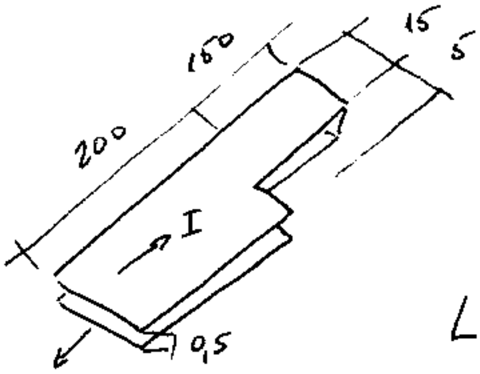
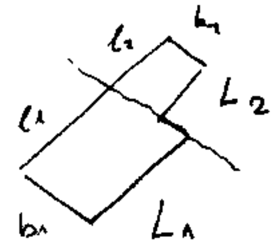
GET 2 1. KLAUSUR (19)

1)



$L = ?$ Maße in mm

$$L = \mu_0 \frac{a}{b} \cdot l \quad \text{für} \quad a \ll b$$

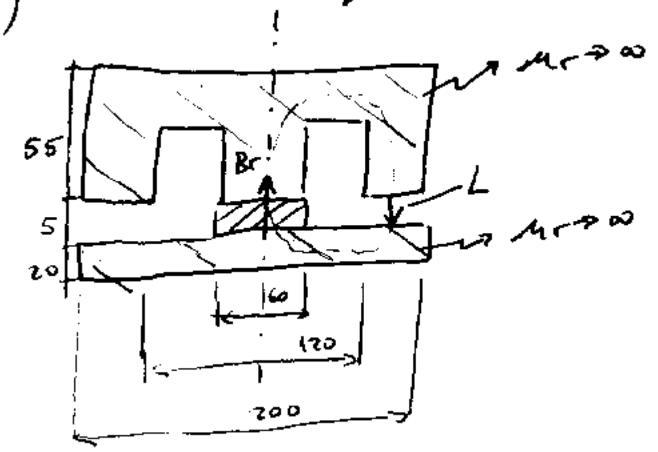


$$L = L_1 + L_2 = \mu_0 a \left[\frac{l_1}{b_1} + \frac{l_2}{b_2} \right]$$

$$= 1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{10^3 \cancel{mm}} \, 0{,}5 \cancel{mm} \left[\frac{200\,mm}{20\,mm} + \frac{150\,mm}{15\,mm} \right]$$

$$= 1{,}2566 \cdot 10^{-6} H \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}5 \cdot 20 = 12{,}566 \cdot 10^{-9} H = 12{,}566\,nH$$

2) Drehsymmetrisch



$B_r = 0{,}9\,T$

Maße in mm

B im kreisringförmigen Luftspalt.

$$B_M = B_r + \mu_0 H_M \qquad l \cdot H_M + l \cdot H_L = 0 \qquad B_M \cdot A_M = B_L \cdot A_L$$

$$\Downarrow \qquad\qquad \Downarrow$$

$$H_M = \frac{B_M - B_r}{\mu_0} = -H_L \quad \Leftarrow \quad H_M = -H_L$$

$$\longrightarrow \quad B_L = \mu_0 H_L = B_r - B_M$$

$$B_L \cdot A_L = A_M B_r - A_M \cdot B_M$$

$$B_L = \frac{A_M B_r}{A_M + A_L} = \frac{B_r}{1 + A_L/A_M}$$

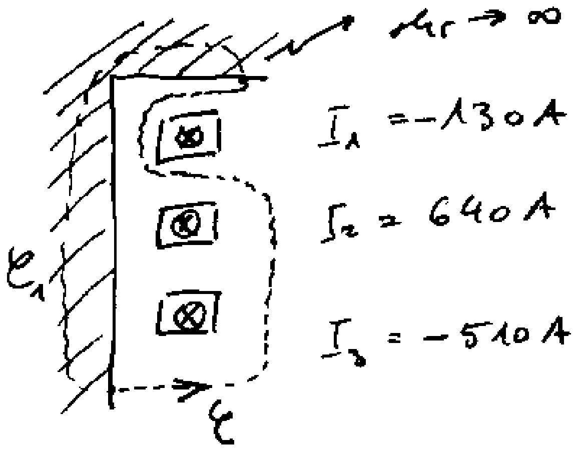
$A = r^2 \pi \qquad r = \frac{D}{2} \qquad A = \frac{D^2 \pi}{4}$

$$A_n = \frac{(60)^2 \cdot \pi}{4} \, mm^2 = 2827{,}43 \, mm^2$$

$$A_L = \frac{\pi \left[(200)^2 - (120)^2 \right]}{4} \, mm^2 = 20106{,}2 \, mm^2$$

$B_L = 0{,}11096 \; T$

3)



$V_\ell = ?$

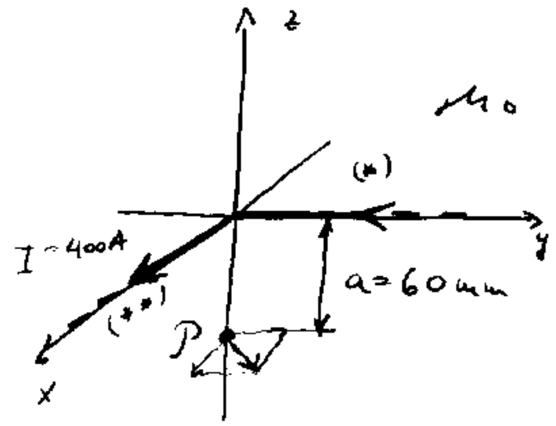
Durchflutungssatz. $\quad V(\partial A) = I\,(A)$

$$V = V_\ell + \cancel{V_{\ell_1}}^{\,0} = V_\ell = -I_2 - I_3 = -640A + 510A = -130A$$

GET 2. 1. KLAUSUR

19

4)



$\vec{B} = ?$

Allg. $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}\left[\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1\right]$

$$\vec{B} = \vec{B}_{(*)} + \vec{B}_{(**)}$$

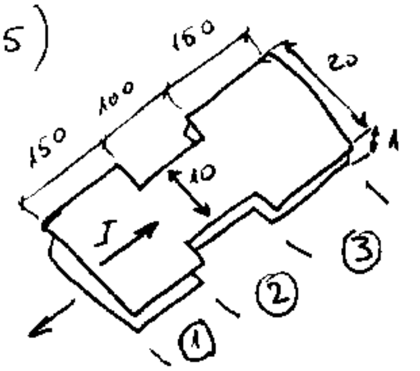
(*) $\alpha_1 = -\frac{\pi}{2}$ $\quad \alpha_2 = 0$ $\quad \rho = a$ $\quad \vec{B}_{(*)} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\cdot\vec{e}_x$

(**) $\alpha_1 = 0$ $\quad \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$ $\quad \rho = a$ $\quad \vec{B}_{(**)} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\cdot\vec{e}_y$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\cdot\left(\vec{e}_x+\vec{e}_y\right)\cdot\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{4\pi a}\cdot\left(\frac{\vec{e}_x+\vec{e}_y}{\sqrt{2}}\right) = B\cdot\vec{e}_B$$

$$B = \frac{\sqrt{2}\,\mu_0 I}{4\pi a} = \frac{\sqrt{2}\cdot 1,2566\cdot 10^{\cancel{-6}\,-3}\,\frac{Vs}{Am}\cdot \cancel{400}\,10\,A}{\cancel{4}\cdot\pi\cdot 6\cancel{0}\cdot\cancel{10^{-3}}\,m} = 9,943\ mT$$

5)



Maße in mm

$L = ?$

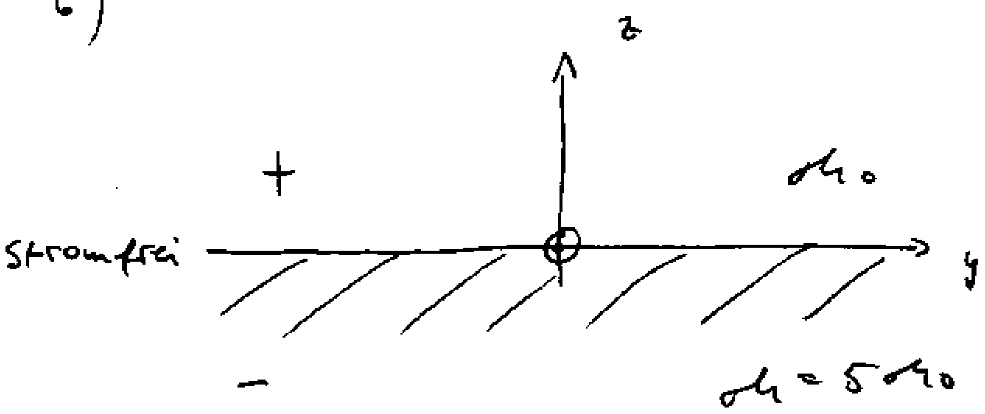
Allg. $L = \mu_0\,\frac{a}{b}\cdot l$

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = \mu_0\, a\left(\frac{l_1}{b_1}+\frac{l_2}{b_2}+\frac{l_3}{b_3}\right)$$

$$= 1,2566\cdot 10^{-6}\,\frac{H\cdot 1\cancel{mm}}{10^3\,\cancel{mm}}\left[2\cdot\frac{150\,mm}{20\,mm}+\frac{100\,mm}{10\,mm}\right]$$

$$= 1,2566\cdot 10^{-9}\cdot 25 = 31,4\ nH$$

6)



Bei $z = 0^+$ $\quad \vec{B} = 0{,}2\,T\,(0{,}63\,\vec{e_x} + 0{,}63\,\vec{e_y} + 0{,}45\,\vec{e_z})$

Betrag und Richtung von $\vec{B}$ bei $z = 0^-$

$[\![B_n]\!] = 0 \qquad B_n^+ = B_n^- = 0{,}45\,\vec{e_z} \cdot 0{,}2\,T$

$[\![H_t]\!] = 0$ da stromfrei $\quad H_t^+ = H_t^- \;;\; \frac{B_t^+}{\cancel{\mu_0}} = \frac{B_t^-}{5\cancel{\mu_0}}$

$B_t^- = 5 \cdot B_t^+ = 0{,}2 \cdot 5\,T\,(0{,}63\,\vec{e_x} + 0{,}63\,\vec{e_y})$

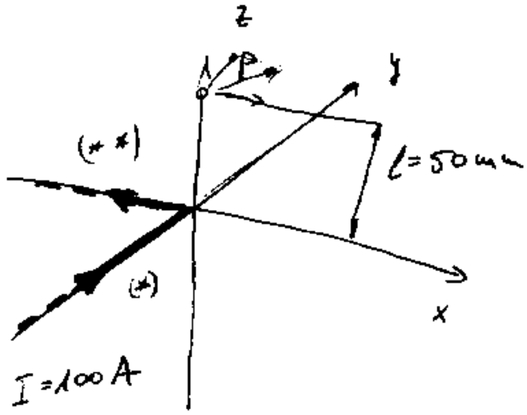
$\vec{B}^- = (0{,}63\,\vec{e_x} + 0{,}63\,\vec{e_y} + 0{,}09\,\vec{e_z}) \cdot 1T$

$|\vec{B}^-| = \sqrt{2 \cdot (0{,}63)^2 + (0{,}09)^2} = 0{,}895\,T$

$\vec{e_b} = \frac{\vec{B}^-}{|\vec{B}|} = 0{,}7 \cdot \vec{e_x} + 0{,}7 \cdot \vec{e_y} + 0{,}1 \cdot \vec{e_z}$

GET2 1. KLAUSUR

7)



$\vec{B}_P = ?$

Allg. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}[\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1]$

$\vec{B}_P = \vec{B}_{(*)} + \vec{B}_{(**)}$

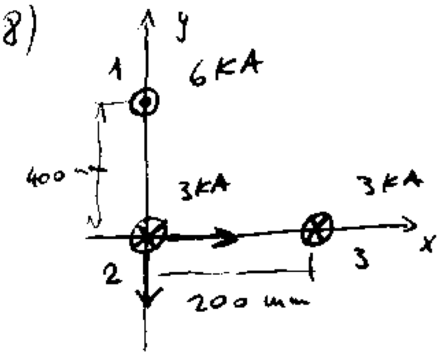
*) $\rho = l \quad \alpha_1 = -\frac{\pi}{2} \quad \alpha_2 = 0 \quad \vec{B}_{(*)} = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot l} \cdot \vec{e_x}$

**) $\rho = l \quad \alpha_1 = 0 \quad \alpha_2 = \frac{\pi}{2} \quad \vec{B}_{(**)} = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot l} \cdot \vec{e_y}$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi \cdot l}(\vec{e_x} + \vec{e_y}) = \frac{\mu_0 I \cdot \sqrt{2}}{4\pi \cdot l} \cdot \left(\frac{\vec{e_x} + \vec{e_y}}{\sqrt{2}}\right) = B_0 \cdot \vec{e_B}$$

$$B_0 = \frac{1{,}2566 \cdot 10^{-\cancel{6}\,3} \frac{Vs}{\cancel{A} \cdot m} \cdot \sqrt{2} \cdot 10\cancel{0}\,\cancel{A}}{4 \cdot \pi \cdot 5\cancel{0} \cdot \cancel{10^{-3}}\,m} = 0{,}283 \text{ mT}$$

8)



Längenbezogene Kraft auf Leiter 2=

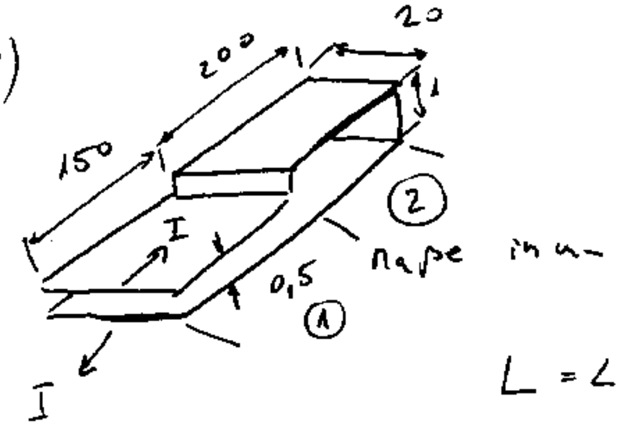
Allg. $F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\rho}$

$$\vec{F'} = \vec{F'_{23}} + \vec{F'_{21}} = \frac{\mu_0 I_2 I_3}{2\pi\rho_{23}} \cdot \vec{e_x} + \frac{\mu_0 I_2 I_1}{2\pi \cdot \rho_{21}}(-\vec{e_y})$$

$$= \frac{1{,}2566 \cdot \frac{Vs}{Am} \cdot \cancel{10^{-6}} \cdot 9 \cdot \cancel{10^{6}}\,A^2}{2 \cdot \pi \cdot 0{,}2\,m} \cdot \vec{e_x} - \frac{1{,}2566 \cdot \cancel{10^{-6}} \frac{Vs}{Am} \cdot 12 \cdot \cancel{10^6}\,A^2}{2\pi \cdot 0{,}4\,m} \cdot \vec{e_y}$$

$$= 9\,\frac{N}{m} \cdot \vec{e_x} - 6\,\frac{N}{m} \cdot \vec{e_y}$$

9)



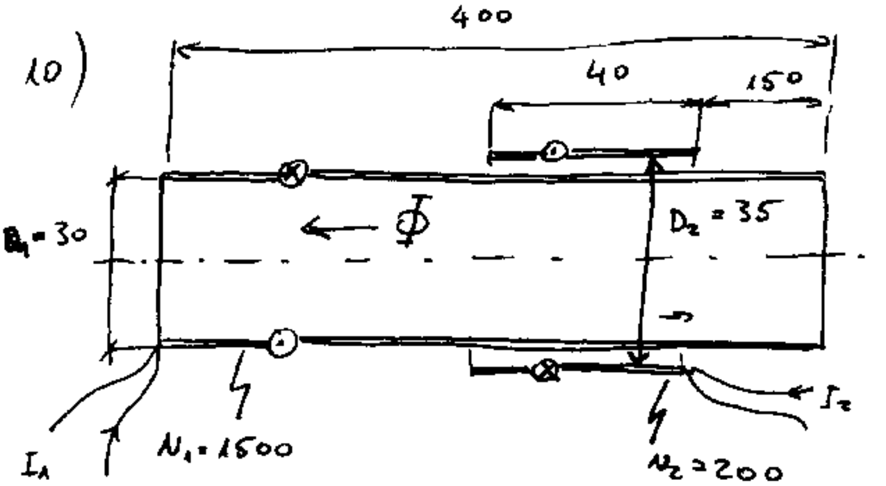
Allg: $L = \mu_0 \frac{a}{b} l$

$L = ?$

$$L = L_1 + L_2 = \frac{\mu_0}{b}\left[a_1 \cdot l_1 + a_2 \cdot l_2\right]$$

$$= \frac{1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{10^3\,mm}}{20\ mm}\left[0{,}5 \cdot 150 + 1 \cdot 200\right] mm^2 = 17{,}28\ nH$$

10)



Maße in mm

Gegenseitige Induktivität der beiden dünnwandigen koaxialen Kreiszylinderspulen = ?

$$\Phi_{v11} = L_{11} I_1 - L_{12} I_2$$
$$\Phi_{v22} = L_{12} I_1 - L_{22} I_2$$

für $I_2 = 0$

$$N_1 I_1 = H_1 l_1 \qquad H_1 = \frac{N_1 I_1}{l_1}$$

$$\Phi = \mu_0 H_1 A_1 = \frac{\mu_0 N_1 I_1 A_1}{l_1}$$

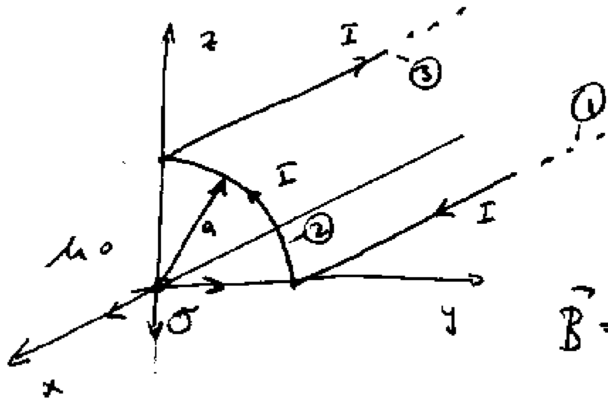
$$\Phi_{v22} = L_{12} I_1 = N_2 \cdot \Phi = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1 A_1}{l_1}$$

$$\Rightarrow \quad L_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A_1}{l_1} = \frac{1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{10^3\,mm} \cdot 200 \cdot 1500 \cdot 706{,}86\,mm^2}{400\ mm}$$

$$A_1 = \frac{D_1^2 \pi}{4} = 706{,}86\ mm^2 \qquad = 0{,}6662\ mH.$$

GET 2. 1. KLAUSUR $\boxed{19}$

11)



$\vec{B}$ im O (ursprung)

$$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2} + \vec{B_3}$$

Allg. Im Zentrum der kreisförmigen Stromschleife:

B_2: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2a} \cdot \vec{e_z}$ / $B_{1,3}$: $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi \rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

$$\vec{B_2} = \frac{1}{4} \frac{\mu_0 I}{2a} \cdot \vec{e_x}$$

B_1: $\rho = a$ $\alpha_1 = -\frac{\pi}{2}$ $\alpha_2 = 0$

$$\vec{B_1} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot (-\vec{e_z})$$

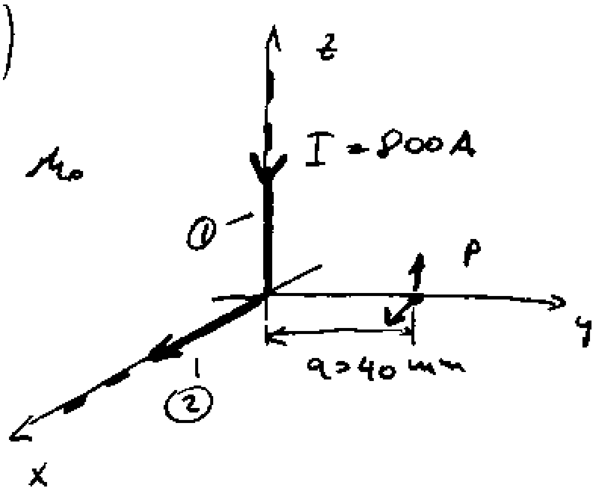
B_3: $\rho = a$ $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \frac{\pi}{2}$

$$\vec{B_3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot \vec{e_y}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{8a} \cdot \vec{e_x} + \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot \vec{e_y} - \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot \vec{e_z}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \left(\frac{\pi}{2} \vec{e_x} + \vec{e_y} - \vec{e_z} \right)$$

12)



$\vec{B_P} = ?$

Allg. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

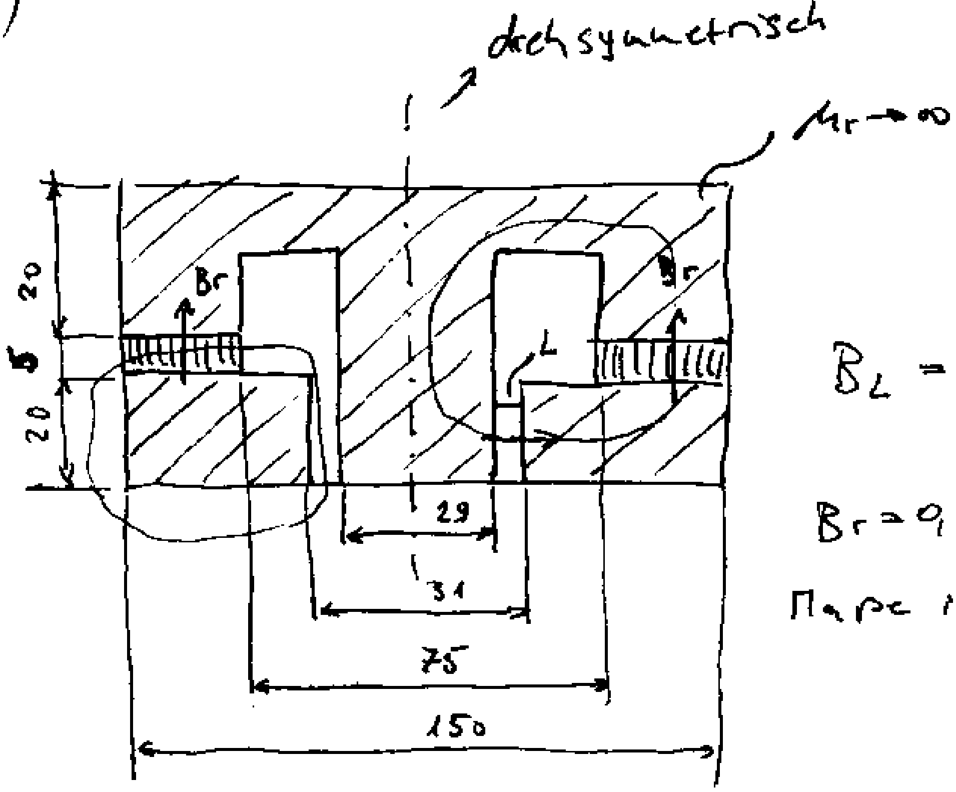
①: $\rho = a$ $\quad \alpha_1 = -\frac{\pi}{2}$ $\quad \alpha_2 = 0$ $\quad \vec{B_1} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot \vec{e_x}$

②: $\rho = a$ $\quad \alpha_1 = 0$ $\quad \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$ $\quad \vec{B_2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \cdot \vec{e_z}$

$$\vec{B_P} = \vec{B_1} + \vec{B_2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\vec{e_x} + \vec{e_z}) = \frac{\mu_0 I \cdot \sqrt{2}}{4\pi a}\left(\frac{\vec{e_x} + \vec{e_z}}{\sqrt{2}}\right) = B_0 \cdot \vec{e_B}$$

$$B_0 = \frac{\sqrt{2} \cdot 800\,A \cdot 1{,}2566 \cdot 10^{-6}\,\frac{Vs}{Am}}{4\pi \cdot 0{,}04\,m} = 2{,}828\,mT$$

13)



$B_L = ?$

$B_r = 0{,}4\,T$

Maße in mm.

GET 2. 1. KLAUSUR 19 سامر

$B_n = B_r + \mu_0 H_n$ $B_L = \mu_0 H_L$

$H_n l_n + H_L \cdot l_L = 0$ $H_n = -\frac{H_L \cdot l_L}{l_n} = -\frac{B_L l_L}{\mu_0 l_n}$

$B_n = \frac{B_r \cdot l_n - B_L \cdot l_L}{l_n}$

$B_n A_n = B_L \cdot A_L$ $B_r \cdot l_n \cdot A_n - B_L \cdot l_L \cdot A_n = B_L \cdot A_L \cdot l_n$

$B_L = \frac{B_r \cdot l_n \cdot A_n}{l_L A_n + A_L l_n} = \frac{B_r}{\frac{l_L}{l_n} + \frac{A_L}{A_n}}$ $l_L = 1\,mm$, $l_n = 5\,mm$

$A_n = \frac{[(150)^2 - (75)^2] \cdot \pi}{4}\,mm^2 = 13253{,}6\,mm^2$

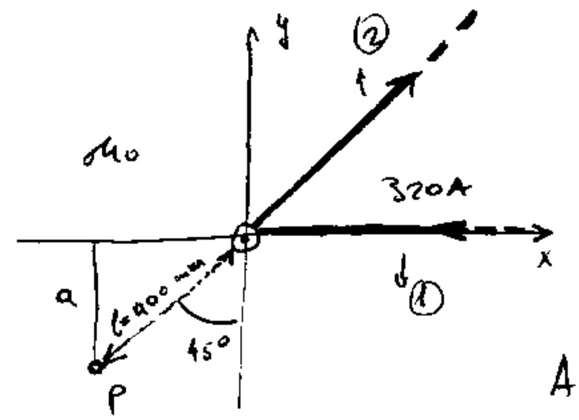
$D = 2r = \frac{31 + 29}{2}$ (Arithmetisches Mittel) $= 30\,mm$

$A_L = 2r\pi \cdot 20\,mm$

$= 1884{,}95\,mm^2$

$B_L = 1{,}169\,T$

14)



Stromführung u. P in der xy-Ebene

$\vec{H_p} = ?$

Allg. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

1 $\rho = a$ $\alpha_1 = -\frac{\pi}{2}$ $\alpha_2 = -45° = -\frac{\pi}{4}$

2 Da P auf der Richtung-2 liegt, trägt B_2 nichts bei.

$\vec{B} = \vec{B_1} + \cancel{\vec{B_2}}^{\,0} = \vec{B_1}$

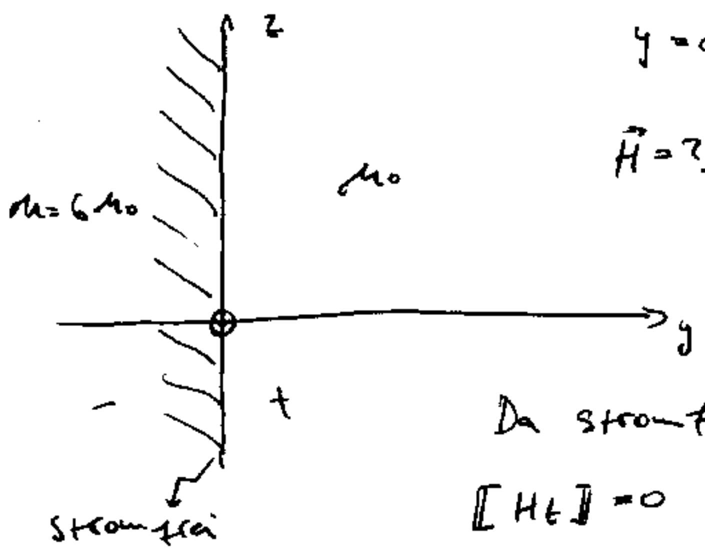
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left[\sin(-45^\circ) + 1\right]\cdot \vec{e_z} \qquad a = \cos 45^\circ \cdot l = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot l$$

$$\vec{B} = \frac{1{,}2566\cdot 10^{-6}\,\frac{Vs}{Am}\cdot 320\,A}{4\pi\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot 0{,}4\,m}\left[-\frac{\sqrt{2}}{2}+1\right]\cdot\vec{e_z} = 0{,}0331\ mT\cdot\vec{e_z}$$

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} = \frac{I}{4\pi a}\left[1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right]\cdot\vec{e_z} = \frac{320\,A}{4\pi\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot 0{,}4\,m}\left[1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right]\cdot\vec{e_z}$$

$$= 26{,}3696\,\frac{A}{m}\,\vec{e_z} \simeq 26{,}37\,\frac{A}{m}\cdot\vec{e_z}$$

15)



$y = 0^-$: $\vec{H} = 90\,\frac{kA}{m}\,(0{,}7\vec{e_x} + 0{,}14\vec{e_y} + 0{,}7\vec{e_z})$

$\vec{H} = ?$ Bei $y = 0^+$

Da stromfrei gilt:

$[\![H_t]\!] = 0 \qquad H_t^+ = H_t^- = 90\,\frac{kA}{m}\,(0{,}7\vec{e_x} + 0{,}7\vec{e_z})$

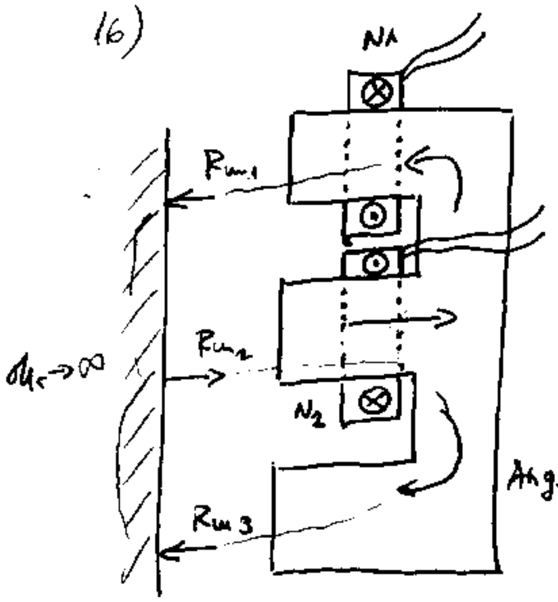
$[\![B_n]\!] = 0 \qquad B_n^+ = B_n^- \qquad \cancel{\mu_0} H_n^+ = 6\,\cancel{\mu_0}\,H_n^-$

$H_n^+ = 90\,kA/m\,(0{,}84\,\vec{e_y})$

$\vec{H^+} = 90\,\frac{kA}{m}\,(0{,}7\vec{e_x} + 0{,}84\vec{e_y} + 0{,}7\vec{e_z})$

GET 2. 1. KLAUSUR $\boxed{19}$

16)



Gegeben : $N_1, N_2, R_{m1}, R_{m2}, R_{m3}$.

