



3.2.4 PDT₁-Regler und PD-Regler

Seite 227

$t = 0; U_m = 5 \text{ V}; t = 0,1 \text{ s}; U_m = 4,53 \text{ V};$
Weiteres siehe Lösungsbuch.

$K_p = 2; T_d = 7,5 \text{ ms}; K_D = 15 \text{ ms}$

Skizze siehe Lösungsbuch.

a) $K_p = 4; a = 4; T_d = 380 \text{ ms}; T_D = 1,52 \text{ s}$

b) $K_p = 2; a = 8; T_d = 0,48 \text{ s}; T_D = 0,96 \text{ s}$

a), b), c) Siehe Lösungsbuch.

3.2.5 PID-Regler

Seite 228

$K_p = 8; T_i = 2 \text{ s}; T_d = 0,375 \text{ s}$

a) $K_I = 0,15 \text{ s}^{-1}; T_I = 6,67 \text{ s}; K_D = 6 \text{ s}$

b) $R_K = 150 \text{ k}\Omega; R_{eI} = 45,5 \text{ M}\Omega; R_{KD} = 40 \text{ M}\Omega$

a) und b) Siehe Lösungsbuch.

a), b), c), d), e), f) Siehe Lösungsbuch.

$K_p = 0,8; T_i = 150 \text{ ms}; a = 4; T_1 = 37,5 \text{ ms};$

$T_d = 150 \text{ ms}$

Siehe Lösungsbuch.

3.2.6 Regler einstellen (Ziegler/Nichols)

Seite 229

a) $K_{P\text{krit}} = 6$ b) $K_p = 3$

a) $R_K = 20 \text{ k}\Omega$ b) $K_p = 2$

c) $K_{P\text{krit}} = 4$ d) $T_0 = 0,24 \text{ s}$

a) $K_p = 2,54$ b) $T_n = 0,56 \text{ s}$

c) $K_{P\text{krit}} = 4,23$ d) $R_{k0} = 93,3 \text{ k}\Omega$

e) $T_0 = 1,12 \text{ s}$ f) $T_V = 0,112 \text{ s}$

g) $C_e = 5,1 \mu\text{F}$

3.2.7 Auswahl der Reglerkennwerte

Seite 231

a), b), c), d), e) Siehe Lösungsbuch.

a) $K_{PR} = 1,02; T_i = 36 \text{ s}$

b) $K_{PR} = 0,8; T_i = 6 \text{ min}; T_d = 1,26 \text{ min}$

c) $K_{PR} = 95; T_i = 48 \text{ ms}; T_d = 8,4 \text{ ms}$

a) Siehe Lösungsbuch.

b) $K_{PS} = 0,25; T_{IE} = 5 \text{ s}$

c) Siehe Lösungsbuch.

4. a) $K_{PR} = 0,5$
b) $K_{PR} = 0,76; T_d = 6,3 \text{ min}$
c) $K_{PR} = 0,267; T_d = 37,8 \text{ s}$

5. a) Siehe Lösungsbuch.
b) $K_{IS} = 0,01 \frac{1}{\text{s}}; T_{te} = 0,25 \text{ s}$
c) $K_{PR} = 480; T_i = 0,5 \text{ s}; T_d = 0,105 \text{ s}$
d) Siehe Lösungsbuch.

14 Antriebstechnik

14.1 Antrieb mit Gleichstrommotoren

Seite 232

1. a) $P = 524 \text{ W}$ b) $I_A = 2,28 \text{ A}$
2. a) $P_A = 6171 \text{ W}$ b) $M = 40,9 \text{ Nm}$
3. a) $P_A = 8018 \text{ W}$ b) $M = 34,8 \text{ Nm}$
4. a) $\eta = 82,6 \%$ b) $M = 42,4 \text{ Nm}$

14.2 Ein-Quadranten-Steller (1Q-Steller)

Seite 233

1. a) $T = 1 \text{ ms}; T = 78,125 \mu\text{s}; T = 6,25 \mu\text{s}$
b) $f = 50 \text{ Hz}; f = 32 \text{ kHz}; f = 62,5 \text{ MHz}$
2. a) $T = 50 \text{ ns}; g = 0,2; f = 20 \text{ MHz}$
b) $T = 2,4 \mu\text{s}; g = 0,667; f = 416,7 \text{ kHz}$
c) $T = 4 \text{ ms}; g = 0,05; f = 250 \text{ Hz}$
3. a) $t_i = 175 \mu\text{s}; t_p = 75 \mu\text{s}$
b) $t_i = 39,0625 \mu\text{s}; t_p = 23,4375 \mu\text{s}$
c) $t_i = 2,34375 \mu\text{s}; t_p = 10,15625 \mu\text{s}$
4. Siehe Lösungsbuch.
5. a) $U_A = 0,96 \text{ V}; 30 \text{ V}; 29,76 \text{ V}; 21 \text{ V}; 40,32 \text{ V}$
b) $g = 0,5; 0,9375; 0,125; 0,15$
6. a) $g = 0,4219$
 $T = 250 \mu\text{s}; t_i = 105,5 \mu\text{s}; t_p = 144,5 \mu\text{s}$
b) $t_i = 175 \mu\text{s}; t_p = 75 \mu\text{s}; U_A = 16,59 \text{ V}$
c) $g = 0,08; t_p = 230 \mu\text{s}; U_A = 1,896 \text{ V}$
7. a) $U_A = 38,4 \text{ V}; g = 0,768$
b) Oszilloskopogramm siehe Aufgabe, Bild 2.
links: $t_i = 150 \mu\text{s}$ rechts: $t_i = 34 \mu\text{s}$
 $t_p = 100 \mu\text{s}$ $t_p = 46 \mu\text{s}$
 $g = 0,6$ $g = 0,425$
 $n = 750 \frac{1}{\text{min}}$ $n = 531,25 \frac{1}{\text{min}}$



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

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) $I_A = 99,36 \text{ A}$ 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 Schrittewinkel 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) $\overline{l_{11n+1}} = \overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge l_{22n}$
 $\overline{l_{21n+1}} = l_{11n} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}}$
 $\overline{l_{12n+1}} = \overline{l_{11n}} \wedge l_{21n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}}$
 $\overline{l_{22n+1}} = \overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge l_{12n} \wedge \overline{l_{22n}}$
b) $\overline{l_{11n+1}} = (0 \wedge l_{11n}) \vee (l_{22n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge \overline{l_{11n}})$
 $\overline{l_{21n+1}} = (0 \wedge l_{21n}) \vee (l_{11n} \wedge \overline{l_{12n}} \wedge \overline{l_{22n}} \wedge \overline{l_{21n}})$
 $\overline{l_{12n+1}} = (0 \wedge l_{12n}) \vee (\overline{l_{11n}} \wedge l_{21n} \wedge \overline{l_{22n}} \wedge \overline{l_{21n}})$
 $\overline{l_{22n+1}} = (0 \wedge l_{22n}) \vee (\overline{l_{11n}} \wedge \overline{l_{21n}} \wedge l_{12n} \wedge \overline{l_{22n}})$

Seite 239

a) Zähler 0 bis 7

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

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

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

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

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

a) Siehe Lösungsbuch.

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

d) Schaltung siehe Lösungsbuch.

a) Wie Aufgabe 5a), Seite 239

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

c) Siehe Lösungsbuch.

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

c) Schaltung siehe Lösungsbuch.

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

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

$$2. V_u = 58,1$$

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

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

$$5. a) R_2 = 5 \text{ k}\Omega, R_1 = 85 \text{ k}\Omega \quad b) R_{limin} = 105,04 \text{ k}\Omega \\ c) R_{3u} = 6,56 \text{ k}\Omega \quad d) R_6 = 837\Omega$$

Seite 241

$$6. a) \Delta R = k \cdot \epsilon \cdot R, \text{ siehe Lösungsbuch.}$$

$$b) R_2 = 470 \Omega$$

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

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

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

$$7. a) Schaltungen siehe Lösungsbuch.$$

$$R_{v1} = R_{v2} = 17,3 \Omega; \quad R_v = 8,6 \Omega; \quad R_y = 11,8 \Omega$$

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

$$c) R_3 = R_4 = 880 \Omega$$

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

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

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

Zulässig ist ein Dunkelwiderstand

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

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

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

Der Hellwiderstand darf

$$R_H = 0 \Omega \dots 953 \Omega \text{ sein.}$$

$$f) \text{Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.}$$

$$g) \text{Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.}$$

15.2 Aufgaben der Digitaltechnik

Seite 242

1. a) Zeitablaufdiagramm siehe Lösungsbuch.

b) 6 Fahrzeuge

c) Siehe Lösungsbuch.

