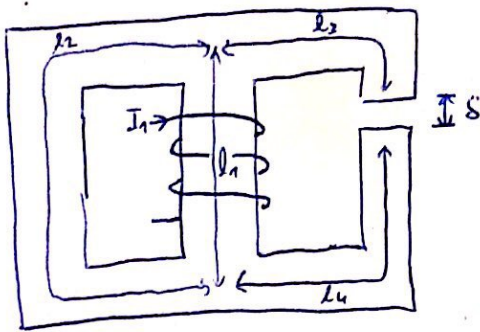
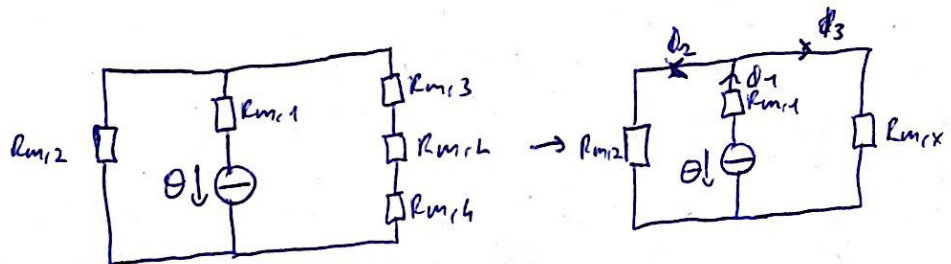


Aufgabe 1.



a) Ersatzschaltbild:



mit $R_{m,x} = R_{m,3} + R_{m,L} + R_{m,4}$ & $\Theta = N \cdot I$

$\Rightarrow R_{m,1} = \frac{l_1}{\mu_0 \mu_r A}$ $R_{m,2} = \frac{l_2}{\mu_0 \mu_r A}$ $R_{m,x} = \frac{l_3 + l_4 + \delta \mu_r}{\mu_0 \mu_r A}$

b) $N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt} \rightarrow \Phi_1$ berechnen

(1) $N \cdot i \mu = \Phi_1 \cdot R_{m,1} + \Phi_2 \cdot R_{m,2}$

$\Phi_1 = \Phi_2 + \Phi_3$ (3.)

(2) $\mu \cdot i \mu = \Phi_1 R_{m,1} + \Phi_3 R_{m,x}$

aus (1.) $\Phi_2 = \frac{\mu \cdot i \mu - \Phi_1 R_{m,1}}{R_{m,2}}$ (2.) $\frac{\mu \cdot i \mu - \Phi_1 R_{m,1}}{R_{m,x}} = \Phi_3$

in (3.) $\Phi_1 = \frac{\mu \cdot i \mu}{R_{m,2}} - \frac{R_{m,1}}{R_{m,2}} \Phi_1 + \frac{\mu \cdot i \mu}{R_{m,x}} - \frac{R_{m,1}}{R_{m,x}} \Phi_1$

$\Rightarrow \Phi_1 \left[1 + \frac{R_{m,1}}{R_{m,2}} + \frac{R_{m,1}}{R_{m,x}} \right] = \frac{\mu \cdot i \mu}{R_{m,2}} + \frac{\mu \cdot i \mu}{R_{m,x}} = \frac{\mu \cdot i \mu (R_{m,x} + R_{m,2})}{R_{m,2} \cdot R_{m,x}}$

$\Phi_1 = \frac{\mu \cdot i \mu [R_{m,x} + R_{m,2}]}{R_{m,2} \cdot R_{m,x} \left[1 + \frac{R_{m,1}}{R_{m,2}} + \frac{R_{m,1}}{R_{m,x}} \right]} = \frac{\mu \cdot i \mu [R_{m,x} + R_{m,2}]}{R_{m,2} R_{m,x} + R_{m,1} \cdot R_{m,x} + R_{m,1} R_{m,2}}$

$$\Phi_1 = \frac{N \cdot i \mu_1 \cdot \frac{l_2 + l_3 + l_4 + \mu_r \delta}{\mu_0 \mu_r A}}{\frac{l_2(l_3 + l_4 + \mu_r \delta)}{(\mu_0 \mu_r A)^2} + \frac{l_1(l_3 + l_4 + \mu_r \delta)}{(\mu_0 \mu_r A)^2} + \frac{l_1 l_2}{(\mu_0 \mu_r A)^2}}$$

$$\Phi_1 = \frac{N \cdot i \mu_1 (l_2 + l_3 + l_4 + \mu_r \delta) \mu_0 \mu_r A}{l_2(l_3 + l_4 + \mu_r \delta) + l_1(l_3 + l_4 + \mu_r \delta) + l_1 l_2}$$