Gesucht : Gegenseitige Induktivität

$$V_1 = R_{m1}\,\Phi_1 \qquad V_2 = R_{m2}\,\Phi_2 \qquad V_3 = R_{m3}\,\Phi_3$$

Ang. $I_1 = \phi$, $\underline{\underline{I_2}}$

$$\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_3$$

$$V_1 + V_2 = I_2 N_2 = V_2 + V_3$$

$$\Rightarrow \underline{V_1 = V_3 \quad ; \quad V_2 = I_2 N_2 - V_1}$$

$$\Phi_1 = \Phi_2 - \Phi_3 = \frac{V_2}{R_{m2}} - \frac{V_3}{R_{m3}} = \frac{I_2 N_2 - V_1}{R_{m2}} - \frac{V_1}{R_{m3}} = \frac{I_2 N_2 \cdot R_{m3} - V_1 R_{m3} - V_1 R_{m2}}{R_{m2} \cdot R_{m3}} =$$

$$= \frac{V_1}{R_{m1}}$$

$$\Rightarrow \quad V_1 R_{m2} \cdot R_{m3} = I_2 N_2 R_{m3} R_{m1} - V_1 R_{m3} \cdot R_{m1} - V_1 R_{m2} \cdot R_{m1}$$

$$V_1 \left(R_{m2} \cdot R_{m3} + R_{m3} R_{m1} + R_{m1} \cdot R_{m2} \right) = I_2 N_2 R_{m3} R_{m1}$$

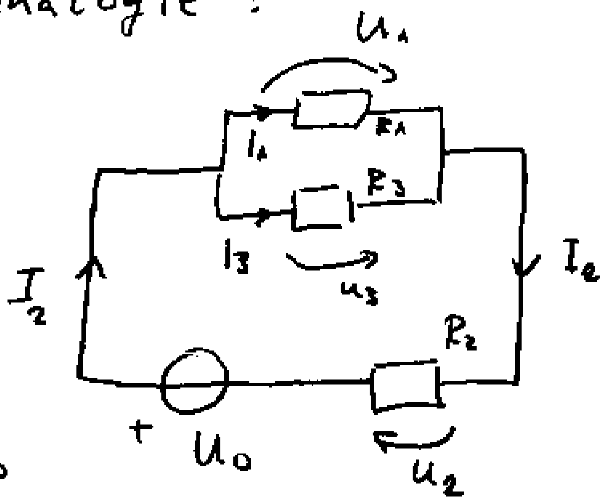
$$V_1 = \frac{I_2 N_2 R_{m3} R_{m1}}{R_{m2} \cdot R_{m3} + R_{m3} \cdot R_{m1} + R_{m1} \cdot R_{m2}}$$

$$\Phi_1 = \frac{V_1}{R_{m1}} = \frac{I_2 N_2 R_{m3}}{R_{m2} R_{m3} + R_{m3} \cdot R_{m1} + R_{m1} \cdot R_{m2}}$$

$$\Phi_{v11} = \cancel{L_{11} I_1}^{\phi} + L_{12} I_2 = \Phi_1 \cdot N_1 = \frac{I_2 N_1 N_2 R_{m3}}{R_{m2} R_{m3} + R_{m3} R_{m1} + R_{m1} R_{m2}}$$

$$\Rightarrow \quad L_{12} = \frac{N_1 N_2 R_{m3}}{R_{m2} R_{m3} + R_{m3} R_{m1} + R_{m1} R_{m2}} = L_{21} = M$$

oder durch Analogie :



$NI \sim U_0$

$R_m \sim R$

$\Phi \sim I$

$V \sim U$

$\mu_r \to \infty \sim \gamma \to \infty$ bzw. $R \to 0$
ideale Strombahn!

$$U_1 = U_0 \frac{R_1 \| R_3}{R_1 \| R_3 + R_2} = U_0 \frac{\dfrac{R_1 \cdot R_3}{\cancel{R_1 + R_3}}}{\dfrac{R_1 \cdot R_3 + R_1 R_2 + R_3 R_2}{\cancel{R_1 + R_3}}} =$$

$$= U_0 \frac{R_1 R_3}{R_1 R_3 + R_1 R_2 + R_3 R_2} \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_0 R_3}{R_1 R_3 + R_1 R_2 + R_3 R_2}$$

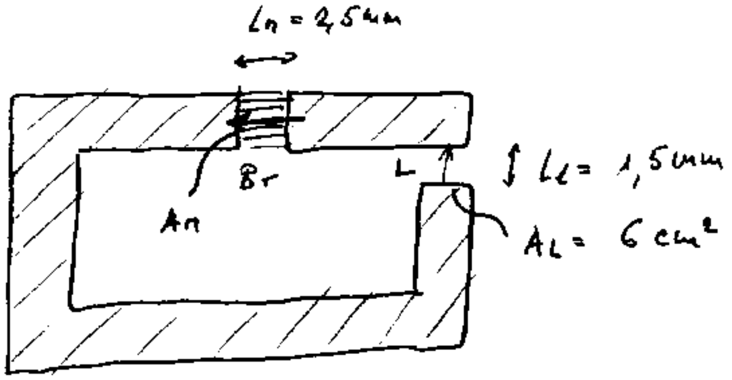
bzw. $$\Phi_1 = \frac{N_2 I_2 \cdot R_{m3}}{R_{m1} R_{m3} + R_{m1} R_{m2} + R_{m3} R_{m2}}$$

$$\Phi_{V12} = L_{12} I_2 = \Phi_1 \cdot N_1 = \frac{N_1 N_2 I_2 \cdot R_{m3}}{R_{m1} R_{m3} + R_{m1} R_{m2} + R_{m3} R_{m2}}$$

$$\Rightarrow L_{12} = \frac{N_1 N_2 \cdot R_{m3}}{R_{m1} R_{m3} + R_{m1} R_{m2} + R_{m3} R_{m2}} = \underline{\underline{M}}$$

GET 2. 1. KLAUSUR

17)



Durch $B_r = 0{,}8\,T$ soll in L. $B_L = 0{,}7\,T$ erzeugt werden. Wie groß ist A_m zu wählen?

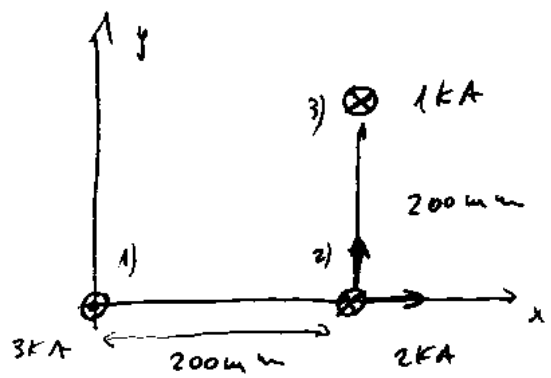
$L_m \cdot H_m + l_L \cdot H_L = 0 \qquad B_m = B_r + \mu_0 H_m \qquad H_L = \frac{B_L}{\mu_0}$

$\underline{A_m \cdot B_m = A_L \cdot B_L} \qquad B_m = B_r - \frac{\mu_0 H_L l_L}{L_m} = B_r - \frac{B_L l_L}{L_m} = \frac{B_r L_m - B_L l_L}{L_m}$

$$A_m = \frac{A_L B_L}{B_m} = \underline{\underline{\frac{A_L B_L \cdot L_m}{B_r \cdot L_m - B_L l_L}}} \qquad A_m = \frac{6 \cdot 10^{-4}\,m^2 \cdot 0{,}7\,\frac{Vs}{m^2} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}\,m}{0{,}8\,\frac{Vs}{m^2} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3}\,m - 0{,}7\,\frac{Vs}{m^2} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}\,m}$$

$$= \frac{6 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}5 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot 10^{-4}}{(0{,}8 \cdot 2{,}5 - 0{,}7 \cdot 1{,}5) \cdot \cancel{10^{-3}}}\,m^2 = 6{,}632 \cdot 10^{-4}\,m^2 = 6{,}632\,cm^2$$

18)



Längenbezogene Kraft auf Leiter ②. = ? (VEKTOR!)

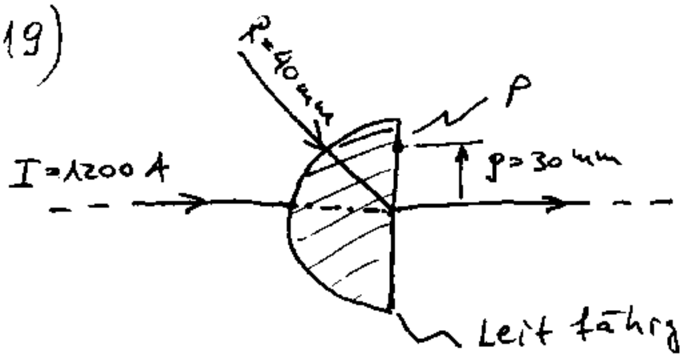
Allg. $F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\rho}$

$$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\rho} \cdot \vec{e_x} + \frac{\mu_0 I_3 I_2}{2\pi\rho} \cdot \vec{e_y} =$$

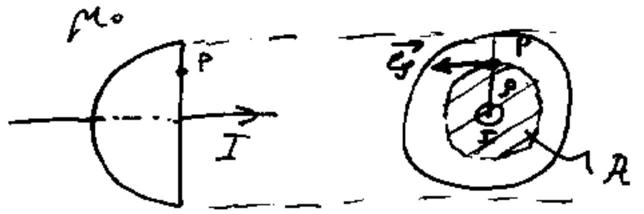
$$= \frac{\overset{2}{\cancel{4\pi}} \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{Am} \cdot 3 \cdot 10^3\,A \cdot 2 \cdot 10^3\,A}{\cancel{2\pi} \cdot 0{,}2\,m} \cdot \vec{e_x} + \frac{\overset{2}{\cancel{4\pi}} \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{Am} \cdot 10^3\,A \cdot 2 \cdot 10^3\,A}{\cancel{2\pi} \cdot 0{,}2\,m} \cdot \vec{e_y}$$

$$= 6\,\frac{N}{m}\,\vec{e_x} + 2\,\frac{N}{m} \cdot \vec{e_y}$$

19)



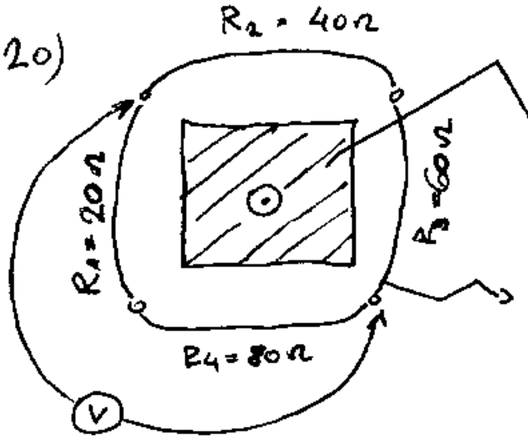
$\vec{H}(P) = ?$



Nach dem Durchflutungssatz gilt $V(\partial A) = I(A) = I$

Und $H = \frac{V}{l} = \frac{I}{2\rho\pi}$ $\qquad \vec{H} = \frac{I}{2\rho\pi} \cdot \vec{e_\rho} = \frac{1200\,A}{2\pi \cdot 30 \cdot 10^{-3}\,m} = 6366{,}2\,\frac{A}{m}\,\vec{e_\rho}$

20)



$\Phi = \hat{\Phi}\cos(\omega t)$, $\hat{\Phi} = 0{,}2$ Wb $f = 50$ Hz

Amplitude der Wechselspannung, die der Spannungsmesser anzeigt = ?

Geschlossene Leiterschleife

Nach dem Induktionsgesetz: $U(\partial A) = -\dot{\Phi}(A) = RI$

$\dot{\Phi} = -\hat{\Phi} \cdot \sin(\omega t) \cdot \omega \qquad I = -\frac{\dot{\Phi}}{R_G} = \frac{\omega \hat{\Phi}}{R_G} \cdot \sin\omega t = \hat{I} \cdot \sin\omega t$

$\hat{U}_V = \hat{I} \cdot (R_2 + R_3) = \frac{\omega \hat{\Phi}}{R_G} \cdot (R_2 + R_3) = \frac{2\pi \cdot 50\,\frac{1}{s} \cdot 0{,}2\,V\cancel{s} \cdot \cancel{100\Omega}}{\cancel{200\Omega}} =$

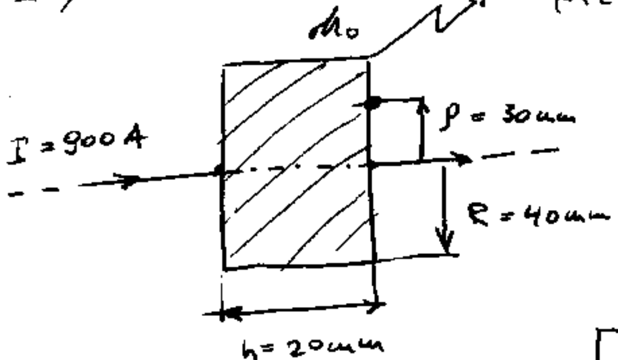
$\omega = 2\pi \cdot f$

$= 31{,}42$ V

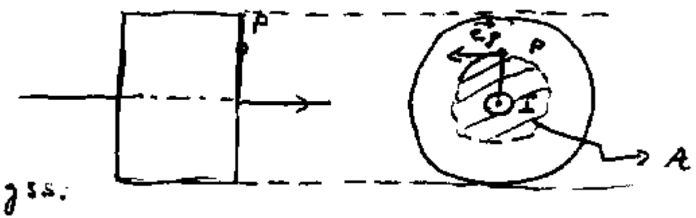
$R_G = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

GET 2. 1. KLAUSUR [19] ساجر

2.1) Kreiszylindrisches Leiterstück



$\vec{H}(P) = ?$

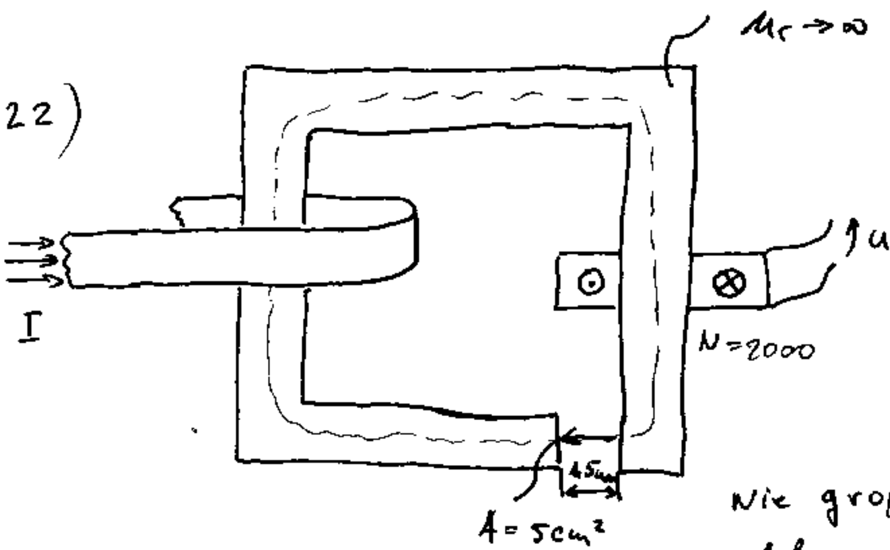


Nach dem Durchflutungss.:

$$V(\partial A) = I(A) = I \qquad H = \frac{V}{\ell} = \frac{I}{2\rho\pi} \qquad \vec{H} = \frac{I}{2\rho\pi} \cdot \vec{e}_\varphi =$$

$$= \frac{900\,A}{2\pi \cdot 0{,}03\,m} = 4774{,}6\,\frac{A}{m} \cdot \vec{e}_\varphi$$

2.2)



ÜBER DIE SCHIENE FLIESST:

$I = \hat{I}\cos\omega t$

$\hat{I} = 1400\,A$

$f = 50\,Hz$

Wie groß ist $\hat{u}$ der offenen Wicklung?

$$H_L \cdot L_L = V = I \qquad H = \frac{I}{L}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{L} \qquad \Phi = \frac{\mu_0 I}{L} \cdot A = \frac{\mu_0 A}{L} \cdot \hat{I} \cdot \cos\omega t$$

$$\dot{\Phi} = -\frac{\mu_0 A}{L} \cdot \hat{I} \cdot \omega \cdot \sin\omega t$$

für die Anschlußspannung gilt:

$$U = RI + \dot{\Phi}_v \qquad \text{da } I = 0 \quad (\text{Leerlauf})$$

und unter Berücksichtigung der Bezugssinne

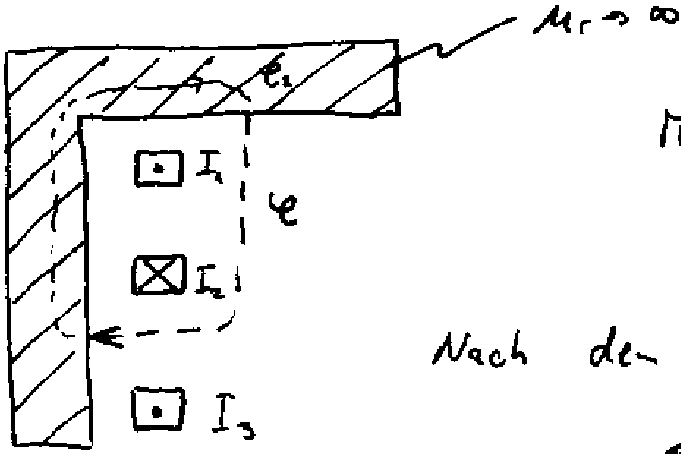
$$U = -\dot{\Phi}_v \qquad \dot{\Phi}_v = N \cdot \dot{\Phi} = -\frac{\mu_0 \hat{I} A \omega N}{l} \cdot \sin\omega t$$

$$U = \frac{\mu_0 \hat{I} A \omega N}{l} \cdot \sin\omega t = \hat{u} \cdot \sin\omega t$$

$$\hat{u} = \frac{\mu_0 \hat{I} \omega N A}{l} = \frac{1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \cdot 1400\,A \cdot 2\pi \cdot 50 \frac{1}{s} \cdot 2000 \cdot 5 \cdot 10^{-4}\,m^2}{1{,}5 \cdot 10^{-3}\,m}$$

$$= 368{,}45\,V$$

23)



Mag. Spannung entlang $l = ?$

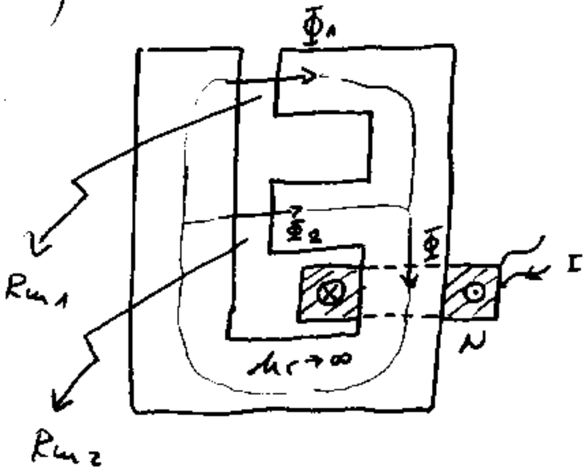
Nach dem Durchflutungssatz:

$$V(\partial A) = V_l + \cancel{V_{l_1}}^{0} = V_l = I(A) = I_2 - I_1$$

Also $\underline{V_l = I_2 - I_1}$

GET 2 1. KLAUSUR (19)

24)



Gegeben: R_{m1}, R_{m2}, N

Gesucht: L

Allg.: $V = H \cdot l = \frac{B \cdot l}{\mu_0} = \frac{\Phi \cdot l}{\mu_0 \cdot A}$

$\Rightarrow V = \Phi \cdot R_m \qquad R_m = \frac{l}{\mu_0 A}$

Nach dem Durchfl.s.:

$V_1 = V_2 = NI$

Nach dem Satz vom mag. Hüllenfluß $\quad \Phi_1 + \Phi_2 = \Phi$

$\frac{V_1}{R_{m1}} + \frac{V_2}{R_{m2}} = \Phi \qquad V_1 \left(\frac{1}{R_{m1}} + \frac{1}{R_{m2}} \right) = \Phi \Rightarrow \Phi = NI \frac{(R_{m1}+R_{m2})}{R_{m1} \cdot R_{m2}}$

$\Phi_v = N \cdot \Phi = N^2 I \frac{R_{m1}+R_{m2}}{R_{m1} R_{m2}} = L I \Rightarrow L = N^2 \frac{R_{m1}+R_{m2}}{R_{m1} R_{m2}}$

Oder durch Analogie:

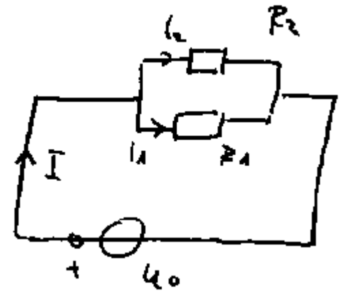
$NI \sim U_0$

$V \sim U$

$R_m \sim R$

$\Phi \sim I$

$\mu_r \to \infty \sim r \to \infty$ bzw. ideale Strombahn

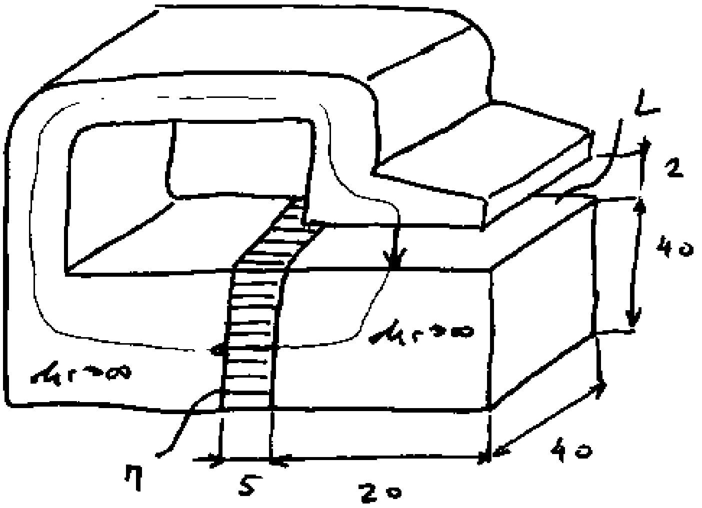


$I = \frac{U_0}{R_1 \parallel R_2} = \frac{U_0}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{U_0 (R_1+R_2)}{R_1 \cdot R_2}$

bzw. $\Phi = \frac{NI\ (R_{m1}+R_{m2})}{R_{m1} \cdot R_{m2}} \qquad \Phi_v = N \cdot \Phi = LI \Rightarrow$

$$L = N^2 \frac{R_{m1}+R_{m2}}{R_{m1} \cdot R_{m2}}$$

25)



Mere in mm

$B_r = 0{,}38\,T$

$B_L = ?$

$H_L l_L + H_m l_m = 0 \qquad H_m = -\dfrac{H_L l_L}{l_m} \rightarrow \qquad B_m = B_r + \mu_0 H_m$

$B_m = B_r - \dfrac{\mu_0 H_L l_L}{l_m} \qquad H_L = \dfrac{B_L}{\mu_0}$

$B_m = \dfrac{l_m B_r - B_L l_L}{l_m}$

$B_L A_L = B_m A_m \qquad l_m A_L B_L = A_m l_m B_r - A_m B_L l_L \Rightarrow B_L = \dfrac{A_m l_m B_r}{l_m A_L + A_m l_L}$

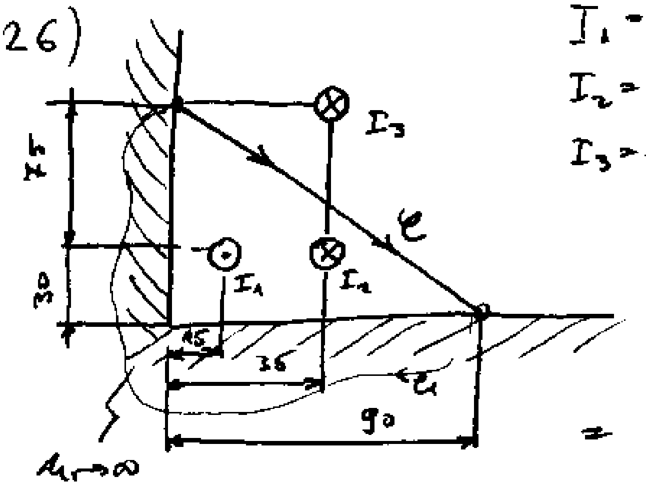
$\Rightarrow \quad B_L = \dfrac{B_r}{\dfrac{A_L}{A_m} + \dfrac{l_L}{l_m}}$

$A_L = 40 \cdot 20\ mm^2 \qquad A_m = 40 \cdot 40\ mm^2$

$l_L = 2\ mm \qquad l_m = 5\ mm$

$B_L = \dfrac{0{,}38\,T}{\dfrac{8}{16} + \dfrac{2}{5}} = 0{,}42\,T$

26)



$I_1 = 200A$

$I_2 = 50A$

$I_3 = 100A$

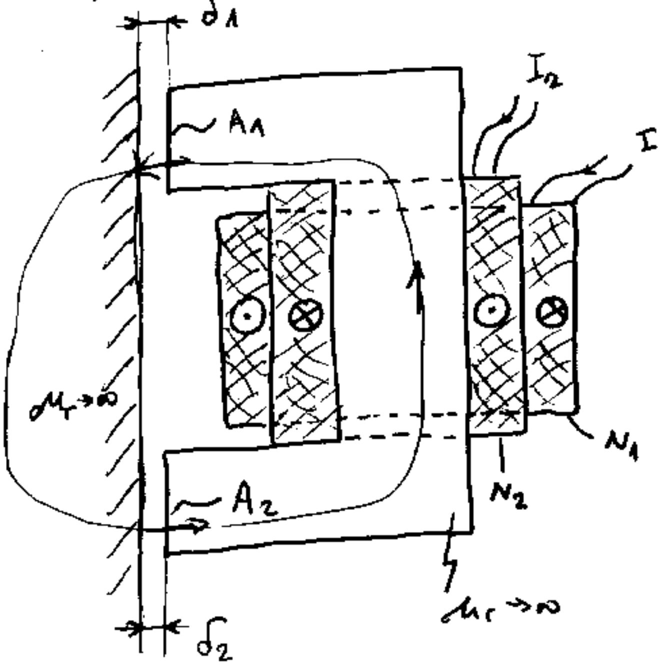
$V_c = ?$

Mere in mm

$V(\partial A) = V_c + \cancel{V_{c1}} = I(A) = I_2 - I_1$

$= 50A - 200A = -150A$

27)



Gegenseitige Induktivität = ?

Ang. $I_2 = 0$

$H_1 \cdot \delta_1 + H_2 \delta_2 = N_1 I_1$

$B_1 \cdot A_1 = B_2 A_2 = \Phi \qquad H = \frac{B}{\mu_0}$

$$\frac{B_1}{\mu_0}\delta_1 + \frac{B_2}{\mu_0}\delta_2 = N_1 I_1$$

$$\frac{\Phi \cdot \delta_1}{\mu_0 A_1} + \frac{\Phi \cdot \delta_2}{\mu_0 A_2} = N_1 I_1 \qquad \frac{\Phi}{\mu_0}\left(\frac{\delta_1}{A_1} + \frac{\delta_2}{A_2}\right) = N_1 I_1$$

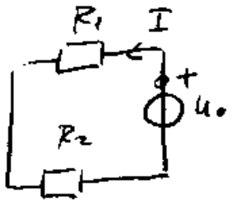
$$\Rightarrow \Phi = \frac{\mu_0 N_1 I_1}{\frac{\delta_1}{A_1} + \frac{\delta_2}{A_2}}$$

$$\Phi_{v1} = L_{11} I_1 - L_{12} I_2$$

$$\Phi_{v2} = L_{21} I_1 - L_{22} \cancel{I_2}^{0} = L_{21} I_1 = \Phi \cdot N_2$$

$$\Rightarrow L_{21} = L_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2}{\frac{\delta_1}{A_1} + \frac{\delta_2}{A_2}}$$

Oder gleich durch Analogie mit $I_2 = 0$ u. $R_m = \frac{l}{\mu_0 A}$

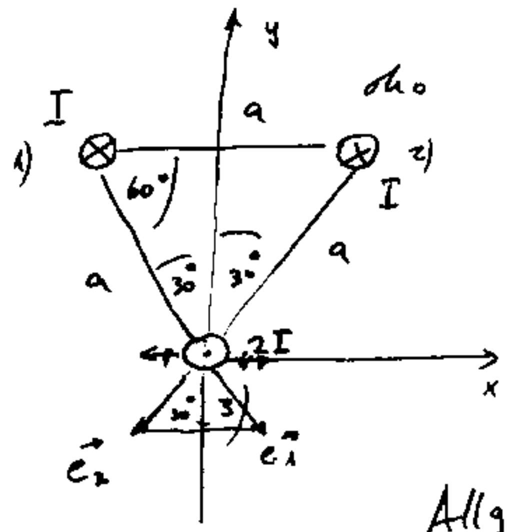


$$I = \frac{u_0}{R_1 + R_2} \qquad \Rightarrow \Phi = \frac{N_1 I_1}{R_{m1} + R_{m2}} = \frac{N_1 I_1}{\frac{\delta_1}{\mu_0 A_1} + \frac{\delta_2}{\mu_0 A_2}}$$

$$= \Phi_{v2} = \Phi \cdot N_2 = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I_1}{\frac{\delta_1}{A_1} + \frac{\delta_2}{A_2}} = L_{21} I_1$$

$$\Rightarrow L_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2}{\frac{\delta_1}{A_1} + \frac{\delta_2}{A_2}}$$

28)



Gegeben: $a = 250\,mm$
$I = 4\,kA$

Gesucht: F' auf den Leiter 3 nach Betrag u. Richtung.

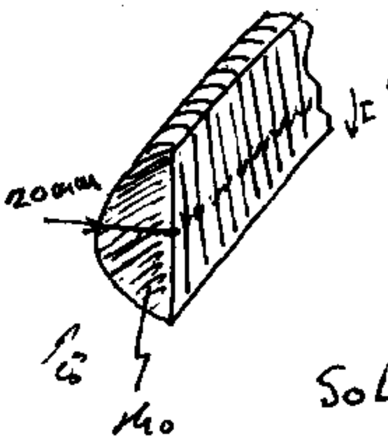
Allg. $F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\rho\pi}$

$$F' = F_1' + F_2' = \frac{\mu_0\, 2I^2}{2a\pi}\cdot\vec{e_1} + \frac{\mu_0\, 2I^2}{2a\pi}\cdot\vec{e_2} = \frac{\mu_0 I^2}{a\pi}(\vec{e_1}+\vec{e_2})$$

$$\vec{e_1}+\vec{e_2} = 2\cdot\cos 30°\cdot(-\vec{e_y}) = \cancel{2}\,\frac{\sqrt3}{\cancel{2}}\cdot(-\vec{e_y}) \Rightarrow$$

$$F' = \frac{\mu_0 I^2}{a\pi}\cdot\sqrt3\cdot(-\vec{e_y}) = \frac{4\cancel{\pi}\cdot10^{-7}\frac{Vs}{Am}\cdot 16\cdot10^{6}A^2\cdot\sqrt3}{0{,}25\,m\cdot\cancel{\pi}} = 44{,}34\,\frac{N}{m}\,(-\vec{e_y})$$

29)



Eine schlanke Drahtspule ist mit 100 Windungen je cm gewickelt. ($N' = 100\,cm^{-1}$)
$I = 50\,mA$. $B = ?$ im Spuleninneren.

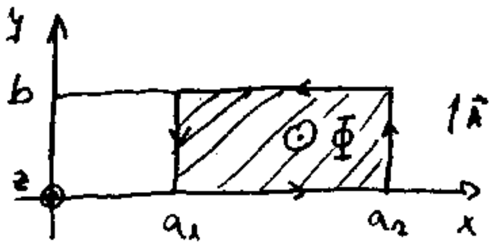
Solange die Spule schlank ist, verteilt sich V_i gleichmäßig über den Spuleninneren: Außerhalb der Spule gilt dann $V_a \sim 0$

$$H = \frac{V}{l} = \frac{NI}{l} = N'I \qquad B = \mu_0 H = \mu_0 N' I =$$

$$= 1{,}2566\cdot10^{-7}\frac{Vs}{Am}\cdot 100\,\frac{1}{10^{-2}m}\cdot 50\cdot10^{-3}\cancel{A}$$

$$= 0{,}0634\,T$$

30)



Eine Stromverteilung entlang der y-Achse erzeugt in der xy-Ebene das mag. Vektorpot. $\vec{A} = \frac{c}{x^2} \cdot \vec{e_y}$, c=const

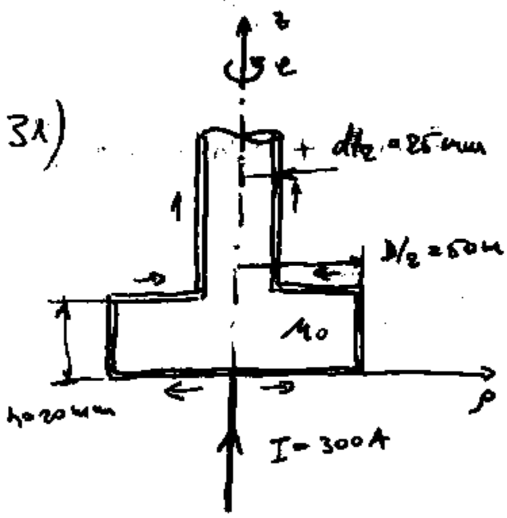
Berechnen Sie Φ.

