



14.3 H-Brücke

Seite 234

1. a) $IN1 = 1; IN2 = 0; EN = 1$
b) $IN1 = 0; IN2 = 1; EN = 1$
c) Bei inverser Ansteuerung von IN1, IN2 kann M1 im Motorbetrieb arbeiten
2. a) Rechtslauf: $IN1 = PWM; IN2 = 0; EN = 1$
b) Linkslauf: $IN1 = 0; IN2 = PWM; EN = 1$
c) 4Q-Betrieb: $IN1 = PWM; IN2 = \overline{PWM}; EN = 1$
3. a) $U_{AB} = 0V \Rightarrow g = 0,5$
 $U_{AB} = 12V \Rightarrow g = 0,75$
 $U_{AB} = -8V \Rightarrow g = 0,333$
 $U_{AB} = -2V \Rightarrow g = 0,4583$
 $U_{AB} = 6V \Rightarrow g = 0,625$
b) $T = 50\mu s; t_i = 40\mu s; f = 20\text{kHz}; g = 0,8$
 $U_{AB} = 14,4V$
4. a) $n = 840\text{ min}^{-1}$
b) $U_{AB} = 20V \Rightarrow g = 0,857$
 $n = 600\text{ min}^{-1}$
 $U_{AB} = 7V \Rightarrow g = 0,625$
 $n = 210\text{ min}^{-1}$
 $U_{AB} = 0V \Rightarrow g = 0,5$
 $n = 0\text{ min}^{-1}$
 $U_{AB} = -11,67V \Rightarrow g = 0,2917$
 $n = -350\text{ min}^{-1}$
 $U_{AB} = -25,67V \Rightarrow g = 0,04167$
 $n = -777\text{ min}^{-1}$
5. a) $g = 0,1 \Rightarrow U_{AB} = -28,8V; n = -1728\text{ min}^{-1}$
 $g = 0,3 \Rightarrow U_{AB} = -14,4V; n = -864\text{ min}^{-1}$
 $g = 0,5 \Rightarrow U_{AB} = 0V; n = 0\text{ min}^{-1}$
 $g = 0,75 \Rightarrow U_{AB} = 18V; n = 1080\text{ min}^{-1}$
 $g = 1 \Rightarrow U_{AB} = 36V; n = 2160\text{ min}^{-1}$
b) Siehe Lösungsbuch.
c) $U_{AB} = 10V$
 $U_b = 40V \Rightarrow g = 0,6389$
 $U_b = 36V \Rightarrow g = 0,65625$
 $\Delta g = 0,01736$

14.4 Drehstromasynchronmotor (DASM)

Seite 236

1. zweipolig: $s = 3,17\%; f_L = 1,583\text{ Hz}$
vierpolig: $s = 3\%; f_L = 1,5\text{ Hz}$
2. $s = 2\%; f_L = 1,2\text{ Hz}$
3. a) $s = 2,33\%$ b) $M_N = 48,9\text{ Nm}$
c) $I_A A = 99,36\text{ A}$ d) $M_A = 112,47\text{ Nm}$
4. $p = 2$
a) $n_s = 1800\text{ min}^{-1}; n = 1746\text{ min}^{-1}; f_L = 54\text{ min}^{-1}$

b) $n = 29,1\text{ s}^{-1}; f_L = 0,9\text{ s}^{-1}$

5. a) $I_N = 7,6\text{ A}$ b) $I = 3,49\text{ A}$ c) $I = 9,64\text{ A}$
6. Der Motor gibt halbe Leistung ab.
7. a) $M_N = 39,3\text{ Nm}$ b) $P_{kW} = 12,1\text{ kW}$
c) $M_A = 90,4\text{ Nm}$
8. Baugröße 100L: $I_A = 41,6\text{ A} < 60\text{ A}$
Direktes Anlassen ist zulässig.
Baugröße 112M: $I_A = 57,51\text{ A} < 60\text{ A}$
Direktes Anlassen ist zulässig.
Baugröße 132S: $I_A = 77,28\text{ A} > 60\text{ A}$
Direktes Anlassen ist nicht zulässig.
9. $M_A = 57,8\text{ Nm}; I_A = 86,9\text{ A}$
10. Motor Baugröße 160M mit $P_N = 11\text{ kW}$

14.6 Schrittmotoren

14.6.1 Schrittwinkel und Drehzahl

Seite 237

1. a) $\alpha = 90^\circ$ b) $\alpha = 45^\circ$
2. a) $z_U = 120$ b) $f_{sch} = 2400\text{ Hz}$
3. a) $z_U = 72$ b) $f_{sch} = 2880\text{ Hz}$
4. $n = 120\text{ min}^{-1}$
5. $n = 120\text{ min}^{-1}$

14.6.2 Schrittmotoren ansteuern

Seite 238

1. a) bis 4 (0 bis 3)
 - b) $y_{L11} = \overline{q_{1n}} \wedge \overline{q_{2n}}$ $y_{L21} = q_{1n} \wedge \overline{q_{2n}}$
 - $y_{L12} = \overline{q_{1n}} \wedge q_{2n}$ $y_{L22} = q_{1n} \wedge q_{2n}$
 c) Schaltung siehe Lösungsbuch.
2. a) $I_{11n+1} = \overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge l_{22n}$
 $I_{21n+1} = l_{11n} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}}$
 $I_{12n+1} = \overline{l_{11n}} \wedge l_{21n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}}$
 $I_{22n+1} = \overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge l_{12n} \wedge \overline{l_{22n}}$

b) $I_{11n+1} = (0 \wedge l_{11n}) \vee (l_{22n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{11n}})$
 $I_{21n+1} = (0 \wedge l_{21n}) \vee (l_{11n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}} \wedge \overline{l_{21n}})$
 $I_{12n+1} = (0 \wedge l_{12n}) \vee (\overline{l_{11n}} \wedge l_{21n} \wedge \overline{l_{22n}} \wedge \overline{l_{12n}})$
 $I_{22n+1} = (0 \wedge l_{22n}) \vee (\overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge l_{12n} \wedge \overline{l_{22n}})$

Seite 239

- 3.** a) Zähler 0 bis 7

$$l_{11n+1} = (q_{2n} \wedge q_{3n}) \vee (\bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{2n} \wedge \bar{q}_{3n})$$

$$l_{12n+1} = (q_{2n} \wedge \bar{q}_{3n}) \vee (\bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{2n} \wedge q_{3n})$$

$$l_{21n+1} = (\bar{q}_{2n} \wedge q_{3n}) \vee (\bar{q}_{1n} \wedge q_{2n} \wedge \bar{q}_{3n})$$

$$l_{22n+1} = (\bar{q}_{2n} \wedge q_{3n}) \vee (\bar{q}_{1n} \wedge q_{3n})$$

c) Wertetabelle, KV-Diagramme und Schaltung siehe Lösungsbuch.

- 4.** a) Siehe Lösungsbuch.

$$l_{11n+1} = \bar{l}_{12n} \wedge \bar{l}_{21n}$$

$$l_{12n+1} = (l_{12n} \wedge \bar{l}_{22n}) \vee (l_{21n} \wedge l_{22n})$$

$$l_{21n+1} = (l_{11n} \wedge \bar{l}_{22n}) \vee (l_{21n} \wedge l_{22n})$$

$$l_{22n+1} = \bar{l}_{11n} \wedge l_{22n} \wedge \bar{l}_{21n}$$

$$b) l_{11n+1} = (l_{11n} \wedge \bar{l}_{12n} \wedge \bar{l}_{21n}) \vee (\bar{l}_{11n} \wedge \bar{l}_{12n} \wedge \bar{l}_{21n} \wedge l_{22n})$$

$$l_{22n+1} = (l_{12n} \wedge \bar{l}_{22n}) \vee (\bar{l}_{12n} \wedge l_{21n} \wedge l_{22n})$$

$$l_{21n+1} = (l_{21n} \wedge (l_{22n} \vee \bar{l}_{12n})) \vee (\bar{l}_{21n} \wedge \bar{l}_{12n} \wedge \bar{l}_{22n})$$

$$l_{22n+1} = (l_{22n} \wedge \bar{l}_{11n} \wedge \bar{l}_{21n}) \vee (\bar{l}_{22n} \wedge 0)$$

- 5.** a) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.

b) Es sind vier verschiedene Zustände vorhanden. Der Zähler muss von 0 bis 3 zählen können.

c) Schaltersignal s für Linkslauf $s = 0$,

Zählerausgänge Q1 und Q2

Siehe Lösungsbuch.

$$l_{21n+1} = (q_{1n} \wedge q_{2n}) \vee (q_{2n} \wedge s_n) \vee (\bar{s} \wedge \bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{2n})$$

$$l_{11n+1} = (\bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{2n}) \vee (\bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{2n} \wedge s)$$

d) Schaltung siehe Lösungsbuch.

- 6.** a) Wie Aufgabe 5a), Seite 239

b) Für jede Drehrichtung Zustände 0 bis 3, also zwei Kippstufen erforderlich.

c) Siehe Lösungsbuch.

$$l_{11n+1} = (s_n \wedge l_{21n}) \vee (\bar{s}_n \wedge \bar{l}_{21n})$$

$$l_{21n+1} = (s_n \wedge \bar{l}_{11n}) \vee (\bar{s}_n \wedge l_{11n})$$

$$d) l_{11n+1} = [(s_n \wedge l_{21n}) \vee (\bar{s}_n \wedge \bar{l}_{21n})] \wedge l_{11n} \\ \vee [(\bar{s}_n \wedge \bar{l}_{21n}) \vee (s_n \wedge l_{21n})] \wedge \bar{l}_{11n}$$

$$l_{21n+1} = [(s_n \wedge \bar{l}_{11n}) \vee (\bar{s}_n \wedge l_{11n})] \wedge l_{21n} \\ \vee [(\bar{s}_n \wedge l_{11n}) \vee (\bar{s}_n \wedge \bar{l}_{11n})] \wedge \bar{l}_{21n}$$

- 7.** a) 4 Kippstufen erforderlich.

b) Siehe Lösungsbuch.

$$q_{4n+1} = (q_{4n} \wedge \bar{q}_{1n}) \vee (\bar{q}_{4n} \wedge q_{1n} \wedge q_{2n} \wedge q_{3n})$$

$$q_{3n+1} = [q_{3n} \wedge (\bar{q}_{2n} \vee \bar{q}_{1n})] \vee (\bar{q}_{3n} \wedge q_{1n} \wedge q_{2n} \wedge \bar{q}_{4n})$$

$$q_{2n+1} = (q_{2n} \wedge \bar{q}_{1n}) \vee (\bar{q}_{2n} \wedge q_{1n} \wedge \bar{q}_{4n})$$

- 8.** a) Bei den 10 Zuständen muss der Zähler von 0 bis 9 zählen können.

- b) Zählerausgänge Q1 bis Q4.

Aus Zeitablaufdiagramm:

$$s_{5n+1} = (\bar{q}_{3n} \wedge \bar{q}_{4n}) \vee (q_{1n} \wedge q_{4n})$$

$$s_{4n+1} = (q_{3n} \wedge \bar{q}_{4n}) \vee (q_{1n} \wedge q_{2n})$$

$$s_{3n+1} = q_{4n} \vee (\bar{q}_{1n} \wedge \bar{q}_{3n}) \vee (q_{1n} \wedge q_{2n} \wedge q_{3n})$$

$$s_{2n+1} = (\bar{q}_{2n} \wedge q_{3n} \wedge \bar{q}_{4n}) \vee (q_{1n} \wedge \bar{q}_{3n} \wedge \bar{q}_{4n}) \\ \vee (q_{2n} \wedge q_{3n} \wedge q_{4n})$$

$$s_{1n+1} = q_{4n} \vee (q_{1n} \wedge q_{3n}) \vee (q_{2n} \wedge q_{3n})$$

c) Schaltung siehe Lösungsbuch.

15 Projektaufgaben**15.1 Aufgaben der Analogtechnik****Seite 240**

1. $P = 17,9 \text{ W}$

2. $V_u = 58,1$

3. $U_{GS} = 1,613 \text{ V}$

4. $P_{vmax} = 832,3 \text{ mW}$

5. a) $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 85 \text{ k}\Omega$ b) $R_{limin} = 105,04 \text{ k}\Omega$

c) $R_{3u} = 6,56 \text{ k}\Omega$ d) $R_6 = 837 \Omega$

Seite 241

6. a) $\Delta R = k \cdot \varepsilon \cdot R$, siehe Lösungsbuch.

b) $R_2 = 470 \Omega$

c) $U_{AB} = 355 \text{ mV}$

d) $U_{AB} = 4,343 \text{ V}$

e) $F = \pm 7,5 \text{ mV}; f = \pm 2,1 \%$

7. a) Schaltungen siehe Lösungsbuch.

$R_{V1} = R_{V2} = 17,3 \Omega; R_V = 8,6 \Omega; R_v = 11,8 \Omega$

b) $I_{1max} = 20,4 \text{ mA}$

c) $R_3 = R_4 = 880 \Omega$

d) $U_{AH} = U_{BH} = 4,4 \text{ V}; U_{AD} = U_{BD} = 5,494 \text{ V}$

e) Bei $U_{AD1} = 0 \text{ V}$ ist $R_{1D} = \infty \Omega$

Bei $U_{AD2} = 0,8 \text{ V}$ ist $R_{1D} = 4,62 \text{ k}\Omega$

Zulässig ist ein Dunkelwiderstand

$R_D = 4,62 \text{ k}\Omega \dots \infty \Omega$

Bei $U_{AH1} = 5 \text{ V}$ ist $R_{1H} = 0 \Omega$

Bei $U_{AH2} = 2,4 \text{ V}$ ist $R_{1H} = 953 \Omega$

Der Hellwiderstand darf

$R_H = 0 \Omega \dots 953 \Omega$ sein.

f) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.

g) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.

15.2 Aufgaben der Digitaltechnik

Seite 242

1. a) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.
- b) 6 Fahrzeuge
- c) Siehe Lösungsbuch.
 $t_{1n} = 1$
für $t_{2n} : t_{2n} = (\overline{c_{vnn}} \wedge \overline{q_{3n}}) \vee (c_{vnn} \wedge q_{3n})$
für $t_{3n} : t_{3n} = (\overline{c_{vnn}} \wedge \overline{q_{1n}} \wedge \overline{q_{3n}}) \vee (c_{vnn} \wedge q_{1n} \wedge q_{3n})$
- d) und e) für $t_{3n} : r_t = q_1 \wedge q_2 \wedge q_3$ und $gn = \overline{r_t}$
Schaltung siehe Lösungsbuch.

Seite 243

1. a) Siehe Lösungsbuch.
- b) $D = \overline{B2} \wedge (B1 \vee B3); \quad 2D = \overline{B1} \wedge \overline{B3};$
 $3D = B2 \wedge (\overline{B1} \vee \overline{B3});$
 $W = (B1 \wedge \overline{B4}) \vee (B2 \wedge \overline{B3}) \vee (\overline{B1} \wedge B4) \vee (\overline{B2} \wedge B3)$
- c) und d) Schaltungen siehe Lösungsbuch.
- d) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.

Seite 244

2. a) $\bar{R} = \overline{B \wedge C}$. Alle J- und K-Eingänge liegen auf „1“;
Schaltung siehe Lösungsbuch.
- b) Siehe Lösungsbuch.
- c) $Z_1 = A \vee B \vee C$; siehe Lösungsbuch.
- d) Siehe Lösungsbuch.
- e) $J_B = A \wedge D \quad J_C = B \quad J_D = A \wedge B$
 $K_B = A \vee C \quad K_C = A \wedge B \quad K_D = A$
Schaltungen siehe Lösungsbuch.
- f) Siehe Lösungsbuch.

15.3 Schaltungen mit monostabilen Kippgliedern

Seite 245

1. a) $\tau \approx 0,51 \text{ ms}$ b) $R_x = 2,16 \text{ k}\Omega$ c) $C_x = 14,3 \text{ pF}$
2. a) $\tau_a = 0,25 \text{ ms}$
Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.
- b) $\tau_a = 0,15 \text{ ms}$
Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.
- c) Die Schaltung erfüllt die Funktion eines Verzögerungselementes für die abfallende Flanke (Aus-schaltverzögerung).
- d) $R_x = 32,5 \text{ k}\Omega$; Schaltung und Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.
3. a) $\tau \approx 4 \mu\text{s}$; siehe Lösungsbuch.
b) $R_x = 44,7 \text{ k}\Omega$

15.4 Transportbandsteuerung

Seite 246

1. Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
2. Schaltfunktionen siehe Lösungsbuch.
3. Schaltung siehe Lösungsbuch.
4. Schaltung siehe Lösungsbuch.
5. Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.
6. Schaltungen siehe Lösungsbuch.
7. $R_v = 400 \Omega; \quad R_C = 490 \Omega$
8. $R_B = 5,65 \text{ k}\Omega$

15.5 Codeprüfung

Seite 247

$$\begin{array}{ll} 1. \quad J_D = B \wedge C & K_D = C \\ J_C = (A \wedge B) \vee (B \wedge D) & K_C = B \vee D \\ \text{Wertetabelle und KV-Diagramme,} \\ \text{siehe Lösungsbuch.} \end{array}$$

2. und 3. aus KV-Diagramm:
 $E = (\overline{A} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge \overline{D}) \vee (\overline{B} \wedge \overline{C} \wedge \overline{D})$
schaltalgebraisch minimiert:
 $E = ((\overline{A} \wedge \overline{C}) \wedge (\overline{B} \vee \overline{D})) \vee ((\overline{B} \wedge \overline{D}) \wedge (\overline{A} \vee \overline{C}))$
Schaltung siehe Lösungsbuch.
4. Schaltung siehe Lösungsbuch.
5. Schaltung siehe Lösungsbuch.
 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 5 \text{ k}\Omega;$
 $R_6 = R_7 = R_8 = 1 \text{ k}\Omega$

16 Arbeiten mit Datenblättern

16.1 Einführung in den Datenblattgebrauch

16.1.2 Technische Kenngrößen in Datenblättern

Seite 250

1. a) $V_{CC} = 6,0 \text{ V}$ b) $V_I = V_{CC} = 6,0 \text{ V}$
c) $T_{stg} = -65^\circ\text{C}$ bis 150°C
2. a) $I_{IK} = \pm 20 \text{ mA}$ b) $I_{OK} = \pm 20 \text{ mA}$
3. a) $I_0 = \pm 12,5 \text{ mA}$ b) $I_{CC} = 25 \text{ mA}$
c) $I_{GND} = -25 \text{ mA}$

4. $T_{\text{amb}} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$
5. a) $V_{\text{OH}} = 3,7 \text{ V}$ b) $V_{\text{OL}} = 0,4 \text{ V}$
6. $I_1 = 1,0 \mu\text{A}$

