

Lösungen der Übungsaufgaben

Abschnitt 1

1-1: $I = \frac{q}{t} = \frac{30 \text{ As}}{1200 \text{ s}} = 25 \text{ mA}$

1-2: $n_E = \frac{q}{|e|} = \frac{I t}{|e|} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 1 \text{ s}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}} = 12,48 \cdot 10^{16}$

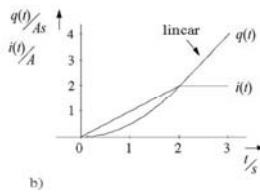
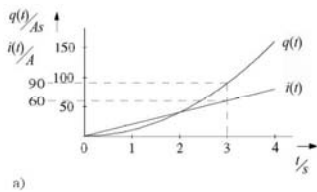
$n_I = \frac{q}{2|e|} = 6,24 \cdot 10^{16}$

1-3: a) $i(t) = \frac{dq}{dt} = 20 \frac{\text{A}}{\text{s}} t \text{ s}$

b) $q = 0$ für $t < 0$

$q = \frac{t^2}{2} \frac{\text{A}}{\text{s}}$ für $0 \leq t \leq 2 \text{ s}$

$q = \int_0^t 2 \text{ A} d\tau + q(t=2) = 2 \text{ A} t - 2 \text{ A s}$ für $t > 2 \text{ s}$



1-4: $\Delta I = S \Delta A \cos 32^\circ = 4 \frac{\text{A}}{\text{cm}^2} 2,1 \text{ cm}^2 0,85 = 7,12 \text{ A}$

1-5: $E = \rho S = \rho \frac{4I}{d^2 \pi} = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \frac{4 \cdot 3 \text{ A}}{(1,5 \cdot 10^{-3})^2 \text{ m}^2 \cdot 3,14} = 0,0303 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

$U = E l = 0,0303 \cdot \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 10 \text{ m} = 0,303 \text{ V}$

1-6: a) $E = 44 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$

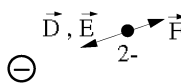
Luft: $C = 17,72 \text{ pF}$ $Q = 3,9 \cdot 10^{-9} \text{ As}$ $D = 0,39 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

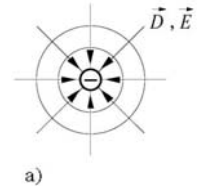
$n_E = 2,43 \cdot 10^{10}$ $\Psi = Q = 3,9 \cdot 10^{-9} \text{ As}$

Papier: alle Werte 2,5-fach

$C = 44,3 \text{ pF}$ $Q = 9,75 \cdot 10^{-9} \text{ As}$ $D = 0,98 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

$n_E = 6,075 \cdot 10^{10}$ $\Psi = Q = 9,75 \cdot 10^{-9} \text{ As}$

- b) Luft: $W_e = \frac{CU^2}{2} = 0,43 \mu\text{Ws}$ $F = \frac{DEA}{2} = 85,8 \mu\text{N}$
 Papier: $W_e = 1,075 \mu\text{Ws}$ $F = 214,5 \mu\text{N}$
- 1-7: a) $200 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ b) $40 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ c) $10 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
 d) $1818,2 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ e) $4 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ f) $2 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
- 1-8: a) $d \geq 0,5 \text{ mm}$
 b) $d \geq 0,333 \text{ mm}$
- 1-9: vor dem Durchschlag: $C_g = 60 \text{ pF}$
 nachher: $C_g = 68,8 \text{ pF}$
 Änderung: $\Delta C_g = +8,8 \text{ pF}$ oder $+14,7 \%$
- 1-10: $W_e = 22 \text{ mWs}$ $F = \frac{Q^2}{2\epsilon A} = \frac{(CU)^2}{2\epsilon A} = 273,1 \text{ N}$ Druck
- 1-11: a) s. Bild
- b) $D = \frac{n|e|}{4\pi r^2} = \frac{10^{10} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}}{4 \cdot 3,14 \cdot (0,3)^2 \text{ m}^2} = 1,42 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$
 $E = \frac{D}{\epsilon_0} = \frac{1,42 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}}{8,86 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}} = 160,2 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
- c) $|F| = 2|e|E = 2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 160,2 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 0,5133 \cdot 10^{-16} \text{ N}$
- d) 
- 1-12: $l = \frac{Cd}{\epsilon_0 \epsilon_r b} = 85 \text{ m}$
- 1-13: $U = \sqrt{\frac{2W_e}{C}} = 548 \text{ V}$
- 1-14: a) $P = \frac{W}{t} = 30 \text{ kW}$ b) $C = \frac{2W_e}{U^2} = 375 \mu\text{F}$
 c) $W_{eV} = 120 \text{ Ws} - 0,375 \cdot 10^{-3} \frac{\text{As}}{\text{V}} \frac{97^2 \text{ V}^2}{2} = 118,24 \text{ Ws}$



Abschnitt 2

2.1: $N = \frac{(d_1 - 1,2 \text{ mm}) \cdot 3,14}{1,2 \text{ mm}} = 138$ $\Theta = IN = 276 \text{ A}$

$$B = \frac{\Phi}{A} \quad \Phi = \frac{\Theta}{R_m} \quad R_m = \frac{l}{\mu_0 \mu_r A} \quad l = \frac{d_a + d_i}{2} \pi$$

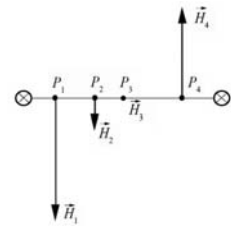
a) $B = 1,72 \text{ m T}$ b) $B = 1,2 \text{ T}$

2-2: $H = \frac{I}{2\pi r}$ $B = \mu H$

a) $H = 0,11 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$ b) $H = 0,055 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$ c) $H = 0,027 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$
 $B = 14 \mu \text{ T}$ $B = 7 \mu \text{ T}$ $B = 3,35 \mu \text{ T}$

2-3: a) $H = 34,4 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$ b) $H = 57,3 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$ c) $H = 11,5 \frac{\text{A}}{\text{cm}}$
 $B = 4,32 \text{ m T}$ $B = 7,2 \text{ m T}$ $B = 1,44 \text{ m T}$

2-4 $H_1 = -33,8 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ $H_2 = -8,13 \frac{\text{A}}{\text{m}}$
 $H_3 = 0$ $H_4 = +25,1 \frac{\text{A}}{\text{m}}$



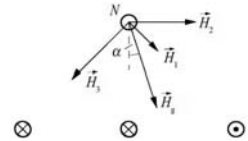
2-5: Die im Neutralleiter von den einzelnen Strömen erzeugten Feldstärken sind:

$$H_1 = 169 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad H_2 = 239 \frac{\text{A}}{\text{m}} \quad H_3 = 338 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Für sie gilt das Vektordiagramm nach nebenstehendem Bild.

Resultierende Feldstärke: $H_g = 447 \frac{\text{A}}{\text{m}}$

Winkel gegen die Vertikale: $\alpha = 32,3^\circ$.



2-6: a) $\Theta = NI = H_{Fe} l_{Fe} + H_L \delta = \Sigma V$

Eisen: $B_1 = B_L = 0,5 \text{ T}$. Dazu gehört laut Magnetisierungskurve die Feldstärke

$$H_{Fe1} = 1 \frac{\text{A}}{\text{cm}}. \text{ Somit ist } V_1 = H_{Fe1} 2l_1 = 1 \frac{\text{A}}{\text{cm}} \cdot 2 \cdot 3,05 \text{ cm} = 6,1 \text{ A}$$

$$B_2 = B_1 \frac{A_1}{A_2} \text{ (wegen } \Phi = \text{const)} = 0,667 \text{ T, somit nach Bild 2.20}$$

$$H_{Fe2} = 1,25 \frac{\text{A}}{\text{cm}} \text{ und } V_2 = 18,75 \text{ A}$$

$$B_3 = B_2 \frac{A_2}{A_3} = 0,333 \text{ T, d.h nach Bild 2.20 } H_{Fe3} = 0,75 \frac{\text{A}}{\text{cm}}, V_3 = 4,88 \text{ A}$$

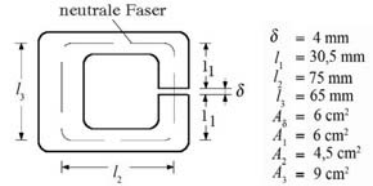
Luftspalt: $H_L = \frac{B_L}{\mu_0} = \frac{0,5 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}}{1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} = 398100 \frac{\text{A}}{\text{m}}$ und $V_L = 1592 \text{ A}$

$$\Theta = V_1 + V_2 + V_3 + V_L = 1622 \text{ A}$$

b) $I = \frac{\Theta}{N} = 1,62 \text{ A}$ und $d = 1 \text{ mm}^2$

c) $A_W = (d + 0,1d)^2 N + 0,25(d + 0,1d)^2 N$
 $A_W = 1513 \text{ mm}^2$

$a = 30,25 \text{ mm}$, d.h. die Wicklung kann auf dem gegebenen Kern untergebracht werden.



2-7: $\Theta_L = N(I_2 - I_1) = 2600 \text{ A}$. Mit $H_L = \frac{B_L}{\mu_0} = 0,398 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}}$

folgt $l_L = \frac{\Theta_L}{H_L} = 6,5 \text{ mm}$

2-8: $N = 1688$

2-9: $u_q = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = +4,77 \text{ V}$ $u = -4,77 \text{ V}$

2-10: Spannung wird nur dann induziert, wenn sich der umfasste Fluss zeitlich ändert. Es kann also an der Leiterschleife nur bei ihrem Hinein- und Heraustreten in oder aus dem Feldlinienbereich eine Spannung gemessen werden. Befindet sie sich während der Bewegung vollständig außerhalb oder vollständig innerhalb des Feldes, ist keine Spannung messbar, denn hier ist $\frac{d\Phi}{dt} = 0$.

Bewegung in das Feld hinein: $u_q = -22,4 \text{ mV}$, aus dem Feld heraus:

$u_q = +22,4 \text{ mV}$.

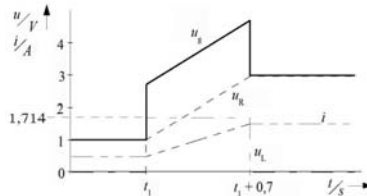
2-11: $u_q = Bl2\pi nr = 0,7 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \cdot 0,714 \text{ m} \cdot 6,28 \cdot 7 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,25 \text{ m} = 5,5 \text{ V}$

$N = 40$

2-12: a) 0,5 mH b) 2 mH c) 1 mH d) 500 mH = 0,5 H

Induktivitäten von akzeptabler Baugröße und Wirtschaftlichkeit (Kupfer-Einsparung) sind nur bei Verwendung von Magneteisen möglich.