Allg. $\Phi = \int_C A_n \cdot ds$

Die Seiten parallel zur x-Achse tragen nichts bei da $A_n = 0$ bzw. $\sphericalangle \vec{A}, \vec{e_s} = 90°$

$$\Phi = \frac{c}{a_2^2} \cdot b - \frac{c}{a_1^2} \cdot b = cb\left(\frac{1}{a_2^2} - \frac{1}{a_1^2}\right)$$

31)



In der drehsymm. Anordnung wird Strom über einen axialen Linienleiter zugeführt und über das dünnwandige Rohr wieder abgeführt. Berechnen Sie $\vec{H}$ im Innen- und Außenraum.

Wenn wir eine Fläche mit dem Radius ρ betrachten, die senkrecht zu z-Achse liegt so gilt

$$H = \frac{V}{l} = \frac{\Theta}{2\rho\pi}$$

a) Innenraum: $\Theta = 0$

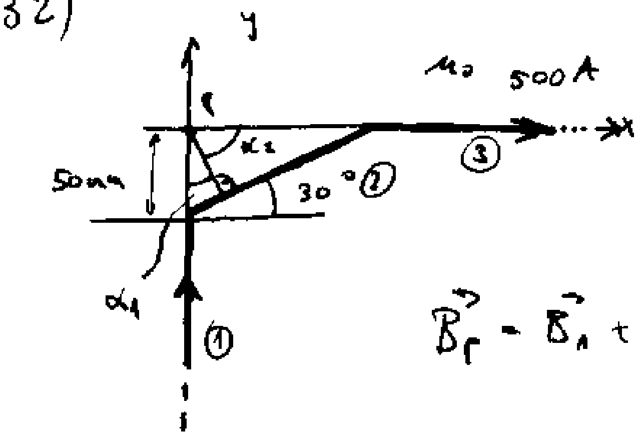
$\Rightarrow \underline{\underline{H = 0}}$ bzw. Feldfrei

b) Außenraum

$$H = \frac{I}{2\rho\pi} = \frac{300A}{2\pi} \cdot \frac{1}{\rho}$$

wobei ist ρ der Radiale Abstand zu jenem Punkt, der im Außenraum liegt.

32)



$\vec{B}_P = ?$

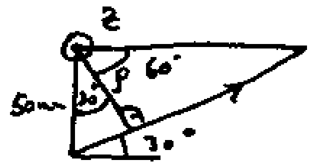
Allg. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$

Für Abschnitte 1, 3 gilt $\rho_1, \rho_3 = 0$ bzw. $(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1) = 0$

und damit $\vec{B}_1, \vec{B}_3 = 0$

Also $\vec{B}_P = \vec{B}_2$

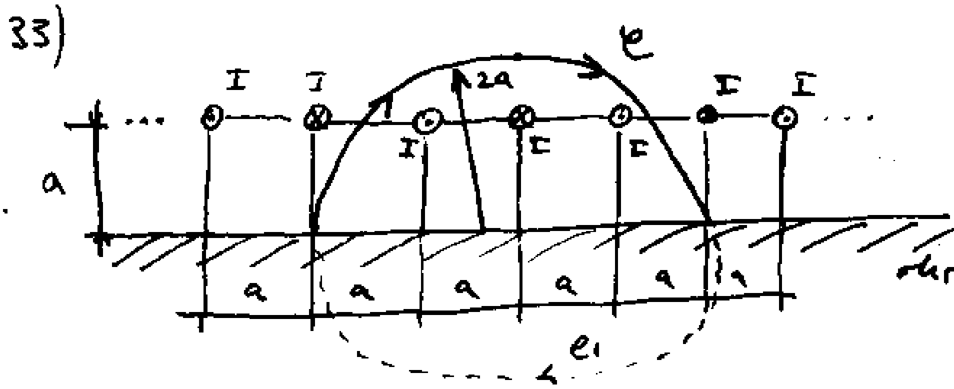


$\rho = 50mm \cdot \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 50\,mm$

$\alpha_1 = -30°$ $\alpha_2 = 60°$ $\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}(\sin 60° + \sin 30°)\cdot \vec{e}_z$

$= \frac{\cancel{4\pi}\cdot \cancel{10^{-7}}^{-4}\,\frac{Vs}{Am}\cdot \cancel{500A}^{10}}{\cancel{4\pi}\cdot\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}\cdot\cancel{50}\cdot\cancel{10^{-3}}\,m}\left(\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}+\frac{1}{2}\right) = 1,577\ mT$

33)

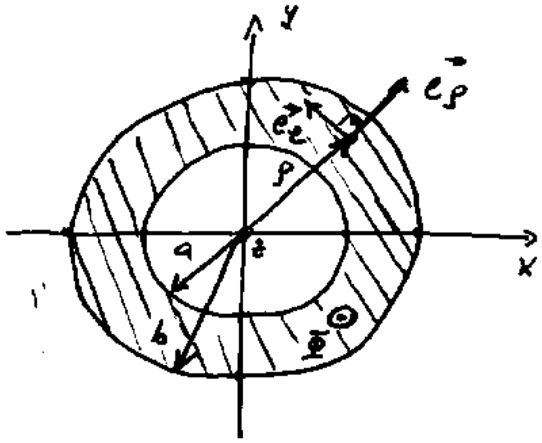


$a = 50mm$
$I = 40A$
$\rho \to \infty$ $V_e = ?$

$V(\partial A) = I(A)$

$V = V_e + \cancel{V_{e_1}}^{0} = V_e = \Theta = -I \cancel{+I} \cancel{-I} = -I = -40A$

34)

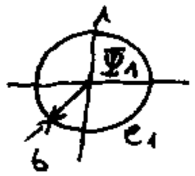


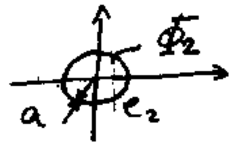
Eine Stromverteilung erzeugt in der xy-Ebene das mag. Vektorpot.:

$$\vec{A} = \frac{c}{\rho^2}\,\vec{e_e}, \quad c = \text{const}, \quad \rho^2 = x^2 + y^2$$

Berechnen Sie Φ

Allg. $\Phi = \int_e A_n \cdot ds$

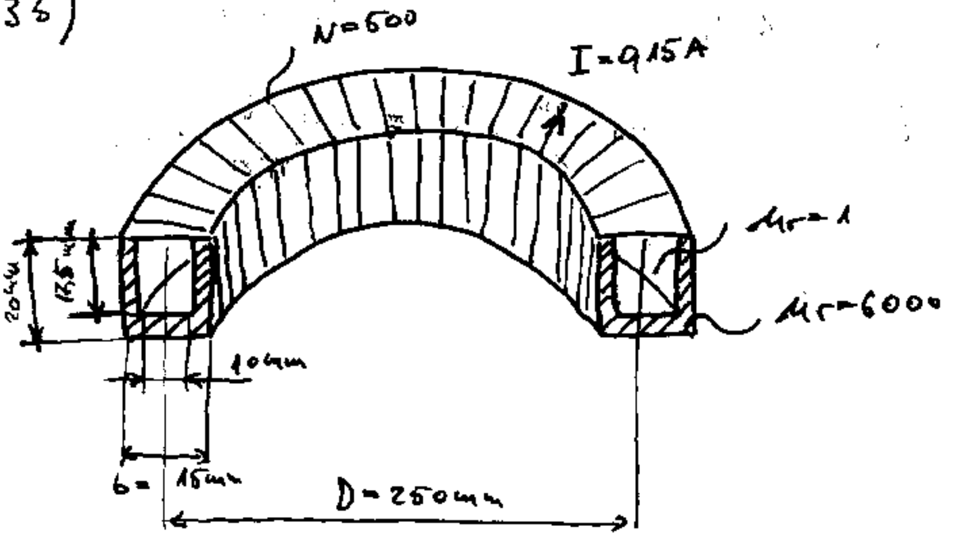




$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = \int_{e_1} \frac{c}{b^2} \cdot ds - \int_{e_2} \frac{c}{a^2}\, ds = \frac{c}{b^2}\, 2\pi b - \frac{c}{a^2} \cdot 2\pi a$$

$$= 2\pi c \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right)$$

35)



Ringspule $b \ll D$

$\Phi_v = ?$

Da $b \ll D$ gilt $H = \frac{\Theta}{l} = \frac{NI}{D\pi}$

In der Spule gilt $B_1 = \mu_0 \mu_{r1} H$ $\quad B_2 = \mu_0 \mu_{r2} H$, $\mu_{r1} = 1$, $\mu_{r2} = 6000$

bzw. $\Phi = B_1 A_1 + B_2 A_2 \approx B_2 A_2$ da $B_1 \ll B_2$

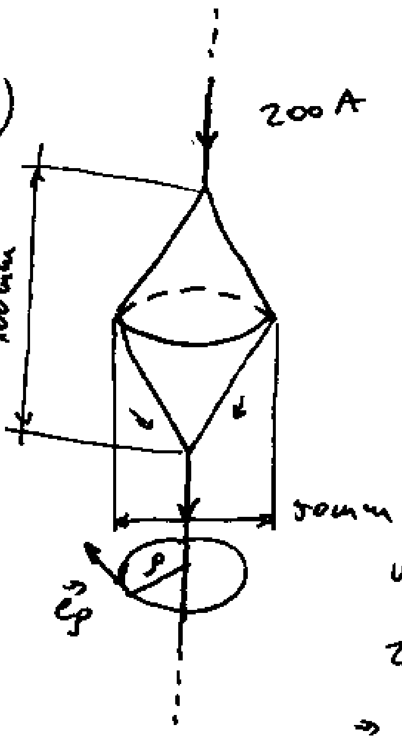
Also $\quad \Phi_V = \Phi \cdot N = N \cdot B_2 A_2 = \dfrac{N \mu_0 \mu_{r2} N I}{D\pi} \cdot A_2$

$A_2 = A_a - A_i = (20 \cdot 15 - 17{,}5 \cdot 10)\,mm^2 = 125\,mm^2$

$\Phi_V = \dfrac{500^2 \cdot 4\cancel{\pi} \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{A\cancel{m}} \cdot 0{,}15\,\cancel{A} \cdot 6000}{0{,}25\,\cancel{m}\,\cancel{\pi}} \cdot 125 \cdot 10^{-6}\,\cancel{m^2} = 45 \cdot 10^{-3}\,Wb$

$= 45\,mWb$

36)



$\vec{B} = ?$ Innerhalb und außerhalb der Schale

Betrachten wir eine Fläche mit dem Radius ρ, die senkrecht zur Achse liegt. Es gilt

$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} = \mu_0 \dfrac{\Theta}{l} \cdot \vec{e}_\rho = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi\rho} \cdot \vec{e}_\rho$

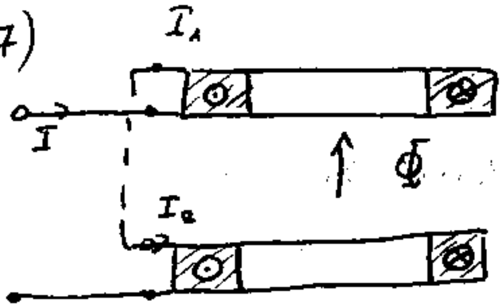
Im Innenraum gilt:

$\Theta = 0 \quad$ Also $\quad \vec{B}_i = 0$

Im Außenraum : $\quad \vec{B} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi\rho} \cdot \vec{e}_\rho$

wobei ist ρ der Abstand zu jenem Punkt der im Außenraum liegt.

37)



$L_{11} = 20\,mH$
$L_{22} = 10\,mH$
$L_{12} = 12\,mH$

Wie groß ist die Induk. einer Gesamtspule, die durch die angegebenen Zusammenschaltung entsteht?

$\Phi_{v1} = L_{11} I_1 + L_{12} I_2$

$\Phi_{v2} = L_{21} I_1 + L_{22} I_2$

$I = I_1 = I_2$

$L_{12} = L_{21}$

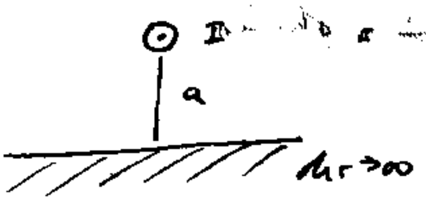
$\Phi_{v1} = I\,(L_{11} + L_{12})$

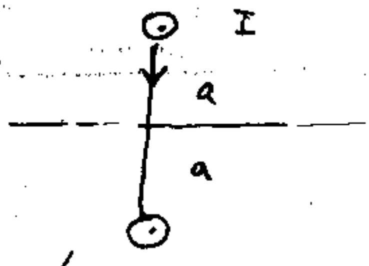
$\Phi_{v2} = I\,(L_{21} + L_{22})$

$\Phi_v = \Phi_{v1} + \Phi_{v2} = I\,(L_{11} + L_{22} + 2L_{12}) = LI$

$L = L_{11} + L_{22} + 2L_{12} = L_1 + L_2 + 2M = 20\,mH + 10\,mH + 24\,mH = 54\,mH$

38) Parallel zu einer ideal mag. Platte verlauft im Abstand $a = 40\,mm$ ein Linienleiter $I = 45\,kA$. Wie groß ist die am Leiter angreifende, längenbezogene Kraft?

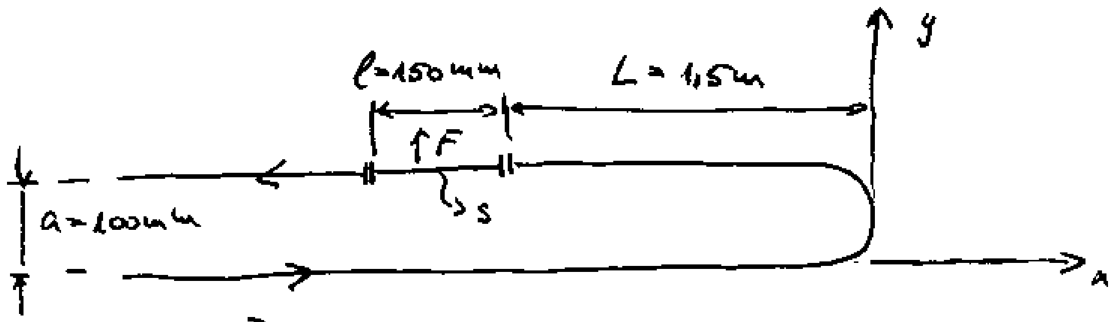




Durch Spiegelung erhalten wir eine Ersatz-Linienanordnung im leeren Raum, deren Magnetfeld erfüllt die Randbedingungen an der Körperoberfläche in der ursprünglichen Anordnung und es gilt

$$F' = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi\rho} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{Am} \cdot (4,5)^2 \cdot 10^6 A^2}{2\pi \cdot 40 \cdot 10^{-3}\,m} = 11,25\,\frac{N}{m}$$

39)



$I = 15\,kA$

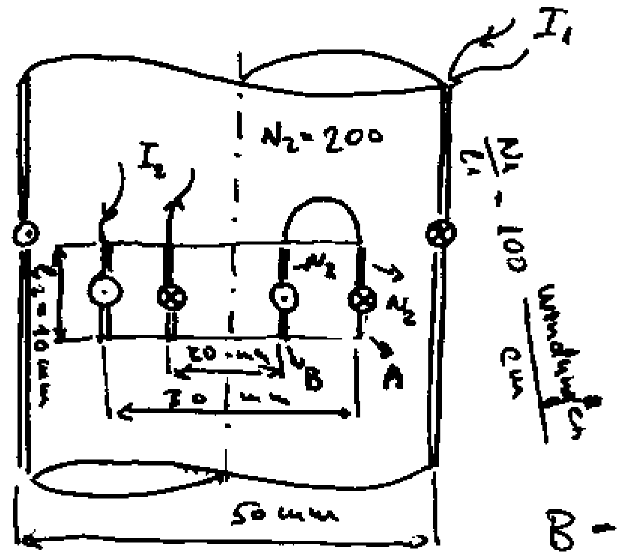
Berechnen Sie die an S angreifende resultierende Kraft nach Betrag u. Richtung

Da $L >> l$ gilt $F' = \frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\rho}$ wobei $\rho = a$ u. $I_1 = I_2$

Also $\vec{F} = \frac{\mu_0 I^2 \cdot l}{2\pi a} = \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{A\cancel{m}} \cdot 15^2 \cdot 10^6 A^2 \cdot 0{,}15\cancel{m}}{\cancel{2}\pi \cdot 0{,}1\cancel{m}} \cdot \vec{e_y} =$

$= 67{,}5\,N \cdot \vec{e_y}$

40)



$L_{12} = ?$

$\Phi_{V2} = L_{21} I_1 + \cancel{L_{22} I_2}$

Ang. $I_2 = 0$

$B = \frac{\mu_0 I_1 N_1}{l_1} = \mu_0 I_1 N_1'$

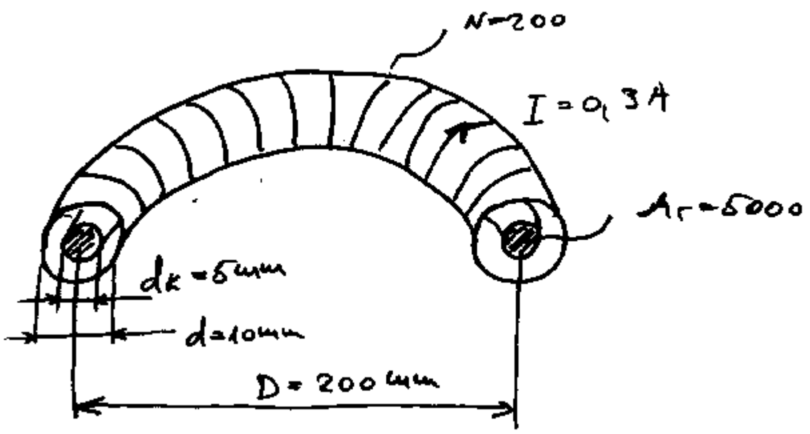
$\Phi_{V2} = \Phi_{VA} - \Phi_{VB} = N_2 B \cdot A_A - N_2 B \cdot A_B = N_2 B (A_A - A_B) =$

$= N_2 \mu_0 I_1 N_1' \cdot (A_A - A_B) = L_{21} I_1 \Rightarrow$

$L_{12} = N_2 \mu_0 N_1' (A_A - A_B) = 200 \cdot 1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m} \cdot 100 \frac{1}{cm} \left(\frac{3^2 - 2^2}{4}\right) cm^2$

$= 200 \cdot 1{,}2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m} \cdot 100 \pi\, 10^{-2} m\, \frac{5}{4} = 0{,}987\,mH \simeq 1\,mH$

41)



$d << D$

Φ_V der Spule = ?

Da $d << D$ gilt: $H = \frac{V}{l} = \frac{\Theta}{D\pi} = \frac{NI}{D\pi}$

$\Phi_V = \Phi_{VK} + \Phi_{VL} = N\mu_0\mu_r \cdot H \cdot A_K + N\mu_0 H \cdot A_L \simeq N\mu_0\mu_r H \cdot A_K$

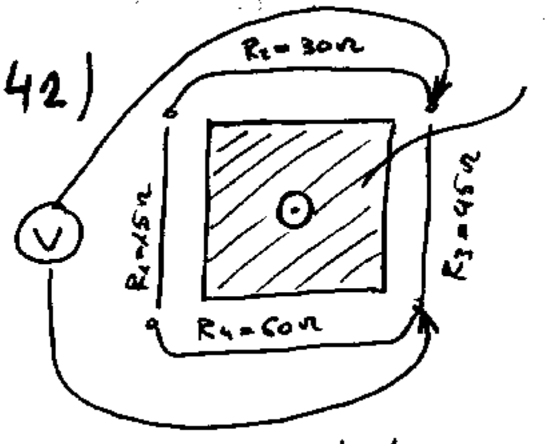
(Φ_{VK}: Kern, Φ_{VL}: Luft)

da $\mu_r = 5000$

$\Phi_V = N\mu_0\mu_r \cdot \frac{NI}{D\cancel{\pi}} \cdot \frac{d_K^2 \cancel{\pi}}{4} = \frac{\mu_0\mu_r N^2 I d_K^2}{4D} =$

$= \frac{\cancel{4}\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \cdot 5000 \cdot 200^2 \cdot 0{,}3A \cdot 25 \cdot 10^{-6} m^2}{\cancel{4} \cdot 0{,}2 m} = 2{,}356 \text{ mWb}$

42)



$\Phi = \hat{\Phi}\cos(\omega t)$ $\hat{\Phi} = 0{,}1$ Wb $f = 50$Hz

Berechnen Sie die Amplitude der Wechselspannung, die der Spannungsmesser anzeigt.

Nach dem Induktionsgesetz: $U(\partial A) = -\dot{\Phi}(A)$

$RI = -\dot{\Phi}(A)$ $\dot{\Phi} = -\hat{\Phi} \cdot \sin(\omega t) \cdot \omega$

$R_G = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 150\,\Omega$

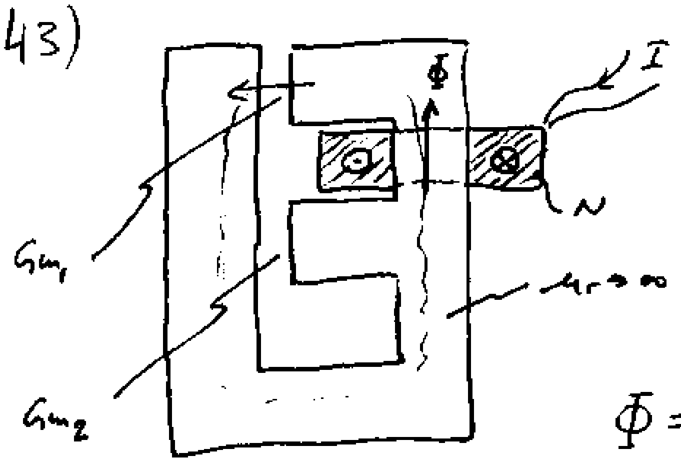
$I = \frac{\omega\hat{\Phi}\sin\omega t}{R_G} =$ $R_V = R_1 + R_2 + R_4 = 105\,\Omega$

$\omega = 2\pi f$

$= \frac{2\pi \cdot 50 \frac{1}{s} \cdot 0{,}1 Vs}{150\,\Omega} \cdot \sin\omega t = 0{,}21 A \cdot \sin\omega t = \hat{I}\sin\omega t$ $\hat{U}_V = R_V \cdot \hat{I} =$

$= 22{,}05$ V

43)



Gegeben G_{m1}, G_{m2}, N.

Gesucht L.

$$\Phi = V \cdot G_m$$

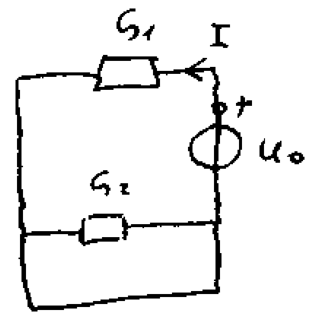
Aus DFS. $\Theta = NI = V_1 = \frac{\Phi}{G_{m1}}$, $V_2 = 0$

$$\Phi = NI \cdot G_{m1} \qquad \Phi_v = N \cdot \Phi = N^2 I G_{m1} = LI$$

$$\Rightarrow \quad L = N^2 G_{m1}$$

Oder durch Analogie

$NI \sim U_0$
$V \sim U$
$\Phi \sim I$
$G_m \sim R$

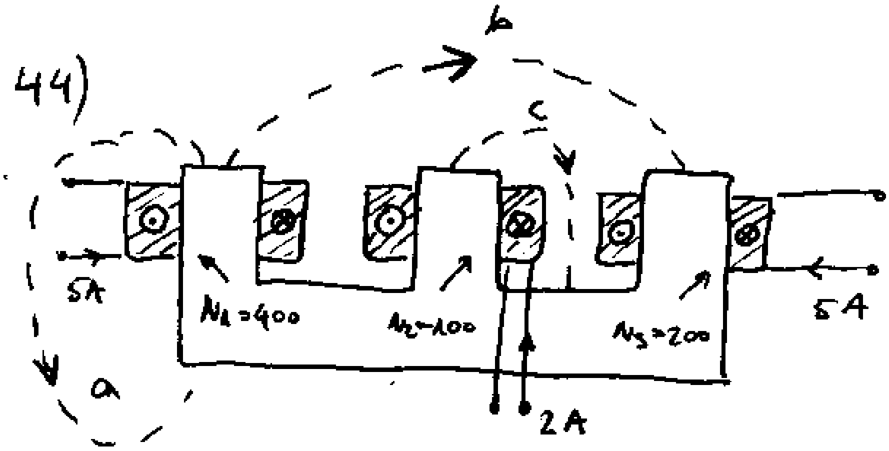


$I = U_0 \cdot G_1 \quad \Rightarrow$

~~[illegible]~~ $\Phi = NI \cdot G_{m1}$

Bzw. $L = N^2 G_{m1}$

44)



Wie groß ist für jeden der drei Wege die mag. Spannung.

GET 2. 1. KLAUSUR (19)

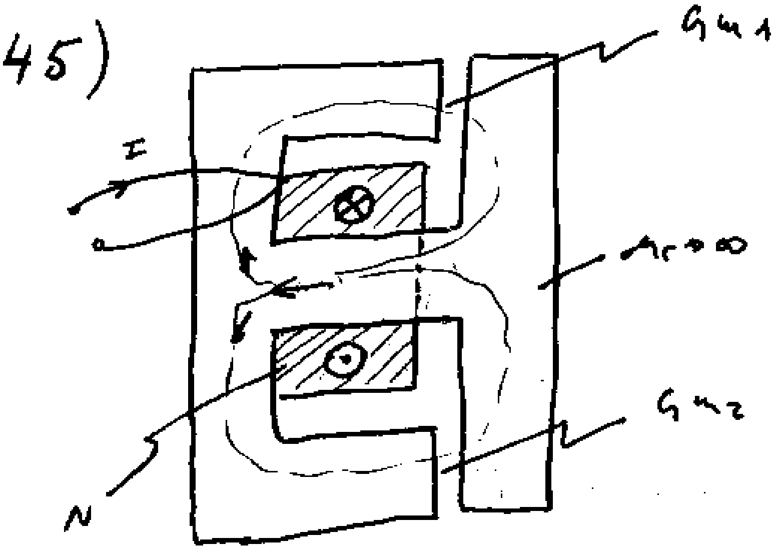
Nach DFS.

$V(\partial A) = I(A)$ Also a) $V_a = 5A \cdot 400 = 2000A$

b) $V_b = 400 \cdot 5A - 200 \cdot 5A = 1000A$

c) $V_c = 2A \cdot 100 = 200A$

45)



Gegeben G_{m1}, G_{m2}, N

$L = ?$

$\underline{\Phi = V \cdot G_m}$

Nach SvMH $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$

Nach DFS

$V_1 = NI = V_2$

$\Phi = V_1 G_{m1} + V_2 G_{m2} =$

$= V_1 (G_{m1} + G_{m2}) = NI (G_{m1} + G_{m2})$

$\Phi_v = N \cdot \Phi = N^2 I (G_{m1} + G_{m2}) = LI \Rightarrow L = N^2 (G_{m1} + G_{m2})$

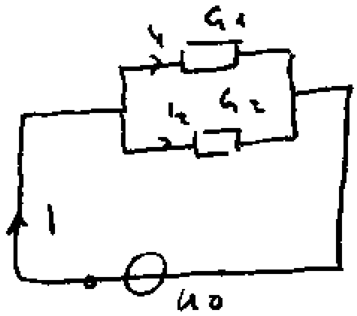
Oder

$NI \sim U_0$

$\Phi \sim I$

$G_m \sim G$

$V \sim U$



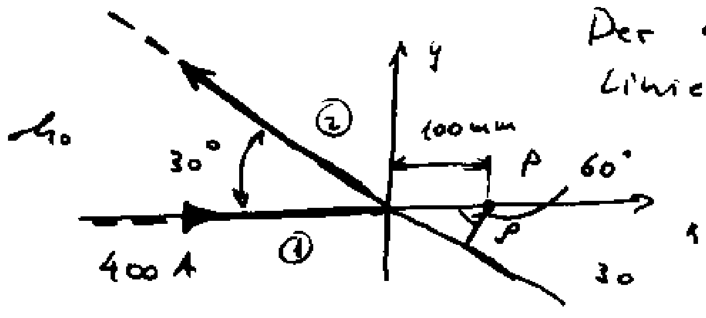
$I = \frac{U_0}{R_1 \| R_2} = U_0 (G_1 \| G_2) =$

$= U_0 (G_1 + G_2)$

Also $\Phi = NI (G_{m1} + G_{m2})$

$L = N^2 (G_{m1} + G_{m2})$

46)



Der abgewinkelte Linienleiter ligt in der xy-Ebene

$\vec{B}_{(P)} = ?$

Allg. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi\rho}(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

$\vec{B}(P) = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{B}_2$ da für B_1 $\rho = 0$

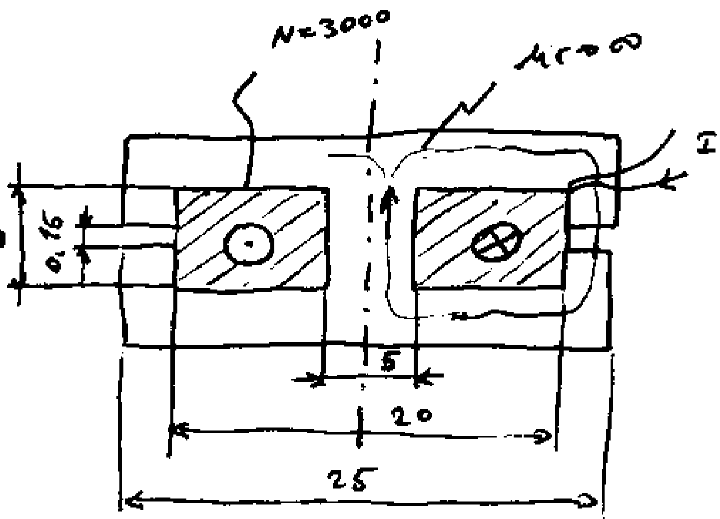
Für $\vec{B}_2$

$\rho = 100\,mm \cdot \sin 30° = \frac{1}{2} \cdot 0{,}1\,m = 0{,}05\,m$

$\alpha_1 = 60°$ $\alpha_2 = 90°$ $\Rightarrow \vec{B}(P) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\frac{Vs}{Am} \cdot 400A}{4\pi \cdot 0{,}05\,m}(\sin 90° - \sin 60°) =$

$= 0{,}107\,mT$

47)



L der drehsymm. Topfspule = ?

Maße in mm.

Nach DFS. $V = NI = H_L \cdot l_L$ $H_L = \frac{NI}{l_L}$

$B_L = \mu_0 \frac{NI}{l_L}$ $\Phi = \frac{\mu_0 N I A_L}{l_L}$

$\Phi_V = N \cdot \Phi = \frac{\mu_0 N^2 I A_L}{l_L} = LI$

$\Rightarrow L = \frac{\mu_0 N^2 A_L}{l_L}$

$l_L = 0{,}15\,mm$

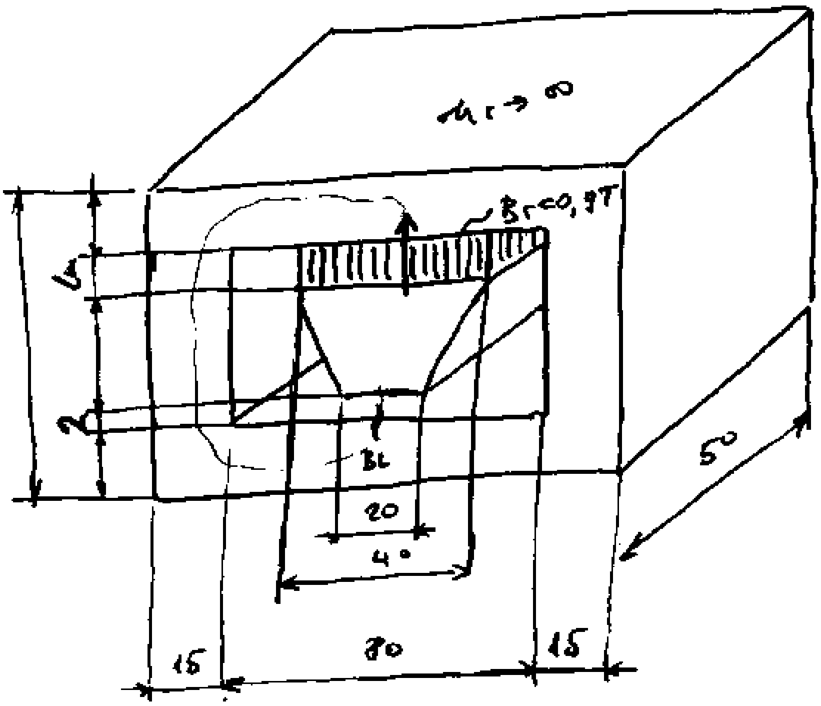
$A_L = \frac{(25^2 - 20^2)\pi}{4}\,mm^2$

$= 176{,}7\,mm^2$

GET 2. 1. KLAUSUR (19)

Also $L = \dfrac{1{,}2566 \cdot 10^{-6}\,\frac{Vs}{Am} \cdot 3000^2 \cdot 176{,}7 \cdot 10^{-6}\,m^2}{0{,}15 \cdot 10^{-3}\,m} = 13{,}32\,H$

48)



Wie groß ist die Dicke L_n zu wählen, wenn sich im Luftspalt die Flußdichte $B_L = 1{,}0\,T$ einstellen soll.