16.1.3 Umgang mit Datenblättern von Spannungsreglern und Timer-Bausteinen

Seite 251

1. a) $\frac{R_2}{R_1} = 8,6$
b) $R_2 = 2,04 \text{ k}\Omega$ bei $R_1 = 240 \Omega$
2. a) $I_{0,\text{max}} = 1,5 \text{ A}$
b) Toleranz $-55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$
c) $U_{I,\text{min}} = 1,2 \text{ V}$
3. Baustein 555, da alle Bedingungen erfüllt sind. ZN 1034 ist auch möglich, es ist aber nur ein Hersteller verfügbar!
4. Baustein 7555 in CMOS-Technologie
5. a) Monostabile Kippstufe
b) Pin 1, 2 und 3
c) Q und \bar{Q}

16.2 Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungs-temperatur $\vartheta_u = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Seite 252

1. a) 20 A b) 21 A
2. a) $2,5 \text{ mm}^2$ b) $19,5 \text{ A}$

16.3 Überstromschutz-einrichtungen

Seite 253

Beispiel 1: $t = 1 \text{ s}$, Beispiel 2: $I_a = 65 \text{ A}$

16.4 Kleintransformatoren

Seite 254

1. Ausgangsleistung: $S = 120 \text{ VA}$
Aus Tabelle 1: Kern M102a
Eingangswicklung:
 $N_1 \approx 750$; $S_{\text{zu}} = 120 \text{ VA}$; $I_1 = 0,52 \text{ A}$
Aus Tabelle 1: $J_1 = 2,5 \text{ A/mm}^2$
 $A_1 = 0,24 \text{ mm}^2$, $d_1 = 0,52 \text{ mm}$

Ausgangswicklung:
 $N_2 = 84$; $I_2 = 5 \text{ A}$
Aus Tabelle 1: $J_2 = 2,8 \text{ A/mm}^2$
 $A_2 = 1,79 \text{ mm}^2$; $d_2 = 1,51 \text{ mm}$

2. Ausgangsleistung: $S = 62 \text{ VA}$
Aus Tabelle 1: Kern M 85
Eingangswicklung:
 $N_1 \approx 962$; $S_{\text{zu}} \approx 74 \text{ VA}$; $I_1 = 0,32 \text{ A}$
Aus Tabelle 1: $J_1 = 3,0 \text{ A/mm}^2$
 $A_1 = 0,11 \text{ mm}^2$; $d_1 = 0,37 \text{ mm}$
Ausgangswicklung:
 $N_2 \approx 220$; $I_2 = 1,29 \text{ A}$
Aus Tabelle 1: $J_2 = 3,4 \text{ A/mm}^2$
 $A_2 = 0,379 \text{ mm}^2$; $d_2 = 0,7 \text{ mm}$

17 Rechnungswesen und Controlling

17.1 Arbeiten mit EXCEL

Seite 256

1. Siehe Lösungsbuch.
2. Siehe Lösungsbuch.
3. Siehe Lösungsbuch.
4. Siehe Lösungsbuch.

17.2 Finanzbuchhaltung

Seite 257

1. a) $EK = 350782 \text{ €}$ b) Siehe Lösungsbuch.
2. Warenbestände = 42218 €
3. a) $G_S = 248\,116 \text{ €}$ b) $G_b = 163\,909 \text{ €}$
4. a) $G_S = 194\,355 \text{ €}$ b) $E = 1\,515\,956 \text{ €}$
5. c) $E_V = 69\,530 \text{ €}$

17.3 Kostenrechnung

17.3.1 Fixe und variable Kosten

Seite 258

1. a) 7405 € b) 2723 €
2. a) 3012 € b) $13\,199 \text{ €}$
3. a) $K = 13\,531 \text{ €}$ b) $k = 4,87 \text{ €}$ c) $m' = 5253$
4. a) $k = 767,05 \text{ €}$ b) $K_f = 107\,180 \text{ €}$ c) $k' = 751,11 \text{ €}$
5. Siehe Lösungsbuch.
6. Siehe Lösungsbuch.

17.3.2 Kostenstellenrechnung

Seite 260

1. a) MGKS = 59,85 %
c) HK = 384 €
 2. a) VerwGK = 66,97 €
c) VertrGKS = 16,86 %
 3. a) HK = 39,90 €
 4. a) LEK = 3,87 €
 5. a) M:F:Verw:Vertr
= 0,204 : 0,420 : 0,220 : 0,156
b) M:F:Verw:Vertr
= 48401 € : 99650 € : 52198 € : 37012 €
 6. a) M:F:Verw:Vertr
= 0,144 : 0,608 : 0,183 : 0,0648
b) M:F:Verw:Vertr
= 6160 € : 26010 € : 7829 € : 2772 €
 7. Siehe Lösungsbuch.
 8. Siehe Lösungsbuch.

17.3.3 Kostenträgerrechnung im produzierenden Gewerbe

Seite 262

- $k = 7,06 \frac{\text{€}}{\text{Mast}}$
 - $SK = 63937,50 \text{ €}$
 - $PS = 6,33 \%$
 - a) $\text{BarVP} = 1891,50 \text{ €}$ b) $GS = 23,47 \%$
c) $RS = 23,47 \%$
 - a) $SK = 448,45 \text{ €}; \quad \text{ZielVP} = 517,63 \text{ €};$
 $\text{BruttoVP} = 641,63 \text{ €}$
b) Siehe Lösungsbuch.
 - a) $HK = 362,83 \text{ €}; \quad LEK = 51,25 \text{ €}$
 $\text{BarVP} = 455,57 \text{ €}; \quad \text{BruttoVP} = 610,32 \text{ €}$
b) Siehe Lösungsbuch.
 - Formeln für:

7. Formeln für:

$$\text{Zelle D18: } \text{NettoVP} = \frac{\text{BruttoVP}}{1 + \text{MWSTS}/100\%}$$

$$\text{Zelle C17: } R = RS \cdot \frac{\text{NettoVP}}{100\%}$$

Zelle D16: ZielVP = Netto VP - R
ZielVP

$$\text{Zelle C15: } S = SS \cdot \frac{\text{ZielVP}}{100 \%}$$

$$\text{Zelle C14: } P = PS \cdot \frac{\text{ZielVP}}{100 \%}$$

Zelle D13: $BarVP = \frac{100}{ZielVP} - S - P$

Zelle C12: $G = BarVP - SK$

$$\text{Zelle B12: } GS = G \cdot \frac{100\%}{SK}$$

17.3.4 Kostenträgerrechnung in Handelsbetrieben

Seite 263

1. a) $ZielEP = 52,21 \text{ €}$; $BarEP = 51,17 \text{ €}$
 $BP = 53,67 \text{ €}$
b) Siehe Lösungsbuch.
 2. a) $BarEP = 980 \text{ €}$; $ZielEP = 1010,31 \text{ €}$
 $LEP = 1148,08 \text{ €}$
b) Siehe Lösungsbuch.
 3. a) $BarEP = 650 \text{ €}$ b) $NettoVP = 874 \text{ €}$
 4. a) $KS = 29,3 \%$ b) $RohGS = 22,7 \%$ c) $KF = 1.293$

18 Markt- und Kundenbeziehungen

18.1 Lieferantenauswahl

18.1.1 ABC-Analyse

Seite 264

18.1.2 Nutzwertanalyse

Seite 264

1. L2 liegt auf Rang 1.
 2. Die Rangfolge bleibt erhalten.

18.2 Bestellung und Lagerhaltung

18.2.1 Bestellpunktverfahren

Seite 265

1. a) $L_{B_M} = 50000$ Blatt $\triangleq 20$ Kartons
b) $t = 82$ Tage
 2. a) $t_e = 5$ Tage
b) $t_L = 10$ Tage

18.2.2 Lagerkennziffern

Seite 266

- a) = Mittelwert (E8:E20)
- b) = D23/E29
- c) = 360 Tage/E31
- d) = B25*E27/E31

2. Siehe Lösungsbuch.

3. a), b) ändern sich nicht

c) Lagerkosten nehmen ab, da diese vom Einkaufspreis abhängig sind.

18.2.3 Optimale Bestellmenge

Seite 267

- in Zelle G11: $= F11*\$D\6
bis Zelle G17: $= F17*\$D\6

2. Siehe Lösungsbuch.

3. Bei Lieferant L1 sind die Gesamtkosten am geringsten.

18.2.4 Eigenfertigung oder Fremdbezug

Seite 267

- $m_k = 8000$ St.
- $K_g = 910000$ €
- a) $K_f = 16400$ € b) $m_k = 1640$ St.
- a) $K_g = 95000$ € b) $EP = \frac{950}{St.}$
c) $m_k = 75$ St. d) $m_k = 150$ St.

18.3 Prüfungsaufgaben IT-Technik

18.3.1 Unternehmensgründung

Seite 268

- a) $AV = 315\,000$ € b) $\frac{EK}{FK} = 2,9$
c) Siehe Lösungsbuch
- a) Bei Kreditkauf: $GK = 27\,288$ €
Bei Leasing: $GK = 27\,360$ €
b) $K = 0,14$ R 14 %
c) $K = 0,055 \frac{\text{€}}{\text{km}}$
d) GK pro km = $0,3759 \frac{\text{€}}{\text{km}}$
- a) $RohG = 44,58$ € b) $HSP = 4,25$ %
- $BruttoVP = 13\,698,69$ €

5. Angebotspreis = 1374,45 €

6. Ecotank-Drucker: 332 €
Drucker 2: 514 €
Ersparnis: 182 €

18.3.2 Beschaffung und Betrieb von Datenprojektoren

Seite 269

- Testsieger wird Produkt P1.
- Anbieter 1: Angebot = 6600 €
Anbieter 2: Angebot = 6804 €
Anbieter 3: Angebot = 5559,76 €
- Anbieter 3 ist der Günstigste.
- Siehe Lösungsbuch.
- Siehe Lösungsbuch.
- Gesamtkosten = 338 €

18.3.3 Kommunikationskosten

Seite 270

- a) $K_1 = 4$ ct; $K_{1+} = 8$ ct; $K_{60} = 6$ ct;
 $K_{60+} = 9$ ct; $K_{240} = 12$ ct; $K_{600} = 30$ ct
b) $K_1 = 11$ ct; $K_{1+} = 15$ ct; $K_{60} = 12$ ct;
 $K_{60+} = 15$ ct; $K_{240} = 12$ ct; $K_{600} = 30$ ct
c) $K_1 = 37$ ct; $K_{1+} = 41$ ct; $K_{60} = 39$ ct;
 $K_{60+} = 42$ ct; $K_{240} = 48$ ct; $K_{600} = 30$ ct
- a) $K_1 = 166,5$ ct; $K_{1+} = 170,5$ ct;
 $K_{60} = 168,0$ ct; $K_{60+} = 171,0$ ct;
 $K_{240} = 168,0$ ct; $K_{600} = 180,0$ ct
b) Der Tarif mit Sekundentakt ohne Einwahlgebühr ist am günstigsten.
- a) $K_1 = 4,0$ ct; $K_{1+} = 7,3$ ct; $K_{60} = 5,0$ ct;
 $K_{60+} = 8,0$ ct; $K_{240} = 9,6$ ct; $K_{600} = 24,0$ ct
b) $K_1 = 37,0$ ct; $K_{1+} = 34,9$ ct; $K_{60} = 32,5$ ct;
 $K_{60+} = 35,5$ ct; $K_{240} = 38,4$ ct; $K_{600} = 48,0$ ct
c) $K_1 = 166,5$ ct; $K_{1+} = 142,9$ ct; $K_{60} = 140,0$ ct;
 $K_{60+} = 143,0$ ct; $K_{240} = 134,4$ ct; $K_{600} = 144,0$ ct
- Der Tarif mit einer Taktzeit von 240 s ohne Einwahlgebühr ist am günstigsten.
- a) $HK_A = 466,75$ € b) $HK_A = 19,45$ €/Mon
 $HK_B = 114$ € $HK_B = 4,75$ €/Mon
 $HK_C = 260,75$ € $HK_C = 10,86$ €/Mon
- $GK = 69,20$ € im Monat

18.3.4 Druckerkosten

Seite 271

1. a) $\frac{k}{\text{Seite}} = 0,275 \text{ €/Seite}$

b) $\frac{k}{\text{Seite}} = 0,19 \text{ €/Seite}$

2. $P = 0,45 \text{ €}$

3. $P = 2,74 \text{ €}$

4. $P_L/\text{Seite} = 0,0167 \text{ €/Seite}$
 $P_T/\text{Seite} = 0,0194 \text{ €/Seite}$

5. $K_1 = 2870 \text{ €}$

$K_2 = 3540 \text{ €}$

Drucker 1 spart 700 €.

6. Ecotank-Drucker spart 182 €

19 Ergänzendes Fachwissen Elektrotechnik, Kommunikationstechnik

19.1 Netzwerkschaltungen

19.1.1 Überlagerung bei linearen Netzwerken

Seite 272

1. $I_{32} = 1,21 \text{ A}$

2. $I_{31} = 1,452 \text{ A}$

3. a) $I_3 \approx 2,66 \text{ A}$ b) $U_3 = 10,64 \text{ V}$

4. a) $I_3 \approx -0,24 \text{ A}$ b) $U_3 = -0,96 \text{ V}$

5. a) $I_3 = 1,51 \text{ A}$ b) $U_3 = 9,06 \text{ V}$

6. $I_1 = 0,98 \text{ A}$

7. a) $-I_2 = 0,54 \text{ A}$

b) Der Akkumulator wird entladen.

8. $I_3 = 0,8 \text{ A}; R_3 = 12 \Omega$

9. $I_3 = 0,343 \text{ A}; R_3 = 29 \Omega$

10. $I_3 = 2,4 \text{ A}; R_3 = 3,5 \Omega$

19.1.2 Ersatzspannungsquelle

Seite 273

1. $U_2 = 2,77 \text{ V}$

2. a) $I_L = 0,562 \text{ A}$ b) $R_L = 4,45 \Omega$

3. $\Delta U_2 = 93,2 \text{ mV}$

4. $\Delta I_B = 34 \mu\text{A}$

5. a) $U'_{02} = 9,09 \text{ V}; R'_{i2} = 0,546 \text{ k}\Omega$

b) $U'_{04} = 8,17 \text{ V}; R'_{i4} = 278 \Omega$

c) $I_5 \approx 1 \text{ mA}; U_5 = 0,1 \text{ V}$

6. a) $U_5 = -1,12 \text{ V}$ b) $I_{5k} = -0,206 \text{ mA}$

19.1.3 Ersatzstromquelle

Seite 274

1. $I_L = 1,8 \text{ A}$

2. $R_L = 3 \text{ k}\Omega$

3. a) $R'_i = 10 \text{ k}\Omega$ b) $I_{L2} = 8,33 \text{ mA}$

4. a) $I' = 100 \text{ mA}$; b) $I_{L2} = 80 \text{ mA}$

5. $U_a = 54,6 \text{ V}$

6. $U_{CE} = 5,76 \text{ V}$

19.2 Ermittlung von Kühlflächen

Seite 275

1. a) $R_{th} = 12,3 \frac{\text{K}}{\text{W}}$ b) $A_{schwarz} = 94,9 \text{ mm} \cdot 94,9 \text{ mm}$

2. $R_{thK} = 5,4 \text{ K/W}$
 Al-Blech 120 mm · 120 mm · 2 mm

3. a) $T = 0,5 \text{ ms}; g = 0,2; r_{thG} = 10 \text{ K/W}$
 b) $P_{tot85} = 11,5 \text{ W}$

4. $I_{Cmax} = 1,367 \text{ A}$

19.3 Felder in der Elektrotechnik

19.3.1 Elektrische Flussdichte

Seite 276

1. $D = 1,11 \frac{\text{mC}}{\text{m}^2}$

2. $Q = 124,1 \text{ pC}$

3. a) $D = 15,93 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$ b) $D = 111,51 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}; Q = 1,1151 \mu\text{C}$

4. a) $E = 240 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$ b) $D = 25,488 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$ c) $Q = 5,1 \text{ nC}$

5. a) $\varepsilon_r = 3$ b) $\varepsilon = 26,55 \frac{\text{pC}}{\text{Vm}}$

c) $E = 3,77 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

d) $Q = 70 \text{ nC}$

6. a) $D_2 = 120 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$ b) $\psi = 5,16 \text{ pC}$

c) $E = 1,69 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

d) $U = 5,915 \text{ kV}$

19.3.2 Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes

Seite 277

1. $I = 1,05 \text{ A}$
2. $L = 1,44 \text{ mH}; W = 180 \mu\text{Ws}$
3. $I = 60 \text{ mA}$
4. a) $w = 180 \text{ Ws/m}^3$ b) $W = 29,7 \text{ mWs}$
5. $w = 254,6 \text{ kWs/m}^3$
6. $w = 0,994 \text{ mWs/m}^3 \approx 1 \text{ mJ/m}^3$
7. $W = 6,3 \text{ mWs}$
8. $I = 8,5 \text{ A}$
9. $W = 0,194 \frac{\text{Ws}}{\text{m}^3}$

19.4 RC-Schaltungen

19.4.1 Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung

Seite 278

1. $R_p = 14,49 \text{ k}\Omega; C_p = 382,41 \text{ pF}$
2. $R_p = 283,22 \text{ k}\Omega; L_p \approx L_r = 210 \mu\text{H}$
3. $R_r = 4,24 \text{ k}\Omega; L_r = 363,97 \mu\text{H}$
4. $R_r = 0,108 \Omega; C_r \approx C_p = 270 \text{ pF}$
5. für $f = 100 \text{ Hz}$: $U_2 = 1,07 \text{ V}$
für $f = 10 \text{ kHz}$: $U_2 = 0,97 \text{ V}$
6. a) für $f = 100 \text{ Hz}$: $U_2 = 0,38 \text{ V}$
für $f = 10 \text{ kHz}$: $U_2 = 0,16 \text{ V}$
b) Siehe Lösungsbuch.