2-13: Lösung s. Bild



2-14: $F = 2160 \text{ N}$

Druck bei gleicher, Zug bei unterschiedlicher Stromrichtung.

2-15: $M = Fb = 95 \text{ A} \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,9 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \cdot 0,25 \text{ m} = 8,55 \text{ Nm}$

Bewegung erfolgt im Uhrzeigersinn.

$M = 8,55 \cdot \cos \alpha$ (in Bild 2.46 ist $\alpha = 0$).

Beim jeweiligen Durchgang der Leiterschleife durch die Horizontale ($\alpha = 90^\circ, 270^\circ$ usw.) muss die Stromrichtung umgekehrt werden.

Abschnitt 4

4-1: Widerstand 1 nichtlinear, Widerstand 2 linear.

4-2: $R_0 = 50,8 \Omega$ $\frac{R_{\emptyset}}{R_0} = 9,5$

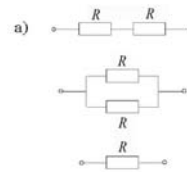
Der Glühfaden der Lampe besitzt im kalten Zustand einen Widerstand, der etwa einem Zehntel des Betriebswiderstandes entspricht. Der Einschaltstrom beträgt also etwa das Zehnfache des Betriebsstromes

4-3: $U_B = 35 \text{ V}$

4-4: a) 1322,5 Ω b) 881,67 Ω c) 529 Ω d) 264,5 Ω

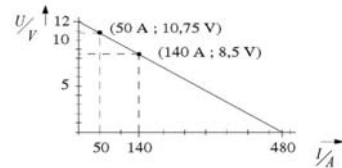
4-5: $I = 1,17 \text{ mA}$ $U = 2570 \text{ V}$

- 4-6: a) s. Bild
 b) Parallelschaltung größte, Reihenschaltung kleinste Leistung
 c) Jeder Widerstand 70,5 Ω
 d) Einzelwiderstand: 750 W
 Parallelschaltung: 1500 W



4-7: $U_q = 12 \text{ V}$ $R_i = 25 \text{ m}\Omega$ $I_k = 480 \text{ A}$

Grafische Lösung: Gerade durch die beiden gegebenen Arbeitspunkte legen (s. Bild). U_q und I_k ablesen, R_i daraus berechnen.



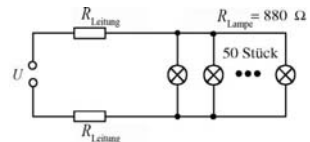
4-8: $P_{g1} = 6,52 \text{ W}$ $P_{i1} = 0,62 \text{ W}$ $P_{a1} = 5,9 \text{ W}$ $\eta_1 = 90,5 \%$
 $P_{g2} = 48 \text{ W}$ $P_{i2} = 33,6 \text{ W}$ $P_{a2} = 14,4 \text{ W}$ $\eta_2 = 30,0 \%$
 Es muss $R_a \gg R_i$ gelten.

4-9: $R_{ers} = 67,5 \Omega$ $I = 3,41 \text{ A}$

4-10: $R_{AB} = 50 \Omega$

4-11: Stromlaufplan nach Bild.

$U_v = 2,9 \text{ V}$ $U = 232,9 \text{ V}$



4-12: a) $U_a = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 134,2 \text{ V}$

b) $U_a = U \frac{R_2 // R_a}{R_1 + R_2 // R_a} = 77,6 \text{ V}$ c) $U_a = 34,3 \text{ V}$ (Gl. wie b))

Bei a) teilt sich die Spannung exakt im Verhältnis der Spannungsteilerwiderstände.

Bei b) und c) ist die abgenommene Spannung vom Verbraucher selbst abhängig, was i.a. nicht günstig ist.

4-13: $I_1 = 7,74 \text{ A}$ $I_2 = 5,16 \text{ A}$ $I_3 = 3,1 \text{ A}$ $U = 77,4 \text{ V}$

4-14: $I_{R1, R2} = 67,6 \text{ mA}$ $I_{R3} = 145 \text{ mA}$ $I_{R4} = 212,6 \text{ mA}$

Abschnitt 5

5-1: $T = 60 \text{ ms}$; 40 ms; 25 ms; 20 ms; 18,62 ms; 1 ms; 0,4 μs ; 0,408 ns; 84,7 ps

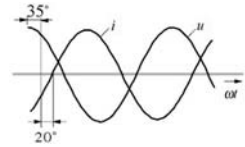
$$\omega \left[\frac{1}{s} \right] = 104,66; 157; 251,2; 314; 337,24; 6280; 15,7 \cdot 10^6; 15,386 \cdot 10^9; 74,104 \cdot 10^9$$

5-2: 15 ms und 45 ms; 5 ms und 15 ms; 2,5 ms und 7,5 ms

5-3: Verlauf s. Bild

$$i(t = 50 \text{ ms}) = 8,55 \text{ A}$$

$$u(t = 50 \text{ ms}) = -266,2 \text{ V}$$



5-4: $\varphi = 52,62^\circ$

5-5: a) $U_d = 0,3185 \hat{u} = 0,45 \text{ U}$ b) $U_d = 0,637 \hat{u} = 0,9 \text{ U}$

c) $U_d = 0,637 \hat{u} \frac{1 + \cos \alpha}{2} = 0,9 \text{ U} \frac{1 + \cos \alpha}{2}$

5-6: $U = \hat{u} \sqrt{\frac{1}{4\pi} (2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha)}$

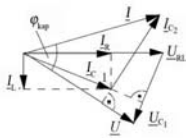
5-7: $U_g = 248,3 \text{ V}$

5-8: $I_g = 50,5 \text{ A}$

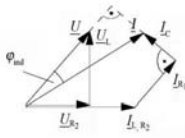
5-9: Beispiele für Zeigerdiagramme s. Bilder.

Widerstände für $f = 0, f \rightarrow \infty$:

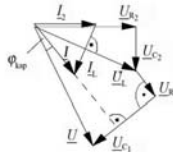
a) $\infty, 0$ b) $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, 0$ c) $\infty, (R_1 + R_2)$ d) $\infty, (R_1 + R_2)$



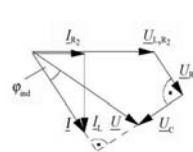
a)



b)



c)



d)

5-10: a) s. Bild.

Abgelesen: $U = 150 \text{ V}, I = 4,5 \text{ A}$

$$\varphi = 10^\circ$$

b) $P = 662 \text{ W}, Q = 117 \text{ var}$

$S = 675 \text{ VA}, \cos \varphi = 0,98$; Vergrößerung von C würde $\cos \varphi$ weiter verbessern.

c) $I = 0,38 \text{ A}$

5-11: a) $\underline{U} = 3,6 \text{ V} \cdot e^{j56,3^\circ}$ b) $\underline{U} = 25 \text{ V} \cdot e^{j36,9^\circ}$ c) $\underline{I} = 1,414 \text{ A} \cdot e^{-j45^\circ}$

d) $\underline{U} = 5,8 \text{ V} \cdot e^{j149^\circ}$ e) $\underline{Z} = 5,4 \Omega \cdot e^{j21,8^\circ}$ f) $\underline{I} = 10 \text{ A} \cdot e^{j0^\circ}$

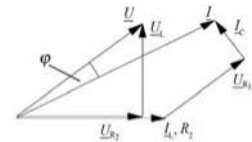
g) $\underline{U} = 2 \text{ V} \cdot e^{j90^\circ}$ h) $\underline{Z} = 223,6 \Omega \cdot e^{-j63,4^\circ}$

5-12: a) $\underline{Z} = 17,7 \Omega \cdot e^{j81,9^\circ}$

$$|Z| = 17,7 \Omega \quad \varphi_z = +81,9^\circ \quad \varphi = \varphi_z$$

b) Schaltung s. Bild mit $R = 2,5 \Omega$ und $L = 55,8 \text{ mH}$

c) $I_w = 0,2 \text{ A} \quad I_b = 1,4 \text{ A}$



a)



5-13: a) $\underline{Z} = 7,7 \Omega \cdot e^{j39,8^\circ} \quad \underline{I} = \frac{U}{Z} = 2,6 \text{ A} \cdot e^{-j39,8^\circ} : |I| = 2,6 \text{ A}; \varphi = \varphi_z = +39,8^\circ$

$$\text{b) } I_R = \frac{U}{R} = 2 \text{ A} \quad I_L = \frac{U}{j\omega L} = -j1,67 \text{ A}$$

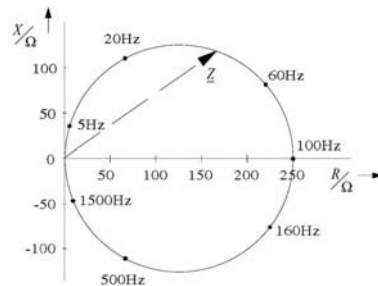
$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = 2,6 \text{ A} \quad \varphi = \arctan \frac{-1,67}{2} = -39,8^\circ$$

$$\text{5-14: } \underline{Z} = 28,6 \Omega \cdot e^{-j20,9^\circ} \quad \text{also kapazitiv. } I = \frac{U}{Z} = 3,5 \text{ A} \cdot e^{j20,9^\circ}$$

$|I| = 3,5 \text{ A}$ $\varphi = -20,9^\circ$, d.h. Strom vorausleitend.