$$t_{1n} = 1$$

$$\text{für } t_{2n}: t_{2n} = (\overline{c_{vnr}} \wedge \overline{q_{3n}}) \vee (c_{vnr} \vee q_{3n})$$

$$\text{für } t_{3n}: t_{3n} = (\overline{c_{vnr}} \wedge \overline{q_{1n}} \wedge \overline{q_{3n}}) \vee (c_{vnr} \wedge q_{1n} \wedge q_{3n})$$

d) und e) für t_{3n} : $r_t = q_1 \wedge q_2 \wedge q_3$ und $gn = \overline{rt}$

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

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

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:

$$E = ((\overline{A} \wedge \overline{C}) \wedge (\overline{B} \wedge \overline{D})) \vee ((\overline{B} \wedge \overline{D}) \wedge (\overline{A} \vee \overline{C}))$$

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

$$1. a) V_{CC} = 6,0 \text{ V} \quad b) V_I = V_{CC} = 6,0 \text{ V} \\ c) T_{stg} = -65^\circ\text{C bis } 150^\circ\text{C}$$

$$2. a) I_{IK} = \pm 20 \text{ mA} \quad b) I_{OK} = \pm 20 \text{ mA}$$

$$3. a) I_0 = \pm 12,5 \text{ mA} \quad b) I_{CC} = 25 \text{ mA} \\ c) I_{GND} = -25 \text{ mA}$$

$T_{\text{amb}} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$

a) $V_{\text{OH}} = 3,7 \text{ V}$ b) $V_{\text{OL}} = 0,4 \text{ V}$

$I_{\text{I}} = 1.0 \mu\text{A}$

6.1.3 Umgang mit Datenblättern von Spannungsreglern und Timer-Bausteinen

Seite 251

- a) $\frac{R_2}{R_1} = 8,6$
- b) $R_2 = 2,04 \text{ k}\Omega$ bei $R_1 = 240 \Omega$
- a) $I_{Q,\text{max}} = 1,5 \text{ A}$
- b) Toleranz $-55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $U_{I,\text{min}} = 1,2 \text{ V}$

Baustein 555, da alle Bedingungen erfüllt sind. ZN 1034 ist auch möglich, es ist aber nur ein Hersteller verfügbar!

Baustein 7555 in CMOS-Technologie

- a) Monostabile Kippstufe
- b) Pin 1, 2 und 3
- c) Q und \bar{Q}

6.2 Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Seite 252

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

6.3 Überstromschutz-einrichtungen

Seite 253

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

6.4 Kleintransformatoren

Seite 254

Ausgangsleistung: $S = 120 \text{ VA}$

Aus Tabelle 1: Kern M102a

Eingangswicklung:

$N_1 \approx 750$; $S_{zu} = 120 \text{ VA}$; $I_1 = 0,52 \text{ A}$

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:

$N_1 \approx 962$; $S_{zu} \approx 74 \text{ VA}$; $I_1 = 0,32 \text{ A}$

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 % b) LGKS = 129,17 %
c) HK = 384 €
2. a) VerwGK = 66,97 € b) SK = 676,97 €
c) VertrGKS = 16,86 %
3. a) HK = 39,90 € b) SK = 46,48 €
4. a) LEK = 3,87 € b) SK = 46,33 €
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

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

$$\begin{aligned} \text{Zelle D18: } NettoVP &= \frac{BruttoVP}{1 + MWSTS/100\%} \\ \text{Zelle C17: } R &= RS \cdot \frac{NettoVP}{100\%} \\ \text{Zelle D16: } ZielVP &= NettoVP - R \\ \text{Zelle C15: } S &= SS \cdot \frac{ZielVP}{100\%} \\ \text{Zelle C14: } P &= PS \cdot \frac{ZielVP}{100\%} \\ \text{Zelle D13: } BarVP &= ZielVP - S - P \\ \text{Zelle C12: } G &= BarVP - SK \\ \text{Zelle B12: } GS &= G \cdot \frac{100\%}{SK} \end{aligned}$$

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) $KF = 1,25$

18 Markt- und Kundenbeziehungen

18.1 Lieferantenauswahl

18.1.1 ABC-Analyse

Seite 264

1. a) P1 b) P4, P5, P6
2. a) $GP = EP \cdot m$
b) z.B. $p_1 = 76,9 \%$
c) z.B. $k_2 = 89,7 \%$
3. Siehe Lösungsbuch.
4. a) Eingabe der Menge und des Einzelpreises des neuen Produkts; erneute Sortierung nach p .
b) Siehe Lösungsbuch.

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

8.2.2 Lagerkennziffern

Seite 266

a) = Mittelwert (E8:E20)

b) = D23/E29

c) = 360 Tage/E31

d) = B25*E27/E31

Siehe Lösungsbuch.

a), b) ändern sich nicht

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

8.2.3 Optimale Bestellmenge

Seite 267

in Zelle G11: $= F11*\$D\6

bis Zelle G17: $= F17*\$D\6

Siehe Lösungsbuch.

Bei Lieferant L1 sind die Gesamtkosten am geringsten.

8.2.4 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.

8.3 Prüfungsaufgaben IT-Technik

8.3.1 Unternehmensgründung

Seite 268

a) $AV = 315\,000$ € b) $\frac{EK}{FK} = 2,9$

c) Siehe Lösungsbuch

a) Bei Kreditkauf: $GK = 27288$ €
Bei Leasing: $GK = 27360$ €

b) $K = 0,14$ R 14 %

c) $K = 0,055 \frac{\text{€}}{\text{km}}$

d) $GK \text{ pro km} = 0,3759 \frac{\text{€}}{\text{km}}$

a) $RohG = 44,58$ € b) $HSP = 4,25$ %

$BruttoVP = 13698,69$ €

5. Angebotspreis = 1374,45 €

6. Ecotank-Drucker: 332 €

Drucker 2: 514 €

Ersparnis: 182 €

18.3.2 Beschaffung und Betrieb von Datenprojektoren

Seite 269

1. Testsieger wird Produkt P1.

2. Anbieter 1: Angebot = 6600 €

Anbieter 2: Angebot = 6804 €

Anbieter 3: Angebot = 5559,76 €

3. Anbieter 3 ist der Günstigste.

4. Siehe Lösungsbuch.

5. Siehe Lösungsbuch.

6. Gesamtkosten = 338 €

18.3.3 Kommunikationskosten

Seite 270

1. 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

2. 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.

3. 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

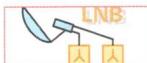
4. Der Tarif mit einer Taktzeit von 240 s ohne Einwahlgebühr ist am günstigsten.

5. 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

6. $GK = 69,20$ € 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 €

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

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

4. a) $E = 240 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$ b) $D = 25,488 \frac{\mu\text{C}}{\text{m}^2}$ c) $\mathcal{Q} = 5,11 \mu\text{C}$

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

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

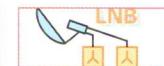
10. $I_3 = 2,4 \text{ A}; R_3 = 3,5 \Omega$

19.1.2 Ersatzspannungsquelle

Seite 273

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

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



9.3.2 Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes

Seite 277

- a) $I = 1,05 \text{ A}$
 b) $L = 1,44 \text{ mH}; W = 180 \mu\text{Ws}$
 c) $I = 60 \text{ mA}$
 d) a) $w = 180 \text{ Ws/m}^3$ b) $W = 29,7 \text{ mWs}$

$$\begin{aligned} w &= 254,6 \text{ kWs/m}^3 \\ w &= 0,994 \text{ mWs/m}^3 \approx 1 \text{ mJ/m}^3 \\ W &= 6,3 \text{ mWs} \\ I &= 8,5 \text{ A} \\ W &= 0,194 \frac{\text{Ws}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

9.4 RC-Schaltungen

9.4.1 Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung

Seite 278

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

9.4.2 Einfache RC-Siebschaltungen

Seite 279

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

6. a) $\frac{U_1}{U_2} = 3,98$ b) $R_2 = 1,38 \text{ k}\Omega$
 c) $f_m = 14,06 \text{ kHz}$ 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) $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$
 4. a) $\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}$ b) $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$
 5. a) $f_0 = 3,39 \text{ kHz}$ b) $V_u = 1,94$ c) $R_K = 25,38 \text{ k}\Omega$
 6. a) $f_0 = 3,39 \text{ kHz}$ b) $V_u = 5,255$ c) $R_Q = 23,5 \text{ k}\Omega$
 7. a) $f_{\min} = 1,447 \text{ kHz}$ b) $f_{\max} = 15,92 \text{ kHz}$
 8. $R = 21,22 \text{ k}\Omega$
9. a) $V_{\text{ust}} = 6,17$ b) $U_2 = 4,27 \text{ V}$
 10. a) $R_3 = 75 \Omega$ b) $R_4 = 75 \Omega$ c) $V_{\text{ust}} = 4$
 11. a) $R_3 = 65 \Omega$ b) $R_4 = 130 \Omega$
 c) $V_{\text{ust}} = 7,5$ d) $R_Q = 7,23 \text{ k}\Omega$
 12. a) $U_{R3} = 2 \text{ V}$ b) $R_4 = 112,5 \Omega$
 c) $V_{\text{ust}} = 6,67$ d) $R_K = 124,7 \text{ k}\Omega$
 13. a) $R_3 = 65 \Omega$ b) $V_{\text{ust}} = 2,78$
 c) $U_2 = 4,96 \text{ V}$ d) $R_Q = 26,4 \text{ k}\Omega$
 14. a) $R_3 = 75 \Omega$ b) $V_{\text{ust}} = 3,82$
 c) $U_2 = 4 \text{ V}$ 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