19.4.2 Einfache RC-Siebschaltungen

Seite 279

1. a) $f_c = 1,94 \text{ kHz}$ b) $U_2 \approx 7 \text{ V}$ c) $U_2 \approx 194 \text{ mV}$
2. a) $C \approx 965 \text{ pF}$ b) $f_c = 49,98 \text{ kHz}$
3. a) $R_2 = 1,99 \text{ k}\Omega; C_1 = 1,66 \text{ nF}$
b) $\frac{U_2}{U_1} = 7,66 \%$
4. a) $R_1 = 44,65 \text{ k}\Omega$ b) $f_m = 237,63 \text{ Hz}$
c) $C_2 = 142,5 \text{ nF}$
5. a) $A = 10,88 \text{ dB}$ b) $R_2 = 1,81 \text{ k}\Omega; C_1 = 4,4 \text{ nF}$

6. a) $\frac{U_1}{U_2} = 3,98$
c) $f_m = 14,06 \text{ kHz}$
- b) $R_2 = 1,38 \text{ k}\Omega$
d) $C_1 = 1,38 \text{ nF}$

19.5 Schwingungserzeugung mit Wien-Oszillator

Seite 280

1. $R = 9,65 \text{ k}\Omega$
2. $C = 482 \text{ pF}$
3. a) $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$
b) $f_o = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$
4. a) $\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}$
b) $f_o = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$
5. a) $f_o = 3,39 \text{ kHz}$
b) $V_u = 1,94$ c) $R_K = 25,38 \text{ k}\Omega$
6. a) $f_o = 3,39 \text{ kHz}$
b) $V_u = 5,255$ c) $R_Q = 23,5 \text{ k}\Omega$
7. a) $f_{o\min} = 1,447 \text{ kHz}$ b) $f_{o\max} = 15,92 \text{ kHz}$
8. $R = 21,22 \text{ k}\Omega$

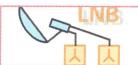
Seite 281

9. a) $V_{ust} = 6,17$
b) $U_2 = 4,27 \text{ V}$
10. a) $R_3 = 75 \Omega$
b) $R_4 = 75 \Omega$ c) $V_{ust} = 4$
11. a) $R_3 = 65 \Omega$
c) $V_{ust} = 7,5$
b) $R_4 = 130 \Omega$
d) $R_Q = 7,23 \text{ k}\Omega$
12. a) $U_{R3} = 2 \text{ V}$
c) $V_{ust} = 6,67$
b) $R_4 = 112,5 \Omega$
d) $R_K = 124,7 \text{ k}\Omega$
13. a) $R_3 = 65 \Omega$
c) $U_2 = 4,96 \text{ V}$
b) $V_{ust} = 2,78$
d) $R_Q = 26,4 \text{ k}\Omega$
14. a) $R_3 = 75 \Omega$
c) $U_2 = 4 \text{ V}$
b) $V_{ust} = 3,82$
d) $R_K = 62 \text{ k}\Omega$

19.6 Entscheidungsgehalt und Redundanz von Codes

Seite 282

1. a) $H_0 = 4$
b) $n = 2 \text{ Sh}$
2. a) $H_0 = 256$
b) $n = 8 \text{ Sh}$
3. a) $H_0 = 1024$
b) $H_1 = 10$ c) $R = 6,67 \text{ Sh}$
4. a) $H_0 = 128$
b) $H_1 = 10$ c) $R = 3,67 \text{ Sh}$
5. a) $R = 1,3 \text{ Sh}$
b) $R = 2,1 \text{ Sh}$
6. a) $H_0 = 256$
b) $R = 0,21 \text{ Sh}$
7. a) $n = 8$
b) $H_0 = 256 \text{ Sh}$
8. a) $n = 10$
b) $H_0 = 1024 \text{ Sh}$



19.7 Schaltkreis PAL 16RP8

Seite 283

1. Pin 11 muss an Masse gelegt werden, Schaltung, siehe Lösungsbuch.
2. $xor = 0$, Schaltung, siehe Lösungsbuch.
3. a) Zeitablaufdiagramm, siehe Lösungsbuch.
b) Es liegt ein einschaltbarer Frequenzteiler vor.
4. Wertetabelle und Schaltung, siehe Lösungsbuch.
 $q_{0,n+1} = q_{0,n} \wedge q_{1,n}$ und $q_{1,n+1} = q_{0,n} \wedge q_{1,n}$

19.8 Verteilnetze

19.8.1 Pegelrechnung in HF-Verteilnetzen

Seite 285

1. $L_{ue} = 54,7 \text{ dB}\mu\text{V}; U_{75} = 543,3 \mu\text{V}$
2. a) $L_{ue} = 54 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) Antennengewinn = 11 dB
3. a) $P = 0,316 \text{ mW}$ b) $U = 435,4 \text{ mV}$
4. a) $P = 3,16 \mu\text{W}$ b) $U = 43,5 \text{ mV}$
5. a) $L_p = 8 \text{ dBm}$ b) $U = 1,95 \text{ V}$
6. a) $L_p = 3 \text{ dBm}$ b) $U = 1,09 \text{ V}$
7. a) $U_{600} = 1,09 \text{ V}$ b) $L_u = 111,7 \text{ dB}\mu\text{V}$
8. a) $U_{600} = 1,228 \text{ V}$ b) $L_u = 112,7 \text{ dB}\mu\text{V}$
9. $L_{uA} = 77 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uB} = 97 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uC} = 95 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uD} = 93,5 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uE} = 88 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uF} = 87,55 \text{ dB}\mu\text{V}$
10. $L_{uA} = 80,6 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uB} = 98,6 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uC} = 96,6 \text{ dB}\mu\text{V}; L_{uN} = 72,4 \text{ dB}\mu\text{V}$
11. $G_u = 11,2 \text{ dB}$
12. $L_u = 73,55 \text{ dB}\mu\text{V}$
Der Höchstpegel ist also **nicht** überschritten.

19.8.2 Rauschabstand in HF-Verteilnetzen

Seite 286

1. a) $F_n = 6,31$ b) $U_{ne} = 3,52 \mu\text{V}$ c) $U_{na} = 19,78 \mu\text{V}$
2. a) $A_n = 3 \text{ dB}$ b) $U_{ne} = 2 \mu\text{V}$ c) $L_{une} = 6 \text{ dB}\mu\text{V}$
3. a) $F_n = 4$ b) $A_\sigma = 45 \text{ dB}$
4. a) $A_n = 10 \text{ dB}$ b) $F = 10$
5. a) $L_{u1} = 46 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) $L_{u2} = 60 \text{ dB}\mu\text{V}$
c) $G = 14 \text{ dB}$ d) $L_{uE} = 51 \text{ dB}\mu\text{V}$

6. a) $L_u = 66 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) $A_\sigma = 58 \text{ dB}$
c) $A_{\sigma R} = 40 \text{ dB}$ d) $U_{ne} = 2,51 \mu\text{V}; F_n = 3,2$

7. a) $U = 158,5 \text{ mV}$ b) $U_{na} \approx 20 \mu\text{V}$ c) $A_\sigma = 78 \text{ dB}$
8. a) $U = 708 \text{ mV}$ b) $U_{na} = 501,2 \mu\text{V}$ c) $A_\sigma = 63 \text{ dB}$

19.8.3 Pegelrechnung in Breitband-Kommunikationsanlagen

Seite 287

1. a) $A = 44,4 \text{ dB}$ b) $L_{u1} = 48,6 \text{ dB}\mu\text{V}$
c) $G_{u2} = 21,4 \text{ dB}$
2. a) $A = 38,1 \text{ dB}$ b) $L_{u1} = 74,9 \text{ dB}\mu\text{V}$
3. a) $L_{umax} = 95,16 \text{ dB}\mu\text{V}$
b) $L_{uv} = 93,32 \text{ dB}\mu\text{V}$
Der maximal zulässige Ausgangsspannungspegel ist nicht überschritten.
4. a) $L_{uv} = 102,32 \text{ dB}\mu\text{V}$
b) $n_F = 13,16$
Der Verstärker kann also mit 13 Fernsehkanälen angesteuert werden.
5. a) $L_{umin} = 81 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) $A_\sigma = 61,32 \text{ dB}$
6. $A_\sigma = 65,32 \text{ dB}$

19.8.4 Trägerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen

Seite 288

1. $G_A = 45,2 \text{ dBi}$
2. $d = 0,85 \text{ m}$
3. $G/T = 24,1 \text{ dB/K}$
4. $G/T = 15,2 \text{ dB/K}$
5. $G_A = 34,4 \text{ dBi}$
6. $A_n = 2,99 \text{ dB}$
7. $G/T = 46 \text{ dB/K}$
8. $C/N = 8 \text{ dB}$

19.8.5 Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen

Seite 289

1. $L_p = -65,6 \text{ dBW}$
2. $G_A = 35 \text{ dBi}$
3. $L_u = 72,75 \text{ dB}\mu\text{V}$



4. $L_p = -91,75 \text{ dBW}$
5. an ① und ⑤: $L_{u1} = 63,15 \text{ dB}\mu\text{V}$
an ② und ⑥: $L_{u2} = 62,25 \text{ dB}\mu\text{V}$
an ③ und ⑦: $L_{u3} = 61,35 \text{ dB}\mu\text{V}$
an ④ und ⑧: $L_{u4} = 60,45 \text{ dB}\mu\text{V}$
6. a) $G_A = 41,02 \text{ dBi}$ b) $d = 1,18 \text{ m}$

19.8.6 Grenzwerte bei Mobilfunkanlagen

Seite 290

1. a) $D = 2,99 \text{ m}$ b) $D = 6,69 \text{ m}$

2. $D = 470 \text{ m}$

3. a) $E = 1,37 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

b) Die Leistungsflussdichte von $PFD = -23 \text{ dBW}$ ist wesentlich geringer (ca. 200-fach) als die Vorsorgewerte.

4. $PFD = 8 \text{ dBW/m}^2; E = 48,8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

19.8.7 Mechanische Sicherheit der Antennenstandrohre und Ausrichtung der Satellitenantennen

Seite 291

1. $M = 858,5 \text{ Nm}$

2. $M = 1176,15 \text{ Nm}$

Das Antennenstandrohr ist überlastet, da $1176,15 \text{ Nm} > 1040 \text{ Nm}$ ist.

3. Azimutwinkel = 170°
Elevationswinkel = 30°

4. Azimutwinkel = 165°
Elevationswinkel = 30°

19.8.8 100-V-Normausgang

Seite 292

1. $\ddot{u} = 10$

2. $\ddot{u} = 7,45$

3. $P_L = 50 \text{ W}$

4. $Z = 8 \Omega$

5. a) $P = 100 \text{ W}$
b) $\ddot{u}_1 = 7,07; \ddot{u}_2 = 11,2; \ddot{u}_3 = 10; \ddot{u}_4 = 7,45$
c) $U_{L1} = 14,14 \text{ V}; U_{L2} = 8,93 \text{ V}; U_{L3} = 10 \text{ V}; U_{L4} = 13,42 \text{ V}$

6. a) $P = 75 \text{ W}$
b) $Z = 12 \Omega$; alle 3 Lautsprecher in Reihe.
c) $U = 30 \text{ V}$; an jedem Lautsprecher liegen 10 V.

7. $A = 2,86 \text{ mm}^2$

8. a) $\ddot{u} = 4,08$ b) $U_v = 1,34 \text{ V}$ c) $U_L = 24,51 \text{ V}$

19.9 Signalübertragung

19.9.1 Modulation, Mischung und Demodulation

19.9.1.1 Analoge Modulation

Amplitudenmodulation

Seite 293

1. $m = 20,83 \%$

2. $\hat{u}_s = 3,575 \text{ V}$

3. $m = 60 \%$

4. a) $\hat{u}_s = 11 \text{ V}$ b) $\hat{u}_T = 21 \text{ V}$ c) $m = 52,38 \%$

5. $\hat{u}_{\min} = 3,392 \text{ V}$

6. $\hat{u}_{\max} = 2,8 \text{ V}$

7. a) $f_o = 811 \text{ kHz}; f_u = 789 \text{ kHz}$ b) $B = 22 \text{ kHz}$

8. a) $f_{o1} = 575,08 \text{ kHz}; f_{u1} = 574,92 \text{ kHz}; f_{o2} = 575,72 \text{ kHz}; f_{u2} = 574,28 \text{ kHz}; f_{o3} = 581,3 \text{ kHz}; f_{u3} = 568,7 \text{ kHz}$
b) $B = 12,6 \text{ kHz}$

9. $\hat{u}_o = 3,2 \text{ V}$

10. $\hat{u}_T = 13,333 \text{ V}; \hat{u}_o = 4 \text{ V}$

11. a) $P_T = 80 \text{ kW}$ b) $2P_S = 20 \text{ kW}$ c) $P_S = 10 \text{ kW}$

12. a) $P_T = 75,75 \%$ von P b) $2P_S = 24,25 \%$ von P

13. $B = 14,7 \text{ kHz}$

14. $B = 7,4 \text{ kHz}$

15. $B = 30 \text{ kHz}$

16. $f_{s\max} = 1,3 \text{ MHz}$

Frequenzmodulation

Seite 295

1. a) $f_s = 10 \text{ kHz}$ b) $B = 120 \text{ kHz}$

2. a) $\delta = 0,18$ b) $B = 23,6 \text{ kHz}$

3. a) $\Delta f_{\max} = 15 \text{ kHz}$ b) $\delta = 3$ c) $B = 40 \text{ kHz}$

4. a) $B = 180 \text{ kHz}$ b) $B = 165 \text{ kHz}$
 c) Trotz der halben Signalfrequenz bei b gegenüber a unterscheidet sich die Bandbreite bei b kaum von der bei a.

5. $\widehat{\Delta f} = 1,8 \text{ kHz}; \delta = 0,529$

6. a) $B = 180 \text{ kHz}$ b) $f_s = 15 \text{ kHz}$ c) $\delta = 5$

19.9.1.2 Demodulation

Seite 296

1. $C_L = 122 \text{ pF}$
2. $R = 11,38 \text{ k}\Omega$
3. a) $L_2 = 254,7 \mu\text{H}$ b) $R_d = 41 \text{ k}\Omega$ c) $B' = 11,26 \text{ kHz}$
4. a) $L_2 = 306,94 \mu\text{H}$ b) $R_d = 41,1 \text{ k}\Omega$
 c) $R = 82,2 \text{ k}\Omega$ d) $B = 2,07 \text{ kHz}$
5. a) $f_s = 2 \text{ kHz}$
 b) $f_o = 462 \text{ kHz}; f_u = 458 \text{ kHz}$
 c) $f_o - f_T = 2 \text{ kHz}; f_o + f_T = 922 \text{ kHz};$
 $f_T - f_u = 2 \text{ kHz}; f_T + f_u = 918 \text{ kHz};$
 $f_T + f_T = 920 \text{ kHz}; f_T - f_T = 0$
6. a) $f_o - f_T = 3 \text{ kHz}; f_o + f_T = 943 \text{ kHz};$
 $f_T - f_u = 3 \text{ kHz}; f_T + f_u = 937 \text{ kHz};$
 $f_T + f_T = 940 \text{ kHz}; f_T - f_T = 0$
 b) 3 kHz

19.9.2 Mischung und Frequenzumsetzung

Seite 297

1. $f_z = 460 \text{ kHz}$
2. $f_o = 1035 \text{ kHz}$
3. a) $f_{\text{omin}} = 985 \text{ kHz}$ b) $f_{\text{omax}} = 2060 \text{ kHz}$
 c) $\frac{f_{\text{emax}}}{f_{\text{emin}}} = 3,048$ d) $\frac{C_{\text{emax}}}{C_{\text{emin}}} = 9,290$
 e) $\frac{f_{\text{omax}}}{f_{\text{omin}}} = 2,091$ f) $\frac{C_{\text{omax}}}{C_{\text{omin}}} = 4,372$
4. a) $\frac{f_{\text{emax}}}{f_{\text{emin}}} = 1,188$ b) $f_z = 10,714 \text{ MHz}$
 c) $f_{\text{omax}} = 114,714 \text{ MHz}$ d) $f_{\text{omin}} = 98,214 \text{ MHz}$
5. $f_o = 9,75 \text{ GHz}$
6. $f_{Z\text{max}} = 2150 \text{ MHz}$
7. $f_{sp} = 7,02 \text{ MHz}$
8. $f_e = 93,6 \text{ MHz}$

19.10 Fehlererkennung

Seite 299

1. a) FCS: 01111 b) FCS: 0111
2. a) FCS: 01010 b) FCS: 01010
3. a) FCS: 11111 b) Registerinhalt: 00000
4. a) $R_s(x) = x^3 + x^2 + x + 1$ b) $R_e(x) = 0$
5. a) FCS: 0011011000000000
 b) Inhalt des Empfangsregisters: 0
 c) Inhalt des Empfangsregisters:
 $0010110110001100 \neq 0$
 ⇒ Blockfehler wird erkannt

19.11 Zuverlässigkeit von Bauelementen und Schaltungen

Seite 300

1. a) $24 \cdot 10^6 \text{ h}$ b) $a = 0,9375 \%$ c) $\lambda = 125 \text{ fit}$
2. $\lambda = 342 \text{ fit}$
3. $MTBF = 38\,986,35 \text{ h}$
4. $\lambda = 53,91 \text{ fit}$
5. a) $\Sigma \lambda = 1,52 \cdot 10^{-5} \cdot \text{h}^{-1}$ b) $MTBF = 65\,789 \text{ h}$
6. $\lambda_{\text{FET}} = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot \text{h}^{-1}$
7. a) $F = 10,89$ b) $t_{b2} = 137,74 \text{ h}$
8. a) $T_2 = 112,3 \text{ }^\circ\text{C}$
 b) Siehe Lösungsbuch.