- 5-15:**
- $\underline{Z} = 200 \Omega + j 157 \Omega = 254,3 \Omega \cdot e^{j 38,1^\circ}$, $\varphi = + 38,1^\circ$
 - $\underline{Z} = 200 \Omega + j 314 \Omega = 372,3 \Omega \cdot e^{j 57,5^\circ}$, $\varphi = + 57,5^\circ$
 - $\underline{Z} = 80 \Omega - j 100 \Omega = 128,1 \Omega \cdot e^{-j 51,3^\circ}$, $\varphi = - 51,3^\circ$
 - $\underline{Z} = 120 \Omega + j 50,7 \Omega = 130,3 \Omega \cdot e^{j 22,9^\circ}$, $\varphi = + 22,9^\circ$
 - $\underline{Z} = 120 \Omega - j 189,3 \Omega = 224,1 \Omega \cdot e^{-j 57,6^\circ}$, $\varphi = - 57,6^\circ$
 - $\underline{Z} = 120 \Omega = 120 \Omega \cdot e^{j 0^\circ}$, $\varphi = 0^\circ$ (Resonanz)
- 5-16:**
- $\underline{Z} = 5,14 \Omega + j 35,5 \Omega = 35,8 \Omega \cdot e^{j 81,8^\circ}$, $\varphi = + 81,8^\circ$
 - $\underline{Z} = 66,5 \Omega + j 110,5 \Omega = 128,9 \Omega \cdot e^{j 59,3^\circ}$, $\varphi = + 59,3^\circ$
 - $\underline{Z} = 220 \Omega + j 81,4 \Omega = 234,6 \Omega \cdot e^{j 20,3^\circ}$, $\varphi = + 20,3^\circ$
 - $\underline{Z} = 250 \Omega = 250 \Omega \cdot e^{j 0^\circ}$, $\varphi = 0^\circ$ (Resonanz)
 - $\underline{Z} = 224,7 \Omega - j 75,6 \Omega = 237,1 \Omega \cdot e^{-j 18,6^\circ}$, $\varphi = - 18,6^\circ$
 - $\underline{Z} = 66,7 \Omega - j 110,6 \Omega = 129,1 \Omega \cdot e^{-j 59^\circ}$, $\varphi = - 59^\circ$
 - $\underline{Z} = 9 \Omega - j 46,7 \Omega = 47,6 \Omega \cdot e^{-j 79^\circ}$, $\varphi = - 79^\circ$

Die Ortskurve ist ein Kreis, aus dem alle Werte des komplexen Scheinwiderstandes für beliebige Werte der Frequenz von $f = 0$ bis $f \rightarrow \infty$ entnommen werden können.



$$\text{5-17: } P = 9,23 \text{ W} \quad Q = -4,86 \text{ var} \quad S = 10,43 \text{ VA} \quad \cos \varphi = 0,885$$

$$\begin{array}{lll} \text{5-18: } P_1 = 560 \text{ W} & Q_1 = 478 \text{ var} & S_1 = 736 \text{ VA} \\ I_2 = 7,83 \text{ A} & Q_2 = 0 & S_2 = 1800 \text{ VA} \\ P_3 = 640 \text{ W} & Q_3 = -848 \text{ var} & S_3 = 1063 \text{ VA} \\ P_g = 3000 \text{ W} & Q_g = -370 \text{ var} & S_g = 3023 \text{ VA} \end{array}$$

$$\text{5-19: } Q \text{ folgt für beide Fälle aus } Q = P \tan \varphi. \quad \Delta Q = 2787 \text{ kvar}, \quad C = 167,7 \text{ mF}$$

$$\text{5-20: a) } 10,5 \text{ kV} \quad \text{b) } 6,062 \text{ kV}$$

$$\text{5-21: aa) } 5,75 \text{ A} \quad \text{ab) } 4 \text{ kW} \\ \text{ba) } 17,32 \text{ A} \quad \text{bb) } 12 \text{ kW}$$

Man kann zwei verschiedene Heizstufen realisieren.

$$\text{5-22: } U = 400 \text{ V} \quad I = 11,5 \text{ A}$$

5-23: $P = 7,54 \text{ kW}$ $Q = 4,67 \text{ kvar}$ $S = 8,87 \text{ kVA}$

P ist zur Deckung der Verluste (Stromwärme, Reibung usw.) und zur Erzeugung des Drehmomentes, Q zum Aufbau der magnetischen Felder notwendig.

5-24: $t = 6 \text{ h}$ $W_b = 37,6 \text{ kvarh}$

5-25: $I_{R1,2} = I_{R2,3} = I_{R3,1} = 3,333 \text{ A}$ $I_{L1,2} = I_{L2,3} = I_{L3,1} = 3,333 \text{ A}$
 $I_{1,2} = I_{2,3} = I_{3,1} = 4,71 \text{ A}$ $I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 8,16 \text{ A}$

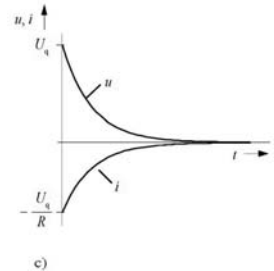
Abschnitt 6

6-1: a) $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$

Lösung: $u_C = U_q e^{-\frac{t}{RC}}$

b) $i = C \frac{du_C}{dt} = -\frac{U_q}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$

c) s. Bild



6-2: a) 63,2 %, 95 % und 99,3 % b) 36,8 % $t_{50\%} = 0,693 \tau$

c) Tangente bei $t = 0$ an die Kurven legen. Die Tangente an die Spannungskurve schneidet dann auf der Geraden $u = U_q$, die Tangente an die Stromkurve auf der Geraden $i = 0$ einen Abschnitt von der Größe der Zeitkonstanten ab.

Abschnitt 7

7-1: Silizium: $\lambda_{\max} = 1130 \text{ nm}$ (Infrarot), Germanium: $\lambda_{\max} = 1570 \text{ nm}$ (Infrarot), Galliumarsenid: $\lambda_{\max} = 790 \text{ nm}$ (Rot), Galliumphosphid: $\lambda_{\max} = 502 \text{ nm}$ (Grün)

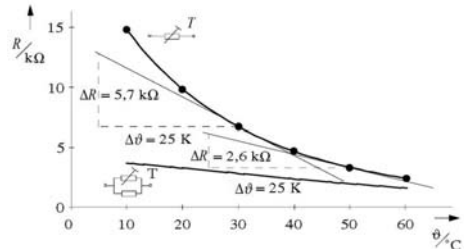
7-2: a) s. Bild

b) $\alpha = \frac{1}{R_{20^\circ}} \frac{\Delta R}{\Delta \vartheta}$

$\alpha_{30^\circ} = 0,0232 \text{ K}^{-1}$

$\alpha_{50^\circ} = 0,0106 \text{ K}^{-1}$

c) s. Bild



d) $\alpha_{30^\circ} = \alpha_{50^\circ} = 0,0129 \text{ K}^{-1}$

Obwohl die Kurve der Parallelschaltung flacher als alle anderen verläuft, bedeutet das nicht zwangsläufig kleinsten α -Wert, d.h. nicht zwangsläufig kleinste Messempfindlichkeit. Das liegt an dem kleineren Wert R_{20° der Parallelschaltung.

Weiterhin wird durch die Zusammenschaltung mit einem temperaturunabhängigen Widerstand die Kennlinie *linearisiert*, was für die Weiterverarbeitung mit Prozessrechnern von Bedeutung sein kann.

7-3: $U = 400 \text{ V}$

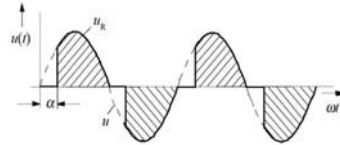
7-4: a) $U_{d\alpha 1} = 162,9 \text{ V}$ $U_{d\alpha 2} = 103,5 \text{ V}$ $U_{d\alpha 3} = 37 \text{ V}$
 b) $U_{d\alpha 1} = 118,7 \text{ V}$ $U_{d\alpha 2} = 0 \text{ V}$ $U_{d\alpha 3} = -133,1 \text{ V}$

Bei negativer Spannung Rücklieferung el. Energie von der Gleichspannungsseite an das speisende Wechselstromnetz (Wechselrichterbetrieb).

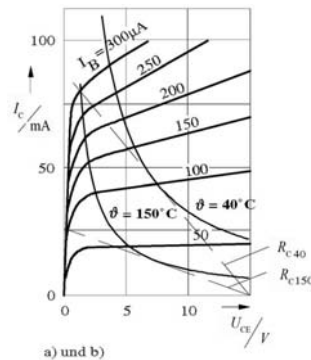
- 7-5: Halbgesteuert: $U_{d\alpha 1} = 327,4 \text{ V}$ $U_{d\alpha 2} = 148,7 \text{ V}$ $U_{d\alpha 3} = 46,2 \text{ V}$
 Vollgesteuert: $U_{d\alpha 1} = 294,9 \text{ V}$ $U_{d\alpha 2} = -62,5 \text{ V}$ $U_{d\alpha 3} = -267,5 \text{ V}$

Schaltbilder s. Bild 7.65 a und Bild 7.66!

- 7-6: a) s. Bild und $U_1 = 230 \text{ V}$
 $U_2 = 194 \text{ V}$ $U_3 = 59 \text{ V}$
 b) $P_1 = 96,2 \text{ W}$ $P_2 = 68,4 \text{ W}$
 $P_3 = 6,3 \text{ W}$
 c) Helligkeitssteuerung Glühlampen (Dimmer), Drehzahlstellung Motoren (z.B. Bohrmaschine)

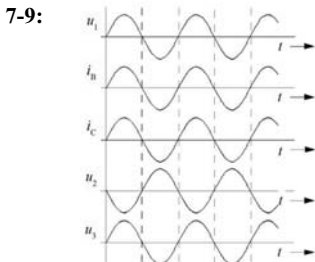
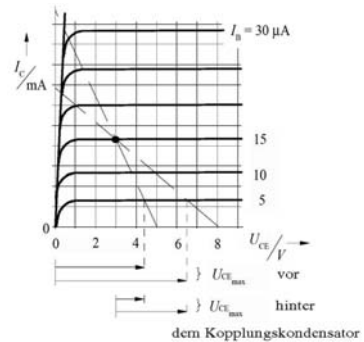


- 7-7: a) s. die im Bild dargestellten Verlusthyperbeln
 b) Der Wert von R_c entspricht der Steigung der Widerstandsgeraden:
 $R_{c40^\circ} \approx 170 \Omega$ $R_{c150^\circ} \approx 580 \Omega$.
 Die Aussteuerbarkeit des Kennlinienfeldes wird entscheidend eingeschränkt.

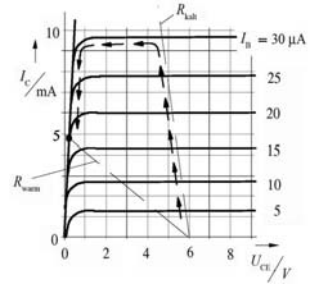


a) und b)

- 7-8: a) $R_{c5V} = 465 \Omega$ $R_{c8V} = 1163 \Omega$
 b) $I_{B0} = 15 \mu\text{A}$
 c) AP-Verlagerung bis zu den Kennlinien für $I_B = 25 \mu\text{A}$ und $I_B = 5 \mu\text{A}$.
 Vor Kondensator: $U_{CEmax5V} \approx 4,3 \text{ V}$
 $U_{CEmax8V} \approx 6,5 \text{ V}$
 Hinter Kondensator: $U_{CEmax5V} \approx 1,3 \text{ V}$
 $U_{CEmax8V} \approx 3,5 \text{ V}$



- 7-10: a) $R_{\text{warm}} = \frac{6 \text{ V}}{5 \text{ mA}} = 1,2 \text{ k}\Omega$
 $R_{\text{kalt}} = 133,33 \Omega$. Weg AP s. Bild.
 b) $I_{\text{BSat}} \approx 17 \mu\text{A}$. Ist I_{B} kleiner, dann brennt die Lampe mit geringerer Leistung.