- Pin 11 muss an Masse gelegt werden, Schaltung, siehe Lösungsbuch.
- $xor = 0$, Schaltung, siehe Lösungsbuch.
- a) Zeitablaufdiagramm, siehe Lösungsbuch.
b) Es liegt ein einschaltbarer Frequenzteiler vor.
- 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

- $L_{ue} = 54,7 \text{ dB}\mu\text{V}$; $U_{75} = 543,3 \mu\text{V}$
- a) $L_{ue} = 54 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) Antennengewinn = 11 dB
- a) $P = 0,316 \text{ mW}$ b) $U = 435,4 \text{ mV}$
- a) $P = 3,16 \mu\text{W}$ b) $U = 43,5 \text{ mV}$
- a) $L_p = 8 \text{ dBm}$ b) $U = 1,95 \text{ V}$
- a) $L_p = 3 \text{ dBm}$ b) $U = 1,09 \text{ V}$
- a) $U_{600} = 1,09 \text{ V}$ b) $L_u = 111,7 \text{ dB}\mu\text{V}$
- a) $U_{600} = 1,228 \text{ V}$ b) $L_u = 112,7 \text{ dB}\mu\text{V}$
- $L_{UA} = 77 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UB} = 97 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UC} = 95 \text{ dB}\mu\text{V}$
 $L_{UD} = 93,5 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UE} = 88 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UF} = 87,55 \text{ dB}\mu\text{V}$
- $L_{UA} = 80,6 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UB} = 98,6 \text{ dB}\mu\text{V}$
 $L_{UC} = 96,6 \text{ dB}\mu\text{V}$; $L_{UN} = 72,4 \text{ dB}\mu\text{V}$
- $G_u = 11,2 \text{ dB}$
- $L_u = 73,55 \text{ dB}\mu\text{V}$
Der Höchstpegel ist also **nicht** überschritten.

19.8.2 Rauschabstand in HF-Verteilnetzen

Seite 286

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

- a) $L_u = 66 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) $A_\sigma = 58 \text{ dB}$
c) $A_{eR} = 40 \text{ dB}$ d) $U_{ne} = 2,51 \mu\text{V}$; $F_n = 3,2$
- a) $U = 158,5 \text{ mV}$ b) $U_{na} \approx 20 \mu\text{V}$ c) $A_\sigma = 78 \text{ dB}$
- 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

- a) $A = 44,4 \text{ dB}$ b) $L_{u1} = 48,6 \text{ dB}\mu\text{V}$
c) $G_{u2} = 21,4 \text{ dB}$
- a) $A = 38,1 \text{ dB}$ b) $L_{u1} = 74,9 \text{ dB}\mu\text{V}$
- 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.
- a) $L_{uv} = 102,32 \text{ dB}\mu\text{V}$
b) $n_F = 13,16$
Der Verstärker kann also mit 13 Fernsehkanälen angesteuert werden.
- a) $L_{umin} = 81 \text{ dB}\mu\text{V}$ b) $A_\sigma = 61,32 \text{ dB}$
- $A_\sigma = 65,32 \text{ dB}$

19.8.4 Trägerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen

Seite 288

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

19.8.5 Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen

Seite 289

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

- $L_p = -91,75 \text{ dBW}$
- 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: $L_{u4} = 60,45 \text{ dB}\mu\text{V}$
- a) $G_A = 41,02 \text{ dBi}$ b) $d = 1,18 \text{ m}$

9.8.6 Grenzwerte bei Mobilfunkanlagen

Seite 290

- a) $D = 2,99 \text{ m}$ b) $D = 6,69 \text{ m}$
- $D = 470 \text{ m}$
- 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.
- $PFD = 8 \text{ dBW/m}^2; E = 48,8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

9.8.7 Mechanische Sicherheit der Antennenstandrohre und Ausrichtung der Satellitenantennen

Seite 291

- $M = 858,5 \text{ Nm}$
- $M = 1176,15 \text{ Nm}$
Das Antennenstandrohr ist überlastet, da $1176,15 \text{ Nm} > 1040 \text{ Nm}$ ist.
- Azimutwinkel = 170°
Elevationswinkel = 30°
- Azimutwinkel = 165°
Elevationswinkel = 30°

9.8.8 100-V-Normausgang

Seite 292

- $\ddot{u} = 10$
- $\ddot{u} = 7,45$
- $P_L = 50 \text{ W}$
- $Z = 8 \Omega$
- 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. $f_{smax} = 1,3 \text{ MHz}$

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. $\widehat{\Delta f} = 1,8 \text{ kHz}; \quad \delta = 0,529$
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) $f_o = 462 \text{ kHz}; \quad f_u = 458 \text{ kHz}$
 c) $f_o - f_T = 2 \text{ kHz}; \quad f_o + f_T = 922 \text{ kHz};$
 $f_T - f_u = 2 \text{ kHz}; \quad f_T + f_u = 918 \text{ kHz};$
 $f_T + f_T = 920 \text{ kHz}; \quad f_T - f_T = 0$
6. a) $f_o - f_T = 3 \text{ kHz}; \quad f_o + f_T = 943 \text{ kHz};$
 $f_T - f_u = 3 \text{ kHz}; \quad f_T + f_u = 937 \text{ kHz};$
 $f_T + f_T = 940 \text{ kHz}; \quad f_T - f_T = 0$
 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) $f_{\min} = 985 \text{ kHz}$ b) $f_{\max} = 2060 \text{ kHz}$
 c) $\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = 3,048$ d) $\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = 9,290$
 e) $\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = 2,091$ f) $\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = 4,372$
4. a) $\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = 1,188$ b) $f_z = 10,714 \text{ MHz}$
 c) $f_{\max} = 114,714 \text{ MHz}$ d) $f_{\min} = 98,214 \text{ MHz}$
5. $f_o = 9,75 \text{ GHz}$
6. $f_{z\max} = 2150 \text{ MHz}$
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: 01111
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: 00110110000000000
 b) Inhalt des Empfangsregisters: 0
 c) Inhalt des Empfangsregisters:
 $0010110110001100 \neq 0$
 \Rightarrow 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. $\lambda_{FET} = 0,95 \cdot 10^{-5} \cdot \text{h}^{-1}$
7. a) $F = 10,89$ b) $t_{b2} = 137,74 \text{ h}$
8. a) $T_2 = 112,3^\circ\text{C}$
 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) $x = -2$
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. $y = 100 \text{ (Transistoren)}; x = 80 \text{ (Dioden)}$

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) $e^{1,5} = 4,481\,689$

- 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.

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) $P' = U : 7,5 \Omega$

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) $\frac{dI}{dU} = 1 \text{ S}$

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. $dU/dt = 6,25 \frac{\text{V}}{\text{s}}$

13. $di/dt = 1,1333 \frac{\text{A}}{\text{ms}}$

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
- a) $\int_0^1 \frac{1}{5} x^4 dx = \frac{1}{25}$
 - b) $\int_{-1}^2 x dx = \frac{5}{2}$
 - c) $\int_{-1}^3 x^2 dx = 30$
 - d) $\int_{-2}^4 5 dx = 30$
 - e) $\int_0^2 e^x dx = 6,389$
 - a) $\int_0^2 \frac{1}{3} x^2 dx = \frac{8}{9}$
 - b) $\int_{-1}^3 7 dx = 28$
 - c) $\int_1^2 x^3 dx = \frac{15}{4}$
 - d) $\int_{-1}^4 6 x dx = 3 + 48 = 51$
 - 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

- $U_m = 1,75 \text{ mV}$
- $2,15 \text{ mV}$
- a) $U_m = 6,4 \text{ V}$
 b) Zeichnerische Lösung: siehe Lösungsbuch;
 rechnerische Lösung: $U_{\text{eff}} = 7,07 \text{ V}$
- a) $U_m = 3,18 \text{ V}$
 b) Zeichnerische Lösung: siehe Lösungsbuch.