20 Ergänzendes Fachwissen Mathematik

20.1 Gleichungen

20.1.1 Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten

Seite 301

1. a) $x = 3$ b) $x = 9,8$ c) $x = 4$ d) $x = 1,5$
2. a) $x = 5$ b) $x = 2$ c) $x = \frac{1}{6}$ d) $x = -20$
3. a) $x = 12$ b) $y = 2$
4. a) $x = 8$ b) $y = -\frac{1}{4}$
5. a) $x = 40$ b) $y = -2\frac{2}{7}$ c) $x = \frac{67}{12}$

6. a) $x = 21 \frac{1}{7}$ b) $x = \frac{9}{7}$ c) $y = \frac{6-5a}{5}$

7. $x = 1127 \Omega$

8. $x = 2,7 \text{ A}$

9. $x = 23,99 \text{ V}$

10. $x = 25$

11. $R_1 = 2,1 \Omega$

20.1.2 Lineares Gleichungssystem mit zwei Unbekannten

Seite 303

1. a) $y = 5$; $x = 3$ b) $y = 4$; $x = 10$

2. a) $y = 1$; $x = 4$ b) $y = -\frac{2}{3}$; $x = 4\frac{1}{3}$

3. a) $y = 13$; $x = 12$
b) $y = 6,5a + 11$; $x = 10,5a + 16$

4. a) $x = -50$; $y = -60$ b) $x = a$; $y = b$

5. $x = 12$; $y = 17,4$

6. $y = 4$; $x = -4$

7. $y = 7,5$; $x = 19,5$

8. $y = 14$; $x = 35$

9. $P = 15 \text{ a}$; $K = 18 \text{ a}$

10. $y = 0,50 \text{ €}$; $x = 10,50 \text{ €}$

11. $y = 100$ (Transistoren); $x = 80$ (Dioden)

12. $d_1 = 0,7 \text{ mm}$; $d_2 = 1 \text{ mm}$

13. $I_2 = 32 \text{ mA}$; $I_1 = 16 \text{ mA}$

14. $R = 560 \Omega$; $U = 200 \text{ V}$

20.1.3 Quadratische Gleichungen

Seite 304

1. a) $x_1 = 1,414$; $x_2 = -1,414$
b) $x_1 = 1$; $x_2 = 6$

2. a) $x_1 = 1$; $x_2 = -1,25$ b) $x_1 = 8$; $x_2 = -2$

3. a) $x_1 = 6$; $x_2 = 5$ b) $x_1 = 3$; $x_2 = -\frac{1}{3}$

4. Die Seiten sind $\approx 28,5 \text{ cm}$ und $85,5 \text{ cm}$ lang.

5. $x_1 = 20 \text{ cm}$; $x_2 = 50 \text{ cm}$

6. $y_1 = 45 \text{ cm}$; $x = 30 \text{ cm}$

7. $R_1 = 180 \Omega$

8. $R_{21} = 10,49 \text{ k}\Omega$; $R_{22} = 310 \Omega$

9. $I_1 = \frac{452}{20} \text{ A} = 22,6 \text{ A}$; $I_2 = \frac{8}{20} \text{ A} = 0,4 \text{ A}$
Wegen $I < 1 \text{ A}$ gilt: $I = 0,4 \text{ A}$

20.1.4 Sinussatz und Kosinussatz

Seite 305

1. $c = 14,0$; $\alpha = 79,1^\circ$; $\beta = 34,5^\circ$

2. $a = 5,4$; $\beta_2 = 98,7^\circ$; $\gamma = 46,7^\circ$

3. $\alpha = 40,1^\circ$; $\beta_2 = 114,2^\circ$; $\gamma = 25,8^\circ$

4. $\gamma = 63,9^\circ$; $a = 25,8$; $b = 84,8$

5. a) $\hat{u} = 45,2 \text{ V}$ b) $\varphi = 15,3^\circ$

6. a) $\hat{u}_2 = 7,47 \text{ V}$ b) $\varphi_1 = 170,9^\circ$

7. a) $i_2 = 20,733 \text{ mA}$ b) $\varphi_1 = 165,25^\circ$

8. $l = 86,16 \text{ m}$

9. $\alpha = 28,6^\circ$

20.2 Funktionen

20.2.1 Quadratische Funktionen

Seite 306

1. a) $R_1 = \frac{500 \Omega}{4} i^2$, siehe Lösungsbuch.
b) Der Graph ist eine Halbparabel.

2. $P_{\max} = \frac{U_0^2}{4 \cdot 60 \Omega}$, siehe Lösungsbuch.
Der Graph ist eine Halbparabel.

3. $W = \frac{U^2}{500 \Omega} 1 \text{ h}$, siehe Lösungsbuch.
Der Graph ist eine Vollparabel mit dem Scheitel im Ursprung.

4. $P = \frac{(U-60 \text{ V})^2}{33 \text{ k}\Omega}$, siehe Lösungsbuch.
Der Graph ist eine Vollparabel um $x = 60 \text{ V}$ zur y -Achse parallel verschoben.

5. $P = \frac{(U+20 \text{ V})^2}{33 \text{ k}\Omega}$, siehe Lösungsbuch.
Der Graph ist eine Teilparabel. Der Scheitel hätte den Bildpunkt $(-20 \text{ V}, 0 \text{ mW})$.

20.2.2 Exponentialfunktionen

Seite 307

1. a) $3,2^{1,8} = 8,114\,653$ b) $0,93^{0,8} = 0,943\,597$

2. a) $0,47^{1,3} = 0,374\,738$ b) $5,3^{0,4} = 1,948\,545$

3. a) $e^3 = 20,08554$ b) $e^{1,5} = 4,481689$

- c) $e^{-2,3} = 0,100259$ d) $1 - e^{-1,2} = 0,698806$
- 4.** a) $e^{0,7} = 2,013753$ b) $e^{-2} = 0,135335$
 c) $e^{-0,9} = 0,40657$ d) $e^{0,6} = 1,822119$
 e) $1 - e^{-0,25} = 0,221199$ f) $1 - e^{-5,2} = 0,994483$
- 5.** a) $x = -1,94954$ b) $x = 4,60517$
 c) $x = -4,226834$ d) $x = 1,203973$
- 6.** a) $x = 0,567086$ b) $x = 2,995732$
 c) $x = -0,7419373$ d) $x = -2,9704145$
- 7.** a) $y = 2^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
 b) $y = 0,4^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
- 8.** a) $y = 1,5^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
 b) $y = 0,6^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
- 9.** a) $y = e^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
 b) $y = 1 - e^{-x}$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
- 10.** a) $y = e^{-x}$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.
 b) $y = 1 - e^x$, Wertetabelle siehe Lösungsbuch.

- 5.** a) $y' = -16$ b) $y' = 32x$
 c) $y' = 36x^2 - 4x + 7$
- 6.** a) $y' = 12$ b) $y' = 28x - 3$
 c) $y' = 12x^2 - 4x + 16$
- 7.** a) $\frac{dU}{dI} = 24 \Omega$ b) $\frac{dI}{dU} = 1 S$
- 8.** $\frac{dP}{dI} = 52 \Omega \cdot I$
- 9.** a) $y' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$ b) $y' = \frac{1}{3(\sqrt[3]{x})^2}$ c) $y' = -x^{-2}$
- 10.** a) $y' = -2x^{-2}$ b) $y' = \frac{1}{4}x^{-\frac{3}{4}}$
 c) $y' = -1,5x^{-\frac{3}{2}}$
- 11.** a) $y' = 2 \sin x$ b) $y' = 5 \cos x - 5x \sin x$
 c) $y' = 12x \sin x + 6x^2 \cos x$
 d) $y' = 3e^x + 3x \cdot e^x$
- 12.** $dU/dt = 6,25 \frac{V}{s}$
- 13.** $di/dt = 1,1333 \frac{A}{ms}$

20.3 Differenzieren

20.3.1 Differenzenquotient und Differenzialquotient

Seite 308

1. $dU/dI = 0,5 \text{ k}\Omega$

2. $dU/dI = 0,5 \text{ k}\Omega$

3. $dI/dU = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

4. $dI/dU = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

5. Siehe Lösungsbuch.

6. Siehe Lösungsbuch.

7. Siehe Lösungsbuch.

8. Siehe Lösungsbuch.

20.3.2 Ableitungen von Funktionen

Seite 309

- 1.** a) $\frac{dy}{dx} = y' = 0$ b) $y' = 4$
 c) $y' = 8x$ d) $y' = e^x$ e) $y' = \cos x$
- 2.** a) $y' = 0$ b) $y' = 6$ c) $y' = 12x^2$
 d) $y' = 2e^x$ e) $y' = -\sin x$
- 3.** a) $\frac{dU}{dI} = U' = 10 \Omega$ b) $P' = 30 \Omega \cdot I$
- 4.** a) $W' = 10 \text{ W}$ b) $P' = U : 7,5 \Omega$

20.4 Integrieren

20.4.1 Unbestimmtes Integral

Seite 311

- 1.** a) $y = x^2 + C$ b) $y = \frac{x^3}{3} + C$ c) $y = x^3 + C$
 d) $y = 5\frac{x^3}{3} + C$ e) $y = \frac{x^8}{2} + C$
- 2.** a) $y = \frac{5x^2}{2} + C$ b) $y = \frac{x^4}{4} + C$ c) $y = 2x^3 + C$
 d) $y = x^5 + C$ e) $y = \frac{x^9}{3} + C$
- 3.** a) $y = \cos x + C$ b) $y = 2 \ln x + C$
 c) $y = 5e^x + C$ d) $y = 6x + C$
- 4.** a) $y = \sin x + C$ b) $y = 8x + C$
 c) $y = 2 \cos x + C$ d) $y = 3 \ln x + C$
- 5.** a) $y' = 5x$ b) $y' = x$ c) $y' = 5x^3$
 d) $y' = 5x^7$ e) $y' = \frac{x^3}{4}$
- 6.** a) $y' = 8x$ b) $y' = \frac{x}{2}$ c) $y' = 7x^5$
 d) $y' = 2e^x$ e) $y' = \frac{x^2}{3}$



7. a) $y' = \frac{1}{x}$
 b) $y' = x^{\frac{2}{3}}$
 c) $y' = x^{-\frac{3}{2}}$
 d) $y' = u^{-\frac{1}{2}}$

8. a) $y' = 2x^{-\frac{1}{2}}$
 b) $y' = 3 \cos x$
 c) $y' = 8e^x$
 d) $y' = 2x^{\frac{2}{3}}$

9. a) $y' = \frac{1}{2} \cos x - 2 \sin x$
 b) $y' = 2x^2 - 4x + 5x^3$
 c) $y' = b^2 x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{5}{2}}$

10. a) $y' = \cos t - \sin t$
 b) $y' = 3x^2 + 4x - 7x^4$
 c) $y' = a^2 x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{5}{2}}$

11. $W_C = C \int U_C dU_C = \frac{C U_C^2}{2} + K$ (K Integrationskonstante)

12. $W_L = \frac{LI_L^2}{2} + C$

13. $W_S = \frac{Ds^2}{2} + C$

14. $W_{\text{rot}} = \frac{J \cdot \omega^2}{2} + C$

20.4.2 Bestimmtes Integral

Seite 312

1. a) $\int_0^1 \frac{1}{5} x^4 dx = \frac{1}{25}$

c) $\int_{-1}^3 x^2 dx = 30$

e) $\int_0^2 e^x dx = 6,389$

2. a) $\int_0^2 \frac{1}{3} x^2 dx = \frac{8}{9}$

c) $\int_1^2 x^3 dx = \frac{15}{4}$

e) $\int_{0^\circ}^{90^\circ} \cos x dx = 1$

3. $A = 8$

4. $A = 10$

5. $\int_0^\pi \frac{1}{2} \cos x dx = 0$

6. $\int_0^{\pi/2} \frac{1}{3} \sin x dx = \frac{1}{3}$

7. $W_C = 50,6 \text{ VAs}$

8. $W_L = 0,25 \text{ VAs}$

20.4.3 Mittelwerte

Seite 313

1. $U_m = 1,75 \text{ mV}$

2. $2,15 \text{ mV}$

3. a) $U_m = 6,4 \text{ V}$
 b) Zeichnerische Lösung: siehe Lösungsbuch;
 rechnerische Lösung: $U_{\text{eff}} = 7,07 \text{ V}$

4. a) $U_m = 3,18 \text{ V}$
 b) Zeichnerische Lösung: siehe Lösungsbuch.

5. $U_m = 3,18 \text{ V}$
 Zeichnerische Lösung: siehe Lösungsbuch;
 rechnerische Lösung: $U_{\text{eff}} = 5 \text{ V}$

6. a) $U_m = \frac{1}{T} \cdot [\hat{U} \cdot T_i] = \frac{T_i}{T} \cdot \hat{U}$
 b) $U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{T_i}{T} \cdot \hat{U}}$

20.5 Funktionen mit komplexen Größen

20.5.1 Zahlen in der komplexen Zahlenebene

Seite 314

1. a) $\operatorname{Re} z_1 = 4; \operatorname{Im} z_1 = +3$
 b) $\operatorname{Re} z_2 = 2; \operatorname{Im} z_2 = +4$
 c) $\operatorname{Re} z_3 = 2; \operatorname{Im} z_3 = +3$
 d) $\operatorname{Re} z_4 = -4; \operatorname{Im} z_4 = -2$
 e) $\operatorname{Re} z_5 = 3; \operatorname{Im} z_5 = -4$
 Siehe Lösungsbuch.

2. a) $\operatorname{Re} z_1 = 5; \operatorname{Im} z_1 = 2$
 b) $\operatorname{Re} z_2 = 3; \operatorname{Im} z_2 = 4$
 c) $\operatorname{Re} z_3 = -3; \operatorname{Im} z_3 = 4$
 d) $\operatorname{Re} z_4 = -5; \operatorname{Im} z_4 = -3$
 e) $\operatorname{Re} z_5 = 4; \operatorname{Im} z_5 = -3$
 Siehe Lösungsbuch.

3. a) $z_1 = 5 \cdot (\cos 36,87^\circ + j \sin 36,87^\circ)$
 b) $z_2 = 4,47 \cdot (\cos 63,43^\circ + j \sin 63,43^\circ)$
 c) $z_3 = 3,61 \cdot (\cos 56,31^\circ + j \sin 56,31^\circ)$
 d) $z_4 = 4,47 \cdot (\cos 206,57^\circ + j \sin 206,57^\circ)$
 e) $z_5 = 5 \cdot (\cos 306,87^\circ + j \sin 306,87^\circ)$

4. a) $z_1 = 5,39 \cdot (\cos 21,8^\circ + j \cdot \sin 21,8^\circ)$
 b) $z_2 = 5 \cdot (\cos 53,1^\circ + j \cdot \sin 53,1^\circ)$
 c) $z_3 = 5 \cdot (\cos 126,9^\circ + j \cdot \sin 126,9^\circ)$
 d) $z_4 = 5,83 \cdot (\cos 211^\circ + j \cdot \sin 211^\circ)$
 e) $z_5 = 5 \cdot (\cos 329^\circ + j \cdot \sin 329^\circ)$

5. a) $z_1 = 5 \cdot e^{j \cdot 36,87^\circ}$
 b) $z_2 = 4,47 \cdot e^{j \cdot 63,43^\circ}$
 c) $z_3 = 3,61 \cdot e^{j \cdot 56,31^\circ}$
 d) $z_4 = 4,47 \cdot e^{j \cdot 206,57^\circ}$
 e) $z_5 = 5 \cdot e^{j \cdot 306,87^\circ}$

6. a) $\underline{z}_1 = 5,39 \cdot e^{j21,8^\circ}$ b) $\underline{z}_2 = 5 \cdot e^{j53,13^\circ}$
c) $\underline{z}_3 = 5 e^{j126,87^\circ}$ d) $\underline{z}_4 = 5,83 e^{j210,96^\circ}$
e) $\underline{z}_5 = 5 e^{j323,13^\circ}$
7. a) $\underline{z}_1 = 4,33 + j \cdot 2,5$ b) $\underline{z}_2 = 4,0 + j \cdot 6,93$
c) $\underline{z}_3 = -1,5 + j \cdot 2,6$ d) $\underline{z}_4 = -6,0 - j \cdot 10,39$
8. a) $\underline{z}_1 = 5 \cdot e^{j-30^\circ}$ b) $\underline{z}_2 = 8 \cdot e^{j-60^\circ}$
c) $\underline{z}_3 = 3 \cdot e^{j-120^\circ}$ d) $\underline{z}_4 = 12 \cdot e^{j-240^\circ}$
9. a) $j = 1 \cdot (\cos 90^\circ + j \sin 90^\circ)$ b) $j = 1 \cdot e^{j90^\circ}$
10. a) $-j = 1 \cdot (\cos 270^\circ + j \sin 270^\circ)$ b) $-j = e^{j270^\circ}$

20.5.2 Grundrechenarten mit komplexen Zahlen

Seite 315

1. a) $\underline{z}_1^* = 15 - j 3$ b) $\underline{z}_2^* = -10 - j 8$
c) $\underline{z}_3^* = +5 + j 8$ d) $\underline{z}_4^* = -6 + j 7$
2. a) $\underline{z}_1^* = 8 - j 4$ b) $\underline{z}_2^* = 12 + j 5$
c) $\underline{z}_3^* = -10 - j 6$ d) $\underline{z}_4^* = -5 + j 15$
3. und 4. a) $\underline{z}_1 + \underline{z}_2 = 9 + j 5$; $\underline{z}_1 - \underline{z}_2 = 1 + j 11$
b) $\underline{z}_1 + \underline{z}_2 = 9 + j 2$; $\underline{z}_1 - \underline{z}_2 = 3 - j 12$
c) $\underline{z}_1 + \underline{z}_2 = -j 5$; $\underline{z}_1 - \underline{z}_2 = j 11$
d) $\underline{z}_1 + \underline{z}_2 = 20$; $\underline{z}_1 - \underline{z}_2 = j 34,64$

5. $j^2 = -1$

6. $\frac{1}{j} = -j$

7. a) $\underline{z}_1 \cdot \underline{z}_2 = -j 50$ b) $\underline{z}_1 \cdot \underline{z}_2 = 56 \cdot e^{j105^\circ}$
c) $\underline{z}_1 \cdot \underline{z}_2 = 50$ d) $\underline{z}_1 \cdot \underline{z}_2 = 68$
8. a) $\frac{\underline{z}_1}{\underline{z}_2} = 2 \cdot e^{j330^\circ}$ b) $\frac{\underline{z}_1}{\underline{z}_2} = 1,14 \cdot e^{j345^\circ}$
c) $\frac{\underline{z}_1}{\underline{z}_2} = 2 \cdot e^{j106,26^\circ}$ d) $\frac{\underline{z}_1}{\underline{z}_2} = 2 \cdot e^{j298,08^\circ}$

9. Betrag: 2 a; Argument: $\varphi = 0^\circ$
Die Summe aus einer komplexen Zahl mit deren konjugierter Zahl ist stets reell.
10. Betrag: 2 b; Argument: $\varphi = 90^\circ$
Die Differenz aus einer komplexen Zahl mit deren konjugierter Zahl ist stets imaginär.

11. $\operatorname{Re} \underline{z} = \frac{a}{a^2 + b^2}; \quad \operatorname{Im} \underline{z} = -\frac{b}{a^2 + b^2}$

12. $\operatorname{Re} \underline{z} = \frac{a}{a^2 + b^2}; \quad \operatorname{Im} \underline{z} = +\frac{b}{a^2 + b^2}$

20.5.3 Widerstand und Leitwert in der komplexen Ebene

Seite 316

1. a) $Z = 12,34 \text{ k}\Omega$ b) $\varphi = -35,87^\circ$
2. a) $Z = 2,897 \text{ k}\Omega$ b) $\varphi = 40,59^\circ$
3. a) $X = 97,3 \Omega$ b) $\varphi = -44,22^\circ$
c) Spannung eilt nach, da $X_C > X_L$.

20.6 Reihen

20.6.1 Arithmetische Reihe

Seite 317

1. a) $l = 920 \text{ mm}$ b) $\Delta l = 0,77 \text{ mm}$
2. a) $d_a = 80,5 \text{ mm}$
b) $l = N \cdot \pi \cdot [d_u + (d_u + \Delta d) + (d_u + 2 \cdot \Delta d) + \dots]$
 $= 370 \cdot \pi \cdot (40 + 40,54 + 41,08) \text{ mm} + \dots$
 $= 46,50 \text{ m} + 47,12 \text{ m} + 47,75 \text{ m} + \dots$
c) $l = 5322,6 \text{ m}$
3. a) Die Wicklung hat 48 Lagen.
b) Die Drahtlänge der obersten Lage ist 43,5 m.