7-11: ODER

Wahrheitstabelle:

u_{e1}	u_{e2}	u_a
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

7-12: Wahrheitstabellen:

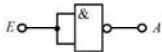
NOR:

u_{e1}	u_{e2}	u_{a1}
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

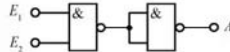
ODER

u_{e1}	u_{e2}	u_{a2}
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

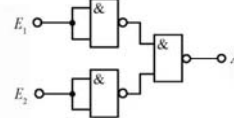
7-13: NICHT:



UND:



ODER:



7-14: Wahrheitstabelle:

	E1	E2	A
$A = \overline{E1 \wedge E2}$	0	0	1
	1	0	1
	0	1	1
	1	1	0

7-15: Wahrheitstabelle:

	E1	E2	S	Ü
	0	0	0	0
	1	0	1	0
	0	1	1	0
	1	1	0	1

- 7-16: $2^{n_{\text{min}}} \geq \frac{\text{Temperaturbereich}}{\text{Genauigkeit}}$ a) $n_{\text{min}} = 6$ Bit b) $n_{\text{min}} = 7$ Bit c) $n_{\text{min}} = 8$ Bit
 Max. Genauigkeit: a) $\pm 1,1 \text{ K}$ b) $\pm 0,55 \text{ K}$ c) $\pm 0,27 \text{ K}$

Abschnitt 8

8-1: $\eta = 0,85$ $P_V = 900 \text{ W}$

Stromwärme-, Bürstenübergangs-, Erreger-, Reibungsverluste (Reibung an Bürsten und Lagern, Luftreibung des Ventilators)

8-2: $\eta = 0,944$

8-3: $\eta_{\text{ges}} = 0,865$ $P_{\text{MOTOR}} = 740 \text{ kW}$

8-4: a) $M_N = 1298,7 \text{ Nm}$ b) $c\Phi = \frac{M_N}{I_N} = 3,44 \text{ Vs}$ c) $n_0 = 1220 \text{ min}^{-1}$

d) $P_{V_{AN}} = 3,715 \text{ kW}$

8-5: a) $M_N = 99,4 \text{ Nm}$ $c\Phi = 3,01 \text{ Vs}$ b) $n_0 = 1400 \text{ min}^{-1}$

c) $I_{A_{\text{cin}}} = 183,33 \text{ A}$ $R_{V_z} = 3,1 \Omega$ d) $n = 824 \text{ min}^{-1}$

8-6: $n_N = 1443 \text{ min}^{-1}$

8-7: a) $p = 3$ $s_N = 2 \%$

b) Leerlauf: $M = 0$; $n = n_0 \approx n_S = 1000 \text{ min}^{-1}$

Nennbetrieb: $M = M_N = 291,5 \text{ Nm}$; $n = n_N = 980 \text{ min}^{-1}$

Kipp-Punkt: $M = M_K = 2,9$ $M_N = 845,4 \text{ Nm}$; $n = n_K = n_S - n_S s_K = 880 \text{ min}^{-1}$

Anlauf: $\frac{M_A}{M_K} = \frac{2}{\frac{s_A}{s_K} + \frac{s_K}{s_A}} = 0,236$ und somit $M_A = 199,5 \text{ Nm}$

$n = n_A = 0$ ($s = s_A = 1$)

c) Der Anlauf gelingt durch Einschalten von Läuferwiderständen (s. Bild 8.53)

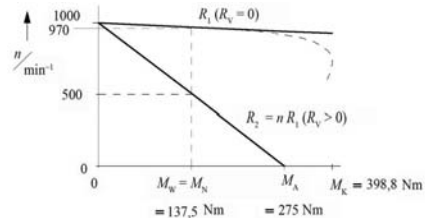
8-8: a) $n_S = 1000 \text{ min}^{-1}$ $p = 3$ b) $\eta = \frac{14 \text{ kW}}{17,5 \text{ kW}} = 0,8$

c) $I = \frac{P_{\text{el}}}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = 30,1 \text{ A}$ d) $M_N = 137,5 \text{ Nm}$ $M_K = 2,5 M_N = 343,8 \text{ Nm}$

e) maßstäbl. Zeichnung s. Bild.

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1}{nR_1} = \frac{0,03}{0,5} = 0,06$$

daraus: $n = 16,67$, d.h. es ist der 16 2/3-fache Läuferwiderstand erforderlich. Aus dem Bild ist weiterhin ablesbar: $M_A = 2M_W = 275 \text{ Nm}$



8-9: a) $M_N = 449 \text{ Nm}$ b) $P = 152,8 \text{ kW}$ $Q = 74 \text{ kvar}$ $S = 169,7 \text{ kVA}$

c) $\eta = 0,916$ d) $s_N = 1 \%$

8-10: a) Leerlauf: $M = 0$; $n = 1500 \text{ min}^{-1}$

Nennbetrieb: $M_N = 25,8 \text{ Nm}$; $n_N = 1475 \text{ min}^{-1}$

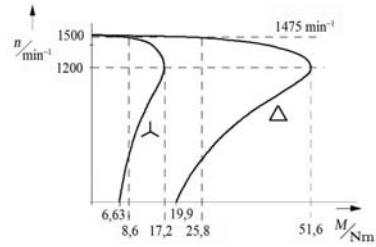
Kippbetrieb: $M_K = 51,6 \text{ Nm}$; $n_K = 1200 \text{ min}^{-1}$

Anlauf: $\frac{M_A}{M_K} = 0,385$ (Kloss !) und somit $M_A = 19,9 \text{ Nm}$

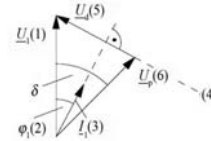
b) Werte von n s. a), Momente werden gedrittelt:

Leerlauf: $M = 0$
 Kippbetrieb: $M_K = 17,2 \text{ Nm}$
 Anlauf: $M_A = 6,63 \text{ Nm}$

c) Wegen $6,63 \text{ Nm} < 12 \text{ Nm}$ ist Stern-Dreieck-Anlauf nicht möglich. Besonders geeignet ist der Doppelkäfigläufer-Motor (s. Bild 8.55)



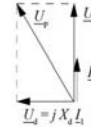
8-11: s. Bild. Abzulesen: $\delta = 45^\circ$



8-12: Nach dem Zeigerdiagramm (s. Bild) gilt:

$$U_1 = \sqrt{U_p^2 - U_d^2} = \sqrt{230^2 V^2 - (45 \cdot 2,3)^2 V^2} = 205,4 \text{ V}$$

(Strangspannung). Leiterspannung $U = 356 \text{ V}$



8-13: a) $m_b = m - M_w = J \frac{d\omega}{dt} = 2\pi J \frac{dn}{dt}$. Nach Abschalten des Motors:

$$2\pi J \frac{dn}{dt} = -\frac{1}{10} M_w = -\frac{1}{10 M_N}$$

b) Es wird linearer Drehzahlabfall angenommen:

$$J = \frac{1}{2\pi} M_N \frac{1}{\left| \frac{\Delta n}{\Delta t} \right|} = \frac{97,2 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}}{6,28} \cdot \frac{5 \text{ s}}{10,6 \frac{1}{\text{s}}} = 7,3 \text{ kgm}^2$$

8-14: Effektives Widerstandsmoment des Bandes: $M_{wB} = 108,5 \text{ Nm}$.

Effektives Widerstandsmoment an der Motorwelle: $M_{wM} = 36,9 \text{ Nm}$.

$P_{\text{eff, Motor}} = 5,7 \text{ kW}$, $P_{\text{el, Motor}} = 6,4 \text{ kW}$, $W_{\text{el, Motor}} = P_{\text{el, Motor}} \cdot 16 \text{ h} = 102,4 \text{ kWh}$

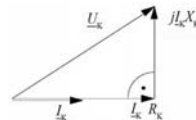
8-15: $I_1 = 70,4 \text{ mA}$

8-16: $\ddot{u} = 26$ $N_2 = 177$

8-17: a) $R_{Fe} = 4,41 \text{ k}\Omega$ $X_h = \frac{U_0^2}{\sqrt{S_0^2 - P_0^2}} = 7,76 \text{ k}\Omega$

b) $R_k = 2 \Omega$ $X_k = \frac{\sqrt{S_k^2 - P_k^2}}{I_k^2} = 1,3 \Omega$

Kappsches Dreieck s. Bild



8-18: Anschluss 1 - 2: $R_{1-2} = 144 \Omega$ $U_1 (P_2 = 5 \text{ W}) = 26,9 \text{ V}$

Anschluss 1 - 3: $R_{1-3} = 1129 \Omega$ $U_1 (P_2 = 5 \text{ W}) = 75,3 \text{ V}$

Anschluss 2 - 3: $R_{2-3} = 467 \Omega$ $U_1 (P_2 = 5 \text{ W}) = 48,4 \text{ V}$

Abschnitt 9

9-1: a) $m_{St} = 9077 \text{ t}$ $k_{St} \approx 0,3 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}}$

b) $m_{Br} = 32040 \text{ t}$ $k_{Br} \approx 1,1 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}}$

Vergleich Uran: $m_U = 3 \text{ kg}$ und $k_U \approx 0,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} = 0,1 \frac{\text{mg}}{\text{kWh}}$

9-2: $i = 83 : 250 \approx 1 : 3$

9-3: a) $P_{nat} = 457 \text{ MW}$ b) $U_{2L} = 420 \text{ kV}$

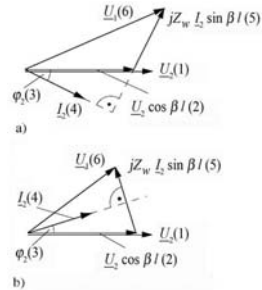
9-4: $50 \text{ Hz} : U_{2L} = 402 \text{ kV}$ $60 \text{ Hz} : U_{2L} = 412 \text{ kV}$

9-5: $Z_{w3er} = 263 \Omega$ $Z_{w4er} = 222 \Omega$. Wegen der größeren „effektiven“ Fläche des Viererbündels ist der Kapazitätsbelag C' größer und damit nach Gl. (9.9) der Wellenwiderstand kleiner.

9-6: a) Zeigerdiagramm s. Bild. $U_1 > U_2$, d.h. die Spannung fällt zum Leitungsende hin ab.

b) Zeigerdiagramm s. Bild. $U_1 < U_2$, d.h. die Spannung steigt zum Leitungsende hin an (Ferranti-Effekt).

Induktive Lasten am Leitungsende tendieren zum Kurzschluss. Also ist $Z_2 < Z_w$ und somit nach Gl. (9.21) $P > P_{nat}$, d.h. es liegt übernatürlicher Betrieb vor. Kapazitive Lasten tendieren zum Leerlauf, somit $Z_2 > Z_w$ und $P < P_{nat}$, d.h. unternatürlicher Betrieb und Ferranti-Effekt.



