | 28 |
| <b>16</b> | <b>Leistung und Arbeit im Wechselstromkreis</b> .....                     | 29 |
| <b>17</b> | <b>Spule im Wechselstromkreis</b> .....                                   | 30 |
| 17.1      | Reihenschaltung von Wirkwiderstand und Induktivität .....                 | 30 |
| 17.2      | Parallelschaltung von Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand ..... | 31 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>18</b> | <b>Kondensator</b> .....   | 32 |
| 18.1      | Kondensator im Gleichstromkreis .....  | 32 |
| 18.2      | Ladung und Entladung eines Kondensators .....  | 33 |
| 18.3      | Kondensator im Wechselstromkreis .....   | 34 |
| 18.4      | Reihenschaltung von Kondensator und Wirkwiderstand .....   | 35 |
| 18.5      | Parallelschaltung von Kondensator und Wirkwiderstand .....   | 36 |
| <b>19</b> | <b>Schaltung von Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand</b> .....  | 37 |
| 19.1      | Reihenschaltung (Schaltung mit induktivem Verhalten, $U_L > U_C, X_L > X_C$ ) .....  | 37 |
| 19.2      | Parallelschaltung von Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand (Schaltung mit induktivem Verhalten, $I_L > I_C, B_L > B_C$ ) ..... | 38 |
| <b>20</b> | <b>Resonanz</b> .....  | 39 |
| <b>21</b> | <b>Kompensation der induktiven Blindleistung</b> .....   | 40 |
| <b>22</b> | <b>Kompensation einer Duo-Lampenschaltung</b> .....  | 41 |
| <b>23</b> | <b>Drehstrom</b> .....   | 42 |
| 23.1      | Sternschaltung (symmetrisch-ohmsche Belastung, $\cos \varphi = 1$ ) .....  | 42 |
| 23.2      | Dreieckschaltung (symmetrisch-ohmsche Belastung, $\cos \varphi = 1$ ) .....  | 43 |
| 23.3      | Leistung des Drehstroms (symmetrische gemischte Belastung, $\varphi \neq 0$ ) .....  | 43 |
| 23.4      | Arbeit des Drehstroms .....  | 44 |
| 23.5      | Ungleichmäßige Belastung des Drehstromnetzes .....   | 44 |
| 23.6      | Umwandlung: Sternschaltung – Dreieckschaltung .....  | 45 |
| <b>24</b> | <b>Transformatoren</b> .....   | 46 |
| 24.1      | Transformatoren für Einphasenwechselstrom .....  | 46 |
| 24.2      | Transformatorleistung .....  | 47 |
| 24.3      | Spartransformator .....  | 48 |
| 24.4      | Parallelschalten von Transformatoren .....   | 48 |
| 24.5      | Gebräuchliche Schaltgruppen für Drehstromtransformatoren .....   | 49 |
| <b>25</b> | <b>Mechanik</b> .....  | 50 |
| <b>26</b> | <b>Riementrieb</b> .....   | 51 |
| <b>27</b> | <b>Zahnradtrieb</b> .....  | 52 |
| <b>28</b> | <b>Elektrische Maschinen</b> .....   | 53 |
| 28.1      | Einphasen-Wechselstrommotoren .....  | 53 |
| 28.2      | Drehstrommotoren .....   | 54 |
| 28.3      | Mechanische Leistung und Drehmoment bei Drehstrommotoren .....   | 55 |
| 28.4      | Drehstromasynchronmotor mit angetriebener Lastmaschine .....   | 55 |
| 28.5      | Drehstrom-Synchrongeneratoren .....  | 56 |
| 28.6      | Gleichstrommotoren .....   | 57 |
| 28.7      | Gleichstromgeneratoren .....   | 58 |
| 28.8      | Schrittmotor .....   | 59 |
| <b>29</b> | <b>Leistungselektronik</b> .....   | 60 |
| 29.1      | Ungesteuerte Stromrichter .....  | 60 |
| 29.2      | Glättung des Gleichstromes .....   | 61 |
| 29.3      | Gesteuerte Stromrichter (gesteuerte Gleichrichter) .....   | 62 |
| 29.3.1    | Einpulserschaltung/M1 .....  | 62 |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 29.3.2    | Zweipulsschaltung/M2, B2   | 62        |
| 29.4      | Wechselstromsteller  | 63        |
| 29.4.1    | Phasenanschnittsteuerung   | 63        |
| 29.4.2    | Schwingungspaketsteuerung (Vielperiodensteuerung)  | 63        |
| <b>30</b> | <b>Elektronik</b>  | <b>64</b> |
| 30.1      | Diode oder Leuchtdiode (LED) an Gleichspannung,<br>Vorwiderstandsberechnung                          | 64        |
| 30.2      | Z-Diode  | 64        |
| 30.3      | Transistor   | 66        |
| 30.3.1    | Transistorgrößen   | 66        |
| 30.3.2    | Transistor als Schalter  | 66        |
| 30.4      | Kippstufen   | 67        |
| 30.4.1    | Bistabile Kippstufe (Flipflop)   | 67        |
| 30.4.2    | Monostabile Kippstufe (Monoflop)   | 68        |
| 30.4.3    | Astabile Kippstufe   | 68        |
| 30.4.4    | Schmitt-Trigger  | 69        |
| 30.5      | Transistor als Verstärker  | 70        |
| 30.5.1    | Emitterschaltung   | 70        |
| 30.5.2    | Arbeitspunktstabilisierung durch Emitterwiderstand<br>(Stromgegenkopplung)                           | 70        |
| 30.5.3    | Arbeitspunktstabilisierung durch Widerstand zwischen Kollektor und Basis<br>(Spannungsgegenkopplung) | 71        |