20.6.2 Geometrische Reihe

Seite 317

1. a) $d_1 = 0,8 \cdot 1 \text{ mm} = 0,8 \text{ mm}$.
 $d_2 = q \cdot d_1 = 0,8 \cdot 0,8 \text{ mm} = 0,64 \text{ mm}$
 $d_3 = q \cdot d_2 = 0,8 \cdot 0,64 \text{ mm} = 0,512 \text{ mm}$
Die ersten drei Glieder der Reihe sind:
0,8 mm, 0,64 mm, 0,512 mm
b) $d_{10} = 0,107 \text{ mm}$
2. $f_8 = 659,26 \text{ Hz}$
3. a) $A_7 = 5469 \text{ Bq}$ b) $A_{30} = 753 \text{ Bq}$ c) $A_{100} = 1,8 \text{ Bq}$
4. a) $R_{11} = 68,13 \Omega$ b) $R_{11} = 68 \Omega$
5. a) $R_{20} = 61,90 \Omega$ b) $R_{20} = 62 \Omega$

Wichtige Größen und Einheiten

Größe	SI-Einheit (sonstige Einh.)	Einheitenzeichen, Einheitengleichung	Größe	SI-Einheit (sonstige Einh.)	Einheitenzeichen, Einheitengleichung
Länge, Fläche, Volumen, Winkel					Elektrizität
Länge	Meter (Zoll, Inch)	m $1'' = 25,4 \text{ mm}$	elektrische Leitfähigkeit	Siemens je Meter	$1 \text{ Sm/mm}^2 = 1 \text{ MS/m}$
Fläche	Quadratmeter	m^2	Leistung	Watt	$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$
Volumen	Kubikmeter (Liter)	m^3 $1 \text{ l} = \frac{1}{1000} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$	Blindleistung	(Var)	$1 \text{ var} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$
Winkel (ebener)	Radian (Grad)	rad $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$	Scheinleistung	(VA)	$1 \text{ VA} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$
			Induktivität	Henry	$1 \text{ H} = 1 \text{ Vs/A}$
			Arbeit, Energie	Joule (Wattstunde)	$1 \text{ J} = 1 \text{ Vs} = 1 \text{ Nm}$ $1 \text{ Wh} = 3,6 \text{ kNm}$
Zeit, Frequenz					Magnetismus
Zeit	Sekunde (Minute) (Stunde)	s $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$	magnetische Durchflutung,	Ampere	A
Frequenz	Hertz	$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$	magnetische Feldstärke, Magnetisierung	Ampere je Meter	A/m
Drehzahl, Um-drehungsfrequenz	je Sekunde (je Minute)	$1/\text{s} = 60/\text{min}$	magnetischer Fluss	Weber	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs}$
Kreisfrequenz	je Sekunde	$1/\text{s}$	magnetische Flussdichte	Tesla	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \text{ Vs/m}^2$
Geschwindigkeit	Meter je Sek.	m/s	Induktivität	Henry	$1 \text{ H} = 1 \text{ Vs/A}$
Winkelgeschwindigkeit	Radian je Sekunde	$1 \text{ km/h} = 1/3,6 \text{ m/s}$ rad/s	Permeabilität	Henry je Meter	$1 \text{ H/m} = 1 \text{ Vs/(Am)}$
Beschleunigung	–	m/s^2	magnetischer Widerstand	–	$1/\text{H} = \text{A/Vs}$
Mechanik					Licht, Optik
Masse	Kilogramm (Tonne)	kg $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$	Lichtstärke	Candela	cd
Dichte	–	$\text{kg}/\text{m}^3, \text{kg}/\text{dm}^3$	Leuchtdichte	Candela je m^2	cd/m^2
Kraft	Newton	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	Lichtstrom	Lumen	lm
Impuls	Newton- sekunde	$1 \text{ Ns} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	Lichtmenge	Lumensekunde	lms
Druck	Pascal (Bar)	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$	spezifische Lichtausstrahlung	Lumen je Quadratmeter	lm/m^2
Arbeit, Energie	Joule (Newtonmeter, Elektronenvolt)	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Vs}$ $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$ $1 \text{ eV} = 0,1602 \text{ aJ}$	Beleuchtungs- stärke	Lux	$\text{lx} = \text{lm}/\text{m}^2$
Leistung	Watt	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$	Bruchwert von Linsen	– (Dioptrie)	$1/\text{m}$ $\text{dpt} = 1/\text{m}$
Elektrizität					Wärme
elektrische Ladung, elektrischer Fluss	Coulomb	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$ $= 1 \text{ As}$	Celsius-Temperatur	Grad Celsius	°C
elektrische Spannung	Volt	$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$	thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
elektr. Feldstärke	Volt je Meter	$1 \text{ V/m} = 1 \text{ N/C}$	Temperatur- differenz	Kelvin	$0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$
elektr. Kapazität	Farad	$1 \text{ F} = 1 \text{ As/V} = 1 \text{ C/V}$	Wärme	Joule	$1 \text{ J} = 1 \text{ Vs} = 1/\text{Nm}$
Permittivität, Dielektrizitäts- konstante	Farad je Meter	$1 \text{ F/m} = 1 \text{ C/(Vm)}$	Wärmestrom	Watt	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
elektr. Stromstärke	Ampere	$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$	Wärmekapazität	Joule je Kelvin	J/K
elektr. Widerstand	Ohm	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$			
elektr. Wirkleitwert	Siemens	$1 \text{ S} = 1/\Omega$			
spezifischer	–	Ωm			
elektr. Widerstand		$1 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} = 1 \mu\Omega\text{m}$			
Akustik					
			Schalldruck	Pascal	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
			Schallgeschwindig- keit (Ausbreitungs- geschwindigkeit)	Meter je Sekunde	m/s

Mathematische Begriffe und Basiseinheiten

Mathematische Begriffe

Begriffe	Erklärung	Beispiele	
Basisgröße	Man unterscheidet Basisgrößen und Basiseinheiten. Sie sind im SI-Einheitensystem festgelegt.	Basisgröße	Formelzeichen
Basiseinheit		Basiseinheit	Zeichen
Gleichungen	Gleichungen beschreiben die Abhängigkeit mathematischer oder physikalischer Größen voneinander.	$16 + 9 = 100 - 75$ $3 \cdot 4 = 36 : 3$ $x + 15 = 25$	
Einheitengleichungen	Einheitengleichungen stellen Beziehungen zwischen Einheiten dar.	$1 \text{ kg} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1000 \text{ g}$	
Konstanten	Konstanten sind gleich bleibende Zahlenwerte oder Größen bei Berechnungen in der Mathematik und Physik.	$\pi = 3,141592\ldots$ (Kreiszahl) $e = 2,7125\ldots$ (Euler'sche Zahl)	
Koeffizienten	Koeffizienten sind Größen, die den Einfluss einer Stoffeigenschaft auf einen physikalischen Vorgang kennzeichnen.	$\alpha = 0,00391/\text{K}$ (Temperaturbeiwert für Kupfer)	
Formelzeichen	Formelzeichen sind aus Buchstaben gebildete Zeichen für Größen. Sie ersetzen Wörter und dienen zum Rechnen mit Formeln.	P für Leistung F für Kraft v für Geschwindigkeit	
Formeln	Technische oder physikalische Gleichungen mit Formelzeichen bezeichnet man als Formeln.	$P = F \cdot v$ (Leistung = Kraft · Geschwindigkeit)	

SI-Basiseinheiten (von Système International d'Unité)

Einheit	Definition
Sekunde (s)	Die Sekunde ist die SI-Einheit der Zeit. Sie ist definiert, indem der numerische Wert der Übergangsfrequenz $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes des ^{133}Cs -Atoms festgelegt wird zu 9192631770, ausgedrückt in der Einheit Hz bzw. s^{-1} .
Meter (m)	Der Meter ist die SI-Einheit der Länge. Er ist definiert, indem der numerische Wert der Lichtgeschwindigkeit c im Vakuum festgelegt wird zu 299792458, ausgedrückt in der Einheit m s^{-1} , wobei die Sekunde über die Cäsiumfrequenz $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.
Kilogramm (kg)	Das Kilogramm ist die SI-Einheit der Masse. Es ist definiert, indem der numerische Wert der Planck-Konstante h festgelegt wird zu $6,62607015 \cdot 10^{-34}$, ausgedrückt in der Einheit J s bzw. $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, wobei der Meter und die Sekunde über $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ und c definiert sind.
Ampere (A)	Das Ampere ist die SI-Einheit der elektrischen Stromstärke. Es ist definiert, indem der numerische Wert der Elementarladung e festgelegt wird zu $1,602176634 \cdot 10^{-19}$, ausgedrückt in der Einheit C bzw. A s , wobei die Sekunde über $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.
Kelvin (K)	Das Kelvin ist die SI-Einheit der thermo-dynamischen Temperatur. Es ist definiert, indem der numerische Wert der Boltzmann-Konstante k festgelegt wird zu $1,380649 \cdot 10^{-23}$, ausgedrückt in der Einheit J K^{-1} bzw. $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1} \text{K}^{-1}$, wobei Kilogramm, Meter und Sekunde über die Konstante h, c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.
Mol (mol)	Das Mol ist die SI-Einheit der Stoffmenge eines Systems, das aus spezifischen Einzelteilchen wie Atomen, Molekülen, Ionen, Elektronen, anderen Teilchen oder Gruppen solcher Teilchen besteht. Es ist definiert, indem der numerische Wert der Avogadro-Konstante N_A festgelegt wird zu $6,02214076 \cdot 10^{23}$, ausgedrückt in der Einheit mol^{-1} .
Candela (cd)	Die Candela ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung. Sie ist definiert, indem der numerische Wert der Strahlstärke K_{cd} , einer monochromatischen Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$, festgelegt wird zu 683, ausgedrückt in der Einheit l lm W^{-1} bzw. cd sr W^{-1} bzw. $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, wobei Kilogramm, Meter und Sekunde über die Konstanten h, c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.

Wichtige Normen

Inhalt, gekürzter Titel	Nummer	Inhalt, gekürzter Titel	Nummer
Aderkennzeichnung bei Bemessungsspannungen bis 1000 V	DIN VDE 0293	Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel	DIN 60445
Akustik	DIN 1320	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel	DIN EN 61293
Allgemeine mathematische Zeichen und Begriffe	DIN 1302	Kennzeichnung für Signale und Verbindungen	DIN EN 61175
Anschlussbezeichnung für Befehlsgeräte	DIN EN 50013	Kennzeichnung von Anschläßen	DIN 42400
Anschlussbezeichnung für Stromrichter	DIN 42403	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	IEC 62
Anschlussbezeichnung für Transformatoren und Drosselpulen	DIN 42402	Komplexe Größen	DIN 5475
Anschlussbezeichnung und Kennzahlen	DIN EN 50005	Lautstärkepegel	DIN 1318
Anschlussbezeichnung von Hilfsschaltgliedern	DIN EN 50012	Leistungsreihe elektrischer Maschinen	DIN 42973
Anzeigende Messgeräte	DIN 43780	Leitungen für Informationsverarbeitungsanlagen	DIN VDE 815
Bestimmungen für elektrische Messgeräte	DIN VDE 410	Leitungsschutzschalter	DIN VDE 641
Bestimmungen für elektronische Messgeräte und Regler	DIN VDE 411	Logarithmische Größen und Einheiten	DIN 5493
Bestimmungen für Messwandler	DIN VDE 414	Magnetisches Feld	DIN 1325
Betrieb von Starkstromanlagen	DIN VDE 105	Maßnahmen zur Funkentstörung	DIN VDE 875
Bildschirmarbeitsplätze	DIN 66234	Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren	DIN 41426
Code zur Farbkennzeichnung	IEC 757	Netzbetriebene elektronische Heimgeräte	DIN VDE 860
Datenübertragung	DIN 66021	Normspannungen	IEC 38
Dokumente der Elektrotechnik	DIN EN 61082	Optoelektronische Halbleiterbauelemente	DIN 41855
Eigenschaften von Oszilloskopen	IEC 351	PASCAL	DIN 66256
Einheiten (Einheitenname, Einheitenzeichen)	DIN 1301	Physikalische Größen	DIN 1313
Einheiten elektrischer Größen	DIN 1357	Qualitätssicherung	DIN ISO 9000
Einheiten magnetischer Größen	DIN 1339	Regelungstechnik und Steuerungstechnik	DIN 19226
Elektr. Ausrüstung von Industriemaschinen	DIN VDE 113	Richtungssinn und Vorzeichen in der Elektrotechnik	DIN 5489
Elektrische Anlagen in Wohngebäuden	DIN 18015	Schwingungslehre	DIN 1311
Elektromagnetische Beeinflussung	DIN VDE 870	Sicherheitstransformatoren	DIN VDE 551
Elektromagnetisches Feld	DIN 1324	Sicherungsverfahren mit dem 7-Bit-Code	DIN 66019
Elektronische Betriebsmittel in Starkstromanlagen	DIN VDE 160	Spannungsmerkmale	DIN EN 50160
Errichten von elektrischen Anlagen	DIN VDE 100	Speicherprogrammierbare Steuerungen	DIN EN 61131
Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	DIN 41429	Starkstromanlagen in medizinisch genutzten Räumen	DIN VDE 107
Formelschreibweise	DIN 1338	Steuerungstechnik (Begriffe)	DIN 19237
Formelzeichen	DIN 1304	Strahlungssphysik, Lichttechnik	DIN 5031
Formelzeichen Akustik	DIN 1332	Stromrichter (Begriffe)	DIN 41750
Formelzeichen für rotierende elektrische Maschinen	IEC 25	Stromsysteme (Begriffe, Größen, Formelzeichen)	DIN 40108
Frequenz- und Wellenlängenbereiche	DIN 40015	Thyristoren, Begriffe	DIN 41786
Funkentstörung von Hochfrequenzgeräten	DIN VDE 871	Transformatoren und Drosselpulen	DIN VDE 532
Geräte zum Prüfen der Schutzmaßnahmen	DIN VDE 413	Überspannungsschutzgeräte	DIN VDE 675
Geräte zur Messung von Funkstörungen	DIN VDE 876	Übertragungsfaktor, Pegel	DIN 40148
Gleichrichterdioden	DIN 41782	Umlaufende elektrische Maschinen	DIN VDE 530
Graphische Symbole für Schaltpläne	DIN EN 60617	Verwendung von Kabeln und Leitungen für Starkstromanlagen	DIN VDE 298
Halbleiter-Stromrichter (Kennzeichnungssystem)	IEC 971	Vorzugsreihen für die Nennwerte von R und C Wechselstromgrößen	IEC 63
IEC-Bus	IEC 625	Winkel	DIN 1315
Informationsverarbeitung	DIN 44300	Zahlenangaben	DIN 1333
Informationsverarbeitung, 7-Bit-Code	DIN 66003	Zeichen der mathematischen Logik	DIN 5474
Innenraumbeleuchtung, Anforderungen	DIN 5035	Zeichen der Schaltalgebra	DIN 66000
IP-Schutzzarten	DIN VDE 470	Zeitabhängige Größen	DIN 5483

Formelzeichen und ihre Bedeutung

Kleinbuchstaben		Großbuchstaben	Großbuchstaben
a	Beschleunigung	A	1. Fläche, Querschnitt 2. Ablenkkoefizient 3. Dämpfungsmaß 4. Auflösung
b	1. Breite, 2. Ladungsträgerbeweglichkeit	B	1. magnetische Flussdichte 2. Blindleitwert 3. Gleichstromverhältnis 4. Bandbreite, 5. Zahlenbasis
c	1. spez. Wärmekapazität 2. elektrochemisches Äquivalent 3. Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen	C	1. Kapazität, 2. Wärmekapazität 3. Zählerkonstante
d	1. Durchmesser 2. Abstand 3. Verlustfaktor 4. Differenzonfaktor 5. Klirrfaktor	D	1. elektrische Flussdichte 2. Dämpfungsfaktor 3. Dynamikbereich 4. elektrische Feldstärke
e	Elementarladung	E	1. Beleuchtungsstärke 3. Erträge
f	1. Frequenz 2. relativer Fehler 3. Betriebsfaktor	F	1. Kraft, 2. Faktor 3. absoluter Fehler 4. Rauschzahl
g	1. Fallbeschleunigung, Ortsfaktor 2. Tastgrad 3. Übertragungsmaß	G	1. Leitwert, Wirkleitwert 2. Verstärkungsmaß 3. Gebühr 4. Antennengewinnmaß
h	1. Höhe, 2. Parameter zeitabhängige Stromstärke	H	1. Elementvorrat 2. magnetische Feldstärke
i	1. Verkürzungsfaktor	I	Stromstärke
k	2. allgemein als Konstante 3. Kosten je Stück	J	1. Stromdichte 2. Trägheitsmoment
l	4. Kellfaktor	K	1. Konstante 2. Kopplungsfaktor 3. Lichtgleichwert 4. Koeffizient der Regeltechnik 5. Kosten
m	1. Länge, 2. Abstand 1. Masse 2. Modulationsgrad 3. Strangzahl 4. Zahl der Stufen	L	1. Induktivität, 2. Pegel 3. Lagerbestand, 4. Lohn
n	5. Produktionsmenge 1. Drehzahl, Umdrehungsfrequenz 2. ganze Zahl 1, 2, 3, ... 3. Brechzahl	M	1. Kraftmoment 2. Speicherkapazität 3. Material
p	4. Entscheidungsgehalt	N	1. Zahl, 2. Nachrichtenmenge
q	1. Polpaarzahl, 2. Druck	P	1. Leistung, Wirkleistung 2. Bit-, Zeichen-Blockfehler
r	Querstromverhältnis	Q	3. Preis, 4. Provision 1. Ladung, 2. Wärme 3. Blindleistung 4. Gütefaktor, Güte
s	1. Radius, 2. Rate	R	1. Rabatt, 2. Redundanz 3. Wirkwiderstand
	3. differenzieller Widerstand	S	1. Scheinleistung 2. Steilheit, 3. Signal
	4. Rückführgröße, 5. Rück	T	4. Übertragungsgröße 1. Periodendauer 2. Übertragungsfaktor
	1. Strecke, Dicke	U	3. Temperatur in K 1. Spannung, 2. Umfang
	2. Siebfaktor	V	3. Umsatz 1. Volumen, 2. Verbrauch 3. Verkaufserträge 4. Verstärkungsfaktor
	3. bezogener Schlupf		
	4. Korrektur		
	5. Welligkeitsfaktor		
t	Zeit		
u	1. zeitabhängige Spannung		
	2. Umfang		
ü	1. Übersetzungsverhältnis		
	2. Übersteuerungsfaktor		
v	Geschwindigkeit		
w	Energiedichte		
y	Parameter		
z	ganze Zahl, z.B. Lagenzahl		

Spezielle Formelzeichen werden gebildet, indem man an die Formelzeichen-Buchstaben einen Index oder mehrere Indizes anhängt oder sonstige Zeichen dazusetzt.