9-7:
$$a = \frac{0,184 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,8 + 314 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{km}} \cdot 0,6}{400^2 \text{ V}^2 \cdot 0,8} = 1,52 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{Wkm}}$$

$$a = 0,152 \cdot 10^{-3} \frac{\%}{\text{kWm}}$$

$$\Delta u_L = 0,152 \cdot 10^{-3} \frac{5}{\text{kWm}} (20 \text{ kW} \cdot 30 \text{ m} + 70 \text{ kW} \cdot 90 \text{ m} + 45 \text{ kW} \cdot 165 \text{ m}) = 2,15 \%$$

9-8:
$$P = \frac{P_N}{0,905} = 24,31 \text{ kW}$$

$$16 \text{ mm}^2: \Delta u_L \% = 24310 \text{ W} \cdot 0,2 \text{ km} \frac{1,36 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,91 + 314 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{km}} \cdot 0,41}{400^2 \text{ V}^2 \cdot 0,91} 100$$

$$\Delta u_L = 4,2 \%$$

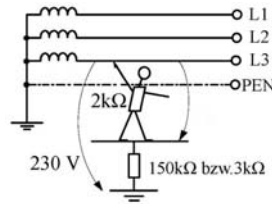
$$10 \text{ mm}^2: \Delta u_L = 6,7 \%$$

Es muss das 16 mm^2 – Kabel verwendet werden.

9-9: Richtig sind: b) und d)

9-10: Fehlerstromkreis s. Bild.

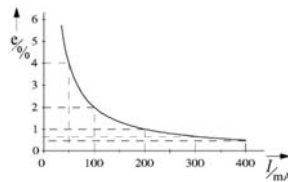
- a) $I_K = \frac{230\text{V}}{152\text{k}\Omega} = 1,5\text{mA}$
 $U_B = 2\text{k}\Omega \cdot 1,5\text{mA} = 3\text{V}$
- b) $I_K = \frac{230\text{V}}{5\text{k}\Omega} = 46\text{mA}$
 $U_B = 2\text{k}\Omega \cdot 46\text{mA} = 92\text{V}$



Abschnitt 10

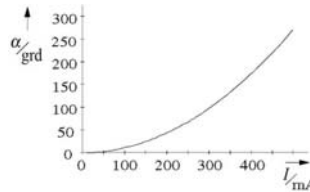
10-1: $I = 200\text{mA}$

10-2: Messabweichung im gesamten Skalenbereich s. Bild. Will man die mögliche Genauigkeit nutzen, sollte man nur im oberen Anzeigebereich messen. Das Bild zeigt, welchen Fehler man macht, wenn in anderen Bereichen gemessen wird.



10-3: a) s. Bild.

- b) $E_{200} = 432 \frac{\text{grad}}{\text{A}}$ $E_{450} = 972 \frac{\text{grad}}{\text{A}}$
- c) 2,5 %



10-4: $e_{S\ 15\text{k}\Omega} = 57,2\%$ $e_{S\ 100\text{k}\Omega} = 16,7\%$ $e_{S\ 10\text{M}\Omega} = 0,2\%$

Spannungsmesser müssen einen hohen Eigenwiderstand haben (exakt: im Vergleich zum Widerstand des Messobjektes).

10-5: Es muss die spannungsrichtige Messung angewendet werden, weil dann die Bedingung $R_{V_i} \gg R$ erfüllt ist und somit der Strom durch das Voltmeter vernachlässigt werden kann.

10-6: a) stromrichtig

b) $\Delta R_{\max} = \frac{\Delta U}{I} + \frac{U}{I^2} \Delta I = \pm 1600\Omega$ $\frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta I}{I} = \pm 10\%$

10-7: Der Widerstand der Diode ist umso kleiner, je steiler deren Kennlinie ansteigt. Im Bereich kleiner Spannungen und kleiner Ströme, also im unteren Teil der Kennlinie wird man somit stromrichtig, im oberen Teil der Kennlinie aber spannungsrichtig messen müssen.

10-8: a) Arithmetische Mittelwerte $U_d = 0,3185 \hat{u}$ und $U_d = 0,637 \hat{u}$

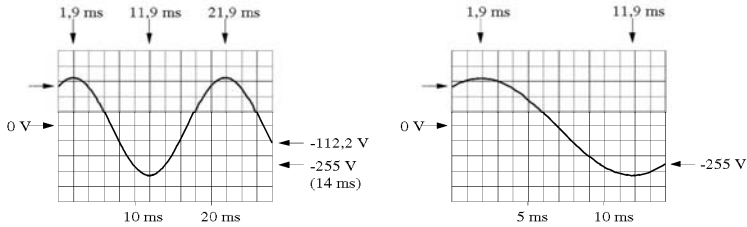
b) Effektivwerte $U = 0,5 \hat{u}$ und $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 0,707 \hat{u}$

10-9: $U_{Ds} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \cdot 24\text{V} \cdot \frac{3}{4} T = 18\text{V}$. Grafische Lösung: Zeichnen eines Rechtecks gleicher

Fläche wie die Einzelimpulse.

10-10: $R_x = 1,33\text{m}\Omega$ $P_x = 10,8\text{W}$

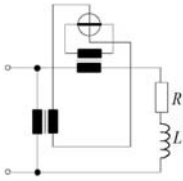
10-11:



10-12: $z = f_x t_m$ 92, 927, 9274, 55644, 92740, 927400.

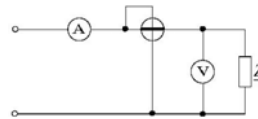
10-13: Er zeigt die Wirkleistung an: $P = 154 \text{ W}$

10-14: s. Bild.



10-15: Schaltung s. Bild. P wird abgelesen. Berechnet werden:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} \quad \text{und} \quad Q = UI \sin \varphi$$

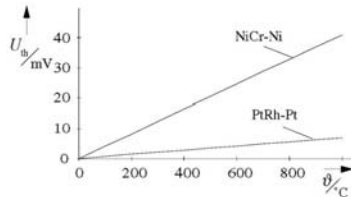


10-16: a) $\frac{\Delta R}{R} = k \varepsilon = 0,021$, somit: $\varepsilon = 1,9 \cdot 10^{-4} = 190 \frac{\mu\text{m}}{\text{m}}$

somit: $\Delta l = \varepsilon l_0 = 57 \mu\text{m}$.

b) $G = \sigma A = \varepsilon E A = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 21 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \frac{25^2}{4} \text{mm}^2 \cdot \pi = 19576 \text{ N}$

10-17: Kurven s. Bild. Die Kennlinie von NiCr-Ni verläuft um den Faktor 5,9 steiler als die von PtRh-Pt. Das Thermoelement NiCr-Ni ist somit um diesen Faktor empfindlicher.



10-18: vorher: $u_q = 25 \text{ mV}$ nachher: $u_q = 0,5 \text{ mV}$

Wenn man z.B. annimmt, dass Störpegel maximal $\frac{1}{10}$ des Betrages zu messender Spannungen sein sollen, kann man im ersten Falle mit dem Oszilloskop noch Spannungen von einigen Zehntel Volt, im zweiten Falle aber von einigen tausendstel Volt mit genügender Genauigkeit untersuchen.

Literatur

Grundlagen

- Altmann, S., Schlayer, D.*: Lehr- und Übungsbuch Elektrotechnik. Hanser 2003 (3. Auflage)
- Flegel, G., Birnstiel, K., Nerreter, W.*: Elektrotechnik für Maschinenbau und Mechatronik. Hanser 2004 (8. Auflage)
- Frohne, H., Löcherer, K.-H., Müller, H.*: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik. Teubner 2008 (21. Auflage)
- Hagmann, G.*: Grundlagen der Elektrotechnik. Aula Verlag 2006 (12. Auflage)
- Hering, E., Gutekunst, J., Martin, R.*: Elektrotechnik für Maschinenbauer. Springer 1999
- Lindner, H.*: Elektroaufgaben. Hanser
- Bd.1 : Gleichstrom. 2006 (28. Auflage)
- Bd.2 : Wechselstrom. 2006 (23. Auflage)
- Linse, H., Fischer, R.*: Elektrotechnik für Maschinenbauer. Teubner 2005 (12. Auflage)
- Ose, R.*: Elektrotechnik für Ingenieure. Bd.1 : Grundlagen. Hanser 2005 (3. Auflage)
- Seidel, H.U., Wagner, E.*: Allgemeine Elektrotechnik. Gleichstrom-Felder-Wechselstrom. Hanser 2003 (3. Auflage)

Anwendungen

Abschnitt 7

- Becker, W.J., Seifart, M.*: Analoge Schaltungen. Verlag Technik Berlin 2003 (6. Auflage)
- Beierlein, T., Hagenbruch, O.*: Taschenbuch Mikroprozessortechnik. Fachbuchverlag Leipzig 2004 (3. Auflage)
- Felderhoff, R., Busch, U.*: Leistungselektronik. Hanser 2006 (4. Auflage)
- Hagmann, G.*: Leistungselektronik. Grundlagen und Anwendungen in der elektrischen Antriebstechnik. Aula Verlag 2006 (3. Auflage)
- Hering, E., Bressler, K., Gutekunst, J.*: Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer 2005 (5. Auflage)
- Probst, U.*: Leistungselektronik für Bachelors. Hanser 2008
- Prochaska, E.*: Digitaltechnik für Ingenieure. Oldenbourg 2003
- Schaaf, B.*: Mikrocomputertechnik. Mit Microcontrollern der Familie 8051. Hanser 2007 (4. Auflage)
- Seifart, M., Beikirch, H.*: Digitale Schaltungen. Verlag Technik Berlin 1998 (5. Auflage)
- Siemers, Ch., Sikora, A.*: Taschenbuch Digitaltechnik. Fachbuchverlag Leipzig 2007 (2. Auflage)
- Tietze, U., Schenk, Ch.*: Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer 2002 (12. Auflage)
- Woitowitz, R., Urbanski, K.*: Digitaltechnik. Springer 2007 (5. Auflage)

Abschnitt 8

- Böhm, W.*: Elektrische Antriebe. Vogel Buchverlag 2007 (6. Auflage)
- Fischer, R.*: Elektrische Maschinen. Hanser 2006 (13. Auflage)
- Kremser, A.*: Elektrische Maschinen und Antriebe. Teubner 2008 (3. Auflage)
- Merz, H.*: Elektrische Maschinen und Antriebe. VDE Verlag 2008 (2. Auflage)

-
- Stölting, H., Kallenbach, E.*: Handbuch elektrische Kleinantriebe. Hanser 2006 (3. Auflage)
Spring, E.: Elektrische Maschinen. Springer 2006 (2. Auflage)
Vogel, J.: Elektrische Antriebstechnik. Hüthig 1998 (6. Auflage)