- $U_m = 3,18 \text{ V}$
 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

- 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.
- 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.
- 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) $z_5 = 5 \cdot (\cos 306,87^\circ + j \sin 306,87^\circ)$
- 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) $z_5 = 5 \cdot (\cos 329^\circ + j \cdot \sin 329^\circ)$
- 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) $z_5 = 5 \cdot e^{j \cdot 306,87^\circ}$

$$y = x^2$$


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) $d_1 = 0,8 \cdot 1 \text{ mm} = 0,8 \text{ mm}$
 d₂ = $q \cdot d_1 = 0,8 \cdot 0,8 \text{ mm} = 0,64 \text{ mm}$
 d₃ = $q \cdot d_2 = 0,8 \cdot 0,64 \text{ mm} = 0,512 \text{ mm}$
 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 Scheinleistung	(Var) (VA)	$1 \text{ var} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$ $1 \text{ VA} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$
Winkel (ebener)	Radian (Grad)	rad $1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$	Induktivität	Henry	$1 \text{ H} = 1 \text{ Vs/A}$
Zeit, Frequenz					Arbeit, Energie
Zeit	Sekunde (Minute) (Stunde)	s $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$		Joule (Wattstunde)	$1 \text{ J} = 1 \text{ Vs} = 1 \text{ Nm}$ $1 \text{ Wh} = 3,6 \text{ kNm}$
Frequenz	Hertz	$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$	Magnetismus		
Drehzahl, Um-drehungsfrequenz	je Sekunde (je Minute)	$1/\text{s} = 60/\text{min}$	magnetische Durchflutung,	Ampere	A
Kreisfrequenz	je Sekunde	$1/\text{s}$	magnetische Feldstärke, Magnetisierung	Ampere je Meter	A/m
Geschwindigkeit	Meter je Sek.	m/s	magnetischer Fluss	Weber	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs}$
Winkel-geschwindigkeit	Radian je Sekunde	$1 \text{ km/h} = 1/3,6 \text{ m/s}$ rad/s	magnetische Flussdichte	Tesla	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \text{ Vs/m}^2$
Beschleunigung	–	m/s^2	Induktivität	Henry	$1 \text{ H} = 1 \text{ Vs/A}$
Mechanik					Permeabilität
Masse	Kilogramm (Tonne)	kg $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$	magnetischer Widerstand	Henry je Meter	$1 \text{ H/m} = 1 \text{ Vs/(Am)}$
Dichte	–	$\text{kg/m}^3, \text{kg/dm}^3$	Licht, Optik		
Kraft	Newton	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	Lichtstärke	Candela	cd
Impuls	Newton- sekunde	$1 \text{ Ns} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$	Leuchtdichte	Candela je m^2	cd/m^2
Druck	Pascal (Bar)	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$	Lichtstrom	Lumen	lm
Arbeit, Energie	Joule (Newtonmeter, Elektronenvolt)	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$ $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$ $1 \text{ eV} = 0,1602 \text{ aJ}$	Lichtmenge	Lumensekunde	lms
Leistung	Watt	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s}$	spezifische Lichtausstrahlung	Lumen je Quadratmeter	lm/m^2
Elektrizität					Beleuchtungs- stärke
elektrische Ladung, elektrischer Fluss	Coulomb	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$ = 1 As	Brechwert von Linsen	– (Dioptrie)	$1/\text{m}$ $dpt = 1/\text{m}$
elektrische Spannung	Volt	$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$	Wärme		
elektr. Feldstärke	Volt je Meter	$1 \text{ V/m} = 1 \text{ N/C}$	Celsius-Temperatur	Grad Celsius	°C
elektr. Kapazität	Farad	$1 \text{ F} = 1 \text{ As/V} = 1 \text{ C/V}$	thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Permittivität, Dielektrizitäts- konstante	Farad je Meter	$1 \text{ F/m} = 1 \text{ C/(Vm)}$	Temperatur- differenz	Kelvin	$0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$
elektr. Stromstärke	Ampere	$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$	Wärme	Joule	$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$
elektr. Widerstand	Ohm	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$	Wärmestrom	Watt	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
elektr. Wirkleitwert	Siemens	$1 \text{ S} = 1/\Omega$	Wärmekapazität	Joule je Kelvin	J/K
spezifischer elekt. Widerstand	–	Ωm	Akustik		
		$1 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} = 1 \mu\Omega\text{m}$	Schalldruck	Pascal	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
			Schallgeschwindigkeit (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
Basiseinheit		Formelzeichen
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 $540 \cdot 10^{12}$ Hz, festgelegt wird zu 683, ausgedrückt in der Einheit l m^{-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 Anschläüssen	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 Hilfsschaltungsgliedern	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	Strahlungsphysik, 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-Schutzarten	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	W	1. Arbeit, 2. Energie
b	1. Breite, 2. Ladungsträger- beweglichkeit	B	1. magnetische Flussdichte 2. Blindleitwert 3. Gleichstromverhältnis	X	Blindwiderstand
c	1. spez. Wärmekapazität 2. elektrochemisches Äquivalent 3. Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen	C	4. Bandbreite, 5. Zahlenbasis 1. Kapazität, 2. Wärmekapazität 3. Zählerkonstante	Y	Scheinleitwert
d	1. Durchmesser 2. Abstand 3. Verlustfaktor 4. Differenztonfaktor 5. Klierrfaktor	D	2. Dämpfungsfaktor 3. Dynamikbereich	Z	1. Impedanz, Scheinwiderstand 2. Wellenwiderstand 3. Schwingungswiderstand 4. Zusatzkosten
e	Elementarladung	E	1. elektrische Feldstärke 2. Beleuchtungsstärke 3. Erträge	α	1. Winkel
f	1. Frequenz 2. relativer Fehler 3. Betriebsfaktor	F	1. Kraft, 2. Faktor 3. absoluter Fehler 4. Rauschzahl	β	2. Temperaturkoeffizient
g	1. Fallbeschleunigung, Ortsfaktor 2. Tastgrad 3. Übertragungsmaß	G	1. Leitwert, Wirkleitwert 2. Verstärkungsmaß 3. Gebühr 4. Antennengewinnmaß	γ	1. Winkel
h	1. Höhe, 2. Parameter zeitabhängige Stromstärke	H	1. Elementvorrat	δ	2. Kurzschluss-Stromverstär- kungsfaktor
i		I	2. magnetische Feldstärke	ϵ	1. Winkel
k	1. Verkürzungsfaktor 2. allgemein als Konstante 3. Kosten je Stück 4. Kellfaktor	J	Stromstärke	ϵ_0	2. spezifische Leitfähigkeit
l	1. Länge, 2. Abstand	K	1. Stromdichte	ζ	1. Verlustwinkel
m	1. Masse 2. Modulationsgrad	L	2. Trägheitsmoment	η	2. Modulationsindex
n	3. Strangzahl 4. Zahl der Stufen 5. Produktionsmenge	M	1. Konstante	ϑ	1. Permittivität
p	1. Drehzahl, Umdrehungsfrequenz	N	2. Kopplungsfaktor	λ	2. relative Dehnung
q	2. ganze Zahl 1, 2, 3, ...	P	3. Lichtgleichwert	μ	elektrische Feldkonstante
r	3. Brechzahl	Q	4. Koeffizient der Regeltechnik	μ_0	Arbeitsgrad, Nutzungsgrad
s	4. Entscheidungsgehalt	R	5. Kosten	π	Wirkungsgrad
t	1. Polpaarzahl, 2. Druck	S	1. Induktivität, 2. Pegel	ρ	Temperatur in °C
u	Querstromverhältnis	T	3. Lagerbestand, 4. Lohn	σ	1. Wellenlänge
ü	1. Radius, 2. Rate	U	1. Kraftmoment	λ	2. Leistungsfaktor
v	3. differenzieller Widerstand	V	2. Speicherkapazität	μ_0	Permeabilität
w	4. Rückführgröße, 5. Ruck		3. Material	π	magnetische Feldkonstante
y	1. Strecke, Dicke		1. Zahl, 2. Nachrichtenmenge	ρ	Zahl 3,1415926...
z	2. Siebfaktor		1. Leistung, Wirkleistung	σ	1. spezif. Widerstand
	3. bezogener Schlupf		2. Bit-, Zeichen-Blockfehler	τ	2. Dichte
	4. Korrektur		3. Preis, 4. Provision	φ	1. Streufaktor
	5. Welligkeitsfaktor		1. Ladung, 2. Wärme	ω	2. Rauschabstand
	Zeit		3. Blindleistung	Ω	1. Zeitkonstante
	1. zeitabhängige Spannung		4. Gütefaktor, Güte	Δ	Winkel, insbesondere Phasen- verschiebungswinkel
	2. Umfang		1. Rabatt, 2. Redundanz	Δf	1. Winkelgeschwindigkeit
	1. Übersetzungsverhältnis		3. Wirkwiderstand	$\Delta\varphi$	2. Kreisfrequenz
	2. Übersteuerungsfaktor		1. Scheinleistung	Θ	Griechische Großbuchstaben
	Geschwindigkeit		2. Steilheit, 3. Signal	(Delta)	Differenz z.B.
	Energiedichte		4. Übertragungsgröße	(Theta)	$\widehat{\Delta f}$ Frequenzhub
	Parameter		1. Periodendauer	(Phi)	$\widehat{\Delta\varphi}$ Phasenhub
	ganze Zahl, z.B. Lagenzahl		2. Übertragungsfaktor	(Psi)	Durchflutung
			3. Temperatur in K	(Omega)	1. magnetischer Fluss
			1. Spannung, 2. Umfang		2. Lichtstrom
			3. Umsatz		elektrischer Fluss
			1. Volumen, 2. Verbrauch		Raumwinkel
			3. Verkaufserträge		
			4. Verstärkungsfaktor		