Indizes, Zeichen und ihre Bedeutung

Ziffern, Zeichen

0	1. Leerlauf 2. im Vakuum 3. Bezuggröße
1	1. Eingang, 2. Reihenfolge
2	1. Ausgang, 2. Reihenfolge
3, 4, ...	Reihenfolge
$\hat{ }_{z.B. \hat{u}}$	Maximalwert, Höchstwert
$\check{ }_{z.B. \check{y}}$	Tiefstwert, Kleinstwert
$\hat{\check{ }}_{z.B. \hat{\check{y}}}$	1. Spitze-Tal-Wert 2. Schwingungsbreite
$\hat{ }_{z.B. \hat{b}}$	Bogenmaß
$\check{ }_{z.B. u'}$	1. bezogen auf 2. Hinweis, 3. Ableitung
\triangle	in Dreieckschaltung
γ	in Sternschaltung

Kleinbuchstaben

a	1. Ausgang 2. außen 3. Abfall 4. Abschalten 5. Anker
ab	abgegeben
auf	aufgenommen
b	1. Betrieb, 2. Blindgröße 3. Bit-
c	1. Grenz- (cut-off) 2. Form (crest)
d	1. Gleichstrom betreffend 2. Dauer-, 3. Digit 4. Dämpfung, 5. dual
e	1. Eingang, 2. Empfang
eff	Effektivwert
f	1. Frequenz 2. Abfalls- (fall), 3. Fix
g, ges	Gesamt-
h	hoch, oben
i	1. innen, 2. induziert 3. Strom-, 4. ideell 5. Ist-, 6. Impuls
j	Sperrschicht (junction)
k	1. Kurzschluss- 2. kinetisch 3. Verkürzungsfaktor
m	1. magnetisch 2. Mittelwert, 3. Messwert 4. moduliert
max	maximal, höchstens
min	minimal, mindestens

n	1. Nenn-
o	2. Rausch- (noise) Oszillator-
p	1. parallel, 2. Pause, 3. Puls 4. potenziell, 5. Brumm 6. Druck, 7. Leistung
r	1. in Reihe 2. relativ, bezogen auf 3. Anstiegs- (rise) 4. Resonanz
s	1. Sieb-, 2. Signal, 3. Serie 4. Störstrahlung 5. in Wegrichtung, 6. Stoß- 7. Lautstärke, 8. Soll.
sch	Schritt
t	tief, unten, Totzeit
th	thermisch, Wärme
tot	total, gesamt
u	1. Spannungs- 2. Umgebung
v	1. Vor-, 2. Verlust 3. visuell, Licht- 4. Vergleich, 5. variabel
w	1. Wirk-, wirksam 2. Führungsgröße 3. Wellen-, 4. Wind
x	1. unbekannte Größe 2. in x-Richtung
y	in y-Richtung
z	Zwischen.
zu	zugeführt

Großbuchstaben

A	1. Strommesser 2. Antenne 3. Anker- 4. Abstimm-, 5. Anode 6. Anzug, Anlauf 7. Anlagenernung 8. Abtast-
B	1. Basis, 2. Betrieb 3. Betriebserdung (Netz) 4. Bau-, 5. Blau 6. Brücken-, 7. Vollbild-
C	1. Kollektor, 2. kapazitiv 3. Takt, 4. Cluster 5. Koerzitiv
D	1. Drain, 2. Daten
E	1. Emitter, 2. Entladen 3. Erde, 4. Einweg-

F	1. Vorwärts- (forward) 2. Fläche, 3. Fehler- 4. Farbe
G	1. Gate, 2. Gewicht
H	3. Glättung, 4. Grün
K	1. Hysterese, 2. Hall- 1. Katode 2. Kopplung (Gegen-) 3. Kühlkörper, 4. Kippen 5. Kanal, Strecke 6. kalkulatorisch, 7. kritisch
L	1. induktiv, 2. Last 3. links, 4. Laden 5. höchstzul. Berührungs- (limit) 6. Lorentz-, 7. Liefer- 8. Lager-

M	Mitkopplung
N	1. Bemessungs-, 2. Nutz-
Q	Quer-
R	1. Rückwärts- (reward) 2. Wirkgröße, 3. rechts 4. Regel-, 5. Rot, 6. Ruhe
S	1. Source, 2. Schleife- 3. Sattel, 4. Schalt- 5. Schleusen-, 6. Sektor 7. steuerlich
T	1. Transformator- 2. Träger-, 3. Spur (track)
U	Umgebung
V	1. Spannungsmesser 2. Verstärkungs- 3. Video-, 4. vertikal
W	Leistungsmesser
X	am X-Eingang
Y	1. am Y-Eingang 2. Luminanz-
Z	1. Zener-, 2. Zeile

Griechische Kleinbuchstaben

α (alpha)	in Richtung vom Winkel
σ (sigma)	1. Streuung 2. Rauschabstand
ϕ (phi)	Phasenverschiebung betrifftend

Griechische Großbuchstaben

Δ (Delta)	eine Differenz betreffend
------------------	---------------------------

Die Indizes können kombiniert werden, z.B. bei U_{CE} für Kollektor-Emitter-Spannung. Indizes, die aus mehreren Buchstaben bestehen, können bis auf den Anfangsbuchstaben gekürzt werden, wenn keine Missverständnisse zu befürchten sind. Zur Kennzeichnung von Werkstoffen können die Symbole für das Material verwendet werden, z.B. P_{VCU} für Kupferverlustleistung.

Vorsätze, Größen und Einheiten der IT-Technik

Vorsätze für physikalische Größen im SI-System

Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung	Vorsatzzeichen	Vorsatz	Bedeutung
y	Yokto	10^{-24}	da	Deka	10^1
z	Zepto	10^{-21}	h	Hekto	10^2
a	Atto	10^{-18}	k	Kilo	10^3
f	Femto	10^{-15}	M	Mega	10^6
p	Piko	10^{-12}	G	Giga	10^9
n	Nano	10^{-9}	T	Tera	10^{12}
μ	Mikro	10^{-6}	P	Peta	10^{15}
m	Milli	10^{-3}	E	Exa	10^{18}
c	Zenti	10^{-2}	Z	Zetta	10^{21}
d	Dezi	10^{-1}	Y	Yotta	10^{24}

Vorsätze für Größen der Computertechnik (nach IEC 60027-2)

Faktor (binär)	IEC-Name	Vorsatzzeichen	Ursprung	SI-Herkunft	Vorsatzzeichen	Faktor (dezimal)
2 ¹⁰	kibi	Ki	kilobinary	Kilo	k	(10^3) ¹
2 ²⁰	mebi	Mi	megabinary	Mega	M	(10^3) ²
2 ³⁰	gibi	Gi	gigabinary	Giga	G	(10^3) ³
2 ⁴⁰	tebi	Ti	terabinary	Tera	T	(10^3) ⁴
2 ⁵⁰	pebi	Pi	petabinary	Peta	P	(10^3) ⁵
2 ⁶⁰	exbi	Ei	exabinary	Exa	E	(10^3) ⁶
2 ⁷⁰	zebi	Zi	zettabinary	Zetta	Z	(10^3) ⁷
2 ⁸⁰	yobi	Yi	yottabinary	Yotta	Y	(10^3) ⁸

Größen und Einheiten

Größe	Einheit	Einheitszeichen	Bemerkungen
Informations- gehalt	1 Shannon = 1 Bit	Sh, bit	Kleinste Informationsmenge. Ein Bit hat den Wert 0 oder 1
	Dabit Tribit Quadbit (Nibble) Byte		Informationsmenge 2 Bit mit 2 ² Zuständen (lat. di = 2) Informationsmenge 3 Bit mit 2 ³ Zuständen (lat. tri = 3) Informationsmenge 4 Bit mit 2 ⁴ Zuständen (lat. quattuor = 4) 8 bit = 1 B. Bytes weisen meist eine Stellenwertigkeit von 2 ⁷ bis 2 ⁰ auf. Ein Oktett umfasst 8 bit, ohne Stellenwertigkeit (lat octus = 8) Wortlänge = Anzahl der Bits, die der Maschinenzyklus verarbeitet
Bitrate	Bit je Sekunde	bits/s	Auch als Übertragungsrate bezeichnet
Digitrate	Digit je Sekunde	digits/s	Ziffer oder Ziffernschritt. Keine genormte Definition.
Leitungs- digitrate	Digit je Sekunde	digits/s	Veraltet, bezeichnet die Schrittgeschwindigkeit mit der Einheit Baud.
Befehlsge- schwindigkeit	Befehle je Sekunde	MIPS MFLOPS	Millions instructions per second = Millionen Befehle pro Sekunde. Millions Floatingpoint Operations per second = Millionen Gleitkomma- operationen je Sekunde
Länge	Inch, Zoll	"	1 Inch oder 1" haben die Länge von 25,4 mm.
Zeichendichte	Zeichen je Zoll	cpi	Character per Inch = Zeichen je Zoll
Spuredichte	Spuren je Zoll	tpi	Tracks per Inch = Spuren je Zoll
Aufzeichnungs- dichte	Bit je Zoll	bpi	Bit per Inch = Bit je Zoll
Punktdichte	Punkte je Zoll	dpi	Dots per Inch = Bildpunkte je Zoll
Bildpunkt	Pixel, Dot		Pixel von Picture Element, Dot = Bildpunkt

7-Bit-ASCII-Code – DIN 66003-Code

LS-Stelle ²	MS-Stelle ¹	Hexadezimal	0	1	2	3	4	5	6	7
Hexadezimal	Binär	B6B5B4								
	B3B2B1B0	000	001	010	011	100	101	110	111	
0	0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p	
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	
8	1000	BS	CAN	(8	H	X	h	x	
9	1001	HT	EM)	9	I	Y	i	y	
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[k	{	
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l		
D	1101	CR	GS	-	=	M]	m	}	
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~	
F	1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL	

¹ MS Höchstwertigste Stelle (Most Significant)² LS Niederwertigste Stelle (Least Significant)

Code page für Latin1 (1252)

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	
00	NUL 0000	SOH 0001	STX 0002	ETX 0003	EOT 0004	ENQ 0005	ACK 0006	BEL 0007	BS 0008	HT 0009	LF 000A	VT 000B	FF 000C	CR 000D	SO 000E	SI 000F	
10	DLE 0010	DC1 0011	DC2 0012	DC3 0013	DC4 0014	NAK 0015	SYN 0016	ETB 0017	CAN 0018	EM 0019	SUB 001A	ESC 001B	FS 001C	GS 001D	RS 001E	US 001F	
20	SP 0020	! 0021	" 0022	# 0023	\$ 0024	% 0025	& 0026	' 0027	(0028) 0029	*	+	,	-	/	002F	
30	0 0030	1 0031	2 0032	3 0033	4 0034	5 0035	6 0036	7 0037	8 0038	9 0039	:	; 003A	003B	003C	003D	003E	003F
40	@ 0040	A 0041	B 0042	C 0043	D 0044	E 0045	F 0046	G 0047	H 0048	I 0049	J 004A	K 004B	L 004C	M 004D	N 004E	O 004F	
50	P 0050	Q 0051	R 0052	S 0053	T 0054	U 0055	V 0056	W 0057	X 0058	Y 0059	Z 005A	[005B	\ 005C] 005D	^ 005E	_ 005F	
60	` 0060	a 0061	b 0062	c 0063	d 0064	e 0065	f 0066	g 0067	h 0068	i 0069	j 006A	k 006B	l 006C	m 006D	n 006E	o 006F	
70	p 0070	q 0071	r 0072	s 0073	t 0074	u 0075	v 0076	w 0077	x 0078	y 0079	z 007A	{ 007B	 007C	 007D	~ 007E	DEL 007F	
80	€ 0080	,	f 0082	" 0083	„ 0084	… 0085	† 0086	‡ 0087	^ 0088	% 0089	Š 008A	„ 008B	CE 008C	008D 008E	Ž 008F		
90	' 0090	' 0091	" 0092	" 0093	• 0094	— 0095	— 0096	— 0097	~ 0098	TM 0099	š 009A	„ 009B	oe 009C	ž 009D	ÿ 009E	ÿ 009F	
A0	NBSP 00A0	i 00A1	€ 00A2	£ 00A3	¤ 00A4	¥ 00A5	 00A6	§ 00A7	“ 00A8	„ 00A9	® 00AA	„ 00AB	SHY 00AC	® 00AD	® 00AE	- 00AF	
B0	° 00B0	± 00B1	² 00B2	³ 00B3	µ 00B4	¶ 00B5	· 00B6	· 00B7	· 00B8	· 00B9	· 00BA	» 00BB	¼ 00BC	½ 00BD	¾ 00BE	½ 00BF	
C0	À 00C0	Á 00C1	Â 00C2	Ã 00C3	Ä 00C4	Å 00C5	Æ 00C6	Ç 00C7	È 00C8	É 00C9	Ê 00CA	Ë 00CB	Ì 00CC	Í 00CD	Î 00CE	Ï 00CF	
D0	Ð 00D0	Ñ 00D1	Ò 00D2	Ó 00D3	Ô 00D4	Õ 00D5	Ö 00D6	× 00D7	Ø 00D8	Ù 00D9	Ú 00DA	Û 00DB	Ü 00DC	Ý 00DD	Þ 00DE	Þ 00DF	
E0	à 00E0	á 00E1	â 00E2	ã 00E3	ä 00E4	å 00E5	æ 00E6	ç 00E7	è 00E8	é 00E9	ê 00EA	ë 00EB	ì 00EC	í 00ED	î 00EE	ï 00EF	
F0	ð 00F0	ñ 00F1	ò 00F2	ó 00F3	ô 00F4	õ 00F5	ö 00F6	÷ 00F7	ø 00F8	ù 00F9	ú 00FA	û 00FB	ü 00FC	ý 00FD	þ 00FE	ÿ 00FF	



Sachwortverzeichnis

1-Bit-Volladdierer.....	162	algebraisches Minimieren ..	158	Arbeitsgrad.....	45
1-Komplement.....	147	allgemeine Funktions- gleichung	20	Arbeitsplatzkabel.....	212
2-aus-5-Code	247	ALU	170	Arbeitspunkt.....	97, 101, 111
2-Komplement.....	147	Amplitude.....	22	Arbeitspunkt in der Emitter- schaltung	110
2-PSK.....	199	Amplitudenbegrenzung ..	280	Arbeit und Energie	42
4B/3T-Code.....	203	Amplitudenmodulation ..	293	ARDUINO	179
4-Bit-Zähler.....	238	Amplitudenstabilisierung..	281	ARDUINO UNO	179
4-PSK.....	199	Analog-Digital- Umsetzer.....	37, 38	arithmetische Reihe	317
4Q-Betrieb	234	analoge Signal- übertragung	293	arithmetischer Mittelwert ..	313
6-dB-Frequenzweiche.....	195	Anologschalter mit FET ..	117	arithmetischer Mittelwert der Brückenspannung ..	234
8-4-2-1-Code.....	148	Anologschalter mit IG-FET	118	arithmetischer Mittelwert der ideellen Gleich- spannung bei Ansteuerung.....	121, 122
8B/6T-Codierung	203	Anologschalter mit J-FET..	117	arithmetischer Mittelwert des Vorwärtsstromes.....	120
8-PSK.....	199	Änderung der Ausgangs- spannung	132	Arkussinus (arcsin)	21
12-dB-Frequenzweiche	195	Änderungen der Größen ..	123	Arkustangens	23
16-QAM.....	199	Ankathete	21	Assoziativgesetz	9, 153
100-V-Normausgang.....	292	Ankerquerfeld	232	astabile Kippschaltung	133
A		Ankerspannung	232, 233	Asynchronzähler	244, 246
A.....	216	Ankerstrom.....	232	Aufgaben der Analog- technik	240
A1.....	252	Anlagevermögen.....	257	Aufgaben der Digital- technik	242
ABC-Analyse	264	Anpassung	56	aufgenommene Arbeit	45
abgegebene Arbeit	45	Anschlussdose.....	214	Aufteilung für Klasse C	217
abgeleitete Größen.....	24	Anschlusskabel	212	Aufwärtswandler	140
abhängige Variable	19	Anschlusswechsel- spannung	102	Augenblickswerte	65
Ableitungen von Funktionen	309	Anschmittsteuerung	121	Ausbreitungs- geschwindigkeit	64, 207
Abschaltzeit	253	Anschmittsteuerung mit Thyristor	120	Ausbreitungsgeschwin- digkeit im Vakuum	207
Abschnürspannung	115	Antennengewinn	190	Ausfallrate	300
absolute Grenzwerte	249, 250	Antennengewinnmaß	190	Ausgangslastfaktor	163
absolute Messunsicherheit ..	36	Antennenspannung	190	Ausgangsspannung	106, 125,
Abtastfrequenz	197, 200	Antennenspannungspegel	285	126, 127, 128, 129, 130, 137,	
Abtastperiodendauer	197	Antennenstandrohr mit Antennen	291	138, 139, 141, 142	
Abtastrate	197	Antennenverstärker	286	Ausgangsspannung (Augenblickswert)	131
Abtastrate bei Oversampling	197	Antivalenzverknüpfung ..	159	Ausgangsspannung (Effektivwert)	121
Abtasttheorem	200	Anzahl der Einzelkanäle ..	204	Ausgangsspannings- schwankung	106
Abtastzeit	197	Anzeigebereich	37	Ausgleichsstrom	91
Abwärtswandler	140	Anzeigefehler	36	Ausgleichszeit	224, 229
Access.....	183, 184	Anzugsmoment	235	Ausgleichszeit der Sprung- antwort der Strecke	230
Achterpotenzen	14	Aperiodischer Regelvorgang	230	Auslösecharakteristik	253
ACR	216	äquivalente NAND-Schal- tungen	159	Auslösekennlinien	253
ACR-Wert	216	Arbeit	43, 44	Ausschaltsteuerspannung ..	117
Addierschaltung	247	Arbeiten mit Datenblättern	248		
Additionsverfahren	302	Arbeiten mit EXCEL	255		
Aderleitung	252	Arbeitsgerade	97		
AD-Umsetzer	198	Arbeitsgerade für Gleichstrom	112		
Ah-Wirkungsgrad	45				
Aktiva	257				
Aktivseite	257				
Akustik	194				
Akzeptanzwinkel	208				