Abschnitt 9

- Flosdorff, R., Hilgarth, G.*: Elektrische Energieverteilung. Teubner 2005 (9. Auflage)
Heuck, K., Dettmann, K.-D., Reuter, E.: Elektrische Energieversorgung. Vieweg 2007 (7. Auflage)
Knies, W., Schierack, K.: Elektrische Anlagentechnik. Hanser 2006 (5. Auflage)
Noack, F.: Einführung in die elektrische Energietechnik. Fachbuchverlag Leipzig 2003
Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. Hanser 2007 (5. Auflage)
Schufft, W.: Taschenbuch der elektrischen Energietechnik. Hanser 2007

Abschnitt 10

- Carter, H.*: Kleine Oszilloskoplehre. Hüthig 1999 (11. Auflage)
Felderhoff, R., Freyer, U.: Elektrische und elektronische Messtechnik. Hanser 2006 (8. Auflage)
Mühl, Th.: Einführung in die elektrische Messtechnik. Teubner 2008 (3. Auflage)
Schmusch, W.: Elektronische Messtechnik. Vogel Buchverlag 2005 (6. Auflage)
Schrüfer, E.: Elektrische Messtechnik. Hanser 2007 (9. Auflage)

Sachwortverzeichnis

- Abbrandhorn 332
- Ableitstrom 342
- Ableitungsbelag 314
- Abtastrate 375
- Addierglied 198
- Adressbus 214
- ADU 376
- Akzeptor 138
- ALU 221
- Amplitude 86
- Analog-Digital-Umsetzer 226
- Analogsignal 193
- Anker 228, 231, 239
- Ankerrückwirkung 230
- Ankerspannung 237
- Ankerstrom 243
- Anlassen
 - eines Gleichstrommotors 240
 - eines Asynchronmotors 273
- Anlaufmoment 298
- Anpassung 68, 71, 246
 - einer Leitung 318
- Anpassungsübertrager 246, 294
- Anreicherungstyp 213
- Anwenderprogramm 224
- Anzeige
 - LCD 173
 - LED 147, 173
- Äquipotentialfläche 12
- Arbeitspunkt
 - beim Grundstromkreis 68
 - eines Verstärkers 161, 162, 164
- Aronschaltung, 361
- ASIC 223
- Assembler 221, 222
- Assemblersprache 225
- Asynchronmotor 297
- Augenblickswert 106
- Ausbreitungskonstante 309, 310
- Ausgangskennlinie
 - eines Transistors 155, 158, 160
- Ausgleichsvorgang 132
- Ausschlagbrücke 361
- Außenleiter 116
- Außenwiderstand 69
- B**
 - Bändermodell 139
 - Basis des Transistors 151
 - Basisschaltung 153
 - Basisstrom 177
 - Befehlsdekodierung 286
 - Befehlsliste 219
 - Befehlszyklus 217
 - Bemessungsspannung 343
 - Bemessungsstrom 334
 - Berührungsspannung 343
 - Beschleunigungsmoment 286
 - Betriebszeit eines Antriebs 290
 - Bewegungsgleichung
 - eines Antriebs 284
 - Bimetallauslöser 334
 - Binärsignal 218
 - Bipolartransistor 164
 - Blindarbeit 122
 - Blindleistung 121, 122, 191
 - Blindleistungskompensation 110, 267
 - Blindleitwert 104
 - induktiver 98
 - kapazitiver 99
 - Blindspannung 105
 - Blindstrom 105
 - Blindwiderstand 108
 - induktiver 97
 - kapazitiver 99
 - synchroner 275
 - Blockierkennlinie
 - eines Thyristors 166
 - Bluetooth 370, 373
 - Bluray-Disc 217
 - Breitbandverstärker 197
 - Bremswiderstand 191
 - Brennspannung
 - eines Schaltlichtbogens 332
 - Brückenschaltung
 - Gleichrichter 178, 180
 - für Widerstandsmessung 360
- Bündelleiter 324
- Büssing-Gesetz 289
- CD-Player** 196
- Chip 212
- CISC-Rechner 222
- Clausius-Rankine-Prozess 302
- CMOS 212
- CMOS-Schaltkreis 212
- Compiler 225
- Co-Prozessor 222
- Coulombsches Gesetz 25
- CPU 222
- Curietemperatur 51
- D**
 - Dahlhanderwicklung 272
 - Dämpferkäfing
 - einer Synchronmaschine 281
 - Dämpfungskonstante 314
 - DASYLab 378
 - Datenbus 219, 220
 - DAU (Digital-Analog Umsetzer) 375
 - Dauermagnet, 111, 231, 261
 - DDR-RAM 217
 - Defektelektron 137
 - Dehnungsmessstreifen 372
 - Dekoder 174
 - D-Flipflop 206
 - DIADem 378
 - Diamagnetismus 37
 - Dielektrikum 26
 - Differenziell 375
 - Differenzierglied 199
 - Digital-Analog-Umsetzer 194, 222
 - Digitalmultimeter 344, 345
 - Digitaloszilloskop 357
 - Digitalsignal 226
 - Dimmer 190
 - Direktumrichter 190
 - Display
 - LCD 173
 - LED 173
 - Donator 137, 141

Doppelkäfigläufer 274
 Doppelschlussmotor 243
 Dotierung 158
 Drain 154, 157
 Drainschaltung 212
 Drainspannung 156
 Drainstrom 156
 DRAM 216
 Dreheisenmesswerk 348
 Drehfeld 277, 278
 Drehmomentenmesswelle 367
 Drehpulsmesswerk 372
 Drehstreckung
 komplexer Zeiger 97
 Drehstrom 111
 Drehstromblindleistung 118
 Drehstrombrücke 180
 Drehstromgenerator 122
 Drehstromscheinleistung 121
 Drehstromsteller 167, 268
 Drehstromsystem 118
 Drehstromwirkleistung 118
 Drehung
 komplexer Zeiger 97
 Drehzahlregelung 296
 Dreieckschaltung 75, 114, 117
 Dreieck-Stern-Umwandlung 73
 Drei-Leiter-Drehstromnetz 114
 Dreiphasenwechselstrom 111
 Drosselspule 50
 Druckwasserreaktor 303
 Dualsystem 196
 Dualzähler 209
 Durchflutung 30
 Durchflutungsgesetz 33
 DVD-Player 172

E/A-Schaltkreis 214
 Echtzeitbetrieb 225
 Eckdrehzahl 237
 EEPROM 216
 Effektivwert 87
 Effektivwertzeiger 89
 Eigenleitung 136, 140
 Eigenleitungsdichte 143
 Einchip-Mikrorechner 296
 Einphasentransformator 299
 Einphasenwechselstrom 311
 Einpulsschaltung 179
 Einquadrantenantrieb 292
 Einschaltdauer
 relative 290
 Einwegschaltung 148

Eisenverluste
 der Asynchronmaschine 268
 des Transformators 251, 254
 Elektrizitätszähler 122
 Elektrodynamisches
 Kraftgesetz 56, 233
 Messwerk 349
 Elektroneninjektion 152
 Elektronikmotor, 282
 Elementarladung, 2
 Elementhalbleiter 135
 Emitter 150
 Emitterschaltung 154
 Emitterstrom 151
 Endenergie 300
 Energie
 elektrische 14, 23, 64
 magnetische 55
 mechanische 64, 243, 287
 Energiebändermodell 186
 Energieterm-Schema 139
 ENIAC 211
 EPROM 216
 Erdkurzschluss 328
 Erdschleife 370
 Erdschluss 327
 Erdseil 325
 Erregermaschine
 eines Kraftwerksgenerators
 309
 Ersatzschaltbild
 eines Asynchronmotors 268
 einer Leitung 320
 einer Synchronmaschine
 276
 eines Transformators 246,
 251
 von Widerständen 71
 Ersatzwiderstand 71
 Erzeugerzählpeilsystem 89

Factor inertia 363
 Faradaykäfig 27
 Fehlerfortpflanzung 346
 Fehlerstrom 339
 Fehlerstromschutzschalter 342
 Feld
 elektrostatisches 18
 homogenes 1
 inhomogenes 1
 magnetisches 27
 Strömungs- 2
 Feldeffekttransistor 149, 155

Feldkonstante
 elektrische 20
 magnetische 37
 Feldschwächung 237
 Feldstärke
 elektrische 10, 12
 magnetische 32, 35
 Feldsteuerung
 eines Gleichstrommotors
 240
 eines Starkstromkabels 326
 Ferranti-Effekt 318
 Ferrariszähler 350
 Ferrit 64
 Ferromagnetismus 37
 Festkörperelektronik 134
 FET 149
 FIFO (First In First Out) 376,
 377
 Filter
 aktiver 199
 FI-Schalter 342
 Flash-ROM, 216
 Flipflop 206
 Fluss, magnetischer 29
 Flussdichte
 magnetische 29, 30
 Fotodetektor 365
 Fotoelement 171
 Fotothyristor 172
 Fototransistor 171
 Francisturbine 306
 Freilaufdiode 190
 Freilaufwirkung 184
 Freileitung 343
 Fremderregung
 der Gleichstrommaschine
 236
 Frequenz 103
 Frequenzmessung 363
 Frequenzteiler 210
 Frequenzumrichter 191, 306

Gabelkoppler 174
 Gasdruckkabel, 326
 Gasturbinenkraftwerk 302
 Gate 155, 166
 Gateschaltung 156
 Gatespannung 157
 Gatter 203
 Gaußsche Zahlenebene 101
 Gegeninduktion 49
 Gegeninduktivität 53