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. BezugsgroÙe
1	1. Eingang, 2. Reihenfolge
2	1. Ausgang, 2. Reihenfolge
3, 4, ...	Reihenfolge
^, z.B. \hat{u}	Maximalwert, Höchstwert
~, z.B. \bar{y}	Tiefstwert, Kleinstwert
^, z.B. $\hat{\omega}$	1. Spitze-Tal-Wert 2. Schwingungsbreite
^, z.B. \hat{b}	BogenmaÙ
', z.B. u'	1. bezogen auf 2. Hinweis, 3. Ableitung
Δ	in Dreieckschaltung
Y	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	Sperrsicht (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- 2. Rausch- (noise)
o	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

GroÙbuchstaben

A	1. Strommesser 2. Antenne 3. Anker- 4. Abstimm-, 5. Anode 6. Anzug, Anlauf 7. Anlagenerdung 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 3. Glättung, 4. Grün
H	1. Hysterese, 2. Hall-
K	1. Kathode 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 betreffend

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	Yoko	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
Informationsgehalt	1 Shannon = 1 Bit Dabit Tribit Quadbit (Nibble) Byte	Sh, bit	Kleinste Informationsmenge. Ein Bit hat den Wert 0 oder 1 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.
Leitungsdigitrate	Digit je Sekunde	digits/s	Veraltert, bezeichnet die Schrittgeschwindigkeit mit der Einheit Baud.
Befehlsgeschwindigkeit	Befehle je Sekunde	MIPS MFLOPS	Millions instructions per second = Millionen Befehle pro Sekunde. Millions Floatingpoint Operations per second = Millionen Gleitkommaoperationen 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
Aufzeichnungsdichte	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
		Binär	B6B5B4							
Hexadezimal	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	

MS Höchstwertigste Stelle (Most Significant)

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	002A	*	+	,	-	/	
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	
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	a 0060	b 0061	c 0062	d 0063	e 0064	f 0065	g 0066	h 0067	i 0068	j 0069	k 006A	l 006B	m 006C	n 006D	o 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 0081	„ 0082	„ 0083	... 0084	† 0085	‡ 0086	„ 0087	„ 0088	‰ 0089	„ 008A	„ 008B	„ 008C	„ 008D	„ 008E	„ 008F
90	‘ 0090	‘ 0091	“ 0092	“ 0093	• 0094	— 0095	— 0096	— 0097	— 0098	™ 0099	š 009A	„ 009B	oe 009C	ž 009D	ž 009E	ÿ 009F	
A0	NBSP 00A0	í 00A1	¢ 00A2	£ 00A3	¤ 00A4	¥ 00A5	ƒ 00A6	ſ 00A7	ſ 00A8	© 00A9	„ 00AA	„ 00AB	„ 00AC	„ 00AD	„ 00AE	„ 00AF	
B0	° 00B0	± 00B1	² 00B2	³ 00B3	µ 00B4	¶ 00B5	× 00B6	÷ 00B7	÷ 00B8	¹ 00B9	º 00BA	º 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	Ï 00CC	Í 00CD	Î 00CE	Ï 00CF	
D0	Đ 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	í 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	ý 00FF	

Sachwortverzeichnis

-Bit-Volladdierer.....	162	algebraisches Minimieren ..	158	Arbeitsgrad.....	45
-Komplement.....	147	allgemeine Funktions- gleichung	20	Arbeitsplatzkabel.....	212
-aus-5-Code.....	247	ALU	170	Arbeitspunkt.....	97, 101, 111
-Komplement.....	147	Amplitude.....	22	Arbeitspunkt in der Emitter- schaltung	110
-PSK.....	199	Amplitudenbegrenzung ..	280	Arbeit und Energie	42
B/3T-Code.....	203	Amplitudenmodulation ..	293	ARDUINO	179
4-Bit-Zähler.....	238	Amplitudenstabilisierung..	281	ARDUINO UNO	179
-PSK.....	199	Analog-Digital- Umsetzer.....	37, 38	arithmetische Reihe	317
-Q-Betrieb	234	analoge Signal- übertragung	293	arithmetischer Mittelwert ..	313
5-dB-Frequenzweiche.....	195	Anologschalter mit FET ..	117	arithmetischer Mittelwert der Brückenspannung...	234
3-4-2-1-Code.....	148	Analogschalter mit IG-FET	118	arithmetischer Mittelwert der ideellen Gleich- spannung bei Ansteuerung.....	121, 122
B/6T-Codierung	203	Analogschalter mit J-FET..	117	arithmetischer Mittelwert des Vorwärtsstromes.....	120
-PSK.....	199	Änderung der Ausgangs- spannung	132	Arkussinus (arcsin)	21
2-dB-Frequenzweiche....	195	Änderungen der Größen ..	123	Arkustangens	23
6-QAM.....	199	Ankathete	21	Assoziativgesetz	9, 153
00-V-Normausgang.....	292	Ankerquerfeld	232	astabile Kippschaltung....	133
 		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	Anschnittsteuerung	121	Ausbreitungs- geschwindigkeit....	64, 207
Abschaltzeit	253	Anschnittsteuerung 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	Ausgangsspannungs- schwankung	106
Abtastzeit	197	Anzeigebereich	37	Ausgleichstrom	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-	Codierung
92		pegel in dB(A).....	20
Auswahl der Regler-		Bezugsfeile.....	Consolidation Points
kennwerte	230	Bezugspreiskalkulation	21
Azimutwinkel	291	Bezugsschalldruck.....	25
		Bilanz.....	Coulomb
B		257, 268	CP-Kabel
BAB	259	Bildschirmauflösung	64, 6
Bandbreite	87	Binärkode	Cross-Connect-
Bandbreiten-Längen-		282	CP-TO-Modell
Produkt	209	BIOS	Cross-Connect-TO-Modell
Bandpass	279	BIOS Selbsttest	21
Bandsperrre	279	Bipolar	crosstalk
Bareinkaufspreis	263	Biquinär-Code	21
Basis	12	Bitfehlerhäufigkeit	205
Basis-Emitter-Spannung ..	110,	Bitperiode	202
111, 113, 123, 137, 138		Bitrate ... 199, 200, 202, 204,	205, 206, 209
Basisgrößen	24	Bitrate Zeitmultiplexkanal ..	204
Basisspannungsteiler	111	BK-Hausverteilanlage	287
Basisstrom	110, 113, 137	Blindfaktor	89
Basisvorwiderstand	113	Blindleistung	88, 93
Basis Zahlensystem	143	Blindleitwert	81
Bauleistung des Transfor-		Blindspannung	79, 84
mators	102	Blindstrom	81, 84
BCD-Codes	148	Blindwiderstand ..	72, 79, 81,
Bel	188	87	
Belasteter Spannungsteiler	51	Blindwiderstand	
Belastungskennlinie	53	Siebdrosselspule	104
beleuchtete Fläche	107	Blindwiderstand	
Beleuchtungsstärke	107	Siebkondensator	104
Bemessungsmoment	235	Blockfehlerhäufigkeit	205
Bemessungsquerschnitte ..	252	Blockprüfzahl	298
Berechnungstabelle für		Bogenmaß	21
M-Kernblech	254	Brechzahl	208
Beschaffungskosten	269	Breitbandverstärker	287
Beschaffung und Betrieb		Breite	176
von Datenprojektoren ..	269	Broadcastadresse	217, 220
Beschaltungskapazität	133,	Bruchrechnen	10
134		Brückengleichrichter	102
Beschaltungswiderstand ..	133,	Brückenschaltung	52, 102,
134		130, 241	
Bestellpunktverfahren	265	Brückenspannung	52
Bestellung und		Brummfrequenz	
Lagerhaltung	265	(Pulsfrequenz)	102, 103
bestimmtes Integral	312	Brummspannung	103
Betriebsabrechnungs-		Bruttoverkaufspreis	268
bogen	259		
Betriebsart B	192	C	
Betriebsbedingungen	249	Campusbereich	214
Betriebsdämpfungsmaß		C/C++	179
in dB	206	Channel-Link	216
Betriebsspannung	111, 113,	CHR-Kennwerte	230
125, 233		Cluster	175
Betriebswirtschaftlicher		Code-Konverter	162
Gewinn	257	Codeprüfung	247
		Code-Umwandlung	162