Maße in mm.

$B_n = B_r + \mu_0 H_n$, $B_L A_L = B_n A_n$, $H_L l_L + H_n l_n = 0$, $H_L = \frac{B_L}{\mu_0}$

$$L_n = \frac{-H_L l_L}{H_n} = \frac{-B_L l_L}{\mu_0 H_n} = \frac{-B_L l_L}{\cancel{\mu_0}\frac{B_n - B_r}{\cancel{\mu_0}}} = \frac{-B_L l_L}{\frac{B_L A_L}{A_n} - B_r} =$$

$$= \frac{B_L l_L}{B_r - \frac{B_L A_L}{A_n}} = \frac{B_L l_L A_n}{A_n \cdot B_r - B_L A_L} =$$

$B_L = 1\,T$

$B_r = 0{,}9\,T$

$l_L = 2\,mm$

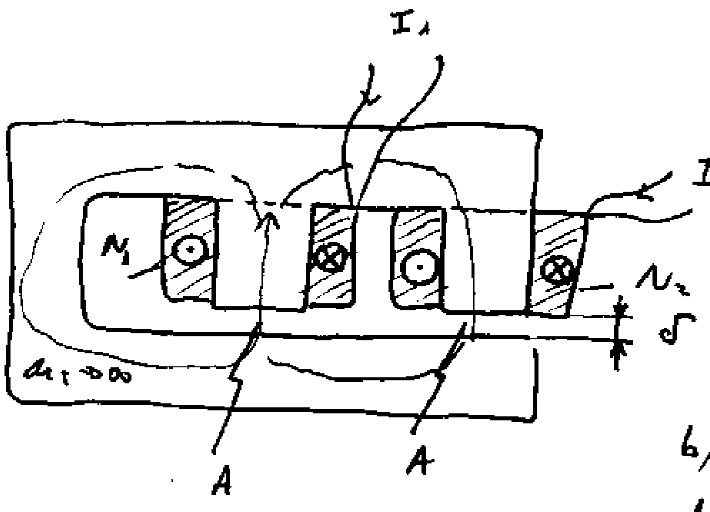
$A_n = 50 \cdot 40 = 2000\,mm^2$

$A_L = 50 \cdot 20 = 1000\,mm^2$

$$= \frac{1\,T \cdot 2 \cdot 10^{-3}\,m \cdot 2 \cdot \cancel{10^{-3}\,m^2}}{0{,}9\,T \cdot 2 \cdot \cancel{10^{-3}\,m^2} - 1\,T \cdot \cancel{10^{-3}\,m^2}} =$$

$= 5\,mm$

49)



Berechnen Sie

a) Sebstinduktivität der Spule I

b) die gegenseitige Induk. der beiden Spulen

a) $\underline{I_2 = 0}$

Nach DFS $\quad V_1 = N_1 I_1 \quad$ (Linke Masche)

oder $\quad V_1 + V_2 = N_1 I_1 \quad$ da $I_2 = 0$ (Rechte Masche)

$\Rightarrow \underline{V_2 = \phi}$

$\Phi = B \cdot A = \mu_0 \cdot H \cdot A = \mu_0 \frac{V}{\delta} \cdot A \quad$ Also $\quad \Phi_1 = \Phi = \mu_0 \frac{V_1}{\delta} A$

und $\quad \Phi_2 = \frac{\mu_0 V_2}{\delta} A = \phi \quad$ Der Fluß wird bevorzugt durch den Eisenkern geführt und nicht durch den Luftspalt.

$$\Phi = \mu_0 \frac{N_1 I_1}{\delta} \cdot A \qquad \Phi_{V_1} = \Phi \cdot N_1 = \frac{\mu_0 N_1^2 I_1}{\delta} \cdot A = L_1 I_1$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{\delta}$$

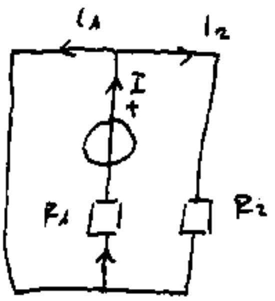
b) $\quad \Phi_{V_2} = L_{12} I_1 - L_{2}\cancel{I_2}^{\,0} \quad$ da aber $\quad \Phi_2 = 0$

und $\quad \Phi_{V_2} = \Phi_2 \cdot N = 0 = L_{12} I_1 \quad \Rightarrow \quad L_{12} = 0.$

Fluß wird nicht über den Luftspalt 2 geführt. Deswegen gibt's keine mag. Kopplung und keine L_{12}.

Der Eisenkern verhält sich zum Luftspalt, bezüglich

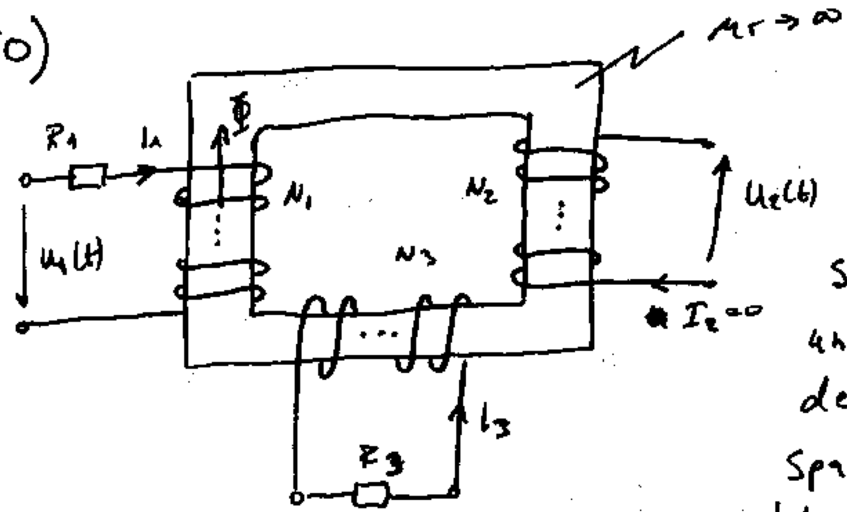
der Flußführung als Kurzschluß: Der Fluß wird nur (unter Vernachlässigung der Streuung) durch den Kern geführt; $V_2 = 0$ u. $\Phi_2 = 0$.
Durch Analogie könnte man es so vorstellen:



Es ist offensichtlich daß R_2 kurzgeschlossen ist und es gilt: $U_{R_2} = 0$ $I_2 = 0$

$\underline{I = I_1}$

50)



Nehmen Sie näherungsweise Streuungsfreiheit an und berechnen Sie den Zeitverlauf $u_2(t)$ der Spannung an der leerlaufenden Wicklung, wenn $u_1(t) = U\sqrt{2}\cos\omega t$.

Allg. $u(\partial A) = -\dot{\Phi}_v$; $u = RI + \dot{\Phi}_v$

$$u_1(t) = R_1 I_1 + \dot{\Phi}_v = R_1 I_1 + \dot{\Phi} N_1$$

$$u_2(t) = \dot{\Phi}_v = \dot{\Phi} \cdot N_2$$

$$I_3 R_3 = \dot{\Phi}_v = \dot{\Phi} N_3$$

Aus DFS.

$$N_1 I_1 - N_3 I_3 = 0$$

$$\Rightarrow N_1 I_1 = N_3 I_3$$

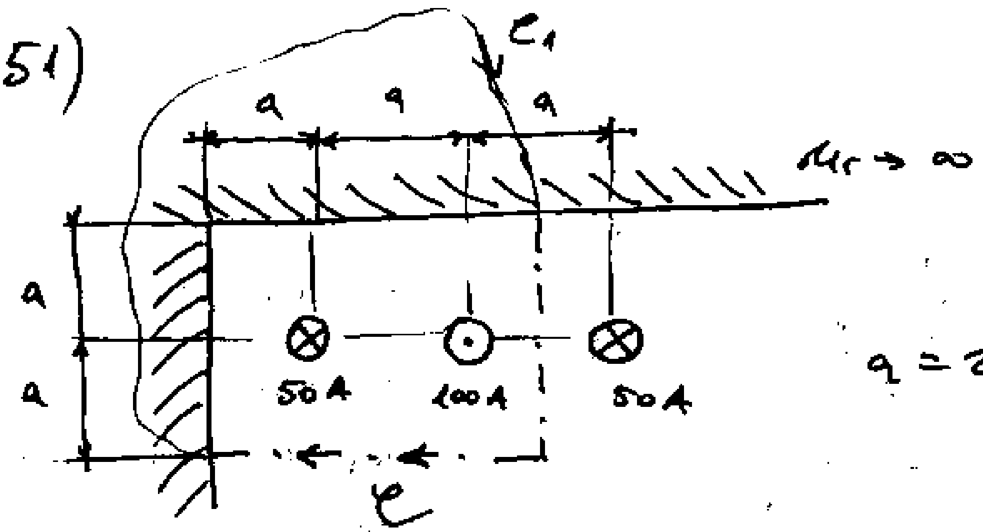
$$I_3 = \frac{\dot{\Phi} N_3}{R_3} \longrightarrow I_1 = \frac{N_3 \cdot \dot{\Phi} N_3}{N_1 R_3}$$

$$U_1(t) = R_1 \cdot \frac{N_3^2 \dot{\Phi}}{N_1 R_3} + \dot{\Phi} N_1 \Rightarrow \dot{\Phi} = \frac{U_1(t)}{\frac{R_1 N_3^2}{N_1 R_3} + N_1} =$$

$$= \frac{U_1(t)\, N_1 R_3}{R_1 N_3^2 + R_3 N_1^2} \quad ; \quad U_2(t) = \dot{\Phi} N_2 = \frac{U_1(t)\, N_1 N_2 R_3}{R_1 N_3^2 + R_3 N_1^2}$$

$$U_2(t) = \frac{N_1 N_2 R_3}{R_1 N_3^2 + R_3 N_1^2} \cdot U\sqrt{2}\, \cos(\omega t).$$

51)



$a = 20\,mm$

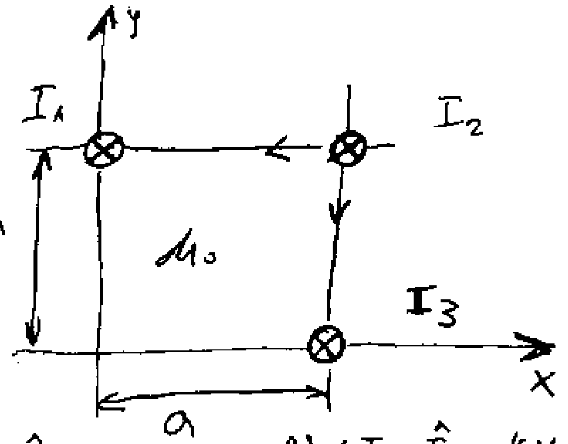
$V(e) = ?$

Nach DFS $\quad V(\partial A) = I(A)$

$$V(\partial A) = V_e + \cancel{V_{c_1}}^{\,0} - V_e = 50\,A - 100\,A = -50\,A$$

GET 2. 1. KLAUSUR 19 سامر

52)



Berechnen Sie allgemein den zeitlichen Mittelwert der längenbezogenen Kraft (Vektor), die an Leiter 2 angreift!

$I_1 = \hat{I}\cos(\omega t + 120°)$; $I_2 = \hat{I}\cos(\omega t)$

$I_3 = \hat{I}\cos(\omega t - 120°)$

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}\cdot(-\vec{e}_x) + \frac{\mu_0 I_2 I_3}{2\pi a}\cdot(-\vec{e}_y) =$$

$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\pi a}\left[\underbrace{\cos(\omega t + 120°)\cdot\cos(\omega t)}\cdot(-\vec{e}_x) + \underbrace{\cos(\omega t - 120°)\cdot\cos(\omega t)}\cdot(-\vec{e}_y)\right] =$$

$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\pi a}\left\{\frac{1}{2}\left[\underbrace{\cos(2\omega t + 120°)} + \cos 120°\right]\cdot(-\vec{e}_x) + \frac{1}{2}\left[\underbrace{\cos(2\omega t - 120°)} + \cos 120°\right]\cdot(-\vec{e}_y)\right\} =$$

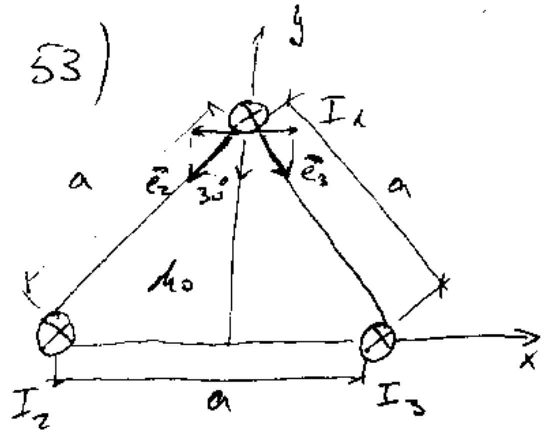
$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a}\left\{\left[\cos(2\omega t)\cos 120° - \sin(2\omega t)\sin 120° + \cos 120°\right]\cdot(-\vec{e}_x) + \left[\cos 2\omega t \cos 120° + \sin(2\omega t)\sin 120° + \cos 120°\right]\cdot(-\vec{e}_y)\right\} =$$

$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a}\left[\cos(2\omega t)\cdot\cos 120°(-\vec{e}_x - \vec{e}_y) + \sin(2\omega t)\cdot\sin 120°(\vec{e}_x - \vec{e}_y) + \cos 120°(-\vec{e}_x - \vec{e}_y)\right]$$

Der zeitliche Mittelwert $\bar{x} = \frac{1}{T}\int_0^T x\,dt$ von $\cos 2\omega t$ und $\sin 2\omega t$ ist gleich 0, also

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a}\cdot\cos 120°\cdot(-\vec{e}_x - \vec{e}_y)$$

53)



$I_1 = \hat{I} \cdot \cos(\omega t)$

$I_2 = \hat{I} \cdot \cos(\omega t - 120°)$

$I_3 = \hat{I} \cdot \cos(\omega t + 120°)$

Zeitlicher Mittelwer der Längenbezogenen Kraft (Vektor) auf Leiter 1. = ?

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} \cdot \vec{e}_2 + \frac{\mu_0 I_1 I_3}{2\pi a} \cdot \vec{e}_3 \quad ; \quad \vec{e}_2 = \cos 30° (-\vec{e}_y) + \sin 30° (-\vec{e}_x) \ / \ \vec{e}_3 = \cos 30° (-\vec{e}_y) + \sin 30° (\vec{e}_x)$$

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\pi a} \left[\underbrace{\cos(\omega t) \cdot \cos(\omega t - 120°)} \cdot \vec{e}_2 + \underbrace{\cos(\omega t) \cdot \cos(\omega t + 120°)} \cdot \vec{e}_3 \right]$$

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\pi a} \left[\frac{1}{2} \left[\cos(2\omega t - 120°) + \cos 120° \right] \cdot \vec{e}_2 + \frac{1}{2} \left[\cos(2\omega t + 120°) + \cos(-120°) \right] \cdot \vec{e}_3 \right] =$$

$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a} \left\{ \left[\cos(2\omega t) \cdot \cos 120° + \sin(2\omega t) \cdot \sin 120° \right] \cdot \vec{e}_2 + \left[\cos(2\omega t) \cos 120° - \sin(2\omega t) \sin 120° \right] \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \vec{e}_3 + \cos 120° \cdot (\vec{e}_2 + \vec{e}_3) \right\} = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a} \cdot \left\{ \left[\cos(2\omega t) \cos 120° \cdot (\vec{e}_2 + \vec{e}_3) \right] + \right.$$

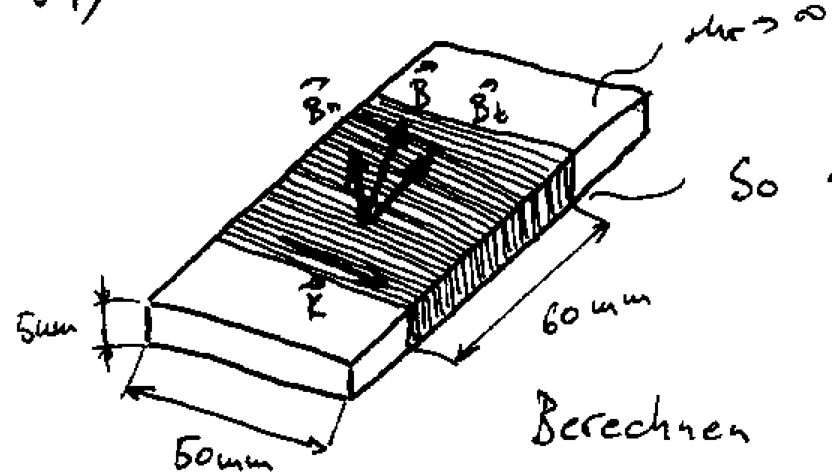
$$\left. + \left[\sin(2\omega t) \cdot \sin 120° \cdot (\vec{e}_2 - \vec{e}_3) \right] + \cos 120° (\vec{e}_2 + \vec{e}_3) \right\}$$

Der zeitliche Mittelwert von $\sin(2\omega t)$ u. $\cos(2\omega t)$ ist gleich 0 also

$$\vec{F}' = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{4\pi a} \cdot \cos 120° (\vec{e}_2 + \vec{e}_3) = \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\cancel{4}\pi a} \cdot \cos 120° \cdot \cancel{2} \cos 30° \cdot (-\vec{e}_y)$$

$$= \frac{\mu_0 \hat{I}^2}{2\pi a} \cdot -\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot (-\vec{e}_y) = \frac{\mu_0 \hat{I}^2 \sqrt{3}}{8\pi a} \cdot \vec{e}_y$$

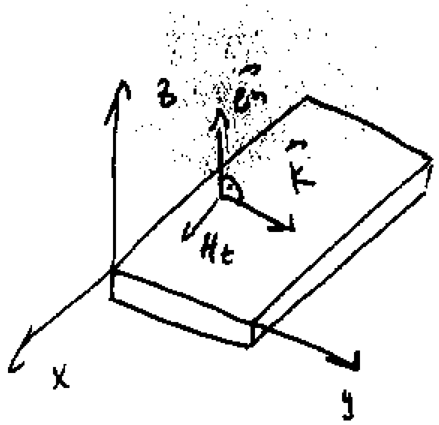
54)



So gewickelt daß es gilt:

$$\vec{K} = 80 \frac{A}{cm}$$

Berechnen Sie $\vec{B}_t$ an der Oberfläche!



Oberfläche ist hier eine Sprungfläche mit Flächenstrom der dichte $\vec{K}$

$$[\![\vec{H}_t]\!] = \vec{K} \times \vec{e}_n \qquad \vec{H}_t^{\,+} + \vec{H}_t^{\,-} = \vec{K} \times \vec{e}_n$$

da $\mu_r \to \infty \Rightarrow H_t^- = 0$ also $\vec{H}_t^{\,+} = \vec{K} \times \vec{e}_n$

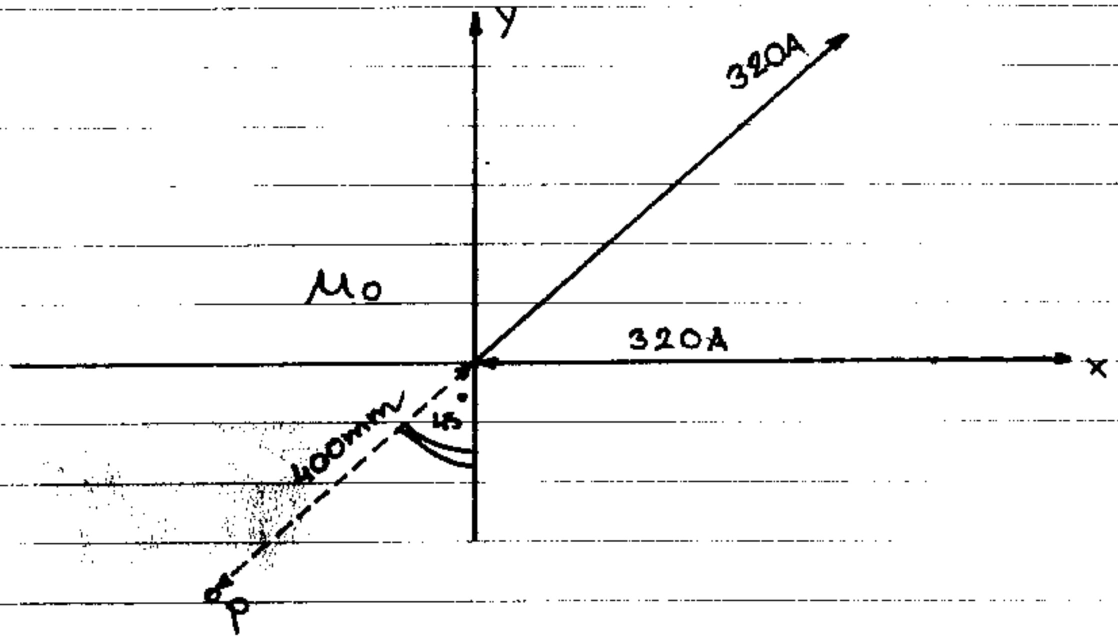
und $\vec{B}_t = \vec{H}_t^{\,+} \cdot \mu_0 = \mu_0 \vec{K} \times \vec{e}_n$

$$|\vec{B}_t| = \mu_0 K = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \cdot 80 \cdot \frac{A}{10^{-2} m} = 10{,}053\,mT$$

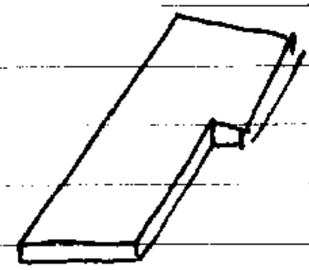
$$\vec{B}_t = 10{,}053\,mT \cdot \vec{e}_x$$

GET 2 1. KLAUSUR 30.04.96

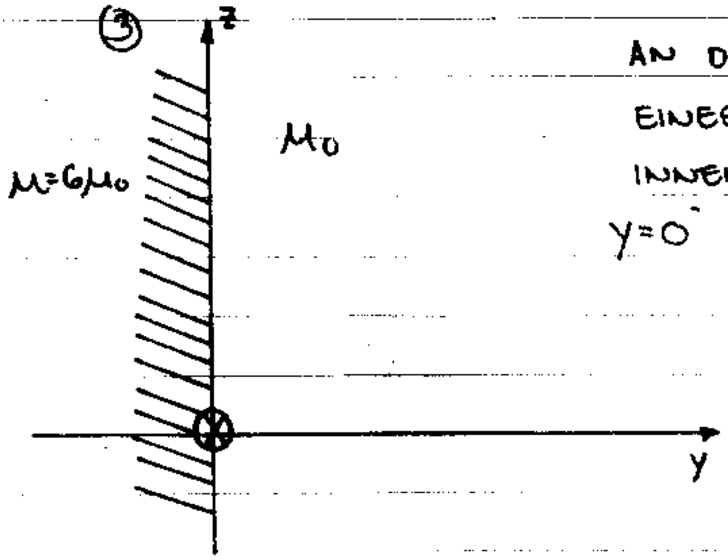
① BERECHNEN SIE ZU DEN SKIZZIERTEN, IN DER XY-EBENE LIEGENDEN STROMFÜHRUNG DIE GEHÖRENDE MAG. FELDSTÄRKE (VEKTOR!) IM PUNKT P.



② INDUKTIVITÄT DER BANDLEITUNG



③

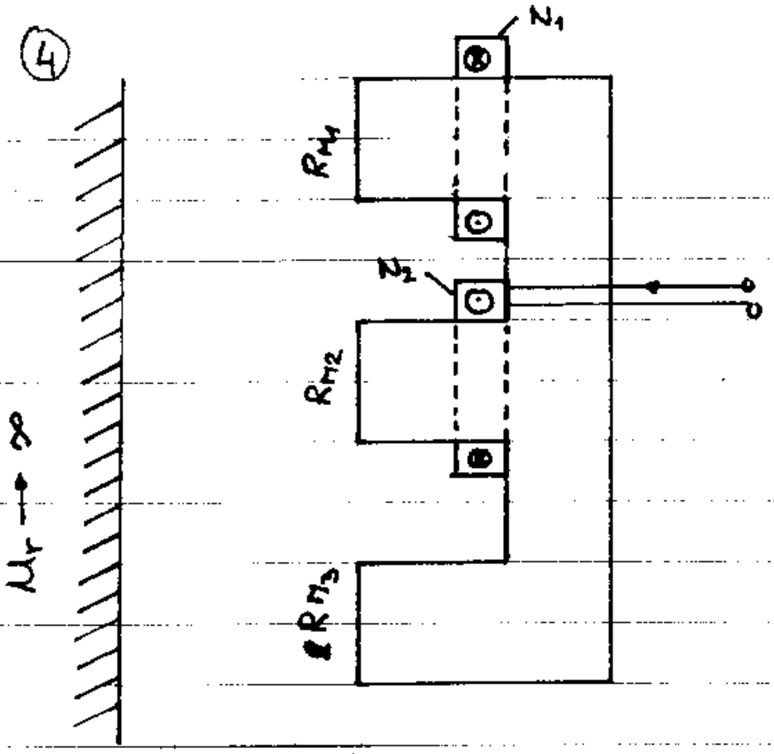


AN DER STROMFREIEN, EBENEN OBERFLÄCHE EINES MAGNETISIERBAREN KÖRPERS HERRSCHT INNEN DIE MAG. FELDSTÄRKE:

$y = 0^-$: $\vec{H} = 90\,\text{kA/m}\left(0{,}7\vec{e}_x + 0{,}14\vec{e}_y + 0{,}7\vec{e}_z\right)$

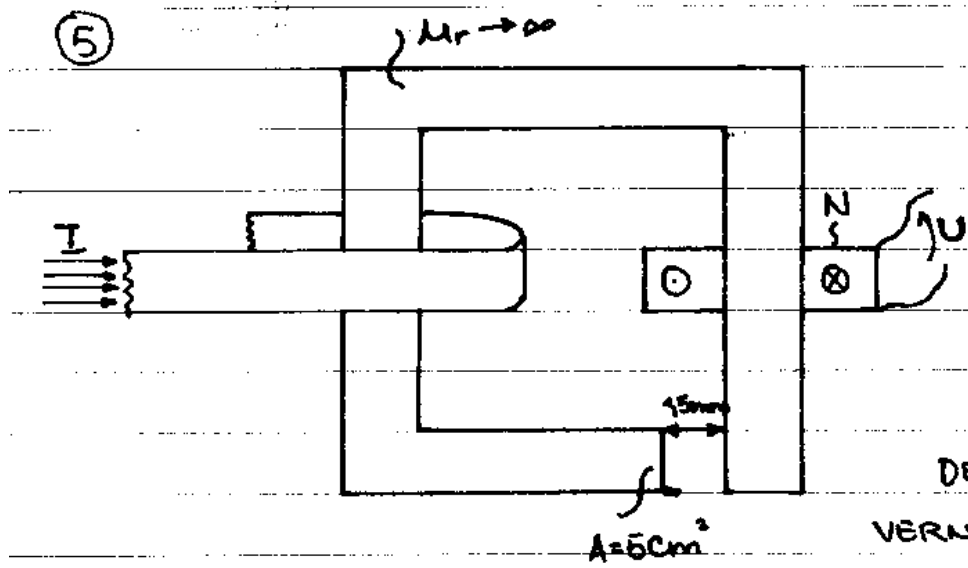
BERECHNEN SIE DARAUS DEN BETRAG UND RICHTUNG DER MAG. FELDSTÄRKE AUSSEN BEI $y = 0^+$.

4



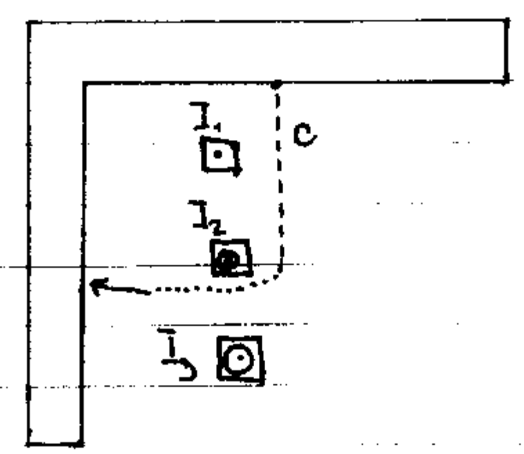
VON DEM SKIZZIERTEN MAGNETKREIS SIND DIE BEIDEN WINDUNGSZAHLEN N_1 UND N_2 UND DIE 3 SPALTRELUKTANZEN BEKANNT. BERECHNEN SIE NÄHERUNGSWEISE DIE GEGENSEITIGE INDUKTIVITÄT DER BEIDEN SPULEN.

5



ÜBER DIE STROMSCHIEN FLIESST EIN WECHSELSTR $I = \hat{I}\cos\omega t$ MIT $\hat{I} = 1400A$ $f = 50Hz$. WIE GROSS IST DIE AMPLITUDE DER KLEMMENSPANNUNG U DER OFFENEN WICKLUNG? VERNACHLÄSSIGEN SIE DIE STREUU

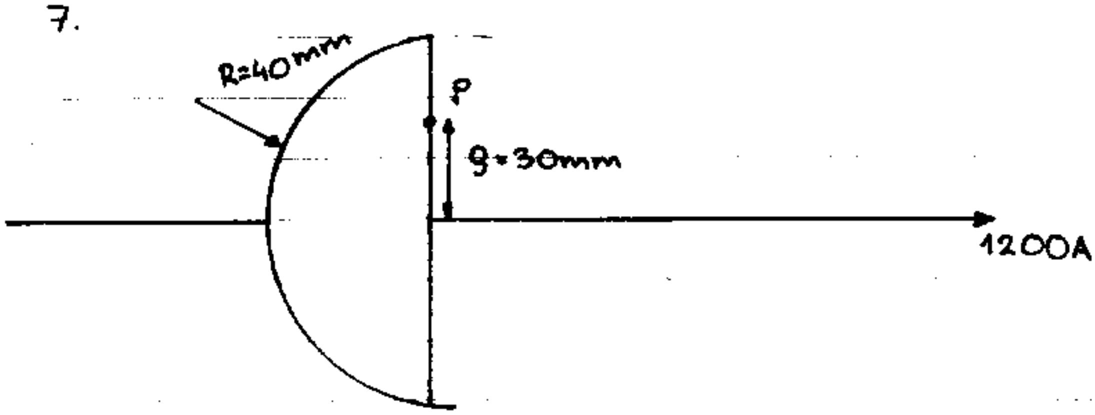
6.



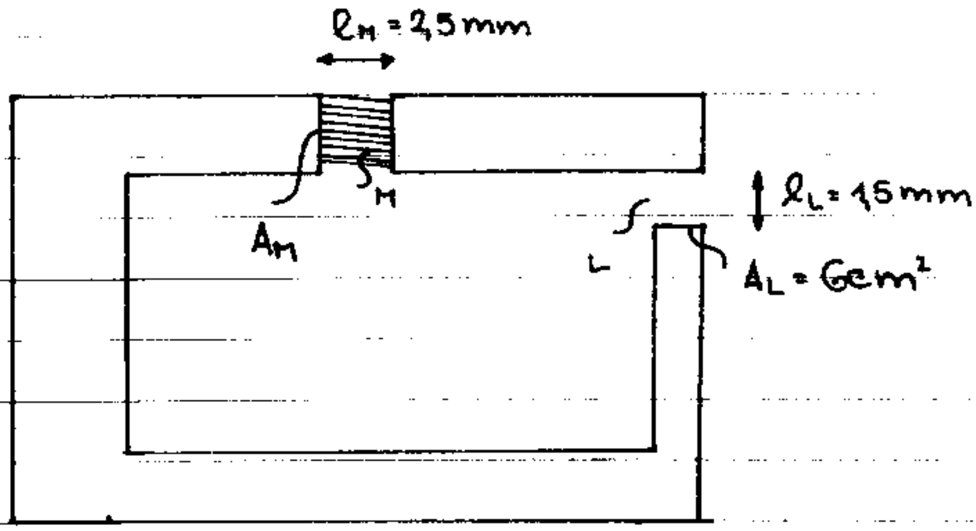
MAG. SPANNUNG ENTLANG C?