- Gegenmoment 349
 Genauigkeitsklasse 371
 Generator 275
 Prinzip 47
 Gezeitenkraftwerk 304
 GIS (Gasisolierte Schaltanlage) 339
 Gleichrichter 186, 191
 gesteuert 168, 180
 halbgesteuert 181, 183
 netzgeführt 171
 ungesteuert 178
 vollgesteuert 180, 181
 Gleichrichterdiode 145
 Gleichrichtwert 88
 Gleichstrom 5
 Gleichstromkurzkupplung 192
 Gleichstrommotor
 bürstenlos 283
 Gleichstromnebenschlussmotor 231, 233
 Gleichstromreihenschlussmotor 304, 313
 Gleichstromsteller 190
 Gleichstromumrichter 189
 Graetz-Gleichrichter 179
 Grenzfrequenz 197
 Grundgesetz der digitalen Messtechnik 358
 Grundlast 307
 Grundschaltelemente 109
 GTO-Thyristor 170
 GuD-Kraftwerk 303
- H**albleiter 155
 Halbleiterelektronik 135
 Hallsonde 360
 Haltestrom 181
 Handshake 372
 Hauptblindwiderstand
 eines Asynchronmotors 269
 eines Transformators 248, 254
 Hauptreaktanzen
 eines Asynchronmotors 269
 eines Transformators 248, 254
 Hauptfeldspannung 246
 Hauptfluss 246
 Hauteffekt, 49
 HDÜ 313
 Heißleiter 143
 HGÜ 312
- HH-Sicherung 336
 Hochspannungs-
 Drehstromübertragung (HDÜ) 313
 Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) 312, 318
 Höchstspannungsnetz 310
 Hohlleiter 49
 Hot-dry-rock-Technik 304
 H-Pegel 193
 Hydrogenerator 309
 Hysterese 39
 Hysteresemotor 283
 Hystereseschleife 38, 40
 Hystereseverluste 245
- I**EC-Bus 372
 IGBT 158, 166
 Impedanz 101
 Impedanzwandler 153
 Induktion 31, 41
 Induktionsgesetz 42, 43
 Induktionsmesswerk 349
 Induktivität, 51, 53
 Induktivitätsbelag 309, 313
 Influenz 20, 21, 141
 Informationselektronik 134, 135, 175
 Injektionstransistor 152
 Innenpolmaschine 266
 Innenwiderstand 67, 68
 Inselbetrieb des Synchrongenerators 281
 Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) 150, 158, 159, 192
 Integrationsgrad 211
 Integrierter Schaltkreis (IS) 277
 Interruptfähigkeit 225
 Interruptprogramm 221
 Intrinsicdichte 137
 Inverter 202
 IRED 173
 IS 206
 ISA (Industry Standard Architecture) 374
 IT-Netz 342
- J**FET 156
 JK-Flipflop 206
 Junction-FET (JFET) 156
- K**abel 173
 Käfigläufermotor 267
 Kaltleiter 369
 Kapazität 314
 Kapazitätsbelag 314
 Kapazitätsdiode 147
 Kaplanturbine 343
 Kappsches Dreieck 253
 Katodenstrahloszilloskop 352
 Kennzahl eines Drehstromtransformators 260
 Kernkraftwerk 296, 297
 Kerntransformator 322
 k-Faktor 366
 Kippdrehzahl 270
 Kippmoment
 einer Asynchronmaschine 270
 einer Synchronmaschine 280
 Kippschaltung 273
 Kippschlupf 270
 Kippspannung
 eines Oszilloskops 353
 Klemmenspannung 50
 Klemmenstrom 68
 Kloss'sche Beziehung 271
 Knoten 16
 Knotenpunkt 16
 Knotenpunktsatz 198
 Koerzitivfeldstärke 39
 Kohlekraftwerk 342
 Kollektor
 einer Gleichstrommaschine 234
 eines Transistors 151, 159
 Kollektorschaltung 154
 Kollektorstrom 151, 225
 Kombikraftwerk 303
 Kommutator, elektronisch 283
 Kommutierung 182
 Kompensationsdrosselspule 321
 Kompensationsschreiber 355
 Kompensationswicklung 230
 Komplexe Zahl 95
 Exponentialform 96
 kartesische Form 96
 trigonometrische Form 96
 Kondensator 123, 124, 125, 126, 129
 Kondensatormotor 274

- Koppelkapazität bei
 Messvorgängen 380
 Koppelkondensator
 eines RC-Verstärkers 163,
 197
 Koronaverluste 324
 Körperschluss 339
 Kraftstrom 116
 Kraft-Wärme-Kopplung 306
 Kreisfrequenz 86
 Kreisstrom 187
 Kupferverluste
 einer Asynchronmaschine
 268
 eines Transformators 251,
 255, 257
 Kurzschluss
 einer Leitung 318
 eines Stromkreises 67
 eines Transformators 254
 Kurzschlussläufer 273
 Kurzschlussleistung, 69
 Kurzschlussspannung
 relative 256
 Kurzschlussstrom 82
- LabJack** 373
LabVIEW 378
 Ladestrom
 einer Leitung 316
 Ladestromdrossel 320
 Ladung 2, 3
 Langstator 283
 Laplace-Transformation 133
 Laserdiode 173
 Lastmoment 323
 Lastschalter 326, 328
 Lasttrenner 332
 Läufer 60
 Laufwasserkraftwerk 260, 300
 LCD 172, 351
 Lebensdauergesetz 288
 LED 172, 173
 Leerlauf
 einer Leitung 318
 eines Stromkreises 67
 eines Transformators 247,
 253
 Leerlaufdrehzahl 233, 235
 Leerlaufdurchflutung 247
 Leerlaufspannung
 eines Stromkreises 67
 eines Transformators 248
- Leerlaufstrom
 eines Transformators 248
 Leichtwasserreaktor 303
 Leistung
 Kurzschluss- 69
 natürliche 319, 324, 327
 Leistungsdreieck 109, 249
 Leistungselektronik 134, 135
 Leistungsfaktor 109
 Leistungsschalter 332
 Leiterschleife 39
 Leiterseil 318, 319
 Leiterspannung 114, 115
 Leitungsband 140
 Leitungsgleichungen 309, 310
 Leitungsschutzschalter 335
 Leitwert 13
 komplexer 104
 spezifischer 12
 Lenzsche Regel 44, 243
 Lichtbogenlöschung 325, 326
 Lichtemitterdiode (LED) 146,
 172
 Lichtmarkengalvanometer, 348
 Lichtstrahloszillograf 355
 Lichtstrom 116
 Lichtwellenleiter 174
 Linearmotor 274, 283
 Liniendiagramm 89, 90
 Linienschreiber 355
 Loch (Defektelektron) 182
 Lorentz-Kraft 46, 57
 L-Pegel 163
- Magnetfluss** 29
 Magnetflussdichte 30
 Magnetisierungskurve 37
 Majoritätsträger 138, 142, 151
 Manteltransformator 244
 Masche 17, 18
 Maschennetz 330
 Maschensatz 16, 17
 Maschinenkonstante
 eines Gleichstrommotors
 237
 Maschinentransformator 307
 MCT 167
 Mehrquadrantenantrieb 182,
 287
 Messabweichung
 bezogene 358
 systematische 345
 zufällige 345
- Messbereichserweiterung 77,
 78
 Messbrücke 354, 359
 Messfühler 338, 358, 361
 Messgrößenumformer 364
 Messkarte 370, 374
 Messkartencontroller 376
 Mess-PC 377
 Mess-Software 378
 Messunsicherheit 345
 Messwandler 256, 354
 Mikrocontroller 222
 Mikroelektronik 134
 Mikroprozessor 216, 219, 226
 Mikrorechner 209, 210, 213
 Mikrowellentechnik 49
 Minoritätsträger 138
 Mittelast 307
 Mittelspannungsnetz 308, 323
 Mittelspannungsschaltanlage
 338
 Mittelwert
 arithmetischer 87
 quadratischer 87, 88
Mnemonics 221
Momentanwert 86
Montsinger-Regel 382
MOS-Controlled-Thyristor
 (MCT) 167
MOSFET 155, 156
Motorschutzschalter 335
MPP (Maximum Power Point)
 172
Müllheizkraftwerk 304
Multifunktionskarte 377
Multivibrator 203, 347
MUX (Multiplexer) 375
- Nachrichtenelektronik** 134,
 208
NAND-Gatter 203
NAND-Glied 203
Natürliche Leistung 312
Nennbetriebsart 290
Nennmoment 233
Nennscheinleistung 341
Nennschlupf 270
Nettowirkungsgrad 302
Netzkupplungs-Transformator
 254
Netzsynchronisierung 276
Netztransformator 255
Neukurve 39

- Neutralleiter 113, 115
 n-Halbleiter 137, 141
 NH-Sicherung 336
 NICHT-Glied 213
 Niederspannungsnetz 329, 338
 Niederspannungsschaltanlage 332
 n-Kanal 156
 Nordpol 112, 228
 NOR-Gatter 204
 NOR-Glied 204
 NOT-Glied 202
 NTC-Widerstand 144
 Nullung
 klassische 340, 341
 moderne 340, 341
 stromlose 340, 341
 Nutzbremse 242
 NVRAM 216
- ODER-Glied** 202
 Offshore-Windpark 308
 Ölkabel 326
 Operationsverstärker 199
 Optokoppler 173
 Ortskurve 103, 121, 373
 Ortsnetzstation 315, 324
 Oszillator 198, 199
 Oszilloskop 347, 381
- Paarbildung** 136, 137
 Paramagnetismus 38
 Pausenzeit
 eines Antriebs 290
 PCI (Peripheral Component Interconnect) 369, 374
 -Bus 374
 PCI-Messkarte 376
 PCI-Slot 376
 Peltonturbine 306
 Pendelmaschine 360, 361
 PEN-Leiter 341
 Periode 112
 Periodendauer 120
 Permanentmagnet 282
 Permanentmagnetmotor 367
 Permeabilität 33, 37, 38
 relative 37
 des Vakuums 37
 Permeabilitätszahl 38, 51
 Permittivität 21, 22
 Permittivitätszahl 21, 22
 Petersen-Spule 329
- PGA (Programmable Gain Amplifier) 376
 p-Halbleiter 138, 140, 141
 Phasenanschnittsteuerung 169
 Phasenkonstante 309, 311, 312
 Phasenschieber 366
 Phasenschieberbetrieb
 einer Synchronmaschine 277
 Phasenverschiebung 89, 91, 93, 95
 Phasenwinkel 86, 90
 induktiver 90
 kapazitiver 90
 negativer 90
 positiver 90
 Photothermik 305
 Photovoltaik 175
 Piconet 372
 PID-Regler 200
 PI-Regler 199
 Plotter 356
 pn-Übergang 142
 Pol 15
 einer Spannungsquelle 15
 magnetischer 27, 54
 Polarisierung 20
 Polpaarzahl 230, 259
 Polrad 266
 Polradspannung 275
 Polradwinkel 278
 Polschuhe 228
 Potenzial
 elektrisches 8
 Gravitations- 8
 Schwere- 8
 Potenziometer 83, 350
 P-Regler 199
 Primärenergie 300
 Programmzähler 219
 PROM 216
 Prozessrechner 211
 PTC-Widerstand 369
 Pulsfrequenzumrichter 192
 Pulssteller 189
 Pulsrichter 283
 Pulswechselrichter 188
 Pumpspeicherkraftwerk 16, 301
 Punktschreiber 355
 PXI 374
- Quarzoszillator** 200
 Quellenfeld 19, 47
- Quellenspannung 16, 17, 18
 magnetische 31
 Quellenstrom 82
- RAM** 216
 Raumladung 142
 RC-Verstärker 196
 Reaktanz
 synchrone 276
 Rechte-Hand-Regel 28
 Rechtsschraubenregel 28
 Reedkontakt 368
 Regelabweichung 199, 224, 296
 Reihenschlussmotor 242
 Reihenschwingkreis 103
 Rekombination 137
 Rekombinationsstrahlung 141
 Reluktanzmotor 282
 Remanenzflussdichte 39
 Remanenzinduktion 39
 Resonanz 103
 Resonanzfrequenz 103
 Ringnetz 329
 RISC-Computer 297
 ROM 216
 RS-232 372
 RS-Flipflop 206
 Rückkopplung 197, 198
 Rundstabläufer 274
- Sägezahnspannung** 353
 Sämplingoszilloskop 354
 Satteldampfturbine 309
 Sattelmoment 274
 Sättigungssperrstrom 193
 Schaltanlage 324, 330
 gasisolierte 337
 Schaltgesetz 123
 beim Kondensator 125
 bei der Spule 124
 beim Widerstand 125
 Schaltgruppe
 bei Transformatoren 260
 Schaltkreis 211
 Schaltkreisfamilie 212
 Schaltlichtbogen 332
 Schaltungsintegration 206
 Schaltvorgang 123
 Scheibenläufermotor 321
 Scheinleistung 109, 118
 Scheinleitwert 104
 komplexer 104