Differenzieren	308	e-Funktion.....	307	Elektronische Schalter	113
Differenzier-Invertierer....	131	Eigenfertigung.....	267	Elementarvorrat....	200, 282
Differenzierzeit.....	227	Eigenfrequenz	86, 87	Elevationswinkel	291
Differenzspannungen.....	123	El-Kernbleche.....	254	Emitterstrom	110
Differenzverstärker.....	129	Einflankengesteuertes JK-Kippglied.....	164	Emitterwiderstand ..	111, 123, 138
Differenzverstärkerstufe ..	123	Eingangskapazität.....	227	Empfangspegel	206
Digitale Synthese DDS ..	170	Eingangskondensator.....	131	Energie	44
Digitalmultimeter	37	Eingangslastfaktor	163	Energie des magnetischen Feldes	277
Digitperiode	202	Eingangslinie ...	171, 172, 173	Energiedichte	277
Digitrate	202	Eingangsquerwiderstand.	128, 138	Entladestromstärke	71
Diodenkennlinie.....	100	Eingangsspannung ..	105, 121, 125, 126, 129, 227	Entladezeit	103
Dispersion	208	Eingangsspannungs- änderung.....	131	Entscheidungsgehalt	200, 282
Distributivgesetz	10, 154	Eingangsspannungs- schwankung	106	Erdbeschleunigung	43
Divisionskalkulation	261	Eingangssprung.....	226	Ergänzendes Fachwissen	
DMM	38	Eingangsstrom.....	126	Elektrotechnik, Kommunikationstechnik	272
DMS-Brückenschaltung ..	130	Eingangswiderstand	126, 127, 132, 135, 138, 226, 227	Ergänzendes Fachwissen	
Hoppelt logarithmische Darstellung	17	Eingangswiderstand des FET	115	Mathematik	301
DO-System.....	253	Einheiten.....	24	Ermittlung von Kühlflächen	275
Drahtdurchmesser	254	Einheiten von binären Signalen	175	Ersatzzinnenwiderstand...	273, 274
Drainschaltung.....	115	Einheitenvorsätze	13	Ersatzleitwert	47
Drain-Source-Spannung ..	115	Einheitenzeichen	24	Ersatz-Parallelschaltung...	278
Drainstrom	115	Einnahmen	257	Ersatz-Reihenschaltung	278
Drainstromänderung	116	Einphasenwechselstrom ..	88	Ersatzspannungsquelle	273
Drehfelddrehzahl.....	235	Ein-Quadranten-Steller (1Q-Steller)	233	Ersatzstromquelle	274
Drehmoment	44, 235	Einschaltsteuerspannung..	117	Ersatztotzeit	224, 230
Drehmomentklasse.....	236	einseitiger Impuls	66	Ersatzwärmewiderstand	63
Drehstrom	90	Einsetzungsverfahren.....	302	Ersatzwiderstand...	46, 47, 48
Drehstromasynchron- motor	235	Einstrang-Ansteuerung ..	238	Erstübergangsdauer	66
Drehstromnetz.....	91	Einwegschaltung	102	Etagenverteiler.....	212, 214
Drehzahl	64	EIRP	288, 290	Exponent	12
Drehzahl, Motor	233, 234	Eisenquerschnitt	94		
Dreieck	29, 30	Elektrische Arbeit	42		
Dreieckschaltung.....	92, 93	Elektrische Betriebswerte	249, 250		
Dreileiter-Messverfahren...	99	Elektrische Energie	55, 69		
Dreiwege-Frequenzweiche	196	Elektrische Feldkonstante .	70, 207		
Druckerkosten	271	Elektrische Feldstärke..	68, 69		
Duale Schreibweise von Internetadressen	217	Elektrische Flussdichte....	276		
Dual-Slope-Verfahren.....	38	Elektrische Ladung	68, 69		
Dualzahlen 144, 145, 146, 150		Elektrische Leistung	40		
DÜE	206	Elektrisches Feld	68		
Durchflusswandler	141	Elektroinstallationsrohr ..	252		
Durchflutung	73	Elektromagnetismus.....	73		
Durchlassspannung ..	100, 117	Elektronikmotor.....	232		
Durchtrittsfrequenz.....	126	Elektronische Lagerkarte ..	266		
Dynamik	200	Elektronischer P-Regler ...	223		
dynamisches Routen	210				
E					
Ebene Flächen	29				
Echter Bruch.....	10				
Effektive Zeichenrate	202				
Effektivwert	64, 120				

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

Flussdichte	75	Gesamtstrom	47, 81, 84
Footprint	288	Geschwindigkeit	31
Formeln	27	Gesteuerte Gleichrichter . .	121
Formelzeichen	24	Gesteuerte Stromrichter . .	121
Formfaktor	120	Glasfaserleiter	208
Fotoelektronische Bauelemente	109	Glättung	103
Fotovoltaik	54	Glättungsfaktor	106, 137
Fotowiderstand	109	Glättungskondensator . .	102
Fremdbezug	267	Gleichförmige Bewegung .	31
Fremderregter Gleich- strommotor	232	Gleichheitszeichen	27
Frequenz	24, 64, 94, 207	Gleichrichterschaltung . .	103
Frequenzhub	295	Gleichsetzungsverfahren .	302
Frequenz im Läufer	235	Gleichspannung	96
Frequenzmodulation	295	Gleichstrom	96
Frequenzteiler	169	Gleichstromgrößen in Emitterschaltung	110
Frequenzumsetzung	297	Gleichstromgrößen von FET in Sourceschaltung .	115
Frequenzweichen	195	Gleichstromleistung	102, 110, 115
Führungsgröße	222	Gleichstrommotor	232
Führungsregelung	230	Gleichstromsteller	233
Fünfstrang-Schrittmotor . .	239	Gleichstromverhältnis	110, 113
Funktion	19	Gleichstromwiderstand	96
Funktion (äquivalente) . .	158	Gleichungen	27, 301
Funktionen in EXCEL	255	GPT	178
Funktionen mit komplexen Größen	314	GRA	21
Funktionsgleichung einer Parabel	306	Grad	22
Funktionstabellen	249	GRAD	21
G		Grad Celsius	62
GA-Anlage	285	Gradientenfaserleiter	209
Gateschaltung	115	Gradmaß	21
Gate-Source-Reststrom . .	115	Grafische Arbeitspunkter- mittlung	98
Gate-Source-Spannung . .	115, 116, 117	Graph	22
Gateway	211	Grenzfrequenz	83, 126
Gebäudeverkabelung	214	Grenzwerte bei Mobil- funkanlagen	290
Gebäudeverteiler	214	Größengleichungen	29
Gegenkathete	21	Größenwert	24
Gegenkopplungs- widerstand	126, 127	Großsignalverstärker	191
Gegentaktschaltungen	191	Grundrechenarten mit komplexen Zahlen	315
Gemeinkosten	259	Grundschaltungen	46
Gemeinkostenzuschläge . .	259	Grundwert	18
Gemischte Schaltung . . .	35, 41, 48, 49, 50	GUID	178
Genauigkeitsklasse	36	Güte	87
Generatorpolynom	298, 299	Gütfaktor	80, 82
Geometrische Reihe	317		
Gerahdlinige Bewegung . .	31	H	
Gesamtkosten	258	Halbschritt-Ansteuerung .	238, 239
Gesamtnetz-Adresse	220	Hallkonstante	75
Gesamtspannung	46, 79, 84	Hallsensor	75
		Hallspannung	75
H			
Halbschritt-Ansteuerung .	238,		
	239		
Hallkonstante	75		
Hallsensor	75		
Hallspannung	75		