IN DER LEITERBAHN LIEGT EINE LEITFÄHIGE HALBKUGEL.
BERECHNEN SIE DIE MAG. FELDSTÄRKE $\vec{H}(P)$.

7.



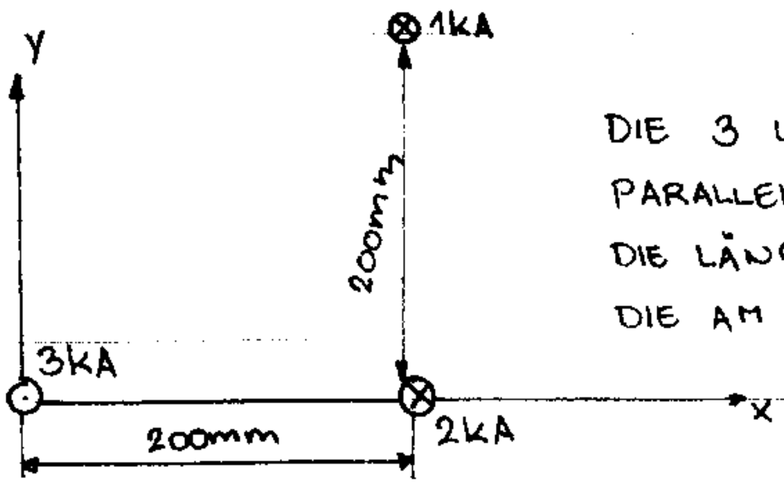
8.



DURCH EINE STARR TRANSVERSAL MAGNETISIERTE DAUERMAGNETPLATTE M (B_r=0,8

SOLL IM LUFTSPALT L DES SKIZZIERTEN KREISES DIE MAG. FLUSSDICHTE $B_L = 0{,}7\,T$ ERZEUGT WERDEN. WIE GROSS IST DIE PLATTENFLÄCHE A_M ZU WÄHLEN? VERNACHLÄSSIGEN SIE DIE STREUUNGEN.

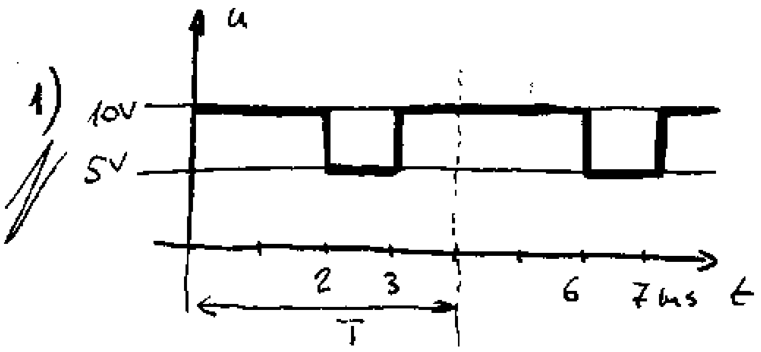
9.



DIE 3 LINIENLEITER VERLAUFEN PARALLEL IN LUFT. BERECHNEN SIE DIE LÄNGENBEZOGENE KRAFT (VEKTOR! DIE AM LEITER 2 ANGREIFT.

GET 2. 2. KLAUSUR $\boxed{19}$

1)



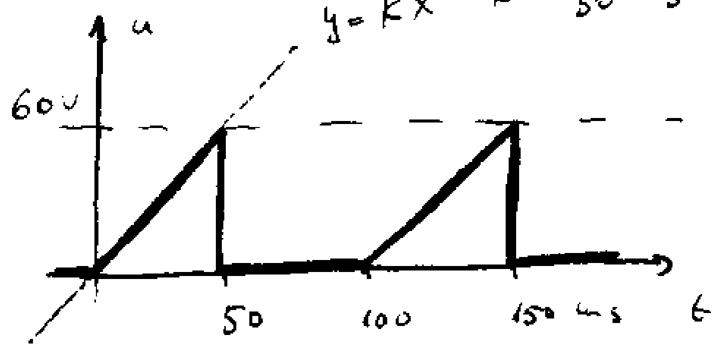
Berechnen Sie den Effektivwert der u.

$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt = \frac{1}{4}\left(100 \cdot 2 + 25 \cdot 1 + 100 \cdot 1\right) V^2$$

$U^2 = 81{,}25\, V^2 \qquad U = 9{,}014\, V$

$y = kx \quad k = \frac{60}{50} = \frac{6}{5} \qquad y = \frac{6}{5} \cdot t$

2)

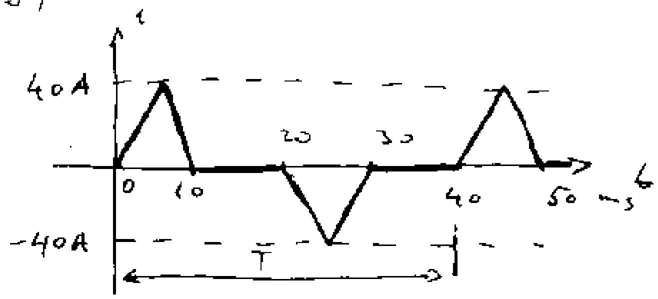


Berechnen Sie den Effektivwert der u.

$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt = \frac{1}{100}\int_0^{50} t^2 \cdot \frac{36}{25} dt = \frac{36}{2500}\left(\frac{t^3}{3}\Big|_0^{50}\right) =$$

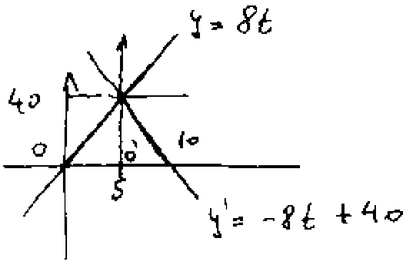
$$= \frac{36}{2500} \cdot \frac{2500 \cdot 50}{3} V^2 = 600\, V^2 \qquad U = 24{,}5\, V$$

3)

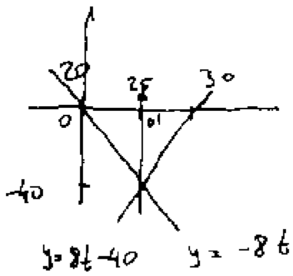


Berechnen Sie den Effektivwert des i.

$$I^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2\,dt = \frac{1}{40}\left(\int_0^5 (8t)^2\,dt + \int_0^5 (-8t+40)^2\,dt\right.$$



$$\left. + \int_0^5 (-8t)^2\,dt + \int_0^5 (8t-40)^2\,dt\right) =$$

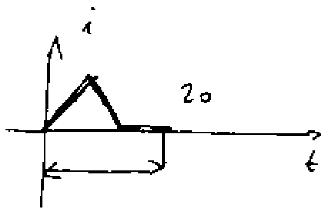


$$= \frac{1}{40}\left[2\cdot 64\cdot\frac{t^3}{3}\Big|_0^5 + 2\cdot\left(64\frac{t^3}{3} - 640\frac{t^2}{2} + 1600\,t\right)\Big|_0^5\right]A^2 =$$

$$= \frac{1}{40}\left[\frac{16600}{3} + 2\cdot\left(\frac{8000}{3} - \cancel{8000} + \cancel{8000}\right)\right]A^2$$

$$= \frac{1}{4\cancel{0}}\cdot\frac{3200\cancel{0}}{3}A^2 = 266,67A^2 \Rightarrow I = 16,33\,A$$

Also es genügt nur den Abschnitt

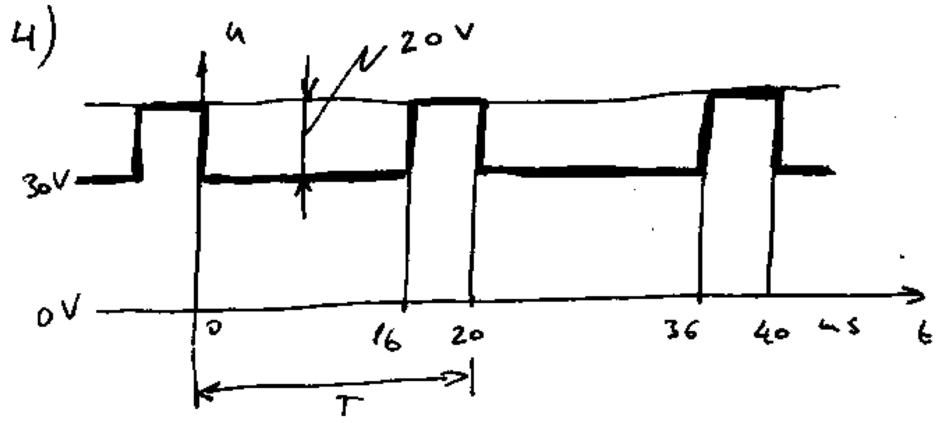


zu betrachten, wenn man den Effektivwert berechnet da

$$I^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2\,dt$$

2

4)

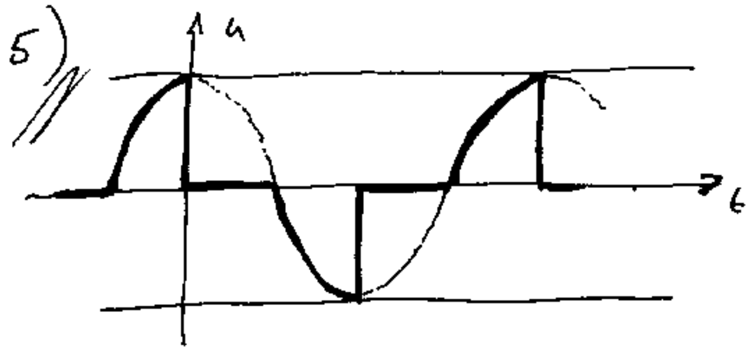


Berechnen Sie den Effektivwert der u!

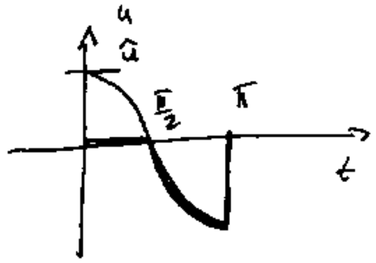
$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt = \frac{1}{20}\left(16\cdot(30)^2 + 4\cdot(50)^2\right)V^2 = \frac{1}{20}\cdot 24400 V^2$$

$$\Rightarrow \quad U = 34{,}93\ V$$

5)



Der skizzierte Spannungsverlauf entsteht durch Anschneiden einer 50 Hz-Sinusspannung mit dem Eff.w. U=220V. Berechnen Sie den neuen Eff.w.



$$\hat u = U\cdot\sqrt{2}$$

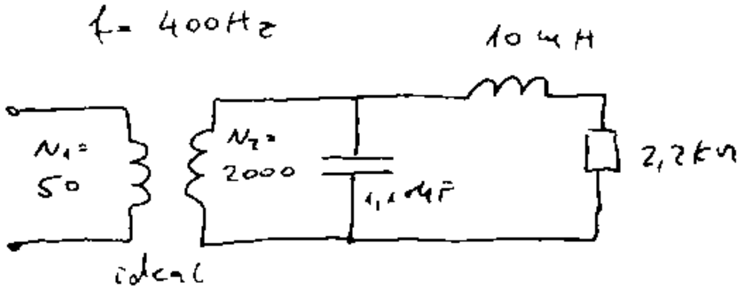
$$U_{Eff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt = \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \hat u^2 \cos^2 e\, de$$

$$= \frac{\hat u^2}{\pi}\frac{1}{2}\left(e + \frac{1}{2}\sin 2e\right)\Big|_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} = \frac{U^2\cdot\cancel{2}}{\cancel{2}\pi}\left(\pi - \frac{\pi}{2}\right)V^2$$

$$= \frac{U^2}{\pi\cdot 2}(\pi)V^2 = 24200\ V^2 \quad \Rightarrow U_{EF} = 155{,}6\ V$$

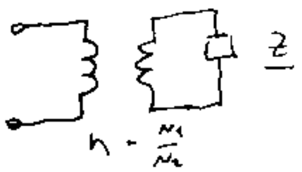
3

6) $f = 400\,Hz$

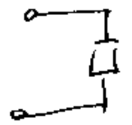


Berechnen Sie den von der Primärseite aus gesehenen Scheinwiderstand.

Allg.



$\Rightarrow$



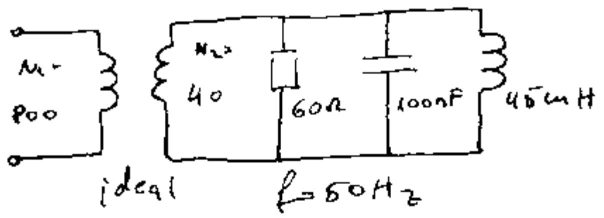
$\omega = 2\pi f = 2513,3\ s^{-1}$

$$\underline{Z} = \frac{\frac{1}{j\omega C}\cdot(R + j\omega L)}{\frac{1}{j\omega C} + R + j\omega L} = \frac{R + j\omega L}{1 + j\omega CR - \omega^2 CL} = \frac{2200 + j\cdot 2,765\cdot 10^{-3}}{0,9305 + j\cdot 6,082}$$

$$= 54,075 - 353,45\,j \qquad \underline{Z}' = \left(\frac{5}{200}\right)^2 \cdot \underline{Z} = 0,0338 - 0,221\,j$$

$$Z' = |\underline{Z}'| = 0,2236\ \Omega = 223,6\ m\Omega$$

7)



Scheinwiderstand von der Primärseite aus gesehen $= ?$

$\underline{Z}' = \underline{Z}\cdot n^2 \qquad Z' = Z\cdot n^2 \qquad \omega = 2\pi f = 314,16\ s^{-1} \qquad n = \frac{N_1}{N_2} = 20$

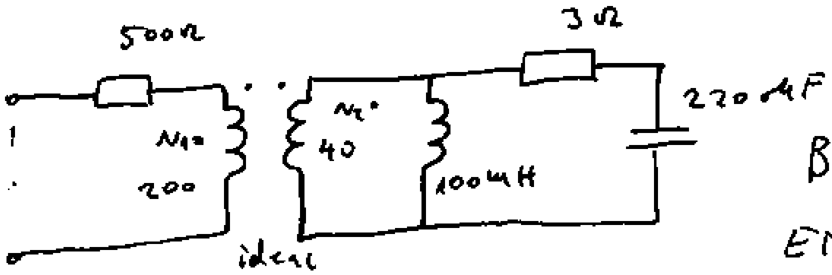
$$\underline{Z} = \frac{R\cdot\left(\frac{\frac{1}{j\omega C}\cdot j\omega L}{\frac{1}{j\omega C} + j\omega L}\right)}{R + \frac{\frac{1}{j\omega C}\cdot j\omega L}{\frac{1}{j\omega C} + j\omega L}} = \frac{R\cdot\left(\frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL}\right)}{R + \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 CL}} = \frac{R\,j\omega L}{R - \omega^2 RLC + j\omega L}$$

$$= \frac{848,23\cdot j}{59,97 + j\cdot 14,137} = 3,156 + j\,13,4 \qquad Z = 13,767\ \Omega$$

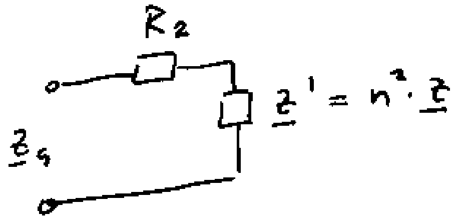
$$Z' = Z\cdot n^2 = 5,507\ k\Omega$$

4

8)



Berechnen Sie, vom Eingang her gesehen, die Impedanz für f=50Hz.



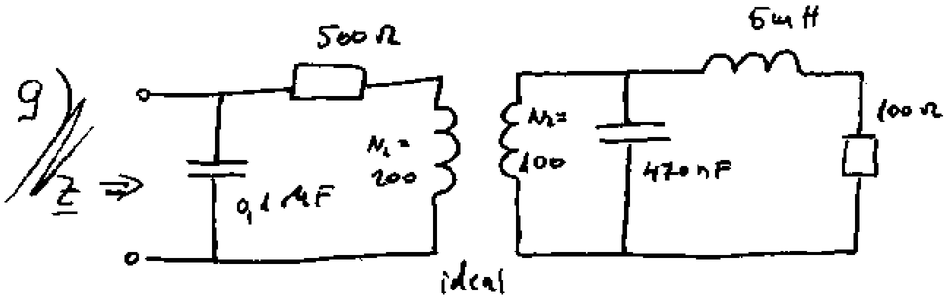
$$\underline{Z} = \frac{j\omega L\cdot\left(R+\frac{1}{j\omega C}\right)}{j\omega L + R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\cancel{j\omega L} - \omega^2 RLC}{j\omega CR - \omega^2 CL + 1}$$

$$= \frac{-6{,}514 + j\cdot 3{,}1{,}H}{-1{,}171 + j\cdot 0{,}207} = 10 - j\cdot 25$$

$$\underline{Z}' = 250 - 626{,}25\,j$$

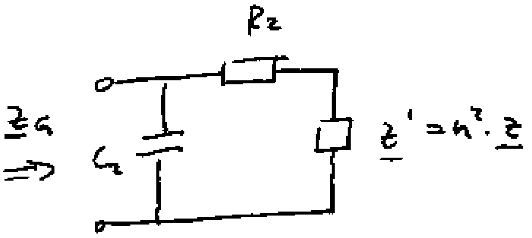
$$\underline{Z}_G = R_2 + \underline{Z}' = 750 - 626{,}25\,j$$

9)



Berechnen Sie die Ersatzimpedanz $\underline{Z}$ der Schaltung für f=3Hz

$\omega = 2\pi\cdot f$



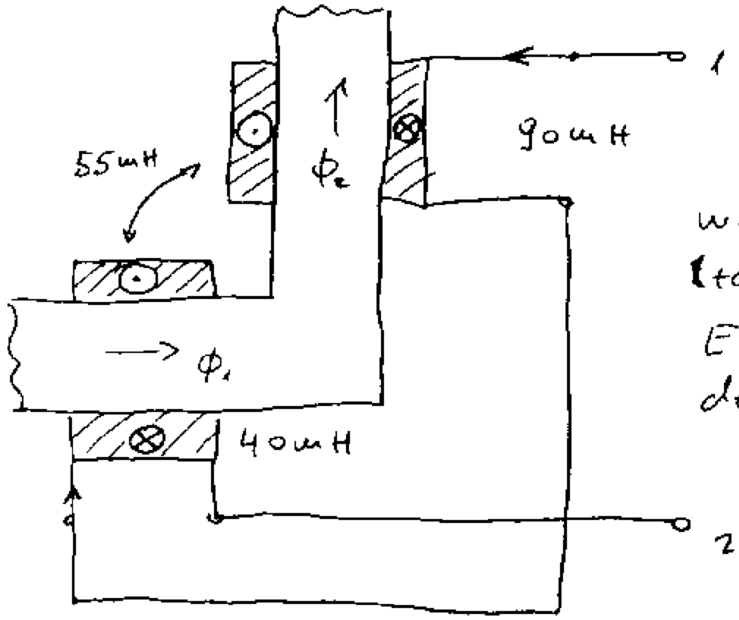
$$\underline{Z} = \frac{\frac{1}{j\omega C}(R+j\omega L)}{\frac{1}{j\omega C}+R+j\omega L} = \frac{R+j\omega L}{1+j\omega CR-\omega^2 CL}$$

$$\underline{Z} = \frac{100 + j\cdot 94{,}25}{0{,}165 + j\cdot 0{,}886} = 123{,}13 - 89{,}94\,j \; ; \; \underline{Z}' = 492{,}56 - 359{,}6\,j$$

$$\underline{Z}_G = \frac{\frac{1}{j\omega C_2}(R_2+\underline{Z}')}{\frac{1}{j\omega C_2}+R_2+\underline{Z}'} = \frac{R_2+\underline{Z}'}{1+j\omega C_2 R_2 + j\omega C_2\cdot\underline{Z}'} = \frac{992{,}56 - 359{,}6\,j}{1{,}678 + j\cdot 1{,}8705}$$

$$= 157{,}24 - j\cdot 389{,}58$$

10)



In einem magnetischen Kreis sind 2 Spulen wie angegeben zusammengeschaltet. Berechnen Sie die Ersatzinduktivität bezüglich der Anschlüsse 1-2

$$\Phi_{v1} = L_1 I_1 + M I_2 \qquad I_1 = I_2 \Rightarrow \quad \Phi_{v1} = (L_1 + M) I$$

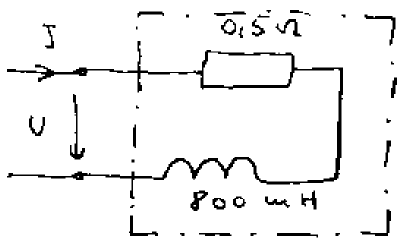
$$\Phi_{v2} = M I_1 + L_2 I_2 \qquad\qquad\qquad \Phi_{v2} = (L_2 + M) I$$

$$\Phi_v = \Phi_{v1} + \Phi_{v2} = I (L_1 + L_2 + 2M) = L_G I$$

$\Rightarrow \quad L_G = L_1 + L_2 + 2M$ was einer Ersatzschaltung entspricht:

$$L_G = (90 + 40 + 2 \cdot 55)\ \text{mH} = 240\ \text{mH}$$

11)



In einem Magnetsystem wird der erzeugte mag. Fluß durch Veränderungen des Stroms neu eingestellt. Wie groß dürfen, ausgehend von $I = 10A$, die Beträge der Stromänderungsraten beim Erhöhen des Flusses maximal sein, wenn die Anschlußspannung den Betrag $|U| = 30V$ nicht überschreiten soll?

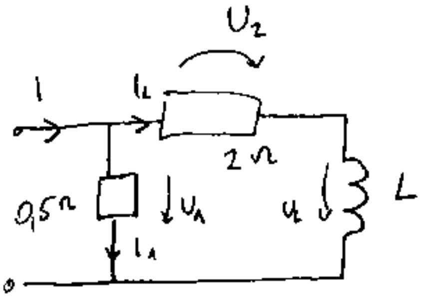
GET 2, 2. KLAUSUR (19)

$U = RI + \dot{\Phi}_v \qquad \Phi_v = LI \qquad \dot{\Phi}_v = L\dot{i}$

$\Rightarrow \quad U = RI + L\dot{i}$

$30\,V = 0{,}5 \cdot 10\,V + 0{,}8\,H \cdot \dot{i} \qquad \dot{i} = \frac{25\,V}{0{,}8\,\frac{Vs}{A}} = 31{,}25\,\frac{A}{s}$

12)



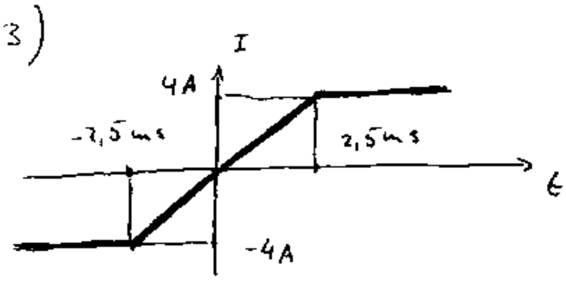
Bei einer Messung zur Induktivitätsbestimmung werden die Augenblickswerte $I = 3A$, $I_L = 1A$, $\dot{i}_L = -10\,A/s$ aufgenommen. Wie groß ist L?

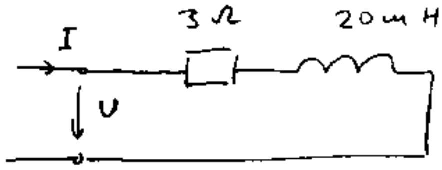
$I_1 = I - I_L = 2A$

$U_1 = U_2 + U_L \quad \Rightarrow \quad U_L = U_1 - U_2 = 0{,}5 \cdot 2V - 2 \cdot 1V = -1V = L \cdot \dot{i}_L$

$L = \frac{U_L}{\dot{i}_L} = \frac{-1V}{-10\,\frac{A}{s}} = 0{,}1\,\frac{Vs}{A} = 0{,}1\,H$

13)





An der R-L-Reihenschaltung wird der dargestellte Strom eingeprägt. Berechnen und skizzieren Sie den Zeitverlauf der Spannung U.

$U = RI + L\dot{i}$

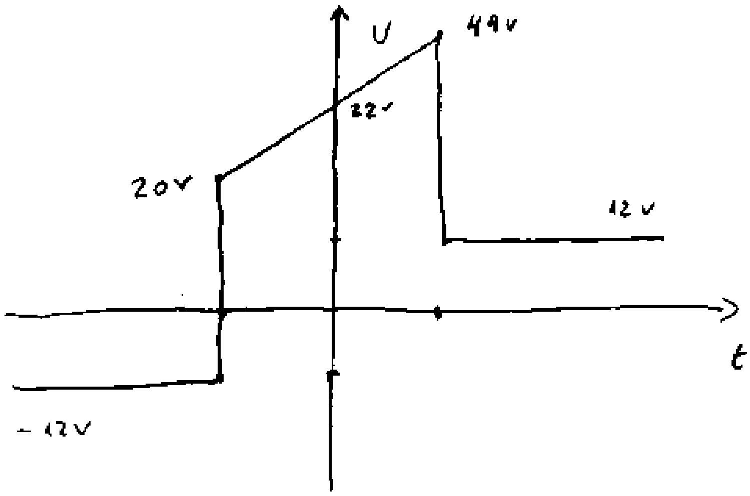
1) $\underline{t < -2{,}5\,ms}$ $\qquad \dot{i} = 0 \qquad U = RI = 3\,\Omega \cdot -4A = -12\,V$

(7)

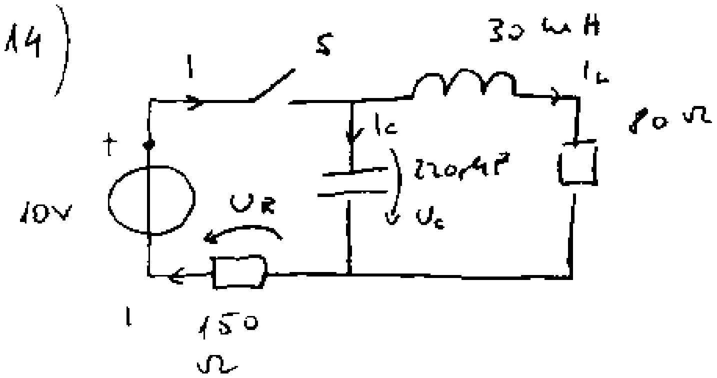
2) $-2{,}5\,ms < t < 2{,}5\,ms$ $\qquad i = \frac{8\,A}{5\,ms}$ $\qquad Li = 20\cdot 10^{-3}\,\frac{Vs}{A}\cdot\frac{8A}{5\cdot 10^{-3}\,s}$

$U_2 = 3\Omega\cdot i + 32V$ $\qquad = 32V$

3) $t > 2{,}5\,ms$ $\qquad i = 0$ $\qquad U_3 = 3\Omega\cdot 4A = 12\,V$



14)



Berechnen Sie den Wert des I unmittelbar nach dem Schließen des S.

$t < 0 \qquad I_L = 0 \qquad U_C = 0$

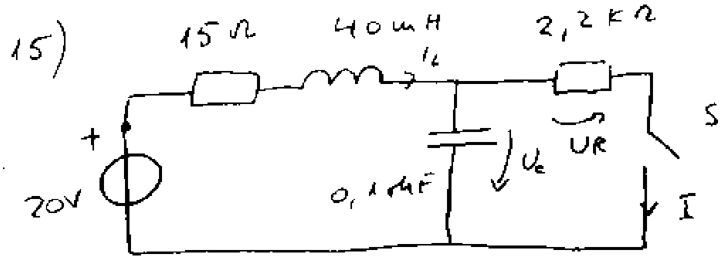
$t_+ \qquad I_L,\ U_C$ - stetig $\Rightarrow \quad I_L = 0 \qquad U_C = 0$

$\Rightarrow \quad I_C = I \qquad U_R = 10V \qquad I = \frac{U_R}{R} = \frac{10V}{150\,\Omega} = 0{,}0666\,A$

$= 66{,}66\,mA$

GET 2 2. KLAUSUR 19

15)



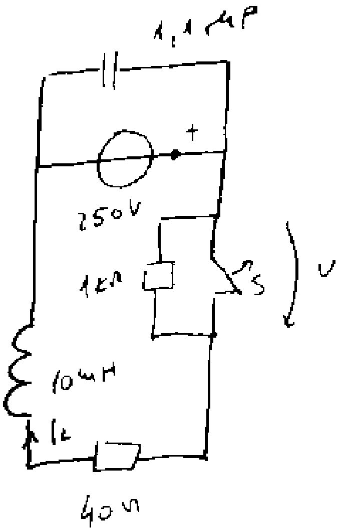
Berechnen Sie den Wert von I unmittelbar nach dem Schließen des Schalters S.

$t<0 \quad I_L = 0 \quad U_C = 20V$

$t_+ \quad I_L, U_C$ stetig bzw. $I_L = 0 \quad U_C = 20V \Rightarrow U_R = U_C = 20V$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{20V}{2200\Omega} = 9{,}091\ mA$$

16)



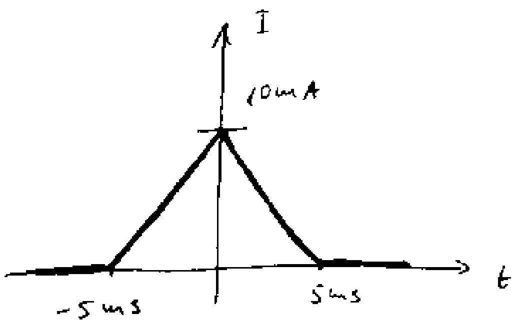
Berechnen Sie U unmittelbar nach dem Öffnen von S.