| 30.6      | Spannungsstabilisierung  | 71        |
| 30.7      | Feldeffekttransistoren (FET), Einstellung des Arbeitspunktes   | 72        |
| 30.8      | Operationsverstärker – Grundsaltungen  | 74        |
| 30.8.1    | Invertierender Verstärker  | 74        |
| 30.8.2    | Nichtinvertierender Verstärker   | 74        |
| 30.8.3    | Summierverstärker (Addierer)   | 74        |
| 30.9      | Digitaltechnik   | 75        |
| 30.9.1    | Grundbausteine der Digitaltechnik  | 75        |
| 30.9.2    | Schaltalgebra  | 76        |
| 30.10     | Wärmeableitung bei Halbleiterbauelementen  | 77        |
| 30.11     | Dämpfung, Verstärkung, Pegel   | 78        |
| <b>31</b> | <b>Regelungstechnik</b>  | <b>79</b> |
| 31.1      | P-Regler   | 79        |
| 31.2      | I-Regler, Integrierer  | 79        |
| 31.3      | D-Regler, Differenzierer   | 79        |
| 31.4      | PI-Regler  | 80        |
| 31.5      | PD-Regler  | 80        |
| 31.6      | PID-Regler   | 81        |
| 31.7      | Analogwerterfassung und A/D-Wandlung   | 82        |
| <b>32</b> | <b>Messtechnik</b>   | <b>83</b> |
| 32.1      | Widerstandsmessung   | 85        |
| 32.2      | Elektrizitätszähler  | 87        |
| 32.3      | True-RMS – Effektivwert bei nicht-sinusförmigen Signalformen   | 88        |
| <b>33</b> | <b>Licht- und Beleuchtungstechnik</b>  | <b>89</b> |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| <b>34</b> | <b>Elektrische Leitungen</b> .....  | 91  |
| 34.1      | Berechnung des Querschnittes und des Spannungsverlustes bzw. Spannungsunterschiedes (Spannungsfall) .....         | 91  |
| 34.2      | Berechnung verzweigter Leitungen mit gleichbleibendem Querschnitt .....   | 92  |
| 34.3      | Berechnung der Ringleitung .....  | 93  |
| 34.4      | Berechnung des Leistungsverlustes elektrischer Leitungen .....  | 94  |
| 34.5      | Leitungsschutz gegen zu hohe Erwärmung .....  | 94  |
| 34.6      | Verlegungsarten und Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen (DIN VDE 0298-4) .....                                 | 95  |
| 34.7      | Auslöseverhalten von Schmelzsicherungen Typ gG (ehemals gL) .....   | 97  |
| 34.8      | Auslöseverhalten A, B, C und D von Leitungsschutzschaltern (nach DIN VDE 0641 bzw. DIN VDE 0660) .....            | 98  |
| <b>35</b> | <b>Berechnung von Spulen</b> .....  | 99  |
| <b>36</b> | <b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b> .....   | 101 |
| 36.1      | Messen der Schleifenimpedanz und des Netzzinnenwiderstandes .....   | 101 |
| 36.2      | Messen des Erdungswiderstandes .....  | 101 |
| 36.3      | Messen des Standortwiderstandes .....   | 102 |
| 36.4      | Fehlervoltage – Fehlerstrom – Berührungsspannung .....  | 103 |
| 36.5      | TT-System mit Überstrom-Schutzeinrichtung .....   | 104 |
| 36.6      | TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtung .....   | 104 |
| 36.7      | Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) .....   | 104 |
| 36.8      | Abschaltstromstärke .....   | 105 |
| <b>37</b> | <b>Flächenberechnung</b> .....  | 106 |
| <b>38</b> | <b>Winkelfunktionen</b> .....   | 110 |
| <b>39</b> | <b>Lehrsatz des Pythagoras</b> .....  | 110 |
| <b>40</b> | <b>Körperberechnung</b> .....   | 111 |
| <b>41</b> | <b>Technische Tabellen</b> .....  | 112 |
| T 1:      | Mathematische Zeichen nach DIN 1302 .....   | 112 |
| T 2:      | Kurzzeichen zum Bezeichnen von Vielfachen und Teilen der Einheiten .....  | 113 |
| T 3:      | Umrechnung von Leistungseinheiten .....   | 113 |
| T 4:      | Umrechnung der Einheiten von Energie, Arbeit, Wärmemenge .....  | 113 |
| T 5:      | Elektrolytische Spannungsreihe der Metalle bezüglich Wasserstoff (bei 25 °C) .....                                | 114 |
| T 6:      | Spezifischer elektrischer Widerstand, elektrische Leitfähigkeit, Temperaturkoeffizient bei 20 °C und Dichte ..... | 115 |
| T 7:      | Elektrochemische Äquivalente .....  | 115 |
| T 8:      | Magnetisierungskurven von normalem Dynamoblech und Stahlguss, mittelstark legiertem Blech und Gusseisen .....     | 116 |
| T 9:      | Griechisches Alphabet .....   | 116 |
| T 10:     | Normzahlenreihen .....  | 117 |
| T 11:     | Kennzeichnung von Widerständen .....  | 118 |
| T 12:     | Kennzeichnung von Kondensatoren .....   | 119 |
|           | <b>Sachwortverzeichnis Englisch – Deutsch</b> .....   | 120 |
|           | <b>Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch</b> .....   | 124 |
|           | <b>Bildquellenverzeichnis</b> .....   | 128 |