Integralbeiwert Strecke	230	Kapazitive Blindleistung	88	Kritische Menge	267
Integrale	310	Kapazitive Blindspannung	72	Kritisches Proportional- beiwert	229
Integrierbeiwert.	226	Kapazitiver Blindleitwert	72, 85	Kugelförmiger Strahler	290
Integrieren	310	Kapazitiver Blind- widerstand	72, 82, 85	Kurvenspeicher	170
Integrierer.	38	Karnaugh-Diagramm	160	Kurzschlussstrom	53, 56
Integrier-Invertierer.	132	Kehrwert.	12, 18	KV-Diagramm	160, 161, 162, 243, 247
Integrierter Analogschalter	118	Kennwerte von Asynchronmotoren	236	KV-Tafeln.	244
Integrierzeit	224, 225, 226	Kippmoment	235	 L	
Interconnect-CP-TO-Modell	213	Kippschaltungen	113, 133	Ladekapazität	55
Interconnect-TO-Modell	213	Klasse-D-Verstärker	193	Ladestromstärke	71
Interface Identifier.	218	Klasse IP	217	Ladung	38, 55, 68
Internetadressklasse.	217	Kleintransformatoren	254	Lagerbestand	257
NV.	130	Knotenregel	39	Lagerkarte	266
Invertieren	155	Kollektor-Basis-Spannung	110	Lagerkennziffern	265
Invertierender Komparator	125	Kollektor-Emitter- Spannung	110, 113, 137	Länge	24, 29
Invertierender Schwellwert- schalter	135	Kollektorstrom	110, 111, 113, 123	Länge CP-Kabel	213
Invertierender Verstärker . .	126	Kollektorwiderstand	111, 113, 123	längenbezogene Induktivität Leitung	207
Invertierender Zweipunk- tregler	221	Kommunikationskosten	270	längenbezogene Kapazität Leitung	207
Invertierte Schaltfunktion .	151	Kommutativgesetz der Schaltalgebra	152	Längenreduktion	213
P-Adressbereich	210	Komparator	124, 125, 246	LAN-Messen	215
P-Adresse	219	Kompensation der Blind- leistung	89	Lastfaktoren	163
Pv4-Adresse	217	Komplementaddition	147	Lastgleichstrom	102, 103
Pv6-Adresse	218	Komplexe Grund- schaltungen	316	Lastmoment	236
Rationale Zahlen	9	Komplexe Leitwertebene	316	Lastspannung	51
Solierstoffe	34	Komplexe Widerstands- ebene	316	Laststrom	51, 105, 113, 138, 139, 142
Stwertspannung	226, 227	Kondensator	68	Laststromänderung	106
T-Netz.	210	Kondensatorenentladung	69	Lastwiderstand	51, 56, 113, 121
J-FET	116	Kopplungsfaktor	95	Lautsprecherimpedanz	195
JK-Flipflops.	164	Korrektur für A-Pegel	194	Lautstärkepegel	194
JK-Kippglieder	239	Kosinus	21	LC-Siebung	104
JK-Kippschaltungen	164	Kosinust Funktion	21, 22	Leasing	268
JK-Master-Slave- Kippstufen	244	Kosinussatz	305	LED	101
JK-MS-Kippglieder	247	Kosten	269	Leerlaufspannung	53, 94
Joule	42	Kostenrechnung	258	Leerlaufspannungs- verstärkungsfaktor	124, 126
Journal	257	Kostenstellen	259	Leerlaufspannungsverstär- kungsmaß in dB	124
Kalkulation erstellen	261	Kostenstellenrechnung	259	Leerlaufverstärkung OP	125
Kalkulation ohne Fixkosten	270	Kostenträgerrechnung	261, 263	Leistung	24, 40, 44, 62
Kalkulation von Dienstleis- tungen	268	Kotangens	21	Leistungen bei Drehstrom	93
Kaltleiterwiderstand	40	Kraft	24, 44, 75	Leistung Lastwiderstand	121
Kapazität	68, 70, 195	Kraftmoment	44, 235	Leistungsabgabe	45
Kapazität Siebkondensator	104	Kredit	268	Leistungsabgabe in kW	235
Kapazität Glättungskon- densator	103	Kreis	29, 30	Leistungsabgabe mechanisch	235
Kapazität Ladekon- densator	141, 142	Kreisförmige Bewegung	31	Leistungsanpassung	56, 57
Kapazität Leitung	207	Kreisfrequenz	22, 64, 72, 78, 94, 131, 132	Leistungsaufnahme	45, 107, 232

- 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
 Letztübergangsduer 66
 Leuchtdichte..... 107
 Leuchtdichtheeinenheiten 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
 Messollwert 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
- N**
- Nachkalkulation..... 26
 Nachstellzeit..... 226, 22
 Nachtriggerbares
 Monoflop..... 134, 24
 Nadelimpulse..... 6
 Natürlicher Logarithmus 16, 1
 NE 555..... 13
 Negation 15
 Negative Betriebs-
 spannung 13
 Network Prefix..... 21
 Netzadresse ... 211, 217, 219
 220
 Netzfrequenz 23
 Netzmaske 21
 Netzwerke..... 21
 Netzwerkschaltungen..... 27
 Netzwerkschnittstelle..... 21
 Neugrad 2
 Neutralleiter..... 90, 9
 NEXT..... 215, 21
 Nibble 28
 NICHT 15
 NICHT-Element 15
 NICHT-Funktion 15
 Nicht invertierender
 Komparator..... 12
 Nicht invertierender
 Schwellwertschalter 13
 Nicht invertierender
 Verstärker und
 Impedanzwandler 12
 Nicht invertierender
 Zweipunktregler. 22
 Nicht lineare
 Quantisierung..... 20
 NTC-Widerstand 9
 numerische Apertur 20
 Nutzungsgrad 4
 Nutzwertanalyse 264, 266
- O**
- ODER..... 15



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	
Ωhm	33	PID-Regler	228, 229	Pulskreisfrequenz	104
Ωhm'sche Gesetz	35	PI-Regler	226, 229	Pulsmodulation	200
Oktett	217	PLD	171	Pulsperiodendauer ... 66, 122	
Operationsverstärker	123, 124	Polpaarzahl	64, 235, 237	Pulsweitenmoduliertes 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		
		Potenzwert	12, 143		
		Potenzwert-Verfahren	144		
		Präfix	218		
		Präfixlänge	218		
		P-Regler	222, 229		
		Primärschlüssel	183		
		Problemfunktionen	167, 169		
		Produktlinie	172, 173		
		Produktsumme	171, 172		
		Produktterm	171, 172		
		Produzierendes Gewerbe	261		
		Programmelemente in VDHL	174		
		Programmierbares UND-Feld	173		
		Programmieren mit Vorgaben	182		
		Programmschleifen	181		
		Programmverzweigungen	180		
		Proportionalbeiwert	222, 223, 224, 226, 227, 229		
		Proportionalbeiwert Regelkreisglied	230		
		Proportionalbeiwert Strecke	230		
		Proportionalbereich	222		
		Prozent	18		
		Prozentrechnen	18		
		Prozentsatz	18		
		Prozentwert	18		
		Prüfungsaufgaben IT	268		
		Pseudotetraden	148, 162		
		PSK	199		
		PSpice	60, 61		
		PT _t -Strecken	229		
		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-	Schwellwert sinkende
Redundanz	162, 282	stand	Eingangsspannung
reelle Zahlen	9	Rundrufadresse	13
Referenzspannung	139		Schwellwert steigende
Referenzstrom	139		Eingangsspannung
Reflexion	207		13
Regeldifferenz	222	S	Schwingkreise
Regeldifferenzspannung	226, 227	Sammelpunkte	28
Regelgröße	221, 222, 224	Satellit	Schwungmasse
Regelgrößenänderung	222	Scanner	4
Regelstrecke	224	Schalldruck	Sechzehnerpotenzen
Regelstrecke höherer		Schalldruckpegel	1
Ordnung	225	Schaltalgebraische	Sedezimalsystem
Regelstrecken ohne		Begriffe	14
Ausgleich	231	Schaltdifferenz	Sektoren
Reglerausgangsspannung	226, 227	Schaltfolgetabelle	17
Regler einstellen	229	Schaltfrequenz Durchfluss-	Sekundärelemente
Reihen	317	wandler	5
Reihenbetrieb	113	Schaltfunktion	Selbstkosten
Reihen-Gegentakt-		151, 169, 238,	26
schaltung	191, 192	247	Sendepegel dBm
Reihenschaltung	46	Schaltfunktion aus Werte-	20
Reihenschaltung von		tabelle	Sequenzielle Digitaltechnik
Kondensatoren	70	166	24
Reihenschaltung von		Schalthysterese	Si-Diode
R, L und C	84	135	10
Reihenschaltung Wirk-		Schaltkreisprüfung	Siebfaktor
widerstand und Blind-		249	10
widerstand	79	Schaltnetze	Siebung
Reihenschwingkreis	85	151	10
Reihenverlustwiderstand	80	Schaltnetzteile (SNT)	Siebwiderstand
Reihenverlustwiderstand		140	3
der Spule	87	Schaltregler	Signalabtastung
Relative Empfindlichkeit		139	19
Augen	107	Schaltung aus	Sinus
Relative Messunsicherheit	36	Schaltfunktion	2
Resonanzfrequenz	86, 87	167	Sinusform
Resonanzkurve	87	Schaltungen nicht lineare	Sinusfunktion
Resonanzwiderstand	86	Widerstände	30
Resteverfahren	145	96	Sketch
Restpolynom	298	Schaltverstärker	17
Restwelligkeit Ausgangs-		246	Solarmodul
spannung	141	Schaltwerke	5
Richtantenne	190	164	Sollwert
Richtcharakteristik	190	Schaltzeiten	22
Ringspulen	74	249	Sollwertspannung
RLC-Reihenschaltung	88	Schaubild	226, 227
RLC-Schaltungen	84	19	Sourceschaltung
RL-Schaltung	83	Scheinbruch	11
RL-Schaltungen	77, 79	10	Spannung
Router	210	Scheinleistung	24, 35, 6
Routingtabelle	210	88, 89, 93,	Spannung
Routingtabellen auslesen	211	254	Eingangswicklung
Rückdämpfungsmäß.	190	Scheinleitwert	9
		81, 85	Spannungsänderung
		Scheinwiderstand	68, 9
		79, 81, 84,	Spannungsanpassung
		85, 86, 88	5
		Scheitelfaktor	Spannungsbezugspfeile
		64, 65	3
		Scheitelwert	Spannungserzeuger
		22	5
		Scheitelwert der magne-	Spannungsfall
		tischen Flussdichte	11
		94	Spannungsfall Strombe-
		Scheitelwert der Sperr-	grenzungswiderstand
		spannung	13
		102	Spannungsfehlerschaltung
		Schleusenspannung	4
		100, 120	Spannungskonstante
		Schlupf	233, 23
		235	Spannung Spule
		Schlupffrequenz	7
		235	Spannungspuls
		Schmelzbrücke	6
		171	Spannungsstabilisierung
		Schrittfrequenz	Z-Diode
		237	105, 10
		Schrittmotoren	Spannung stabilisieren
		237	13
		Schrittwinkel	Spannungsteiler
		237	51, 5
		Schwellwert	Spannungs-
		125	übertragungsfaktor
		Schwellwertschalter	18
		(Schmitt-Trigger)	Spannungs-
		135, 136	verstärkungsfaktor
			123, 12
			Spannungszeitfläche der
			Eingangsspannung
			13