Außenleiterspannung	90, 91,	Bewerteter Schalldruck-		
92		pegel in dB(A)	194	
Auswahl der Regler-		Bezugsfeile	39	
kennwerte	230	Bezugspreiskalkulation	263	
Azimutwinkel	291	Bezugsschalldruck	194	
B				
BAB	259	Bilanz	257, 268	
Bandbreite	87	Bildschirmauflösung	176	
Bandbreiten-Längen-		Binärkode	282	
Produkt	209	BIOS	177	
Bandpass	279	BIOS Selbsttest	177	
Bandsperrre	279	Bipolar	237	
Bareinkaufspreis	263	Biquinär-Code	282	
Basis	12	Bitfehlerhäufigkeit	205	
Basis-Emitter-Spannung	110,	Bitperiode	202	
111, 113, 123, 137, 138		Bitrate	199, 200, 202, 204,	
Basisgrößen	24	205, 206, 209		
Basisspannungsteiler	111	Bitrate Zeitmultiplexkanal . .	204	
Basisstrom	110, 113, 137	BK-Hausverteilanlage	287	
Basisvorwiderstand	113	Blindfaktor	89	
Basis Zahlensystem	143	Blindleistung	88, 93	
Bauleistung des Transfor-		Blindleitwert	81	
mators	102	Blindspannung	79, 84	
BCD-Codes	148	Blindstrom	81, 84	
Bel	188	Blindwiderstand	72, 79, 81,	
Belasteter Spannungsteiler	51	87		
Belastungskennlinie	53	Blindwiderstand		
beleuchtete Fläche	107	Siebdrosselspule	104	
Beleuchtungsstärke	107	Blindwiderstand		
Bemessungsmoment	235	Siebkondensator	104	
Bemessungsquerschnitte . .	252	Blockfehlerhäufigkeit	205	
Berechnungstabelle für		Blockprüfzahl	298	
M-Kernblech	254	Bogenmaß	21	
Beschaffungskosten	269	Brechzahl	208	
Beschaffung und Betrieb		Breitbandverstärker	287	
von Datenprojektoren . .	269	Breite	176	
Beschaltungskapazität	133,	Broadcastadresse	217, 220	
134		Bruchrechnen	10	
Beschaltungswiderstand	133,	Brückengleichrichter	102	
134		Brückenschaltung	52, 102,	
Bestellpunktverfahren	265	130, 241		
Bestellung und		Brückenspannung	52	
Lagerhaltung	265	Brummfrequenz		
bestimmtes Integral	312	(Pulsfrequenz)	102, 103	
Betriebsabrechnungs-		Brummspannung	103	
bogen	259	Bruttoverkaufspreis	268	
Betriebsart B	192			
Betriebsbedingungen	249			
Betriebsdämpfungsmaß				
in dB	206			
Betriebsspannung	111, 113,			
125, 233				
Betriebswirtschaftlicher				
Gewinn	257			
C				
Campusbereich	214	Code-Konverter	162	
C/C++	179	Codeprüfung	247	
Channel-Link	216	Code-Umwandlung	162	
CHR-Kennwerte	230			
Cluster	175			
Code-Schmelzeinsatz	253			
Differenzenquotient	308			
Differenzialquotient	308			
differenzieller Ausgangs-				
widerstand	106, 116			
differenzieller Widerstand . .	96,			
120, 137				
Differenzierbeiwert	227			



- Differenzieren 308
 Differenzier-Invertierer 131
 Differenzierzeit 227
 Differenzspannungen 123
 Differenzverstärker 129
 Differenzverstärkerstufe 123
 Digitale Synthese DDS 170
 Digitalmultimeter 37
 Digitperiode 202
 Digitrate 202
 Diodenkennlinie 100
 Dispersion 208
 Distributivgesetz 10, 154
 Divisionskalkulation 261
 DMM 38
 DMS-Brückenschaltung 130
 doppelt logarithmische Darstellung 17
 DO-System 253
 Drahtdurchmesser 254
 Drainschaltung 115
 Drain-Source-Spannung 115
 Drainstrom 115
 Drainstromänderung 116
 Drehfelddrehzahl 235
 Drehmoment 44, 235
 Drehmomentklasse 236
 Drehstrom 90
 Drehstromasynchron-motor 235
 Drehstromnetz 91
 Drehzahl 64
 Drehzahl, Motor 233, 234
 Dreieck 29, 30
 Dreieckschaltung 92, 93
 Dreileiter-Messverfahren 99
 Dreiwege-Frequenzweiche 196
 Druckerkosten 271
 Duale Schreibweise von Internetadressen 217
 Dual-Slope-Verfahren 38
 Dualzahlen 144, 145, 146, 150
 DÜE 206
 Durchflusswandler 141
 Durchflutung 73
 Durchlassspannung 100, 117
 Durchtrittsfrequenz 126
 Dynamik 200
 dynamisches Routen 210
- e-Funktion 307
 Eigenfertigung 267
 Eigenfrequenz 86, 87
 El-Kernbleche 254
 Einflankengesteuertes JK-Kippglied 164
 Eingangskapazität 227
 Eingangskondensator 131
 Eingangslastfaktor 163
 Eingangslinie 171, 172, 173
 Eingangsquerwiderstand 128, 138
 Eingangsspannung 105, 121, 125, 126, 129, 227
 Eingangsspannungsänderung 131
 Eingangsspannungsschwankung 106
 Eingangssprung 226
 Eingangstrom 126
 Eingangswiderstand 126, 127, 132, 135, 138, 226, 227
 Eingangswiderstand des FET 115
 Einheiten 24
 Einheiten von binären Signalen 175
 Einheitsvorsätze 13
 Einheitenzeichen 24
 Einnahmen 257
 Einphasenwechselstrom 88
 Ein-Quadranten-Steller (1Q-Steller) 233
 Einschaltsteuerspannung 117
 einseitiger Impuls 66
 Einsetzungsverfahren 302
 Einstrang-Ansteuerung 238
 Einwegschaltung 102
 EIRP 288, 290
 Eisenquerschnitt 94
 Elektrische Arbeit 42
 Elektrische Betriebswerte 249, 250
 Elektrische Energie 55, 69
 Elektrische Feldkonstante 70, 207
 Elektrische Feldstärke 68, 69
 Elektrische Flussdichte 276
 Elektrische Ladung 68, 69
 Elektrische Leistung 40
 Elektrisches Feld 68
 Elektroinstallationsrohr 252
 Elektromagnetismus 73
 Elektronikmotor 232
 Elektronische Lagerkarte 266
 Elektronischer P-Regler 223
- Elektronische Schalter 113
 Elementarvorrat 200, 282
 Elevationswinkel 291
 Emitterstrom 110
 Emitterwiderstand 111, 123, 138
 Empfangspegel 206
 Energie 44
 Energie des magnetischen Feldes 277
 Energiedichte 277
 Entladestromstärke 71
 Entladezeit 103
 Entscheidungsgehalt 200, 282
 Erdbeschleunigung 43
 Ergänzendes Fachwissen
 Elektrotechnik, Kommunikationstechnik 272
 Ergänzendes Fachwissen
 Mathematik 301
 Ermittlung von Kühlflächen 275
 Ersatzninenwiderstand 273, 274
 Ersatzleitwert 47
 Ersatz-Parallelschaltung 278
 Ersatz-Reihenschaltung 278
 Ersatzspannungsquelle 273
 Ersatzstromquelle 274
 Ersatztotzeit 224, 230
 Ersatzwärmewiderstand 63
 Ersatzwiderstand 46, 47, 48
 Erstübergangsduauer 66
 Etagenverteiler 212, 214
 Exponent 12
- F**
- Farbschlüssel 32
 FCS 298, 299
 Fehler 36
 Fehlererkennung 298
 Felddatentyp 183
 Feldelemente 182
 Felder 182
 Felder in der Elektrotechnik 276
 FET in Sourceschaltung 116
 FEXT 215
 Finanzbuchhaltung 257
 Firmware 178
 fit 300
 Fixkosten 258
 Flächen 29
 Flächenberechnung mit Integral 312
 Flash-EPROM 177
 Flussänderung 76

E

- Ebene Flächen 29
 Echter Bruch 10
 Effektive Zeichenrate 202
 Effektivwert 64, 120

Flussdichte	75	Gesamtstrom	47, 81, 84	Haltezeit	197
Footprint	288	Geschwindigkeit	31	Handelskalkulation	268
Formeln	27	Gesteuerte Gleichrichter ..	121	H-Brücke	234
Formelzeichen	24	Gesteuerte Stromrichter ..	121	Hebelarm	44
Formfaktor	120	Glasfaserleiter	208	Herstellkosten HK	260
Fotoelektronische Bauelemente	109	Glättung	103	Hexadezimalzahlen ..	148, 149,
Fotovoltaik	54	Glättungsfaktor	106, 137	150	
Fotowiderstand	109	Glättungskondensator ..	102	HID	219
Fremdbezug	267	Gleichförmige Bewegung ..	31	Hochpass	83, 279
Fremderregter Gleich- strommotor	232	Gleichheitszeichen	27	Höchstzulässige Verlust- leistung	63
Frequenz	24, 64, 94, 207	Gleichrichterschaltung ..	103	Höhe	176
Frequenzhub	295	Gleichsetzungsverfahren ..	302	Homogenes elektrisches Feld	68
Frequenz im Läufer	235	Gleichspannung	96	Hop	210
Frequenzmodulation	295	Gleichstrom	96	Horizontalbereich	214
Frequenzteiler	169	Gleichstromgrößen in Emitterschaltung	110	Horizontale Verkabelung ..	212
Frequenzumsetzung	297	Gleichstromgrößen von FET in Sourceschaltung ..	115	Horizontalfrequenz	176
Frequenzweichen	195	Gleichstromleistung ..	102, 110, 115	Hostadresse	217
Führungsgröße	222	Gleichstrommotor	232	Hostbits	220
Führungsregelung	230	Gleichstromsteller	233	Host-Subnetzmaske	219
Fünfstrang-Schrittmotor ..	239	Gleichstromverhältnis ..	110, 113	Hypotenuse	21
Funktion	19	Gleichstromwiderstand ..	96		
Funktion (äquivalente) ..	158	Gleichungen	27, 301	I	
Funktionen in EXCEL	255	GPT	178	Ideelle Ausgangsspannung ..	121
Funktionen mit komplexen Größen	314	GRA	21	Ideelle Leerlaufgleich- spannung	102
Funktionsgleichung einer Parabel	306	Grad	22	IGBT	119
Funktionstabellen	249	GRAD	21	Impulsdauer ..	63, 66, 121, 122, 133, 134
G		Grad Celsius	62	Impulse	66
GA-Anlage	285	Gradientenfaserleiter ..	209	Impulspaketsteuerung ..	121
Gateschaltung	115	Gradmaß	21	Impulswärmewiderstand ..	275
Gate-Source-Reststrom ..	115	Grafische Arbeitspunkter- mittlung	98	Impulszeit	233
Gate-Source-Spannung ..	115, 116, 117	Graph	22	IN	174
Gateway	211	Grenzfrequenz	83, 126	Index	24, 113
Gebäudeverkabelung	214	Grenzwerte bei Mobil- funkanlagen	290	Indexzeichen	24
Gebäudeverteiler	214	Größengleichungen	29	Induktion	76
Gegenkathete	21	Größenwert	24	Induktive Blindleistung ..	88
Gegenkopplungs- widerstand	126, 127	Großsignalverstärker ..	191	Induktive Blindspannung ..	78
Gegentaktschaltungen	191	Grundrechenarten mit komplexen Zahlen	315	Induktiver Blindleitwert ..	85
Gemeinkosten	259	Grundschaltungen	46	Induktiver Blindwiderstand ..	78, 80, 85
Gemeinkostenzuschläge ..	259	Grundwert	18	Induktivität ..	76, 77, 78, 83, 86
Gemischte Schaltung ..	35, 41, 48, 49, 50	GUID	178	Induktivität Sieb- drosselpule	104
Genauigkeitsklasse	36	Güte	87	Induktivität Leitung	207
Generatorpolynom ..	298, 299	Gütefaktor	80, 82	Induktivität Speicher- drossel	141, 142
Geometrische Reihe	317	H		Induzierte Spannung	76
Geraadlinige Bewegung ..	31	Halbschritt-Ansteuerung ..	238, 239	Innenwiderstand	53, 56
Gesamtkosten	258	Hallkonstante	75	Instrumentenverstärker ..	130
Gesamtnetz-Adresse ..	220	Hallsensor	75	Integralbeiwert	224, 225
Gesamtspannung ..	46, 79, 84	Hallspannung	75	Integralbeiwert Regelkreisglied	230

Integralbeiwert Strecke	230	Kapazitive Blindleistung	88	Kritische Menge.	267
Integrale	310	Kapazitive Blindspannung	72	Kritischer Proportional-	
Integrierbeiwert.	226	Kapazitiver Blindleitwert	72,	beiwert	229
Integrieren	310	85		Kugelförmiger Strahler.	290
Integrierer.	38	Kapazitiver Blind-		Kurvenspeicher	170
Integrier-Invertierer.	132	widerstand	72, 82, 85	Kurzschlussstrom	53, 56
Integrierter Analogschalter	118	Karnaugh-Diagramm	160	KV-Diagramm.	160, 161, 162,
Integrierzeit	224, 225, 226	Kehrwert.	12, 18	243, 247	
Interconnect-CP-TO-Modell	213	Kennwerte von		KV-Tafeln.	244
Interconnect-TO-Modell	213	Asynchronmotoren	236		
Interface Identifier.	218	Kippmoment	235		
Internetadressklasse.	217	Kippschaltungen	113, 133		
INV.	130	Klasse-D-Verstärker	193		
Invertieren	155	Klasse IP	217		
Invertierender Komparator	125	Kleintransformatoren	254		
Invertierender Schwellwert-		Knotenregel	39		
schalter	135	Kollektor-Basis-Spannung	110		
Invertierender Verstärker . .	126	Kollektor-Emitter-			
Invertierender Zweipunk-		Spannung	110, 113, 137		
tregler	221	Kollektorstrom	110, 111, 113,		
Invertierte Schaltfunktion .	151	123			
P-Adressbereich	210	Kollektorwiderstand	111, 113,		
P-Adresse	219	123			
Pv4-Adresse	217	Kommunikationskosten	270		
Pv6-Adresse	218	Kommutativgesetz der			
Rationale Zahlen	9	Schaltalgebra	152		
Solierstoffe	34	Komparator	124, 125, 246		
Stwertspannung	226, 227	Kompensation der Blind-			
T-Netz.	210	leistung	89		
I-FET	116	Komplementaddition	147		
JK-Flipflops.	164	Komplexe Grund-			
JK-Kipplieder	239	schaltungen	316		
JK-Kippschaltungen	164	Komplexe Leitwertebene	316		
JK-Master-Slave-		Komplexe Widerstands-			
Kippstufen	244	ebene	316		
JK-MS-Kipplieder	247	Kondensator	68		
Joule	42	Kondensatorenentladung	69		
Journal	257	Kopplungsfaktor	95		
Kalkulation erstellen	261	Korrektur für A-Pegel	194		
Kalkulation ohne Fixkosten	270	Kosinus	21		
Kalkulation von Dienstleis-		Kosinusfunktion	21, 22		
tungen	268	Kosinussatz	305		
Kaltleiterwiderstand	40	Kosten	269		
Kapazität	68, 70, 195	Kostenrechnung	258		
Kapazität Siebkondensator	104	Kostenstellen	259		
Kapazität Glättungskon-		Kostenstellenrechnung	259		
densator	103	Kostenträgerrechnung	261,		
Kapazität Ladekon-		263			
densator	141, 142	Kotangens	21		
Kapazität Leitung	207	Kraft	24, 44, 75		

- Leistungselektronik..... 119
 Leistungsfaktor . 89, 235, 236
 Leistungsflussdichte..... 290
 Leistungspegel 209
 Leistungspunkt 54
 Leistungsübertragungs-
 faktor 187
 Leistungsverstärker 191
 Leiterquerschnitt..... 254
 Leiterspannung 93
 Leiterstrom.... 90, 91, 92, 93
 Leiterwerkstoff..... 34
 Leiterwiderstand..... 34
 Leiterzahl 75
 Leitfähigkeit 34
 Leitungsdigitrate 199, 202
 Leitungsschutzschalter.... 253
 Leitwert..... 32, 33
 Letztübergangsdauer 66
 Leuchtdichte..... 107
 Leuchtdichteinheiten 108
 leuchtende sichtbare
 Fläche 107
 Licht..... 107
 Lichtausbeute..... 107
 Lichtgeschwindigkeit
 Material..... 208
 Lichtgeschwindigkeit
 Vakuum 208
 Lichtgleichwert 107
 Lichtschranken..... 241
 Lichtstärke 24, 107
 Lichtstärkeverteilungs-
 kurven 108
 Lichtstrom 107
 Lieferantenauswahl..... 264
 Lineare Funktionen 20
 Lineare Gleichungen. 301, 302
 Lineare Netzwerke..... 272
 Lineare Quantisierung 201
 Linearer Spannungsregler 137,
 139, 251
 Linearisieren..... 17
 Linksterm 27
 Listeneinkaufspreis..... 263
 LNB 289
 Logarithmen..... 16
 Logarithmische Einteilung. 16,
 17
 Logarithmische Maßstäbe.. 16
 Logik-Funktionsschaltplan 158
 Logische Verknüpfungen .. 157
 Lohneinzelkosten LEK.... 260
 Lohngemeinkosten LGK... 260
 Lohnkosten LK 260
 lokal..... 212

M

- Magnetische Feldkonstante 73,
 207
 Magnetische Feldstärke ... 73,
 277
 Magnetische Flussdichte .. 73,
 277
 Magnetische Grundgrößen . 73
 Mantelleitung..... 252
 Maschenregel 39
 Masse 24, 62
 Master-Slave-
 JK-Kippglied..... 164, 243
 Materialeinzelkosten MEK . 260
 Materialgemeinkosten
 MGK..... 260
 Materialkosten MK 260
 maximaler Leistungspunkt . 54
 maximaler Strom durch
 den Schalttransistor 142
 Maximal Power Point 54
 Maximalwert 22, 64
 Maximalwert des
 Vorwärtsstromes..... 120
 Mechanische Anker-
 leistung 232
 Mechanische Arbeit 43
 Mechanische Leistung 43
 Mengensätze 259
 Messbereich..... 36, 37
 Messen 36
 Messistwert..... 36
 Messsollwert 36
 Messunsicherheit 36, 37
 Messwert 24, 37
 Metrik 210, 211
 Mikrocontroller nach
 Vorgaben..... 182
 Minimieren KV-Diagramm 161
 minimierte Schaltfunktion 159,
 239, 243, 246
 Mischung 293, 297
 Mitkopplungswiderstand.. 135
 Mittelwerte..... 313
 mittlere Feldlinienlänge 73
 mittlere ideelle Gleich-
 spannung 121
 mittlerer Ausfallabstand... 300
 Modenkopplungsgrad 209
 Modulation..... 293
 Modulo-2-Addition 298
 Moment..... 232
 Monostabile
 Kippschaltung 134
 Monostabiles Kipp glied ... 245

- MTBF..... 300
 Multimodefasern..... 208
 Multiplikations-Additions-
 Verfahren 144
 Multiplikationsfaktor..... 134
 Multisim 58
 Multi-User-Anschlüsse.... 212
 MUTO 212
 MUX 204