- Scheinwiderstand 101
 komplexer 100
 Scheitelwert 86
 Schenkelpolläufer 303, 304
 Schieberegister 207, 208
 Schlankankermotor 321
 Schleifringläufermotor 272
 Schleusenspannung 145
 Schlupf 272
 Schlupfdrehzahl 265
 Schnellauslöser
 magnetischer 334
 Schnittstelle 371
 Schrittspannung 326
 Schütz 335
 Schutzisolierung 340
 Schutzkleinspannung 340
 Schutzleiter 341
 Schutztrennung 341
 Schwachstromtechnik 70
 Schwefelhexafluorid (SF₆) 333, 338
 Seebeckeffekt 368
 Seekabelübertragung 312
 Selbsterregung
 einer Gleichstrommaschine 236
 Selbstinduktion 49
 Selektivverstärker 196
 Sensor 221
 Servomotor 221
 SF₆ 326, 331
 Shunt 77, 345
 Sicherungsautomat 335
 Siebensegmentanzeige 165
 Siebglied 179
 Siedewasserreaktor 303
 Signalprozessor 222
 Silizium 135
 Single ended 375
 Skineffekt 50, 269
 Solarzelle 15, 170
 Sonnenkraftwerk 304
 Source 154
 Sourceschaltung 156
 Spaltpolmotor 274
 Spannung 7
 induzierte 42
 magnetische 31
 Spannungsabfall 14, 15
 innerer 66
 Spannungsebene 313
 Spannungsfall 70, 83
 Spannungsmesser 42
 Spannungsmessung 351
 Spannungspfad 361
 Spannungspfeil 13, 89
 Spannungsquelle 14, 15
 Spannungsteiler 79, 83
 Spannungsteilerregel 76
 Spannungswandler 261
 Spannungszeiger 93
 Spartransformator 261
 Speicherkraftwerk 16
 Speicheroszilloskop 354
 Speicherschaltkreis 216
 Speicherschreiber 356
 Sperrkennlinie 147
 Sperrschicht 141, 146
 Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor (JFET) 156
 Spiegelgalvanometer 355
 Spieldauer
 eines Antriebs 290
 Spitzenlast 290
 Spule 29, 30, 31
 SRAM 216
 Ständer 232
 Starkstromtechnik 70
 Stellglied 192
 Stellsignal 199, 224
 Stern-Dreieck-Schalter 273
 Sternpunkt 75, 113
 geerdeter 328
 isolierter, freier 328
 Sternpunktbehandlung 321, 322
 Sternpunktleiter 116
 Sternschaltung 75, 113, 114, 115
 Sternspannung 115
 Steuerbus 214
 Steuerelektrode, 155, 158, 164, 165, 166, 169, 170
 isolierter, freier 342
 Steuerung
 speicherprogrammierte 203
 verbindungsprogrammierte 213
 Störstelle 138
 Störstellenleitung 137, 138
 Strahlennetz 330
 Strangspannung 114
 Strangstrom 114
 Streckung
 komplexer Zeiger 97
 Streublindwiderstand 250
 Streureaktanz 250
 Streuung
 magnetische 40
 von Messwerten 345
 Streuverluste
 beim Asynchronmotor 268
 beim Transformator 246, 251
 Strom 3, 4
 Stromdichte 1, 2
 Stromflusswinkel 223
 Stromgegenkopplung 162
 Stromknoten 16, 132
 Stromkreis 14
 Strommesser 26
 Strommessung 200
 Strompfad 361
 Strompfeil 88, 89
 Stromquelle 82
 Stromrichter 175
 Stromrichtermotor 283
 Stromrichtung 12
 technische, positive 16
 Stromröhre 5, 6
 Strom-Spannungs-Kennlinie
 einer Diode 145, 146
 des Grundstromkreises 68
 eines Thyristors 166
 Stromteilerregel 75
 Strömungsfeld 1
 Stromverdrängung 48
 Stromverdrängungsläufer 274
 Stromversorgung,
 unterbrechungsfreie (USV)
 175, 176, 193
 Stromwandler 256
 Stromzeiger 93
 Stromzweig 78
 Südpol 27
 Summenabtastrate 375
 Synchrondrehzahl 264
 Synchronre Aktanz 275
 Synchrongenerator 276, 293
 Synchronisierung 205, 272
 Synchronmaschine 111
 Synchronmotor 277
 Systembus 214
Tachometer 295
 Tagesbelastungskurve 306
 Taktgeber 206
 Temperaturspannung 146
 Thermistor 143, 355

- Thermodrucker 357
 Thermoelement 368
 Thyristor 164
 Tiefpass 200
 TN-C-Netz 342
 TN-C-S-Netz 342
 TN-S-Netz 342
 Torschaltung 358
 Trägheitsfaktor 288
 Transformator 239, 240, 246
 Prinzip 47
 Transformatorbank 254, 305
 Transientenspeicher 357
 Transistor 149
 Bipolar 151
 Feldeffekt- 155
 Transputer 222
 Transrapid 166, 283
 Trenner 336
 Trenntransformator 341
 Triac 167
 Triggerung 353
 Trommelläufer 275
 TTL-Pegel 165
 TTL-Schaltkreis 212
 TT-Netz 342
 Turbine 301
 Turbogenerator 308
 Turboläufer 308
- Übergangsvorgang** 123
 Übernatürlicher Betrieb
 einer Leitung 320
 Übersetzer Sekundärstrom 248
 Übersetzungsverhältnis
 eines Transformators 247,
 254
 UCTE (Union pour la Coordina-
 tion du Transport de
 l'Electricité) 311
 Umkehrstromrichter 185, 238
 kreisstrombehaftet 187
 kreisstromfrei 187
 Umrichter 190
 Umspannanlage 331
 Umspannwerk 314
 UND-Glied 199, 201
 Universalmotor 243
 Universalzähler 358
 Unnatürlicher Betrieb
 einer Leitung 319
 Ursprung
- elektrische 14, 15, 16, 42,
 45
 magnetische 31
 USB (Universal Serial Bus)
 369, 373
 USV (unterbrechungsfreie
 Stromversorgung) 193
- Valenzband** 140
 Varistor 144
 VDR-Widerstand 145
 Verarmungstyp 157
 Verbindungshalbleiter 135
 Verbraucherwiderstand 65
 Verbraucherzählpeilsystem 89
 Verbundnetz 313
 Verkettung des Drehstrom-
 systems 113
 Verlusthyperbel 161
 Verschiebungsfluss 20
 Verschiebungsflussdichte 20
 Verstärker 159, 160
 Vielfachmesser 344, 345
 Vierleiterdrehstromnetz 113
 Vierpol 152
 Vierquadrantenantrieb 288, 289
- Wandler** 338
 Wärmebeständigkeitsklasse
 288
 Wärmekraftwerk 304
 Wasserkraftwerk, 301
 Wechselrichter 187, 300
 Wechselrichtertrittgrenze, 186
 Wechselstrom 6
 Wechselstromgenerator 85
 Wechselstromleistung 106
 Wechselstromsteller 190
 Wechselstromverbraucher 175
 Wechselstromwiderstand 101
 Weggeber 359, 360
 Weicheisenmesswerk 371
 Wellenwiderstand 311, 312
 Welligkeit 180
 Wendepole 230
 Wheatstone-Brücke 360, 361
 Wicklungsstrang 268
 Wicklungstemperatur 291
 Widerstand 13, 71, 167
 Außen- 66, 68, 69
 differenzieller 64
 Ersatz- 71
 Innen- 66, 69, 70, 76, 78
 komplexer 100, 101
 linearer 63
 magnetischer 31, 32, 36
 -Netzwerk 71, 72
 nichtlinearer 63
 ohmscher 64
 spezifischer 12
 Verbraucher- 15, 45, 65, 66,
 69, 244
 Wechselstrom- 101, 103
 Widerstandsbelag 314
 Widerstandsgerade 171
 Widerstandsmoment 356
 aktives 284
 effektives 292
 Widerstandsnetzwerk 72
 Widerstandsoperator 103
 Widerstandsthermometer 369
 Widerstandstransformation 245
 Windkraftanlage 306
 Wirbel 27
 Wirbelfeld 28, 35
 Wirbelstrom 105
 Wirkarbeit 109
 Wirkleistung 108, 118
 Wirkleitwert 99, 104
 Wirkspannung 105
 Wirkstrom 105
 Wirkungsgrad 70, 71
 thermischer 302
 Wirkwiderstand 102, 108
 WLAN/Wireless Local Area
 Network) 373
 WPAN (Wireless Personal Area
 Network) 372
- X-Verstärker** 353
 X-Y-Schreiber 356
- Y-Verstärker** 353
- Zahlenebene**
 komplexe 95
 Zähler 365
 Zählpfeil 148
 Z-Diode 146
 Zeiger 120
 Zeigerbild 115
 Zeigerdarstellung 120
 Zeigerdiagramm 112
 qualitatives 95
 quantitatives 95

- Zeigergleichung 101, 105, 112
- Zeigersumme 118
- Zeitgeberschaltkreis 283
- Zeitkonstante
 - elektromechanische 244
 - einer Kondensatoraufladung 127
 - des Stroms in einer Spule 52, 129
- der Wicklungserwärmung 290, 292
- Zeitmessung 363
- Zündwinkel 223
- Zweig 78
- Zweikomponentenmodell 289
- Zweipol 82
 - aktiver 66, 68
 - passiver 66, 68
- Zweipoltheorie 81, 82
- Zweipulsgleichrichter 178
- Zweiquadrantenantrieb 293
- Zweiweggleichrichter 177
- Zwischenkreisumrichter 190