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
Sperrschichttemperatur	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
Spitz-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	Subtrahieverstärker	129	Trigonometrische Funktionen	21
SQL	185, 186	Summierverstärker	127		
Stabilisierungsfaktor	106	Symmetrische, gleichartige Belastung	90, 92		
Stabilisierungsschaltungen	106	Synchrone Datenübertragung	203	U	
Ständermagnetfeld	232	Synchrone Drehzahl	235	Überlagerung bei linearen Netzwerken	272
Standortverteiler	214	Synchronzähler	165, 166, 168, 244, 246, 247	Übersetzung	95
Statisch Routen	210			Übersprechen	215
Stegleitung	252			Übersteuerungsfaktor	113, 246
Steigungsbereich	214			Überstromschutz-einrichtungen	253
Steigung	23			Übertragungssadmittanz	187
Steigungsfaktor	20			Übertragungsbandbreite	199
Steilheit	116			Übertragungsfaktor	187, 188
Stellbereich	222			Übertragungsimpedanz	187
Stellenwert	143, 148			Übertragungskoeffizient	187
Stellgröße	222, 224			Übertragungsleitwert	187
Stellgrößenänderung	222			Übertragungswiderstand	187
Sternleitungssystem	287			UEFI	178
Sternschaltung	90, 93			Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	31, 64
Stetige Regler	222			Umfang	29
Steuerspannung	117			Umfangsgeschwindigkeit	31
Stoffmenge	24			Umkehrgesetze eine Variable	155
Störungsregelung	230			Umkehrgesetze mehrere Variablen	155
Stoßdämpfungsmaß in dB	206			Umkehr-Term	151
Strahlungsleistung	107			Umkehrverstärker	126
Strahlungsleistungspegel	288			Umlaufvermögen	257
Strang	212			Unabhängige Variable	19
Strangspannung	90, 91, 92, 235			Unbelasteter Spannungsteiler	51
Strangstrom	90, 91, 92			Unbestimmtes Integral	310
Strangzahl	237			UND	157
Strecken mit Ausgleich	231			UND-Funktion	159
Strecken ohne Ausgleich	227			UND-Termen	152
Strom	254			Unechter Bruch	10
Stromablaufplan	158			Unipolar	237
Stromänderung	76, 96			Unstetige Regeln	221
Stromanpassung	56				
Strombelastbarkeit Leitungen	252				
Strombezugspeile	39				
Stromdichte	32, 254				
Stromfehlerschaltung	48				
Stromflusswinkel	120				
Strom Magnetfeld	75				
Strom stabilisieren	138				

Unsymmetrische Belastung	91, 92	Vierquadrantenbetrieb	234		
Unternehmensgründung	268	Vierstrang-Ansteuerung	239		
Urspannung	53, 56	Virtuelle Messgeräte	58		
Ursprung	20	Volladdierer	247		
V					
VDR	98	Vollbildfrequenz	176		
VECTOR	174	Vorhaltzeit	227		
Verbindungsgesetz	9, 153	Vorkalkulation	261		
Verdrahtetes ODER-Feld	173	Vor-Rück-Verhältnis	190		
Verhältniszahl	197	Vorsätze	25, 26		
Verkabelungshierarchie	214	Vorsatzeichen	25		
Verkaufspreiskalkulation	263	Vorstrom	139		
Verkettungsfaktor	90, 92	Vorwärts-Rückwärts-Zähler	241, 242		
Verkürzungsfaktor	207, 216	Vorwärtsverlustleistung des Thyristors	120		
Verlegeart	252	Vorwiderstand	105, 106, 137		
Verluste der Spule	80	Vorwiderstand Dioden	100		
Verluste des Kondensators	82	W			
Verlustfaktor	80, 82	Wärme	62		
Verlustleistung	63	Wärmekapazität	62		
Verlustleistung im IC	139	Wärmewiderstand	63, 275		
Verlustwiderstand	86	Weber	73		
Verlustwiderstand der Spule	85, 86	Wechselgrößen	64		
Verlustwinkel	82	Wechselimpuls	66		
Vermögenswerte	257	Wechselstromleistungen	88		
Verstärker bipolarer Transistor	110	Wechselstromtechnik	64		
Verstärker Brückenschaltung	193	Wellenlänge	64		
Verstärker Feldeffekttransistor	115	Wellenwiderstand	206, 207		
Verstärkung	187, 206	Wellenwiderstand Leitung	207		
Verstärkungsfaktor	187	Wertepaare	20		
Verstärkungsfaktor des INV	130	Wertetabelle	19, 151, 165, 242, 246		
Verstärkungsfaktor für Sinusspannung	131, 132	Wertfluss	257		
Verstärkungsmaß	188, 189	Widerstand	24, 32, 33, 35, 95, 129		
Vertauschungsgesetz	9, 152	Widerstände	Spannungsteiler	137, 139	
Verteilnetze	284	Widerstandsänderung	33		
Verteilungsgesetz	9, 154	Widerstandsbrücke	40		
Vertriebsgemeinkosten		Widerstandsverhältnis	111		
VertrGK	260	Widerstand und Leitwert	komplexe Ebene	316	
Verwaltungsgemeinkosten VerwGK	260	Widerstand Verstärkungseinstellung	130		
Verzögerungszeit	227	Wien-Oszillator	280		
Verzugszeit	221, 224, 229	Windlast	291		
Verzugszeit der Sprungantwort der Strecke	230	Windungszahl	73, 76, 94, 254		
VHDL	174	Windungszahl Eingangswicklung	94		
Vielperiodenimpuls	66	Winkel	21		
Vierleiter-Messverfahren	99	Winkelfunktionen	21, 22		
Vierpoliger DASM	235	Winkelgeschwindigkeit	31, 44		
		Winkelmaße	21		
X					
XOR		Wirkfaktor	89, 25		
XOR-Verknüpfung		Wirkleistung	88, 89, 93, 25		
Y					
y-Achsenabschnitt		Wirkleitwert	81, 8		
Z					
Zahlen komplexe		wirksame Breite			
Zahlenebene		Magnetfeld	75, 7		
Zahlensysteme		wirksame Solarfläche	5		
Zahl Leiterschleifen		Wirkspannung	7		
Zählzyklus		Wirkstrom	8		
Z-Diode		Wirkungsgrad	45, 235, 236		
Zehnerlogarithmus		Wirkwiderstand	79, 81, 8		
Zeichenrate		Wurzel	1		
Zeiger		Wurzelexponent	1		
Zeit		Wurzelzeichen	1		
Zeitablaufdiagramm		Wurzelziehen	1		
Zeitablaufplan		X			
Zeitdauer der Änderung		XOR	15		
Zeit für Δu_a		XOR-Verknüpfung	17		
Zeit für Δu_e		Y			
Zeit im Samplemodus		y-Achsenabschnitt	2		
Zeitkonstante	71, 77, 22	Z			
Zeitkonstante einer PT ₁ -Strecke (auch TS)	23	Zahlen komplexe			
Zeitliche Anforderungen	24	Zahlenebene	31		
Zeitmultiplexübertragung	20	Zahlensysteme	14		
Zeitverhalten	5	Zahl Leiterschleifen	7		
Zerlegungsverfahren	14	Zählzyklus	3		
Zieleinkaufspreis	26	Z-Diode	101, 10		
Z-Spannung	105, 123, 137	Zehnerlogarithmus	1		
138		Zeichenrate	20		
Z-Strom	105, 131	Zeiger	2		
Zugeführte Scheinleistung	25	Zeit	24, 7		