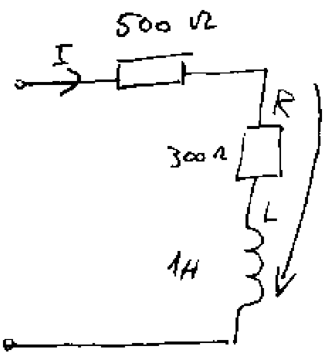
$t<0 \quad I_L = \frac{250V}{40\Omega} = 6{,}25A$

$t_+ \quad I_L = 6{,}25A$ – stetig

$U = R \cdot I_L = 1k\Omega \cdot 6{,}25A = 6{,}25\ kV$

17)





Berechnen und zeichnen Sie maßstäblich richtig den Verlauf von U

$U = RI + L\dot{I}$

$t < -5ms \quad I = 0 \quad \dot{I} = 0 \Rightarrow U = 0$

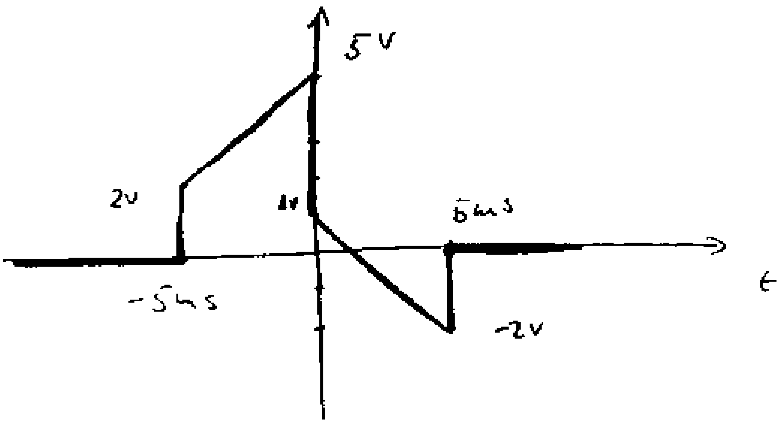
$-5ms < t < 0$ $\qquad \dot{I} = \frac{10\,mA}{5\,ms} = 2\,\frac{A}{s}$ $\qquad U_L = \dot{I} \cdot L = 2V$

$U = 300\,\Omega \cdot I + 2V$

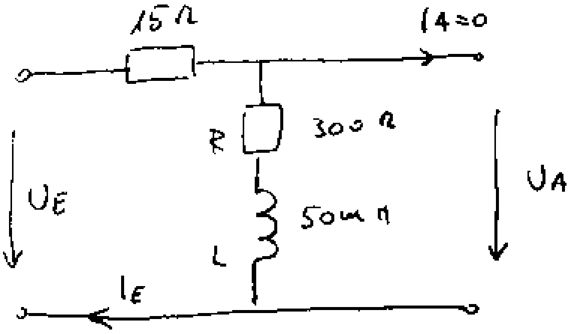
$0 < t < 5ms$ $\qquad \dot{I} = -2\,\frac{A}{s}$ $\qquad U_L = -2V$

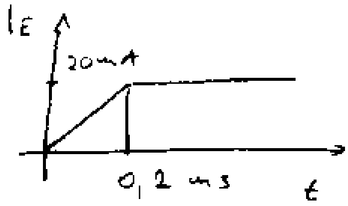
$U = 300\,\Omega \cdot I - 2V$

$t > 5ms$ $\qquad I = 0 \qquad \dot{I} = 0 \qquad U = 0$



(8)



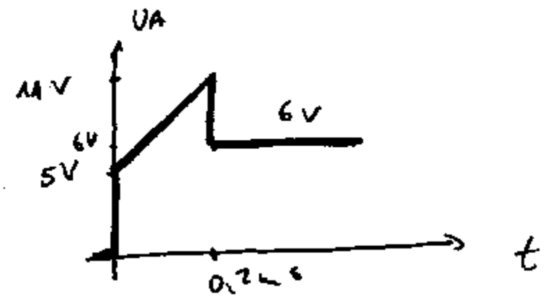


Berechnen und Skizzieren Sie den Verlauf von U_A

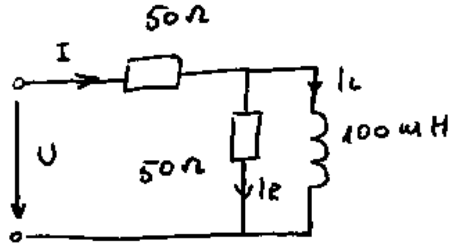
$0 < t < 0{,}2\,ms$ $\qquad \dot{I}_E = \frac{20\,mA}{0{,}2\,ms} = 100\,\frac{A}{s}$ $\qquad U_L = L \cdot \dot{I}_E = 5V$

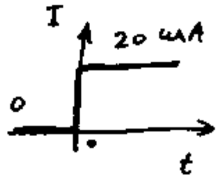
$U_A = R I_E + L \dot{I}_E = 300\,\Omega \cdot I_E + 5V$

$t > 0{,}2\,ms$ $\qquad \dot{I}_E = 0 \qquad U_A = R I_E = 6V$



19)





Bestimmen und zeichnen Sie den Verlauf von U.

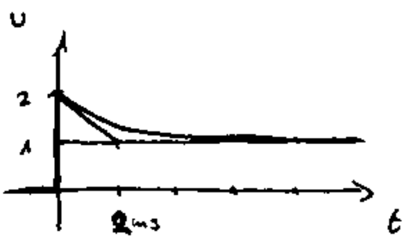
$t<0$ $U=0$ $I_L=0$

t_+ I_L – stetig $=0$ $I=I_R$ $U=I\cdot(R_1+R_2)=$

$=20mA\,(2\cdot 50\Omega)=2V$

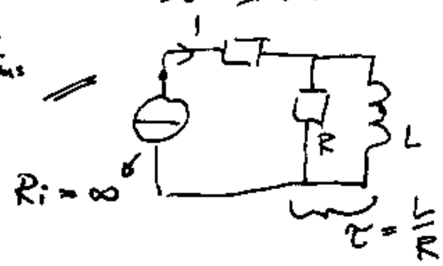
t_∞ $I_R=0$ $I=I_L$ $U_L=0$

$U=I\cdot R_1=20mA\cdot 50\Omega=1V$ $\tau=\frac{L}{R}=\frac{0{,}1}{50}=2ms$

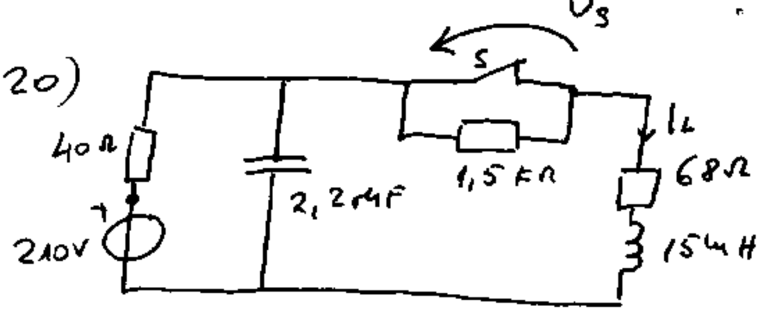


$U=2V\cdot e^{-\frac{t}{4ms}}$

Der Strom wird eingeprägt:



20)



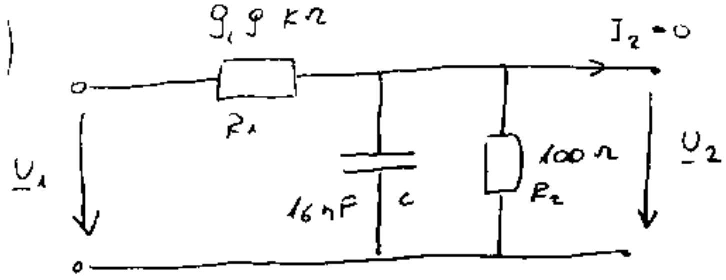
Berechnen Sie den Wert von U_S unmittelbar nach dem Öffnen von S.

$t<0$ $I_L=\frac{210V}{40\Omega+68\Omega}=1{,}944A$

t_+ I_L – stetig $=$ $U_S=-I_L\cdot 1{,}5k\Omega=-2{,}916kV$

$=1{,}944A$

2.1)



Berechnen und Skizzieren Sie den Betragsfrequenzgang des Spannungsübertragungsfaktors $\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}$ als Bode-Diagramm

$$\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{\dfrac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2}{\frac{1}{j\omega C} + R_2}}{R_1 + \dfrac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_2}{\frac{1}{j\omega C} + R_2}} = \frac{\dfrac{R_2}{\cancel{1 + j\omega C R_2}}}{\dfrac{R_1 + j\omega C R_2 R_1 + R_2}{\cancel{1 + j\omega C R_2}}} =$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega C R_2 R_1} \qquad |\underline{G}| = \frac{R_2 \;/R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2 + (\omega C R_2 R_1)^2} \;/R_2} \Rightarrow$$

$$|\underline{G}| = \frac{1}{\sqrt{\frac{(R_1+R_2)^2}{R_2^2} + \frac{(\omega C R_2 R_1)^2}{R_2^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2}+1\right)^2 + (\omega C R_1)^2}} = \left[\left(\frac{R_1}{R_2}+1\right)^2 + (\omega C R_1)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\tilde{\tau} = C \cdot R_1$$

$$G = |\underline{G}| = \left[100^2 + (\omega \tilde{\tau})^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

Betragsfreq. gang in logarithmischen Maßstäben (Bode - Diagramm):

$$\lg G = -\frac{1}{2} \lg \left[100^2 + (\omega \tilde{\tau})^2\right] \qquad a)\ \underline{(\omega \tilde{\tau})^2 \ll 100^2}$$

a) $\Rightarrow \quad \lg G = -\frac{1}{\cancel{2}} \lg 100^{\cancel{2}} = -2 \quad \Rightarrow \quad G = 10^{-2}$

b) $(\omega \tilde{\tau})^2 \gg 100^2 \qquad \lg G = -\frac{1}{\cancel{2}} \lg (\omega \tilde{\tau})^{\cancel{2}} \qquad G = \omega \tilde{\tau}^{-1}$

Gerade mit Anstieg −1

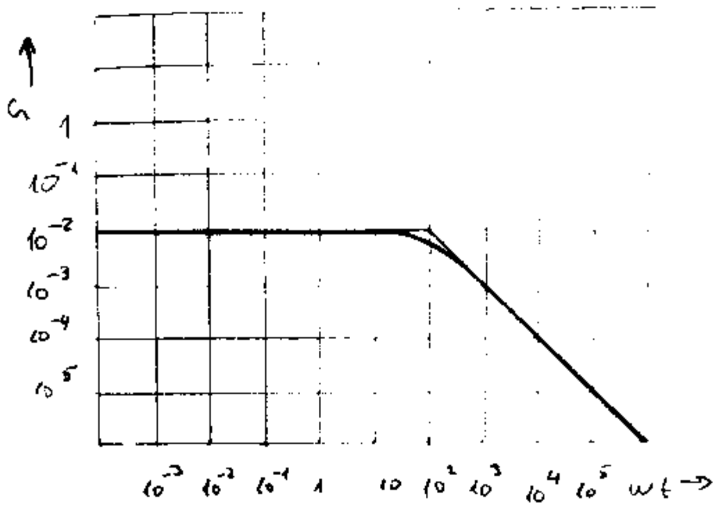
c) Für $(\omega \tilde{\tau})^2 = 100^2$ (Knickpunkt)

$$\lg G = -\frac{1}{\cancel{2}} \lg \left[\sqrt{2} \cdot 100\right]^{\cancel{2}} \qquad G = \frac{10^{-2}}{\sqrt{2}}$$

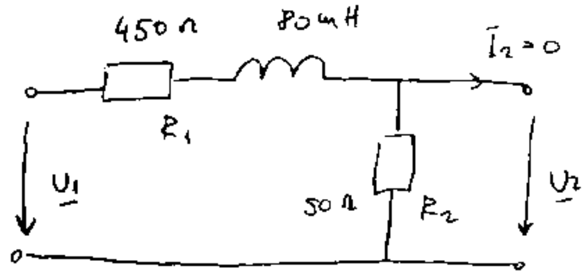
GET 2   2. KLAUSUR $\boxed{T9}$

$2\pi f \cdot \tau = 100$ $\tau = C \cdot R_1 = 0{,}1584 \cdot 10^{-3}\,s$

$f \simeq 100{,}5\,kHz$



22)



Berechnen und skizzieren Sie den Betragsfreq.gang von $\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}$ als Bode-Diagramm

$$\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + j\omega L} \qquad G = |\underline{G}| = \frac{R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2 + (\omega L)^2}} \quad \begin{matrix} /R_2 \\ /R_2 \end{matrix} \Rightarrow$$

$$G = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2}+1\right)^2 + \left(\frac{\omega L}{R_2}\right)^2}} \quad \text{mit } \tau = \frac{L}{R_2} \qquad G = \frac{1}{\sqrt{10^2 + (\omega\tau)^2}}$$

$$G = \left[10^2 + (\omega\tau)^2\right]^{-\frac{1}{2}} \quad \text{bzw.} \quad \lg G = -\frac{1}{2} \lg\left[10^2 + (\omega\tau)^2\right]$$

a) $\omega\tau \ll 10$ $\lg G = -\frac{1}{2} \lg 10^2 = -1$; $G = 10^{-1}$

b) $\omega\tau \gg 10$ $\lg G = -\frac{1}{2} \lg (\omega\tau)^2$; $G = \omega\tau^{-1}$

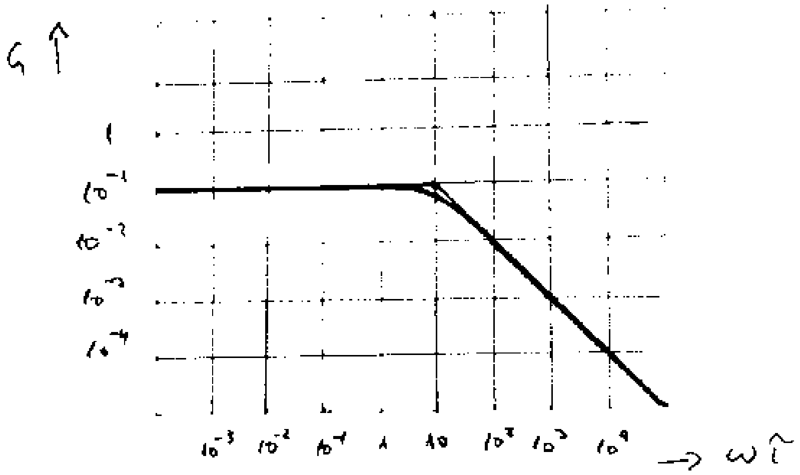
Gerade mit Anstieg -1.

13

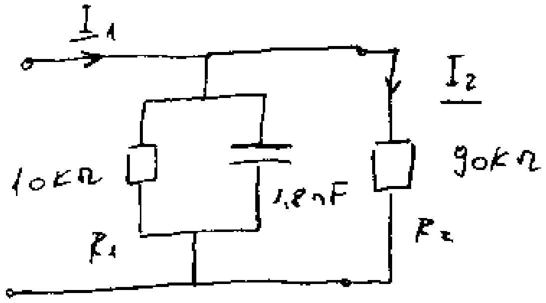
c) Knickpunkt $\quad \omega\tau = 10 \qquad \tau = \frac{L}{R_2} = 1{,}6 \cdot 10^{-3}\,s$

$$\lg G = -\tfrac{1}{2} \lg (\sqrt{2} \cdot 10)^{2} \qquad G = \frac{10^{-1}}{\sqrt{2}}$$

$$2\pi f \cdot \tau = 10 \qquad f \simeq 1\,kHz$$



23)



Berechnen und Skizzieren Sie den Betragsfreqgang von $\underline{G} = \frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}$ als Bode-Diagramm

$$\underline{G} = \frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1} = \frac{\dfrac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_1}{\frac{1}{j\omega C} + R_1}}{R_2 + \dfrac{\frac{1}{j\omega C} \cdot R_1}{\frac{1}{j\omega C} + R_1}} = \frac{\dfrac{R_1}{\cancel{1 + j\omega C R_1}}}{\dfrac{R_2 + j\omega C R_1 R_2 + R_1}{\cancel{1 + j\omega C R_1}}} =$$

$$= \frac{R_1}{(R_1 + R_2) + j\omega C R_1 R_2} \; ; \quad G = |\underline{G}| = \frac{R_1}{\sqrt{(R_1+R_2)^2 + (\omega C R_1 R_2)^2}} \quad \begin{matrix} /R_1 \\ /R_1 \end{matrix} \Rightarrow$$

$$G = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)^2 + (\omega C R_2)^2}} = \frac{1}{\sqrt{10^2 + (\omega\tau)^2}} = \left[10^2 + (\omega\tau)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

mit $\quad \tau = C \cdot R_2$

GET 2 2. KLAUSUR 19

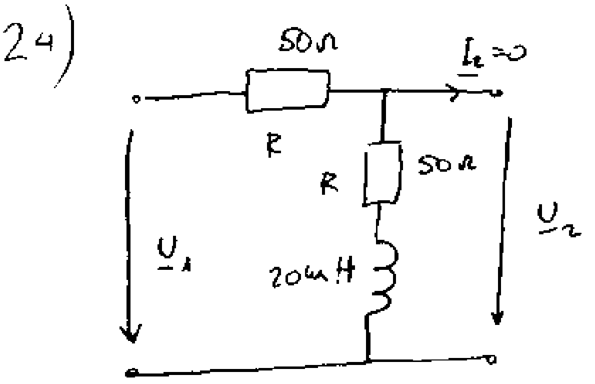
also $\lg G = -\frac{1}{2} \lg\left[1^2 + (\omega\tau)^2\right]$

für $\omega\tau = 10$ bzw. $2\pi f \cdot \tau = 10$ $\qquad \tau = C \cdot R_2 = 0{,}162 \cdot 10^{-3}\,s$

$f = 9{,}8\ kHz$

a), b), c) und Diagramm – siehe 22)

24)



Berechnen und skizzieren Sie die Frequenzgangortskurve von $\underline{G} = \underline{U}_2 / \underline{U}_1$

$\tau = \frac{L}{R}$

$$\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{R + j\omega L \;/R}{R + R + j\omega L \;/R} = \frac{1 + j\frac{\omega L}{R}}{2 + j\frac{\omega L}{R}} = \frac{1 + j\omega\tau}{2 + j\omega\tau}$$

Das ist eine gebrochen lineare Funktion. Sie bildet einen Kreis ab

$\underbrace{\omega\tau = 0 \qquad \underline{G} = \frac{1}{2}}$ $\qquad \underbrace{\omega\tau \to \infty \qquad \underline{G} = 1}$ $\qquad \frac{1}{2} \quad \frac{3}{4} \quad 1$ Offensichtlich mit Zentrum auf reellen Achse im $(3/4, 0)$

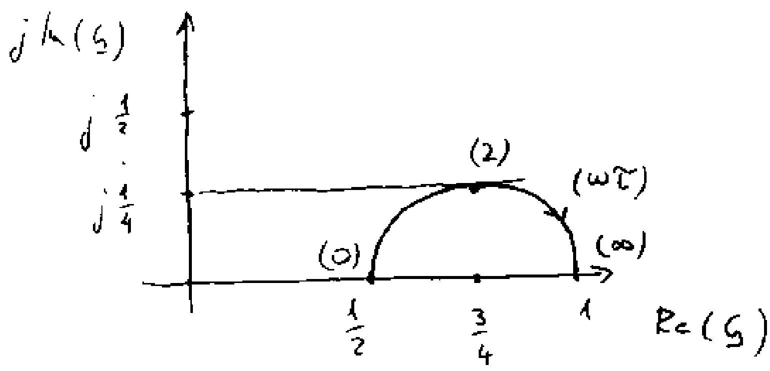
$$\underline{G} = \frac{1 + j\omega\tau}{2 + j\omega\tau} \cdot \frac{2 - j\omega\tau}{2 - j\omega\tau} = \frac{2 + (\omega\tau)^2}{4 + (\omega\tau)^2} + j\,\frac{\omega\tau}{4 + (\omega\tau)^2}$$

Wir suchen $\omega\tau$ sodaß $Re(\underline{G}) = 3/4$ also

$$\frac{2 + (\omega\tau)^2}{4 + (\omega\tau)^2} = \frac{3}{4} \qquad 12 + 3(\omega\tau)^2 = 8 + 4(\omega\tau)^2 \qquad (\omega\tau)^2 = 4$$

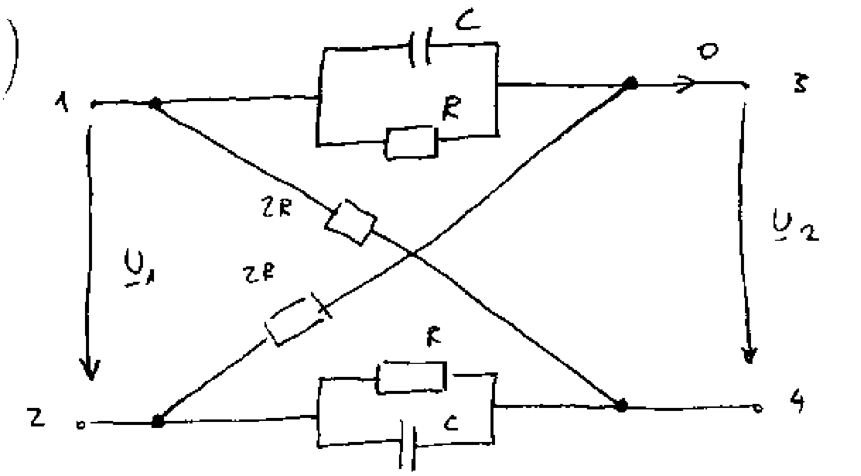
$\underline{\underline{\omega\tau = 2}}$

$$Im(\underline{G}) = \frac{j \cdot 2}{4 + 4} = \frac{j}{4}$$



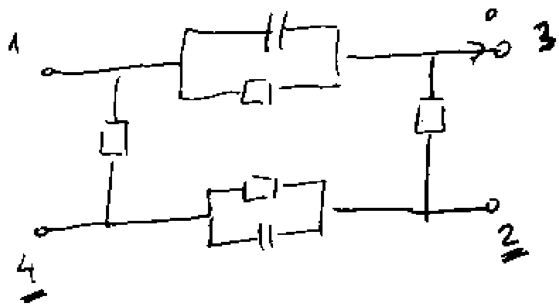
$\tau = \frac{L}{R} = 0{,}4 \cdot 10^{-3}\,s$

25)

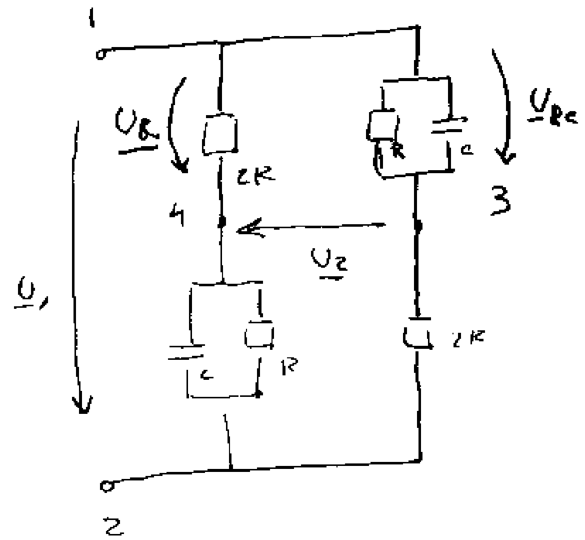


Berechnen und zeichnen Sie die Freq.gangortskurve von $\underline{G} = \underline{U}_2 / \underline{U}_1$

$\Downarrow$



$\Rightarrow$



$$\underline{U}_R = \underline{U}_1 \frac{2R}{2R + \frac{R}{1+j\omega CR}}$$

$$\underline{U}_{RC} = \underline{U}_1 \frac{\frac{R}{1+j\omega CR}}{2R + \frac{R}{1+j\omega CR}}$$

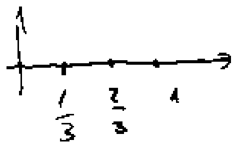
GET2 2. KLAUSUR (19)

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_R - \underline{U}_{Rc} = \underline{U}_1 \left[\frac{2R - \frac{R}{1+j\omega CR}}{2R + \frac{R}{1+j\omega CR}} \right]$$

$$\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{\frac{2R + j\omega C\cdot 2R^2 - R}{1+j\omega CR}}{\frac{2R + j\omega C\cdot 2R^2 + R}{1+j\omega CR}} = \frac{R + j\omega C\cdot 2R^2}{3R + j\omega C\cdot 2R^2} \quad /R$$

$$\underline{G} = \frac{1 + 2\cdot j\omega CR}{3 + 2\cdot j\omega CR} = \frac{1 + 2\cdot j\omega\tau}{3 + 2\cdot j\omega\tau} \qquad \underline{\underline{\tau = CR}}$$

1) $\omega\tau = 0 \qquad \underline{G} = \frac{1}{3}$ 2) $\omega\tau = \infty \qquad \underline{G} = 1$



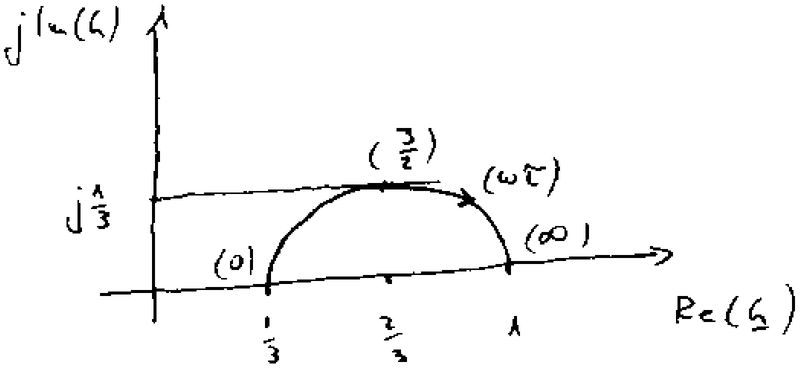
Also Kreis mit $(2/3, 0)$ als Zentrum.

$$\underline{G} = \frac{1+2j\omega\tau}{3+2j\omega\tau}\cdot\frac{3-2j\omega\tau}{3-2j\omega\tau} = \frac{3+4(\omega\tau)^2}{9+4(\omega\tau)^2} + 4j\frac{\omega\tau}{9+4(\omega\tau)^2}$$

$$Re(G) = \frac{3+4(\omega\tau)^2}{9+4(\omega\tau)^2} = \frac{2}{3} \qquad 9 + 12(\omega\tau)^2 = 18 + 8(\omega\tau)^2$$

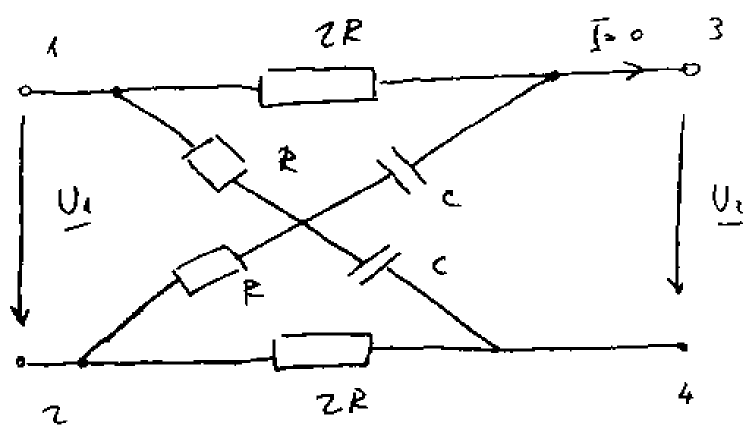
$$4(\omega\tau)^2 = 9 \qquad \underline{\underline{\omega\tau = \frac{3}{2}}}$$

$$Im(G) = \frac{{}_2\cancel{4}\cdot j\cdot\frac{3}{\cancel{2}}}{9 + \cancel{4}\cdot\frac{9}{\cancel{4}}} = \frac{j\cdot 6}{18} = \frac{1}{3}j$$

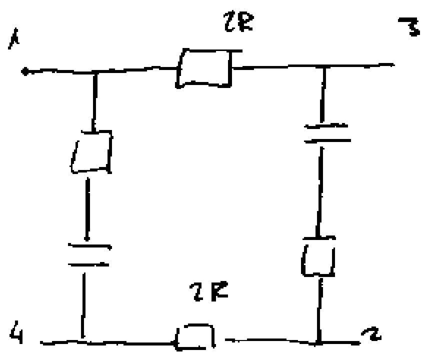


$\tau = C\cdot R$

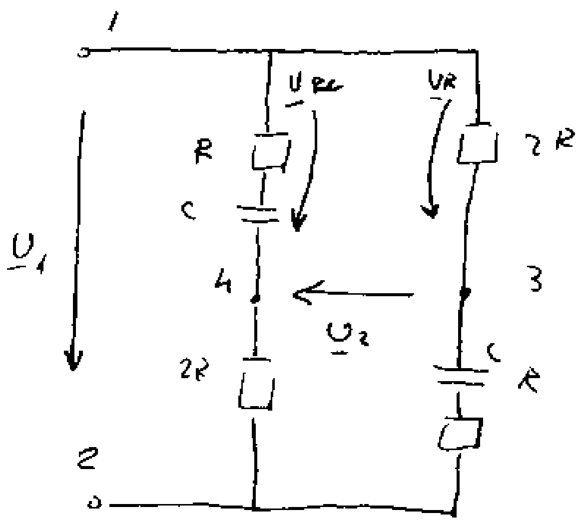
26)



Berechnen und zeichnen Sie die Freq. gangortskurve von $\underline{G} = \underline{U}_2/\underline{U}_1$



$\Rightarrow$



$$\underline{U}_R = \underline{U}_1 \cdot \frac{2R}{R + \frac{1}{j\omega C} + 2R}$$

$$\underline{U}_{RC} = \underline{U}_1 \frac{R + \frac{1}{j\omega C}}{2R + R + \frac{1}{j\omega C}}$$

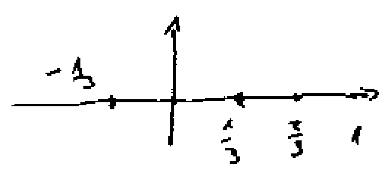
$$\underline{U}_2 = \underline{U}_{RC} - \underline{U}_R$$

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_1 \left[\frac{R + \frac{1}{j\omega C} - 2R}{3R + \frac{1}{j\omega C}} \right] \Rightarrow \underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{-R + \frac{1}{j\omega C}}{3R + \frac{1}{j\omega C}} \cdot \frac{j\omega C}{j\omega C}$$

$$\underline{G} = \frac{1 - j\omega RC}{1 + 3j\omega RC} = \frac{1 - j\omega\tau}{1 + 3 \cdot j\omega\tau} \qquad \underline{\tau = R \cdot C}$$

1) $\omega\tau = 0$ $\qquad \underline{G} = 1$

2) $\omega\tau = \infty$ $\qquad \underline{G} = -\frac{1}{3}$



Kreis. Zentrum im $(\frac{1}{3}, 0)$

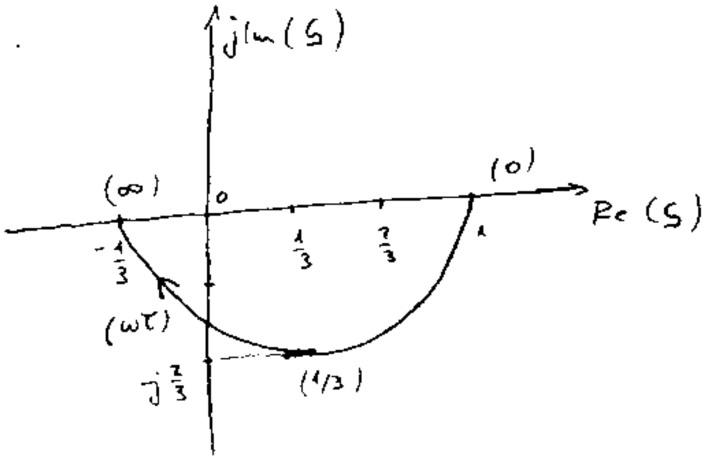
GET 2. 2. KLAUSUR (19)

$$\underline{G} = \frac{1-j\omega\tau}{1+3\cdot j\omega\tau}\cdot\frac{1-3j\omega\tau}{1-3j\omega\tau} = \frac{1-3(\omega\tau)^2}{1+9(\omega\tau)^2} - 4j\frac{\omega\tau}{1+9(\omega\tau)^2}$$

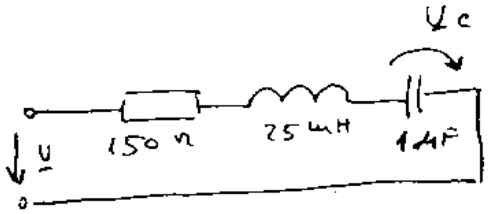
$$Re(\underline{G}) = \frac{1-3(\omega\tau)^2}{1+9(\omega\tau)^2} = \frac{1}{3} \qquad 3-9(\omega\tau)^2 = 1+9(\omega\tau)^2$$

$$(\omega\tau)^2 = \frac{1}{9} \qquad \underline{\underline{\omega\tau = \frac{1}{3}}}$$

$$Im(\underline{G}) = \frac{-4j\cdot\frac{1}{3}}{2} = -j\frac{2}{3}$$



27)



An der RLC-Reihenschaltung liegt eine Sinusspannung fester Amplitude. Berechnen Sie f, bei der Uc ihre Größtwerte annimmt.

$$\frac{\underline{U}_c}{\underline{U}} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R+j\omega L+\frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{j\omega RC-\omega^2LC+1} \;;\quad \underline{U}_c = \frac{\underline{U}}{1-\omega^2LC+j\omega RC}$$

$$U_c = |\underline{U}_c| = \frac{U}{\sqrt{(1-\omega^2LC)^2+(\omega RC)^2}} = U\cdot\left[(1-\omega^2LC)^2+(\omega RC)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$U_c' = U\cdot -\frac{1}{2}\left[(1-\omega^2LC)^2+(\omega RC)^2\right]^{-\frac{3}{2}}\cdot\left[2(1-\omega^2LC)\cdot(-2\omega LC)+2\omega R^2C^2\right] = 0$$

für $\quad -2\cdot(1-\omega^2LC)\cdot\cancel{2}\cancel{\omega}L\cancel{C} + \cancel{2}\cancel{\omega}R^2C^{\cancel{2}} = 0$

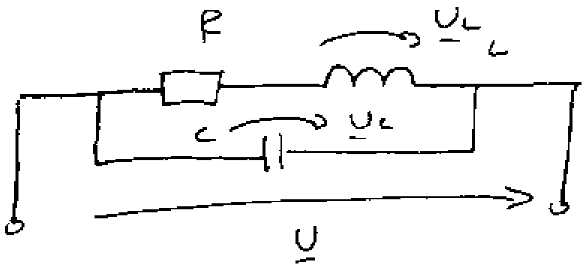
$2L\,(1-\omega^2 LC) = R^2 C \qquad 2L - R^2 C = 2\omega^2 L^2 C$

$\omega^2 = \dfrac{2L - R^2 C}{2L^2 C} \qquad \omega = \sqrt{\dfrac{1}{LC} - \dfrac{R^2}{2L^2}} \simeq 4690{,}45\ s^{-1} = 2\pi f$

$f = 746{,}5\ Hz$

28| Ein einphasiger Verbraucher, ersatzweise dargestellt durch die Reihenschaltung $R = 20\,\Omega$, $L = 0{,}5\,H$, arbeitet mit variabler Frequenz. Zur Blindleistungskompensation wird ein Kondensator mit $C = 220\,\mu F$ parallel geschaltet. Bei welcher Frequenz ist die Blindleistungsbilanz ausgeglichen?