N

- Nachkalkulation..... 261
 Nachstellzeit..... 226, 229
 Nachtriggerbares
 Monoflop..... 134, 245
 Nadelimpulse..... 67
 Natürlicher Logarithmus 16, 17
 NE 555..... 136
 Negation 155
 Negative Betriebs-
 spannung 135
 Network Prefix..... 218
 Netzadresse ... 211, 217, 219,
 220
 Netzfrequenz 235
 Netzmaske 211
 Netzwerke..... 212
 Netzwerkschaltungen..... 272
 Netzwerkschnittstelle..... 219
 Neugrad 21
 Neutralleiter..... 90, 91
 NEXT..... 215, 216
 Nibble 282
 NICHT 157
 NICHT-Element 155
 NICHT-Funktion 159
 Nicht invertierender
 Komparator..... 125
 Nicht invertierender
 Schwellwertschalter 135
 Nicht invertierender
 Verstärker und
 Impedanzwandler 128
 Nicht invertierender
 Zweipunktregler..... 222
 Nicht lineare
 Quantisierung..... 201
 NTC-Widerstand 98
 numerische Apertur 208
 Nutzungsgrad 45
 Nutzwertanalyse 264, 269

O

- ODER..... 157

ODER-Funktion	159	Permittivitätszahl der Isolierung	207	PT_t -Glieder	224
ODER-Normalform	167	Pfeildiagramm	19	Pulsamplitudenmodulation (PAM)	200
ODER-Terme.	152	P-Glieder.	224	Pulscodemodulation (PCM)	200
Öffnungswinkel	190	Phasenverschiebungswinkel	22, 79, 80, 81, 84, 88, 93	Pulsfrequenz	66, 104, 133, 200
Ohm	33	PID-Regler.	228, 229	Pulskreisfrequenz	104
Ohm'sche Gesetz.	35	PI-Regler.	226, 229	Pulsmodulation	200
Oktett.	217	PLD	171	Pulsperiodendauer	66, 122
Operationsverstärker	123, 124	Polpaarzahl.	64, 235, 237	Pulsweitenmodulierte Signal.	233
Optimale Bestellmenge . . .	266	Polynomdivision	298	Punktiert-dezimale Schreibweise von Internetadressen	217
Optokoppler	109	Polzahl.	235	Punkt-zu-Punkt-Verbindung	212
OPV	124	Positive Betriebsspannung	135	PWM	233, 234
Ortsfaktor	43	POST	177	Pythagoras	30
OUT	174	Potenz	12		
Oversampling	197	Potenziale	40		
P					
PAL 10H8.	173	Potenzwert	12, 143		
PAL 16RP8.	283	Potenzwert-Verfahren.	144		
PAL-Schaltkreise	171	Präfix	218		
Parabolantenne	291	Präfixlänge	218		
Parallelbetrieb	113	P-Regler.	222, 229		
paralleler Verlustwiderstand	82	Primärschlüssel	183		
paralleler Verlustwiderstand Spule	85, 86, 87	Problemfunktionen	167, 169		
Parallelogramm	29	Produktlinie	172, 173		
Parallelschaltung	47	Produktsumme	171, 172		
Parallelschaltung Kondensatoren	70	Produktterm	171, 172		
Parallelschaltung Wirkwiderstand und Blindwiderstand	81	Produzierendes Gewerbe	261		
Parallelschwingkreis	85	Programmelemente in VDHL	174		
Passiva	257	Programmierbares UND-Feld	173		
Patchfeldkabel	212	Programmieren mit Vorgaben	182		
Pausendauer	66, 121, 122, 133	Programmschleifen	181		
Pausenzeitz	233	Programmverzweigungen	180		
PC-Adresse	217	Proportionalbeiwert	222, 223, 224, 226, 227, 229		
PC-BIOS	177	Proportionalbeiwert Regelkreisglied	230		
PD-Regler	227	Proportionalbeiwert Strecke	230		
PDT ₁ -Regler	227	Proportionalbereich	222		
Pegel	206	Prozent	18		
Pegelanpassung	240	Prozentrechnen	18		
Pegelrechnung in Breitband-Kommunikationsanlagen	287	Prozentsatz	18		
Pegelrechnung in HF-Verteilnetzen	284	Prozentwert	18		
Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen	289	Prüfungsaufgaben IT	268		
Periode	64	Pseudotettrade	148, 162		
Periodendauer	63, 133, 233	PSK	199		
Periodendauer der Brummspannung	103	PSpice	60, 61		
Permeabilitätszahl	73, 207	PT ₁ -Strecken	229		
Permittivitätszahl	70	Pt100-Sensoren	99		
		Pt100-Widerstandssensoren	99		
		Pt1000-Kennlinie	130		
		PT _n -Strecken	224		

Q

QAM	199
Quadbit	282
Quadrat	29, 30
Quadratische Funktionen	306
Quadratische Gleichungen	303
Quadratwurzel	15
Quantisierung	201
Quantisierungsbits	201
Quantisierungsfehler	201
Quellenspannung	53
Querstrom	51, 111
Querstromverhältnis	51, 111
Querwiderstand	135

R

R-2R-Netzwerk	50
RAD	21
Radiant (rad)	22
Radikand	15
Radizieren	15
Raffungsfaktor	300
Rail-to-Rail-Operationsverstärker	135
Rangierkabel	212
Rationale Zahlen	9
Rauschabstand in HF-Verteilnetzen	286
Rauschabstandsmaß	200
RC-Schaltung	71, 79, 83, 278
RC-Siebschaltung	279
RC-Siebung	104
Rechenwerk	170
Rechnungswesen	255
Rechteck	29
Rechteckimpuls	67

Rechtsterm	27	Rückkopplungswider-	
Redundanz	162, 282	stand	128, 131, 138, 227
reelle Zahlen	9	Rundrufadresse	217
Referenzspannung	139		
Referenzstrom	139		
Reflexion	207		
Regeldifferenz	222		
Regeldifferenzspannung ..	226,		
227			
Regelgröße	221, 222, 224	Sammelpunkte	212
Regelgrößenänderung	222	Satellit	288
Regelstrecke	224	Scanner	176
Regelstrecke höherer		Schalldruck	194
Ordnung	225	Schalldruckpegel	194
Regelstrecken ohne		Schaltalgebraische	
Ausgleich	231	Begriffe	151
Reglerausgangsspannung	226,	Schaltdifference	135, 221
227		Schaltfolgetabelle	244
Regler einstellen	229	Schaltfrequenz Durchfluss-	
Reihen	317	wandler	141
Reihenbetrieb	113	Schaltfunktion	151, 169, 238,
Reihen-Gegentakt-		247	
schaltung	191, 192	Schaltfunktion aus Wertet-	
Reihenschaltung	46	tabelle	166
Reihenschaltung von		Schalthysterese	135
Kondensatoren	70	Schaltkreisprüfung	249
Reihenschaltung von		Schaltnetze	151
R, L und C	84	Schaltnetzteile (SNT)	140
Reihenschaltung Wirk-		Schaltregler	139
widerstand und Blind-		Schaltung aus	
widerstand	79	Schaltfunktion	167
Reihenschwingkreis	85	Schaltungen nicht lineare	
Reihenverlustwiderstand ..	80	Widerstände	96
Reihenverlustwiderstand		Schaltverstärker	246
der Spule	87	Schaltwerke	164
Relative Empfindlichkeit		Schaltzeiten	249
Augen	107	Schaubild	19
Relative Messunsicherheit ..	36	Scheinbruch	10
Resonanzfrequenz	86, 87	Scheinleistung	88, 89, 93,
Resonanzkurve	87	254	
Resonanzwiderstand	86	Scheinleitwert	81, 85
Resteverfahren	145	Scheinwiderstand	79, 81, 84,
Restpolynom	298	85, 86, 88	
Restwelligkeit Ausgangs-		Scheitelfaktor	64, 65
spannung	141	Scheitelwert	22
Richtantenne	190	Scheitelwert der magne-	
Richtcharakteristik	190	tischen Flussdichte	94
Ringspulen	74	Scheitelwert der Sperr-	
RLC-Reihenschaltung	88	spannung	102
RLC-Schaltungen	84	Schleusenspannung	100, 120
RL-Schaltung	83	Schlupf	235
RL-Schaltungen	77, 79	Schlupffrequenz	235
Router	210	Schmelzbrücke	171
Routingtabelle	210	Schritt Frequenz	237
Routingtabellen auslesen ..	211	Schrittmotoren	237
Rückdämpfungsmaß	190	Schrittwinkel	237
		Schwellwert	125
		Schwellwertschalter	
		(Schmitt-Trigger) ..	135, 136
		Schwellwert sinkende	
		Eingangsspannung	135
		Schwellwert steigende	
		Eingangsspannung	135
		Schwingkreise	85
		Schwingungserzeugung	280
		Schwingmasse	44
		Sechzehnerpotenzen	14
		Sedezimalsystem	148
		Sektoren	175
		Sekundärelemente	55
		Selbstkosten	260
		Sendepegel dBm	206
		Sequentielle Digitaltechnik ..	164
		Sequentielle Schaltungen ..	249
		Si-Diode	101
		Siebfaktor	103, 104
		Siebung	103, 104
		Siebwiderstand	104
		Siemens	33
		Signalabtastung	197
		Sinus	21
		Sinusform	89
		Sinusfunktion	21, 22
		Sinussatz	305
		Sketch	179
		Solarmodul	54
		Sollwert	221
		Sollwertspannung	226, 227
		Sourceschaltung	115
		Spannung	24, 35, 69
		Spannung	
		Eingangswicklung	94
		Spannungsänderung ..	68, 96
		Spannungsanpassung	56
		Spannungsbezugspfeile ..	39
		Spannungserzeuger	53
		Spannungsfall	111
		Spannungsfall Strombe-	
		grenzungswiderstand ..	137
		Spannungsfehlerschaltung ..	48
		Spannungskonstante ..	233, 234
		Spannung Spule	77
		Spannungspuls	67
		Spannungsstabilisierung	
		Z-Diode	105, 106
		Spannung stabilisieren	137
		Spannungsteiler	51, 52
		Spannungs-	
		übertragungsfaktor ..	187
		Spannungs-	
		verstärkungsfaktor ..	123, 126
		Spannungszeitfläche der	
		Eingangsspannung	132



Spannung zwischen invertierendem und nicht invertierendem Eingang	124	Stromstärke	24, 32, 35, 73, 75, 78, 79, 88	Track	175
Speicherkapazität	175, 176	Stromstärke (Augenblickswert)	77	Trägerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen	288
Sperrsichttemperatur	63	Stromsteller	121	Trägheitsmomente	44
Sperrwandler	142	Strom-Zeit-Kennlinien	253	Transformator	94
Spezifischer Widerstand	34	Strukturbild des Druckregelkreises	230	Transformatorhauptgleichung	94
Spezifische Wärmekapazität	62	Strukturierte IT-Verkabelung	212	Transformatorwicklung	95
Spitze-Tal-Wert	64	Stufenhöhe lineare Quantisierung	201	Transistor elektronischer Schalter	113
Spule	73	Subnetzadresse	220	Transistorkennlinien	111
Spulenkonstante	76	Subnetze	218, 219, 220	Trapez	29
Spulenstrom	77	Subnetzmaske	211, 219, 220	Trapezimpuls	67
Spur	175	Subtrahierverstärker	129	Trigonometrische Funktionen	21
SQL	185, 186	Summierverstärker	127	U	
Stabilisierungsfaktor	106	Symmetrische, gleichartige Belastung	90, 92	Überlagerung bei linearen Netzwerken	272
Stabilisierungsschaltungen	106	Synchrone Datenübertragung	203	Übersetzung	95
Ständermagnetfeld	232	Synchrone Drehzahl	235	Übersprechen	215
Standortverteiler	214	Synchrongänger 165, 166, 168, 244, 246, 247		Übersteuerungsfaktor 113, 246	
Statisch Routen	210	T		Überstromschutzeinrichtungen	253
Stegleitung	252	TA	212	Übertragungsadmittanz	187
Steigungsbereich	214	Tabellenkalkulationsprogramm	269	Übertragungsbandbreite	199
Steigung	23	Tagebuch Buchhaltung	257	Übertragungsfaktor	187
Steigungsfaktor	20	Tangens	21, 23	Übertragungsimpedanz	187
Steilheit	116	Tastgrad	63, 66, 122, 133, 233, 234	Übertragungskoeffizient	187
Stellbereich	222	Teilerschaltung (Johnson-Teiler)	169	Übertragungseleitwert	187
Stellenwert	143, 148	Teilverhältnis	169	Übertragungswiderstand	187
Stellgröße	222, 224	Teilnehmeranschlussdose	212	UEFI	178
Stellgrößenänderung	222	Teilspannungen	46, 84	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	31, 64
Sternleitungssystem	287	Teilströme	84	Umfang	29
Sternschaltung	90, 93	Temperatur	24	Umfangsgeschwindigkeit	31
Stetige Regler	222	Temperatur in °C	62	Umkehrgesetze eine Variable	155
Steuerspannung	117	Temperatur in Kelvin	62	Umkehrgesetze mehrere Variablen	155
Stoffmenge	24	Temperaturkoeffizient	33	Umkehr-Term	151
Störungsregelung	230	Temperaturunterschied	62	Umkehrverstärker	126
Stoßdämpfungsmaß in dB	206	Tertiärbereich	212	Umlaufvermögen	257
Strahlungsleistung	107	Tesla	73	Unabhängige Variable	19
Strahlungsleistungspegel	288	Tetrad	148, 282	Unbelasteter Spannungsteiler	51
Strang	212	Thermostatregelung	221	Unbestimmtes Integral	310
Strangspannung	90, 91, 92, 235	Thyristor elektronischer Schalter	120	UND	157
Strangstrom	90, 91, 92	Tiefpass	83, 279	UND-Funktion	159
Strangzahl	237	T-Kipplieder	164, 168, 243	UND-Termen	152
Strecken mit Ausgleich	231	Toleranzwert	18	Unechter Bruch	10
Strecken ohne Ausgleich	227	Totalreflexion	208	Unipolar	237
Strom	254	Totzeit	224, 230	Unstetige Regler	221
Stromablaufplan	158				
Stromänderung	76, 96				
Stromanpassung	56				
Strombelastbarkeit Leitungen	252				
Strombezugspfeile	39				
Stromdichte	32, 254				
Stromfehlerschaltung	48				
Stromflusswinkel	120				
Strom Magnetfeld	75				
Strom stabilisieren	138				

Unsymmetrische Belastung	91, 92	Vierquadrantenbetrieb	234	Wirkfaktor	89, 254		
Unternehmensgründung	268	Vierstrang-Ansteuerung	239	Wirkleistung	88, 89, 93, 254		
Urspannung	53, 56	Virtuelle Messgeräte	58	Wirkleitwert	81, 85		
Ursprung	20	Volladdierer	247	wirksame Breite			
V							
VDR	98	Vollbildfrequenz	176	Magnetfeld	75, 76		
VECTOR	174	Vorhaltzeit	227	wirksame Solarfläche	54		
Verbindungsgesetz	9, 153	Vorkalkulation	261	Wirkspannung	79		
Verdrahtetes ODER-Feld	173	Vor-Rück-Verhältnis	190	Wirkstrom	81		
Verhältniszahl	197	Vor-Rück-Verhältnismaß	190	Wirkungsgrad	45, 235, 236,		
Verkabelungshierarchie	214	Vorsätze	25, 26	254			
Verkaufspreiskalkulation	263	Vorsatzeichen	25	Wirkwiderstand	79, 81, 83		
Verkettungsfaktor	90, 92	Vorstrom	139	Wurzel	15		
Verkürzungsfaktor	207, 216	Vorwärts-Rückwärts-		Wurzelexponent	15		
Verlegeart	252	Zähler	241, 242	Wurzelzeichen	15		
Verluste der Spule	80	Vorwärtsverlustleistung		Wurzelziehen	15		
Verluste des Kondensators	82	des Thyristors	120				
Verlustfaktor	80, 82	Vorwiderstand	105, 106, 137				
Verlustleistung	63	Vorwiderstand Dioden	100				
Verlustleistung im IC	139	W					
Verlustwiderstand	86	Wärme	62	XOR	157		
Verlustwiderstand der		Wärmekapazität	62	XOR-Verknüpfung	172		
Spule	85, 86	Wärmewiderstand	63, 275	Y			
Verlustwinkel	82	Weber	73	y-Achsenabschnitt	20		
Vermögenswerte	257	Wechselgrößen	64	Z			
Verstärker bipolarer		Wechselimpuls	66	Zahlen komplexe			
Transistor	110	Wechselstromleistungen	88	Zahlenebene	314		
Verstärker Brücken-		Wechselstromtechnik	64	Zahlensysteme	143		
schaltung	193	Wellenlänge	64	Zahl Leiterschleifen	76		
Verstärker Feldeffekt-		Wellenwiderstand	206, 207	Zählzyklus	38		
transistor	115	Wellenwiderstand Leitung	207	Z-Diode	101, 105		
Verstärkung	187, 206	Wertepaare	20	Zehnerlogarithmus	16		
Verstärkungsfaktor	187	Wertetabelle	19, 151, 165,	Zeichenrate	202		
Verstärkungsfaktor		242, 246	257	Zeiger	22		
des INV	130	Wertfluss	257	Zeit	24, 71		
Verstärkungsfaktor für		Widerstand	24, 32, 33, 35,	Zeitlaufdiagramm	165, 242		
Sinusspannung	131, 132	95, 129	95	Zeitlaufplan	243		
Verstärkungsmaß	188, 189	Widerstände		Zeitdauer der Änderung	76		
Vertauschungsgesetz	9, 152	Spannungsteiler	137, 139	Zeit für Δu_a	132		
Verteilnetze	284	Widerstandsänderung	33	Zeit für Δu_e	131		
Verteilungsgesetz	9, 154	Widerstandsbrücke	40	Zeit im Samplemodus	197		
Vertreibsgemeinkosten		Widerstandsverhältnis	111	Zeitkonstante	71, 77, 224		
VertrGK	260	Widerstand und Leitwert		Zeitkonstante einer			
Verwaltungsgemein-		komplexe Ebene	316	PT1-Strecke (auch TS)	230		
kosten VerwGK	260	Widerstand Verstärkungs-		Zeitliche Anforderungen	249		
Verzögerungszeit	227	einstellung	130	Zeitmultiplexübertragung	204		
Verzugszeit	221, 224, 229	Wien-Oszillator	280	Zeitverhalten	59		
Verzugszeit der Sprung-		Windlast	291	Zerlegungsverfahren	145		
antwort der Strecke	230	Windungszahl	73, 76, 94, 254	Zieleinkaufspreis	263		
VHDL	174	Windungszahl Eingangs-		Z-Spannung	105, 123, 137,		
Vielperiodenimpuls	66	wicklung	94	138			
Vierleiter-Messverfahren	99	Winkel	21	Z-Strom	105, 137		
Vierpoliger DASM	235	Winkelfunktionen	21, 22	Zugeführte Scheinleistung	254		
		Winkelgeschwindigkeit	31, 44				
		Winkelmaße	21				