$R = 20\,\Omega$
$L = 0{,}5\,H$
$C = 220\,\mu F$



$Q_L + Q_C = 0 \qquad Q_L = \dfrac{U_L^2}{\omega L} \qquad Q_C = -\omega C U_C^2$

$\underline{U_C = U} \qquad \underline{U}_L = \dfrac{j\omega L}{R + j\omega L} \cdot \underline{U} \qquad U_L = |\underline{U}_L| = \dfrac{\omega L \cdot U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$

$Q_L = \dfrac{\dfrac{(\omega L)^2 U^2}{R^2 + \omega^2 L^2}}{\omega L} = \dfrac{U^2 \cdot \omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \qquad Q_L + Q_C = 0 \Rightarrow$

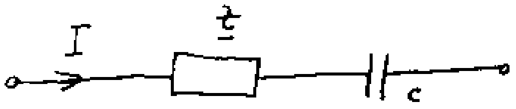
$\dfrac{\cancel{U^2}\,\cancel{\omega} L}{R^2 + \omega^2 L^2} = \cancel{\omega} C \cancel{U^2}$

$L = R^2 C + \omega^2 L^2 \cdot C \qquad \omega^2 = \dfrac{L - R^2 C}{L^2 C} \qquad \omega = \sqrt{\dfrac{1}{LC} - \dfrac{R^2}{L^2}}$

$\omega = 86{,}55\ s^{-1} = 2\pi f \qquad f = 13{,}775\ Hz$

GET 2 2. KLAUSUR 19

29) Ein großer, einphasiger Verbraucher benötigt einen 50 Hz Sinusstrom von $I = 1{,}4\,kA$. Er nimmt dabei die $P = 1{,}5\,MW$ und $Q = 2{,}5\,MVA$. Wie groß muß die Kapazität eines <u>in Reihe</u> mit dem Verbraucher zu schaltenden Kondensators sein damit die ganze Anordnung mit maximalen Leistungsfaktor arbeitet

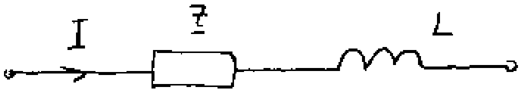


Q_c muß $-2{,}5\,MVA$ sein

$$Q_c = -\omega c U^2 = -\frac{I^2}{\omega c} = -2{,}5\,MVA \qquad c = \frac{I^2}{\omega Q}$$

$$c = \frac{(1400)^2 A^2}{2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{s} \cdot 2{,}5 \cdot 10^6\,VA} = 2{,}496\ mF$$

30) Ein einphasiger Verbraucher nimmt aus einem 50 Hz – 220 V Netz $P = 10\,kW$ mit $\cos(\varphi) = 0{,}6$ (kap.) auf. Durch <u>Reihenschaltung</u> einer annähernd idealen Spule soll der Leistungsfaktor zu 1 gemacht werden wobei die Versorgungsspannung angepaßt wird. Wie groß muß L sein?



$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = U \cdot I = 16666{,}7$$

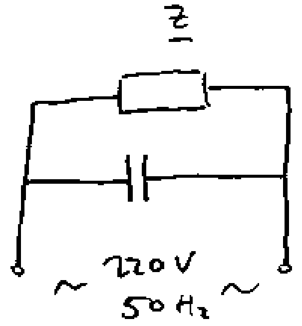
$$I = \frac{S}{U} = 75{,}76\,A$$

$$Q = P \cdot \tan\varphi \quad ; \ \varphi = \arccos(0{,}6)$$

$$Q = 13\,333 = Q_L$$

$$Q_L = \omega L I^2 \qquad L = \frac{Q_L}{I^2 \omega} = 7{,}4\ mH$$

31) Ein ohmisch-induktiver Verbraucher nimmt aus einem 50 Hz – 220 V Netz die Wirkleistung $P = 6\,kW$ mit $\cos(\varphi) = 0{,}6$ auf. Wie groß muß C eines parallelgeschalteten Kondensators sein, damit der Leistungsfaktor der ganzen Anordnung maximal wird?

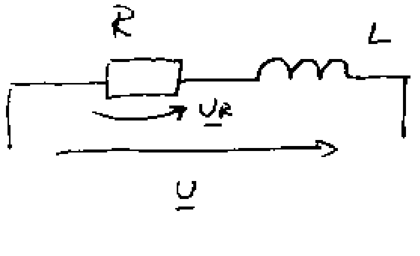


$Q = P \cdot \tan\varphi \qquad \varphi = \arccos(0{,}6)$

$Q = 8000\,VA = -Q_C$

$Q_C = -\omega C U_C^2 \qquad C = \dfrac{Q}{U^2 \cdot \omega} = 526{,}13\,\mu F$

32) Eine R-L Reihenschaltung soll an 220 V - 50 Hz und an 230 V - 60 Hz die gleiche Wirkleistung von 100 W aufnehmen. Wie groß sind Widerstand und Induktivität der Spule zu wählen?



Die Wirkleistung wird nur vom Widerstand aufgenommen.

Die Spule nimmt hingegen nur Blindleistung auf.

$P = \dfrac{U_R^2}{R} \qquad \underline{U}_R = \dfrac{R}{j\omega L + R} \cdot \underline{U} \qquad U_R = \dfrac{RU}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

GET 2 2. KLAUSUR 19 [illegible]

$$P = \frac{\frac{R^2U^2}{R^2+(\omega L)^2}}{\cancel{R}} = \frac{R\,U^2}{R^2+\omega^2L^2} \quad \text{also}$$

$$PR^2 + P\omega_1^2L^2 = R\,U_1^2 \quad \Rightarrow L^2 = \frac{RU_1^2 - PR^2}{P\omega_1^2}$$

$$PR^2 + P\omega_2^2L^2 = RU_2^2$$

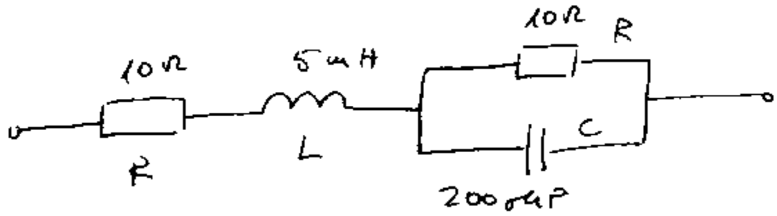
$$PR^2 + \cancel{P}\omega_2^2 \cdot \frac{(RU_1^2-PR^2)}{\cancel{P}\omega_1^2} = RU_2^2 \quad ; \quad PR^2\cdot\omega_1^2 + RU_1^2\cdot\omega_2^2 - PR^2\omega_2^2 = RU_2^2\omega_1^2 \quad /R$$

$$PR\omega_1^2 + U_1^2\omega_2^2 - PR\omega_2^2 = U_2^2\omega_1^2 \qquad R(P\omega_1^2 - P\omega_2^2) = U_2^2\omega_1^2 - U_1^2\omega_2^2$$

$$R = \frac{U_2^2\omega_1^2 - U_1^2\omega_2^2}{P\omega_1^2 - P\omega_2^2} = \frac{U_2^2f_1^2 - U_1^2f_2^2}{Pf_1^2 - Pf_2^2} = 381{,}73\,\Omega$$

und $L^2 = 0{,}396$ $\quad L = 0{,}629\,H$

33)



Geben Sie die Frequenzbereiche an, in denen sich die Schaltung:

i) ohmisch-induktiv
ii) ohmisch-kapazitiv

verhält

i) Ohmisch-induktiv $\quad \underline{Q>0 \text{ bzw } X>0}, \quad Q = XI^2 \Rightarrow$

$$\underline{Z} = R + j\omega L + \frac{R}{1+j\omega RC}\cdot\frac{1-j\omega RC}{1-j\omega RC} = R + j\omega L + \frac{R - j\omega R^2C}{1+(\omega RC)^2}$$

$$= \left[R + \frac{R}{1+(\omega RC)^2}\right] + j\cdot\left[\omega L - \frac{\omega R^2C}{1+(\omega RC)^2}\right]$$

$$X = \frac{\omega L + \omega^3R^2C^2L - \omega R^2C}{1+(\omega RC)^2} \qquad X>0 \text{ für } \omega L + \omega^3R^2C^2L - \omega R^2C > 0 \;/\omega$$

23

$L + \omega^2 R^2 C^2 L - R^2 C > 0 \qquad \omega^2 > \frac{R^2 C - L}{R^2 C^2 L} \qquad \omega > \sqrt{\frac{R^2 C - L}{R^2 C^2 L}}$

$\omega > 866 \qquad 2\pi f > 866 \qquad f > 137{,}83\ Hz$

ii) für $f < 137{,}83\ Hz$ wirkt die ohmisch-kapazitiv

und für $f = 137{,}83\ Hz$ wirkt die Schaltung als reeller Widerstand.

34) Eine Wechselstromdrossel mit Eisenkern und Luftspalt soll bei 50 Hz die Reaktanz 200 Ω darstellen und den effektiven Strom 15 A führen. Wie groß ist die Querschnittsfläche des Kerns zu wählen, wenn der Scheitelwert der Flußdichte 1,2 T nicht übersteigen soll und die Windungszahl N=40 beträgt?

$u = RI + \dot{\Phi}_v \qquad R=0 \quad \text{also} \quad u = \dot{\Phi}_v = N \cdot \dot{\phi}$

$\underline{u} = N \cdot \underline{\dot{\Phi}}_v \qquad \hat{\underline{u}} = \underline{U} \cdot \sqrt{2} = N \cdot j\omega \underline{\hat{\Phi}} = N \cdot j\omega \underline{\hat{B}} \cdot A$

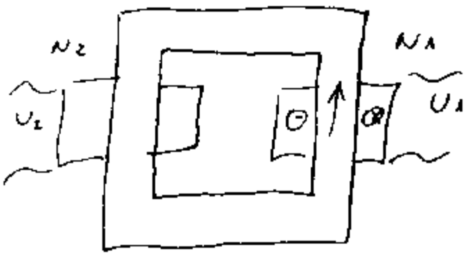
$A = \frac{\underline{U}\sqrt{2}}{N \cdot j\omega \underline{\hat{B}}} \qquad \text{bzw.} \qquad A = \frac{U\sqrt{2}}{N\omega \hat{B}}$

$U = \omega L \cdot I = X \cdot I$

$A = \frac{X \cdot I \cdot \sqrt{2}}{N \cdot \omega \cdot \hat{B}} = \frac{200\,\frac{V}{A} \cdot 15A \cdot \sqrt{2}}{40 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50\,\frac{1}{s} \cdot 1{,}2\,\frac{Vs}{m^2}}$

$A = 0{,}281\ m^2$

35) Ein näherungsweise idealer Trafo mit Eisenkern soll an einem 50 Hz - Sinusnetz arbeiten und dabei den Spannungseffektivwert 240 V in den Spannungseff. wert 30 V übersetzen. Der Eisenkern besitzt einheitlich die Querschnittsfläche 10 cm² und die mag. Flußdichte soll den Scheitelwert 1,5 T nicht übersteigen. Wie groß müssen dazu die Windungszahlen sein?



Bei einem Idealen Trans. gilt

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad U_1 = 240\,V \qquad U_2 = 30\,V$$

$$u = \dot{\phi}_V = N \cdot \dot{\phi} \qquad \hat{\underline{u}}_1 = \sqrt{2}\,\underline{U}_1 = N_1 \cdot j\omega\,\hat{\underline{\Phi}} = N_1\, j\omega\,\hat{\underline{B}} \cdot A$$

$$N_1 = \frac{\sqrt{2}\,U_1}{\omega\,\hat{B} \cdot A} = \frac{\sqrt{2} \cdot 240\,V}{2 \cdot \pi \cdot 50\,\frac{1}{s} \cdot 1{,}5\,\frac{Vs}{m^2} \cdot 10 \cdot 10^{-4}\,m^2} = 720$$

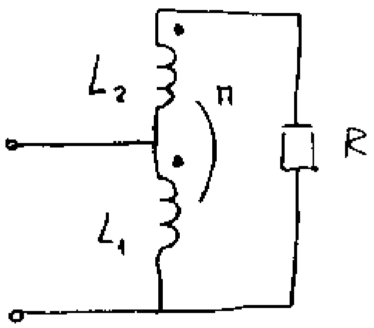
$$N_2 = N_1 \cdot \frac{U_2}{U_1} = 720 \cdot \frac{30}{240} = 90$$

36) Eine Drossel mit Eisenkern und Luftspalt soll in einem 50 Hz-Netz die Spannung 10 kV aufnehmen. Der Querschnitt des Eisenkerns beträgt 500 cm² und der Scheitelwert der Flußdichte im Kern soll 1,8 T nicht überschreiten. Wie groß ist die erforderliche Windungszahl?

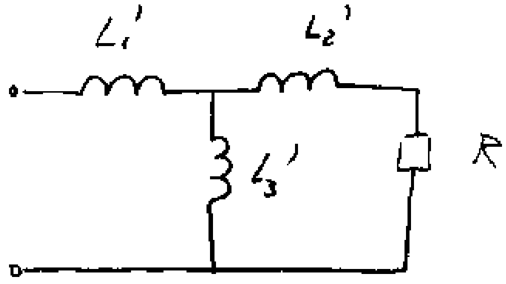
$$\hat{\underline{u}} = \sqrt{2}\,\underline{U} = N \cdot j\omega\,\hat{\underline{\Phi}} = N \cdot j\omega\,\hat{\underline{B}} \cdot A$$

$$N = \frac{\sqrt{2}\,U}{\omega\,\hat{B} \cdot A} = \frac{\sqrt{2} \cdot 10^4\,V}{2 \cdot \pi \cdot 50\,\frac{1}{s} \cdot 1{,}8\,\frac{Vs}{m^2} \cdot 500 \cdot 10^{-4}\,m^2} = 500$$

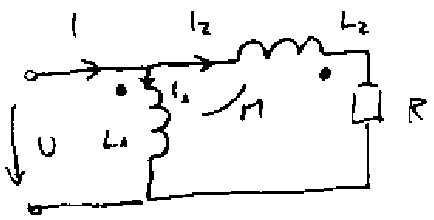
37)

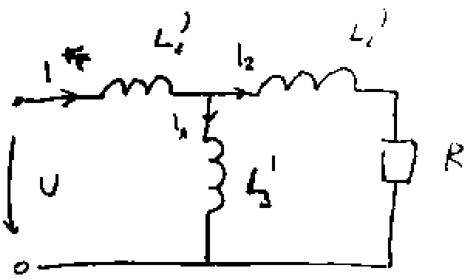


$\Rightarrow$



Die Schaltung links mit gekoppelten Spulen soll durch die Ersatzschaltung rechts mit ungekoppelten Spulen dargestellt werden. Berechnen Sie allgemein die Ersatzparameter L_1', L_2' und L_3'





$$U = L_1 \dot{I}_1 - M \cdot \dot{I}_2$$

$$U = L_2 \dot{I}_2 - M \cdot \dot{I}_1 + I_2 \cdot R$$

$$U = L_1' \dot{I} + L_3' \dot{I}_1$$

$$U = L_1' \dot{I} + L_2' \dot{I}_2 + I_2 R$$

mit $I = I_1 + I_2$

$$U = L_1' \dot{I}_1 + L_1' \dot{I}_2 + L_3' \dot{I}_1$$

$$U = L_1' \dot{I}_1 + L_1' \dot{I}_2 + L_2' \dot{I}_2 + I_2 R$$

$$U = \dot{I}_1 (L_1' + L_3') + \dot{I}_2 L_1'$$

$$U = L_1' \dot{I}_1 + \dot{I}_2 (L_1' + L_2') + I_2 R$$

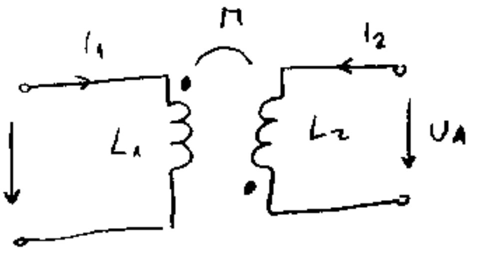
Durch Koeffizientenvergleich erhalten wir:

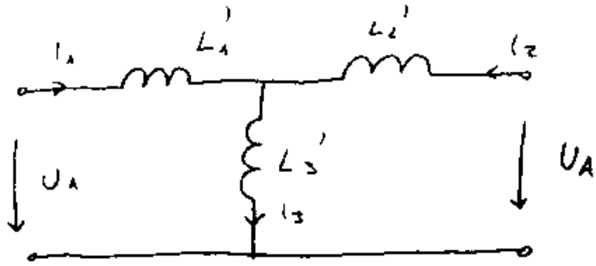
$\underline{L_1' = -M}$ $\qquad L_1 = L_1' + L_3'$

$\underline{L_3' = L_1 + M}$

$L_2 = L_1' + L_2'$ $\qquad \underline{L_2' = L_2 + M}$

GET 2 2. KLAUSUR (9)

38) 



Berechnen Sie, ausgehend von der Schaltung links, L_1', L_2' und L_3'

$U_1 = \dot{i}_1 L_1 - \dot{i}_2 M$

$U_A = \dot{i}_2 L_2 - \dot{i}_1 M$

$U_1 = \dot{i}_1 L_1' + \dot{i}_3 L_3'$

$UA = \dot{i}_2 L_2' + \dot{i}_3 L_3'$

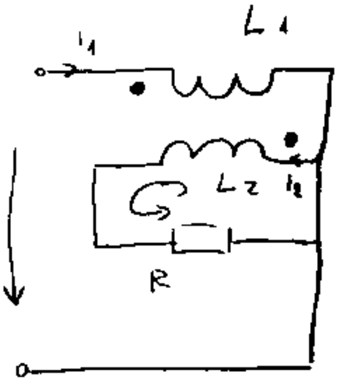
mit $i_1 + i_2 = i_3$

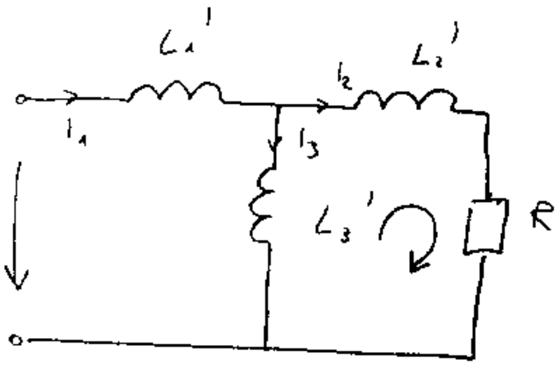
$U_1 = \dot{i}_1 (L_1' + L_3') + \dot{i}_2 \cdot L_3'$

$UA = \dot{i}_2 (L_2' + L_3') + \dot{i}_1 \cdot L_3'$

Durch Koeffizientenvergleich erhalten wir:

$\underline{L_3' = -M}$ $\quad L_1' + L_3' = L_1 \quad \underline{L_1' = L_1 + M} \quad L_2' + L_3' = L_2 \quad \underline{L_2' = L_2 + M}$

39) 



Berechnen Sie L_1', L_2' und L_3'

$U = L_1 \dot{i}_1 + M \dot{i}_2$

$0 = L_2 \dot{i}_2 + M \dot{i}_1 + R i_2$

$U = \dot{i}_1 L_1' + L_3' \dot{i}_3$

$0 = \dot{i}_2 L_2' + i_2 R - \dot{i}_3 L_3'$

mit $i_3 = i_1 - i_2$

$U = \dot{i}_1 (L_1' + L_3') - \dot{i}_2 L_3'$

$0 = \dot{i}_2 (L_2' + L_3') - \dot{i}_1 L_3' + i_2 R$

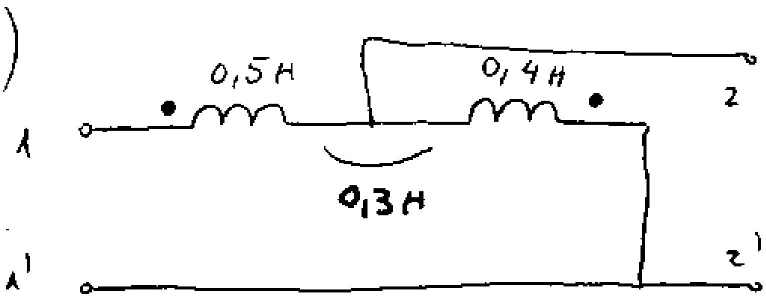
Koeffizientenvergleich liefert

$\underline{L_3' = -M}$,

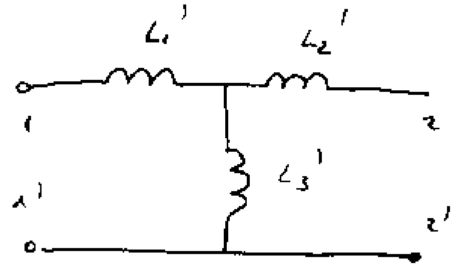
$L_1' + L_3' = L_1 \quad \underline{L_1' = L_1 + M}$

$L_2' + L_3' = L_2 \quad \underline{L_2' = L_2 + M}$

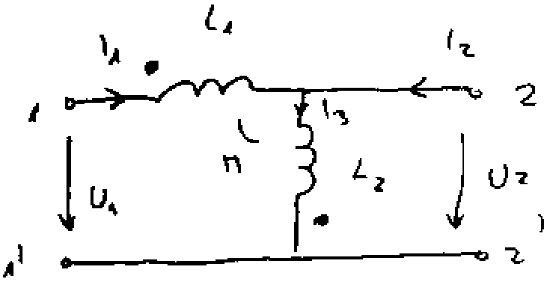
40)

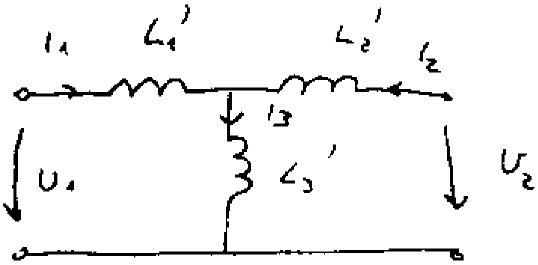


⇒



Berechnen Sie L_1', L_2' und L_3'





$$U_1 = \dot i_1 L_1 - \dot i_3 M + \dot i_3 L_2 - \dot i_1 M$$

$$U_2 = \dot i_3 L_2 - \dot i_1 M$$

$$U_1 = \dot i_1 L_1' + \dot i_3 L_3'$$

$$U_2 = \dot i_2 L_2' + \dot i_3 L_3'$$

mit $i_2 = i_3 - i_1$

$$U_1 = \dot i_1 (L_1 - M) + \dot i_3 (L_2 - M)$$

$$U_2 = \dot i_3 L_2 - \dot i_1 M$$

$$U_1 = \dot i_1 L_1' + \dot i_3 L_3'$$

$$U_2 = \dot i_3 (L_2' + L_3') - \dot i_1 L_2'$$

Und daraus folgt:

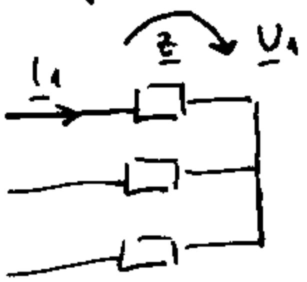
$\underline{L_1' = L_1 - M}$ $\underline{L_3' = L_2 - M}$ $L_2' = M$ $L_2' + L_3' = L_2$

$\underline{L_3' = L_2 - L_2' = L_2 - M}$

bzw. mit $L_1 = 0{,}5\,H$ $L_2 = 0{,}4\,H$ $M = 0{,}3\,H$

$L_1' = 0{,}2\,H$ $L_3' = 0{,}1\,H$ $L_2' = 0{,}3\,H$

4.1) Ein symmetrischer Drehstromverbraucher in Sternschaltung soll insgesamt die Wirkleistung $P=4\,MW$ und die Blindleistung $Q=2\,MVA$ aufnehmen. Als Außenleiterstrom ist maximal 6 KA zulässig. Wie groß ist die zugehörige Strangspannung?

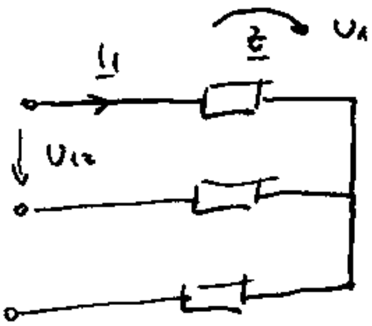


$$S=\sqrt{P^2+Q^2} = \sqrt{20}\ MVA$$

$$S = 3\,U_1 I_1 \qquad U_1 = \frac{S}{3 I_1} = \frac{4{,}47\cdot 10^6\,VA}{3\cdot 6\cdot 10^3\,A}$$

$$U_1 = 0{,}248\,KV$$

4.2) Wie groß sind die zu erwartenden Ströme in einer geplanten Höchstspannungs-Übertragungs-Leitung 3AC 60 Hz 1200 KV, mit der die Wirkleistung 5,8 GW bei maximalem Leistungsfaktor übertragen werden soll.



3AC 60 Hz 1200 KV

$$U_{12} = 1200\,KV \qquad \lambda = 1$$

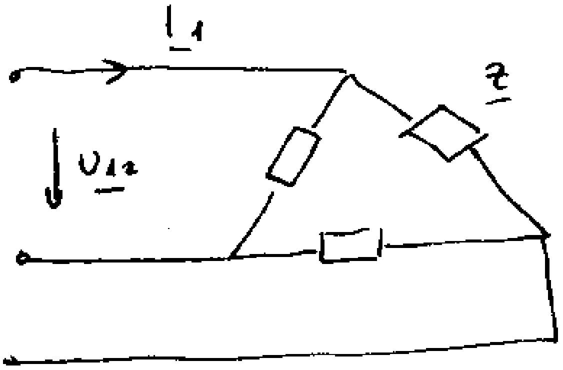
$$P = \sqrt{3}\,U_{12}\,I_1\cdot\lambda$$

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3}\,U_{12}} = \frac{5{,}8\cdot 10^9\,VA}{\sqrt{3}\cdot 1200\cdot 10^3\,V} = 2790{,}5\,A$$

$$\simeq 2{,}8\,KA$$

29

43) Ein symmetrischer Drehstromverbraucher in Dreieckschaltung nimmt an einem Netz 3 AC 50 Hz 400 V die Wirkleistung $P = 30\,kW$ mit dem Leistungsfaktor $\lambda = 0{,}85$ auf. Für welche effektive Stromstärke sind die Außenleiter zu bemessen?



3 AC 50 Hz 400 V

$U_{12} = 400\,V$

$P = \sqrt{3}\, U_{12}\, I_1 \cdot \lambda$

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3}\, U_{12} \cdot \lambda} = \frac{30 \cdot 10^3\,VA}{\sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 0{,}85} = 50{,}94\ A$$

44) Ein symmetrischer Drehstromverbraucher besitzt am symmetrischen Netz 3~ 50 Hz 400 / 230 V Leistungsdaten:

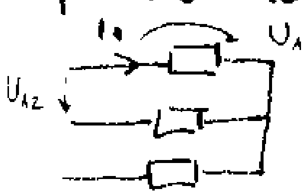
$P = 11{,}4\,kW$, $\lambda = 0{,}73$ (kap.)

Für welche Stromstärke ist die Anschlußleitung auszulegen?

$U_{12} = 400\,V$ $\quad U_1 = \frac{U_{12}}{\sqrt{3}} = 230\,V$

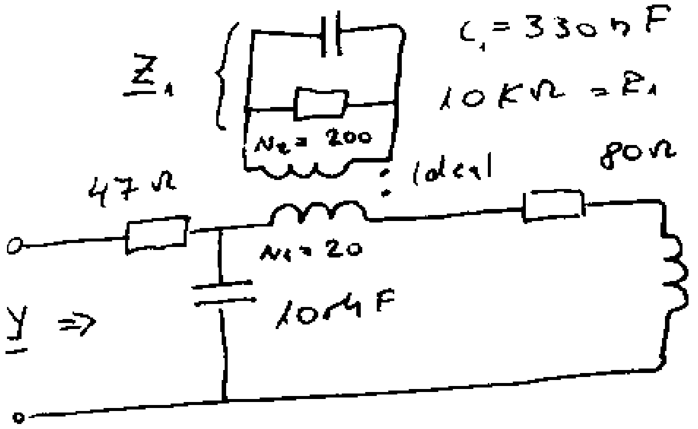
$P = \sqrt{3}\, U_{12}\, I_1 \cdot \lambda$

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3}\, U_{12} \cdot \lambda} = \frac{P}{3\, U_1 \cdot \lambda} = 22{,}6\ A$$



GET 2. 2. KLAUSUR $\boxed{19}$

45)



$f = 50\,Hz$

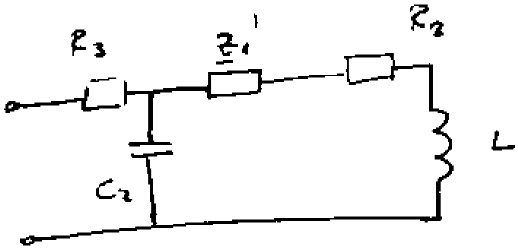
$\omega = 2\pi f$

Geben Sie gesamte Admittanz $\underline{Y}$ an!

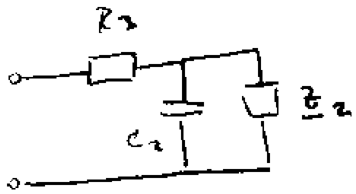
$$\underline{Z}_1 = \frac{R_1}{j\omega R_1 C_1 + 1} = \frac{10000}{j\cdot 1{,}037 + 1}\cdot\frac{1 - j\cdot 1{,}037}{1 - j\cdot 1{,}037} = 4819{,}7 - j\cdot 4998{,}1$$

$$\underline{Z}_1' = n^2\cdot \underline{Z}_1 \qquad n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{20}{200} = 0{,}1 \qquad n^2 = 0{,}01$$

$$\underline{Z}_1' = 48{,}2 - j\cdot 50$$



$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_1' + R_2 + j\omega L = 48{,}2 - j\cdot 50 + 80 + j\cdot 78{,}5 = 128{,}2 + j\cdot 28{,}5$$



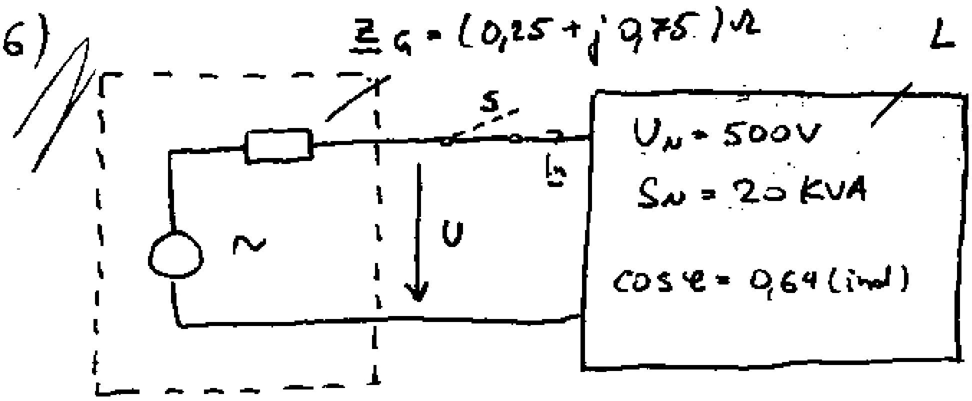
$$\underline{Z}_3 = \frac{\underline{Z}_2}{j\omega C \underline{Z}_2 + 1} = \frac{128{,}2 + j\cdot 28{,}5}{1 + j\cdot 0{,}4 - 0{,}09}$$

$$\underline{Z}_3 = \frac{128{,}2 + j\cdot 28{,}5}{0{,}91 + j\cdot 0{,}4}\cdot\frac{0{,}91 - j\cdot 0{,}4}{0{,}91 - j\cdot 0{,}4} = 129{,}6 - j\cdot 25{,}7$$

$$\underline{Z}_G = R_3 + \underline{Z}_3 = 176{,}6 - j\cdot 25{,}7$$

$$\underline{Y}_G = \frac{1}{\underline{Z}_G} = \frac{1}{176{,}6 - j\cdot 25{,}7}\cdot\frac{176{,}6 + j\cdot 25{,}7}{176{,}6 + j\cdot 25{,}7} = 5{,}5\cdot 10^{-3}\,S + j\cdot 0{,}81\cdot 10^{-3}\,S$$

46)



Ein Generator G mit der Innenimpedanz $\underline{Z}_G$ versorgt eine Last L mit den angegebenen Nennwerten.

Welcher Spannungseffektivwert U stellt sich nach dem Öffnen des Schalters S ein, wenn die Quellenspannung des Generators näherungsweise lastunabhängig angenommen wird.

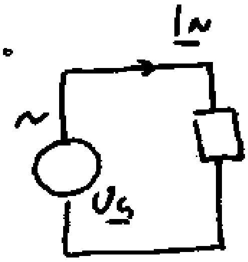
$S_N = U_N I_N$ $\qquad I_N = \frac{S_N}{U_N} = 40\,A = \underline{I_N}$ (real angenommen)

$Z_L = \frac{U_N}{I_N} = 12{,}5\,\Omega$ $\qquad R = Re(\underline{Z}_L) = Z_L \cdot \cos\varphi = 12{,}5 \cdot 0{,}64 = 8\,\Omega$

$X = Im(\underline{Z}_L) = Z_L \cdot \sin\varphi = 12{,}5 \cdot 0{,}768 = 9{,}6\,\Omega$ $\qquad \varphi = \arccos(0{,}64) = 50{,}21° > 0$ da sich die Last induktiv verhält

(X, bzw. $\sin\varphi > 0$)

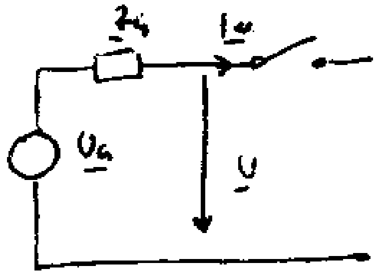
$\underline{Z}_L = R + jX = (8 + j \cdot 9{,}6)\,\Omega$



$\underline{Z}' = \underline{Z}_L + \underline{Z}_G = (8{,}25 + 10{,}35\,j)\,\Omega$

$\underline{U}_G = \underline{Z}' \cdot \underline{I_N} = (330 + j \cdot 414{,}0)\,V$

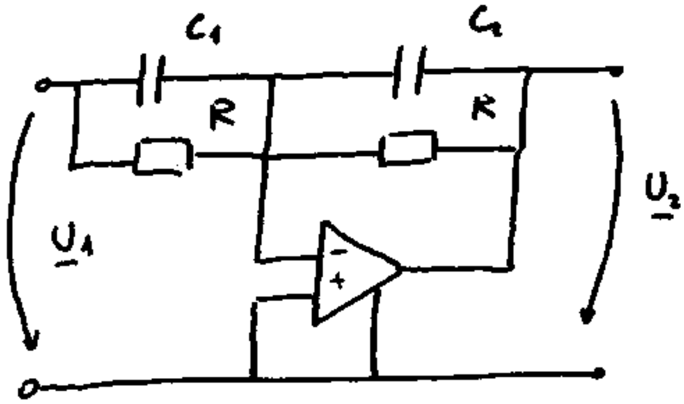
Wenn S geöffnet gilt:



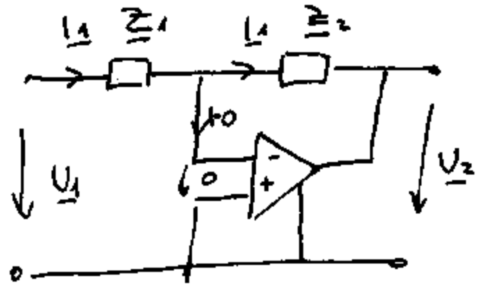
$\underline{I_N} = 0$ $\qquad \underline{U} = \underline{U}_G = (330 + j \cdot 414{,}0)\,V$

$U = |\underline{U}_G| = \sqrt{(330)^2 + (414{,}0)^2} \approx 529{,}4\,V$

47) Berechnen und skizzieren Sie $\underline{G} = \underline{U}_2 / \underline{U}_1$ als Bode-Diagramm:



$\Rightarrow$



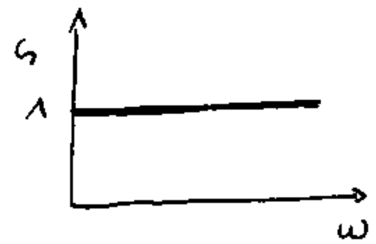
$$\underline{Z}_1 = \frac{R}{j\omega C_1 R + 1} \qquad \underline{Z}_2 = \frac{R}{j\omega C_2 R + 1} \qquad \underline{U}_1 = \underline{I}_1 \underline{Z}_1 \qquad \underline{U}_2 = -\underline{I}_1 \underline{Z}_2$$

$$\underline{G} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = -\frac{\cancel{\underline{I}_1} \underline{Z}_2}{\cancel{\underline{I}_1} \underline{Z}_1} = -\frac{\frac{\cancel{R}}{j\omega C_2 R + 1}}{\frac{\cancel{R}}{j\omega C_1 R + 1}} = -\frac{1 + j\omega C_1 R}{1 + j\omega C_2 R} = -\frac{1 + j\omega \tau_1}{1 + j\omega \tau_2}$$

$$\tau_1 = RC_1 \qquad \tau_2 = RC_2$$

$$G = |\underline{G}| = \sqrt{\frac{1 + (\omega\tau_1)^2}{1 + (\omega\tau_2)^2}} \quad / \lg \qquad \underline{\lg G = \tfrac{1}{2}\lg\left[1 + (\omega\tau_1)^2\right] - \tfrac{1}{2}\lg\left[1 + (\omega\tau_2)^2\right]}$$

i) $\tau_1 = \tau_2$ $\qquad G = 1$

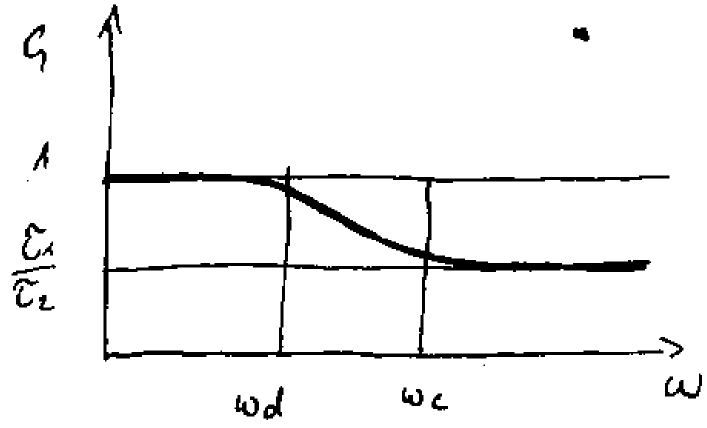


ii) $\tau_1 < \tau_2$

a) $\omega\tau_{1/2} \ll 1 \qquad \lg G = \frac{1}{2}\lg 1 - \frac{1}{2}\lg 1 = 0 \qquad G = 1$

b) $\omega\tau_{1/2} \gg 1 \qquad G = \sqrt{\frac{(\omega\tau_1)^2}{(\omega\tau_2)^2}} = \frac{\tau_1}{\tau_2} < 1$

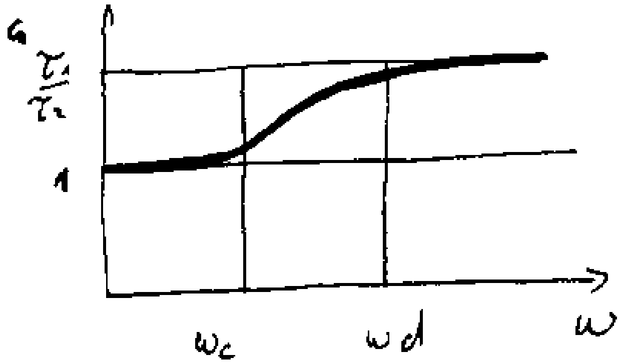
c) $\omega_c = \frac{1}{\tau_1}$ $\qquad$ d) $\omega_d = \frac{1}{\tau_2}$ $\qquad \omega_d < \omega_c$



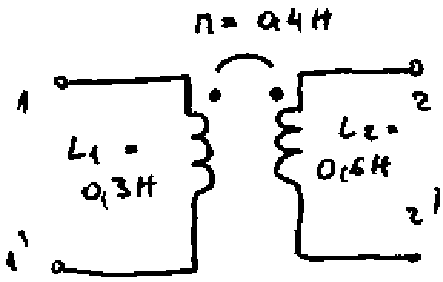
iii) $\tau_1 > \tau_2$ a) $\omega\tau_{1,2} \ll 1$ $G = 1$

b) $\omega\tau_{1,2} \gg 1$ $G = \frac{\tau_1}{\tau_2} > 1$

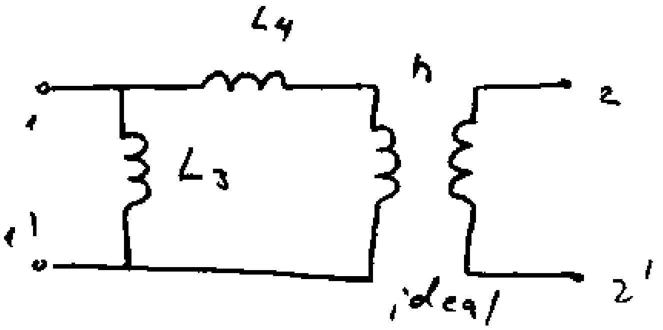
c) $\omega_c = \frac{1}{\tau_1}$ d) $\omega_d = \frac{1}{\tau_2}$ $\omega_c < \omega_d$



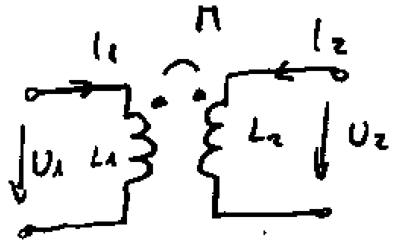
48)



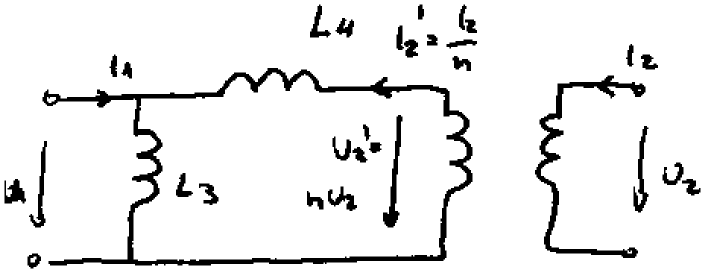
⇒



Stellen Sie den links angegebenen Transformator durch die rechte Ersatzschaltung dar, bzw. berechnen Sie die Parameter L_3, L_4, n!



$$U_1 = L_1 \dot{i}_1 + M \dot{i}_2$$
$$U_2 = M \dot{i}_1 + L_2 \dot{i}_2$$



$$\frac{U_2'}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = n \qquad U_2' = U_2 \cdot n$$
$$\frac{i_2'}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{n} \qquad i_2' = \frac{i_2}{n}$$

$$U_1 = L_3 \cdot (\dot{i}_1 + \dot{i}_2') = L_3 \dot{i}_1 + L_3 \frac{\dot{i}_2}{n}$$
$$U_2' = n \cdot U_2 = L_4 \cdot \frac{\dot{i}_2}{n} + L_3 \left(\dot{i}_1 + \frac{\dot{i}_2}{n}\right) = L_3 \dot{i}_1 + \frac{\dot{i}_2}{n}(L_4 + L_3) \quad /:n$$
$$U_2 = L_3 \frac{\dot{i}_1}{n} + \frac{\dot{i}_2}{n^2}(L_4 + L_3)$$

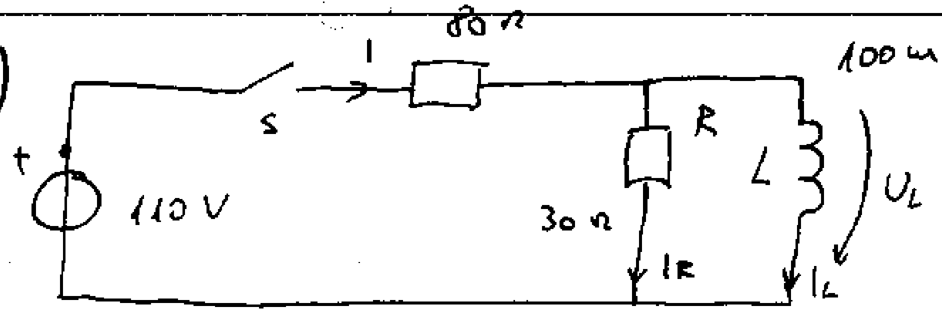
Ein Koeffizientenvergleich liefert dann:

$$\underline{L_3 = L_1} \qquad \frac{L_3}{n} = M \quad / \quad L_2 = \frac{L_4 + L_3}{n^2} \qquad L_2 \cdot n^2 = L_4 + L_3$$
$$\underline{n = \frac{L_3}{M} = \frac{L_1}{M}} \qquad \underline{L_4 = L_2 \cdot n^2 - L_3}$$

also $L_3 = 0{,}3\,H$ $\qquad n = \frac{0{,}3\,H}{0{,}4\,H} = \frac{3}{4}$ $\qquad L_4 = 0{,}6 \cdot \frac{9}{16} - 0{,}3$

$$= 0{,}0375\,H$$

49)



Zum Zeitpunkt $t=0$ wird der Schalter S geschlossen.

Berechnen ~~Sie~~ und zeichnen Sie den Verlauf von U_L!

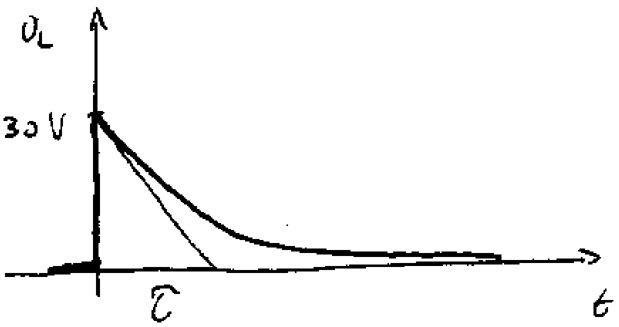
$t<0 \qquad I_{L-}=0 \qquad U_L=0$

$t\ 0+ \qquad I_{L+}=I_{L-}=0 \qquad I_R=I=\dfrac{110}{80+30}\,A=1A$

$U_L=U_R=30\Omega\cdot 1A=30V$

$t\infty \qquad I_R=0 \qquad I=I_L \qquad U_L=0$

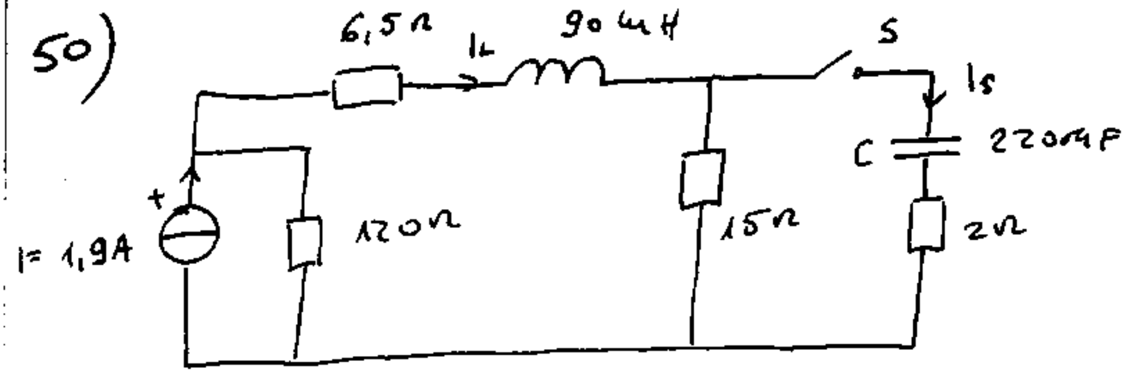
$$U_L=30\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}\,V$$



$$\tau=\frac{L}{R_1\|R_2}=2{,}18\,ms$$

GET 2.   2. KLAUSUR   19

50)



C ist ungeladen! Berechnen Sie I_S unmittelbar nach dem Schließen von S!

$t<0$ Stromteiler $I_L = I \dfrac{120\Omega}{120\Omega + 6{,}5\Omega + 15\Omega}$

$I_S = 0$ $U_L = 0$

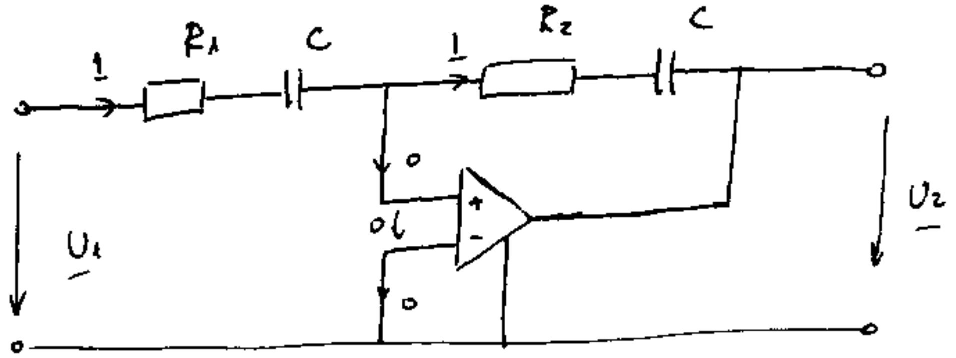
$U_C = 0$ $I_{L-} = 1{,}61\,A$

t_{0+} $I_{L+} = I_{L-} = 1{,}61\,A$ $U_C = 0$

Stromteiler

$$I_S = I_L \frac{15\Omega}{15\Omega + 2\Omega} = 1{,}42\ A$$

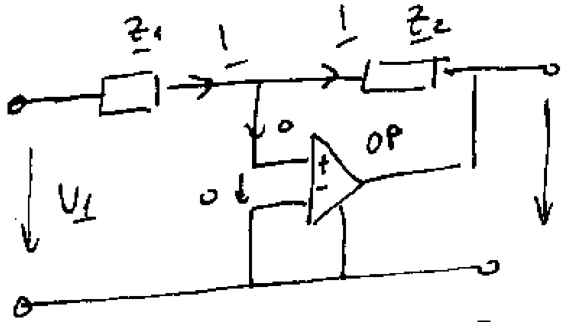
51)



$R_2 > R_1$

Berechnen Sie Frequenzgangortskurve von

$\underline{G} = \dfrac{\underline{U_2}}{\underline{U_1}}$



$\underline{U_2} = -\underline{I}\,\underline{Z_2}$

$\underline{U_1} = \underline{I}\,\underline{Z_1}$

$$\underline{G} = -\frac{\underline{I}\,\underline{Z_2}}{\underline{I}\,\underline{Z_1}} = -\frac{R_2 + \frac{1}{j\omega C}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C}} = -\frac{1 + j\omega R_2 C}{1 + j\omega R_1 C} = -\frac{1 + j\omega\tau_2}{1 + j\omega\tau_1}$$

wobei $\tau_2 = R_2 C$

$\tau_1 = R_1 C$

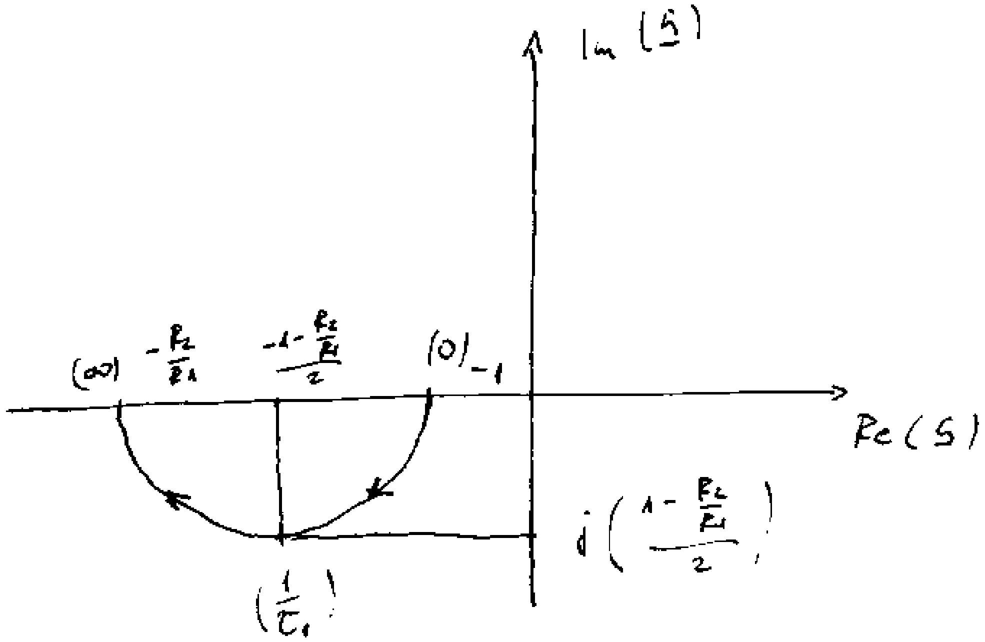
$\omega = 0$, $\quad \underline{G} = -1$

$\omega \to \infty$, $\quad \underline{G} = -\frac{\tau_2}{\tau_1} = -\frac{R_2}{R_1} < -1$

da $R_2 > R_1$

$$\omega = \frac{1}{\tau_1} \qquad \underline{G} = \frac{-1 - j\frac{\tau_2}{\tau_1}}{1 + j} \cdot \frac{1 - j}{1 - j} = \frac{-1 - j\frac{\tau_2}{\tau_1} + j - \frac{\tau_2}{\tau_1}}{2}$$

$$\underline{G} = \frac{-1 - \frac{\tau_2}{\tau_1}}{2} + j\,\frac{1 - \frac{\tau_2}{\tau_1}}{2} \qquad \underline{G} = \frac{-1 - \frac{R_2}{R_1}}{2} + j\underbrace{\left(\frac{1 - \frac{R_2}{R_1}}{2}\right)}_{< 0}$$



51) Im Luftspalt ($A = 100\,cm^2$, $l = 5\,mm$) eines magnetischen Kreises bildet sich ein angenähert homogenes Magnetfeld der Flußdichte 1,8 T aus. Wie groß ist die dort gespeicherte magnetische Energie?

$$w_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{W}{V} \qquad V = A \cdot l$$

$$W = \frac{B^2 V}{2\mu_0} = \frac{(1{,}8)^2 \frac{V^2s^2}{m^4} \cdot 100 \cdot 10^{-4}\,m^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}\,m}{2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{Am}} = 64{,}5\,J$$

52) In einem großen Magnetsystem mit einer Induktivität von 20 H wird während einer Minute der Strom von 0 auf 120 A gleichförmig gesteigert. Wie groß ist dann die insgesamt gespeicherte Energie?

$I = 120\,A \qquad L = 20\,H$

$$W = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{20\,\frac{Vs}{A} \cdot (120)^2 A^2}{2} = 144 \cdot 10^3\,J = 144\,kJ$$

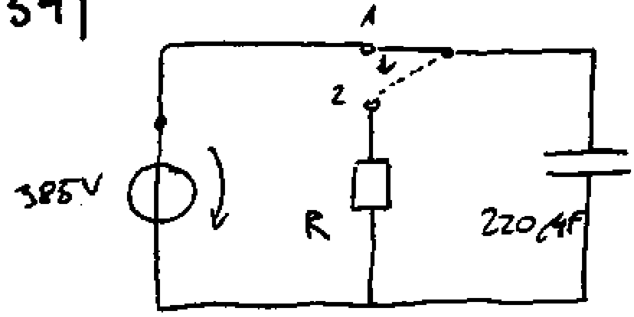
53) Eine große Kondensatorbatterie mit einer Kapazität von 6 F wird während 5 Minuten über eine gleichförmig von 0 bis 3,2 kV zunehmende Spannung geladen. Wie groß ist dann die insgesamt gespeicherte Energie?

$C = 6\,F \qquad U = 3{,}2\,kV$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{6\,\frac{As}{V} \cdot (3{,}2)^2 \cdot 10^6\,V^2}{2} = 30\,720\,000\,J$$

$$= 30{,}72\,MJ$$

54)



Berechnen Sie die in Wärme umgesetzte Energie beim Entladevorgang (der Schalter springt von "1" nach "2")

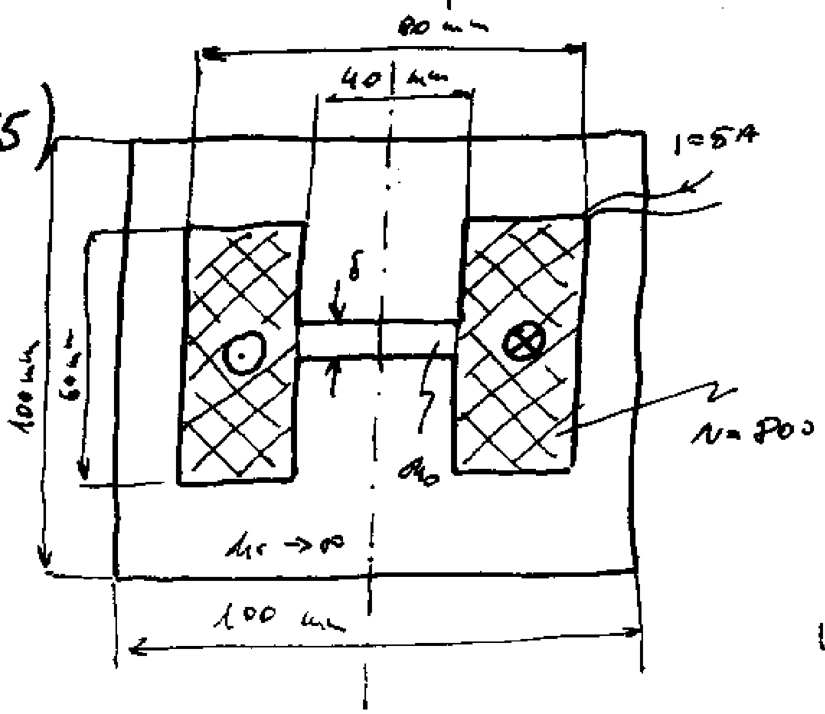
$t<0$ (Schalter bei "1") $U_c = 385\,V$

$$W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{220\cdot 10^{-6}\cdot 385}{2}\,J = 0{,}04235\,J$$

t_∞ (Schalter lange Zeit bei "2")

C ist entladen $U_c = 0$ $W_c = 0$ also die ganze Anfangsenergie ist in Wärme umgesetzt, bzw. $W = 42{,}35\,mJ$

55)



Wie groß ist in den drehsymmetrischen Magnetsystem die Luftspaltlänge δ zu wählen, damit im Luftspalt die magnetische Energie $W_m = 2{,}5\,J$ gespeichert wird?

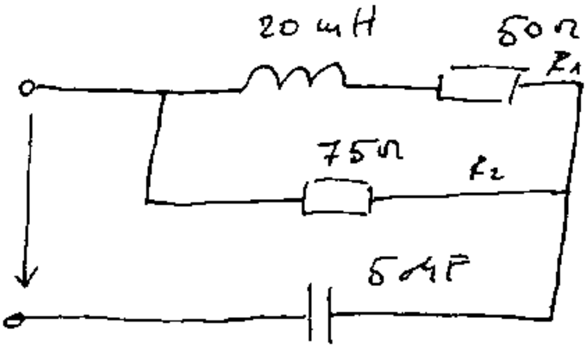
$$w = \frac{\mu_0 H^2}{2} = \frac{\mu_0}{2}\frac{N^2 I^2}{\delta^2} = \frac{W}{V}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\mu_0 N^2 I^2}{2\delta^2} = \frac{W}{A \cdot \delta} \qquad A = r^2\pi \quad r = 20\,mm$$

$$\delta = \frac{A \mu_0 N^2 I^2}{2W} = \frac{400 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} (800)^2 \cdot 25 A^2}{2 \cdot 2{,}5\, VAs}$$

$$= 0{,}00161\ m = 1{,}61\ mm$$

56)



An der Schaltung liegt eine 300Hz-Sinusspannung mit dem angegebenen Eff.wert. Berechnen Sie für den eingeschwungenen Zustand den Durchschnittswert der im Kondensator gespeicherten Energie.

$$\overline{W} = \frac{C \hat{u}_c^2}{4} = \frac{C\, 2 U_c^2}{4} = \frac{C U_c^2}{2} \qquad \text{da } \hat{u}_c = \sqrt{2}\, U_c$$

Spannungsteiler:

$$\underline{U}_c = U \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + \left(\frac{R_2 (R_1 + j\omega L)}{R_2 + R_1 + j\omega L} \right)}$$

$$\underline{U}_c = U \frac{1}{1 + \frac{j\omega C R_1 R_2 - \omega^2 L C R_2}{R_2 + R_1 + j\omega L}} \qquad \underline{U}_c = U \frac{R_2 + R_1 + j\omega L}{R_2 + R_1 + j\omega L + j\omega C R_1 R_2 - \omega^2 L C R_2}$$

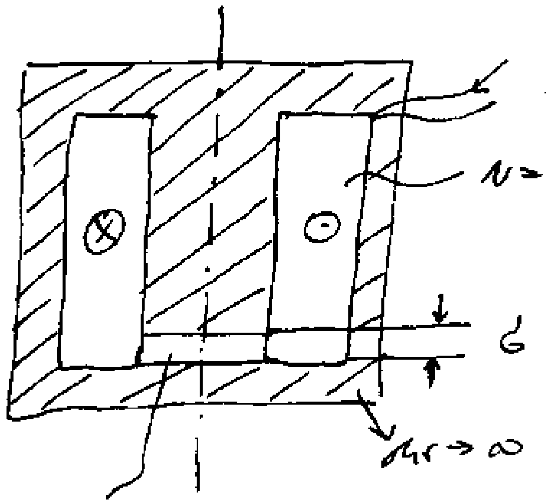
$$\underline{U}_c = U \frac{(R_2 + R_1) + j\omega L}{(R_2 + R_1 - \omega^2 L C R_2) + j(\omega L + \omega C R_1 R_2)} \qquad \omega = 2\pi f = 1884\,\tfrac{1}{s}$$

$$\underline{U}_c = 40\,V \frac{(125 + j\, 37{,}68)}{(98{,}34 + j\, 73)}$$

$$U_C = |\underline{U_C}| = U \frac{\sqrt{125^2 + 37{,}68^2}}{\sqrt{98{,}34^2 + 73^2}} = 40V \frac{130{,}56}{122{,}47} = 42{,}64\,V$$

$$W = \frac{C U_C^2}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 1818{,}26}{2} J = 4{,}55\, mJ$$

57)



Im Luftspalt soll $E = 10mJ$ gespeichert werden. Berechnen Sie δ!

$A = 5cm^2$ μ_0

$$w = \frac{\mu_0 H^2}{2} \Rightarrow \frac{\mu_0 N^2 I^2}{2\,\delta^2} = \frac{W}{A \cdot \delta} \Rightarrow \delta = \frac{A \cdot \mu_0 N^2 I^2}{2W}$$

$$\delta = \frac{5 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} (800)^2 \cdot (0{,}25)^2 A^2}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} VAs} = 0{,}001256\, m$$

$$\delta = 1{,}256\, mm$$