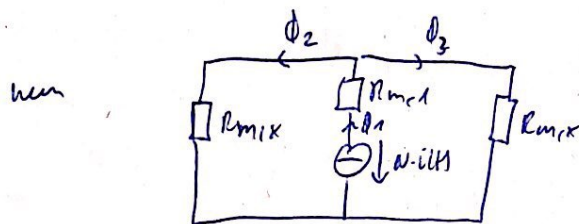
$$\Phi_1 = \frac{N \cdot i \mu_1 (l_2 + l_3 + l_4 + \mu_r \delta) \mu_0 \mu_r A}{l_1 l_2 + (l_1 + l_2)(l_3 + l_4 + \mu_r \delta)} //$$

$$N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt} \rightarrow L \frac{di}{dt} = N \cdot \frac{d}{dt} \frac{N \cdot i \mu_1 (l_2 + l_3 + l_4 + \mu_r \delta) \mu_0 \mu_r A}{l_1 l_2 + (l_1 + l_2)(l_3 + l_4 + \mu_r \delta)}$$

$$\rightarrow L = N^2 \cdot \frac{(l_2 + l_3 + l_4 + \mu_r \delta) \mu_0 \mu_r A}{l_1 l_2 + (l_1 + l_2)(l_3 + l_4 + \mu_r \delta)}$$

c)

$$B_L = \frac{\Phi_L}{A} \rightarrow \text{sonst gesucht: } \Phi \text{ im linken Strang.}$$



da nun $R_{m, x}$ links & rechts, teilt sich Φ_1 genau 1:1 auf.

$$\Phi_2 = \Phi_3$$

$$\rightarrow \textcircled{1} \quad R_{m, l} \Phi_1 + R_{m, x} \Phi_2 = N \cdot i \mu_1 \quad \Phi_2 = \Phi_1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\rightarrow R_{m, l} \cdot 2\Phi_2 + R_{m, x} \cdot \Phi_2 = N \cdot i \mu_1$$

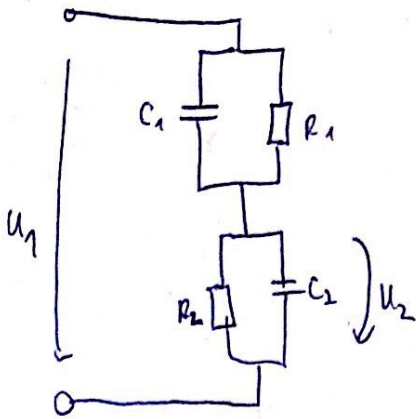
$$\rightarrow \Phi_2 [2R_{m, l} + R_{m, x}] = N i \mu_1$$

$$\Phi_2 = \frac{N i \mu_1}{2 \cdot \frac{l_1}{\mu_0 \mu_r A} + \frac{l_3 + l_4 + \delta \mu_r}{\mu_0 \mu_r A}} = \frac{N i \mu_1 \mu_0 \mu_r A}{2l_1 + l_3 + l_4 + \delta \mu_r}$$

nun $B_{\text{links}} = B_{\text{rechts}} = \frac{\Phi_2}{A} \rightarrow B_L = \frac{N i \mu_1 \mu_0 \mu_r}{2l_1 + l_3 + l_4 + \delta \mu_r}$

Elektroenergiesysteme - bedächtnisprotokoll ⑥

Aufgabe ②



a) $F = \frac{U_2}{U_1}$ gesucht

$$Z_1 = \frac{1}{j\omega C_1} \parallel R_1 = \frac{\frac{R_1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$$

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C_2} \parallel R_2 = \frac{\frac{R_2}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{\frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}}{\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}} = F$$

$$F = \frac{R_2}{R_2 + \frac{1 + j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_1 R_1} R_1}$$

→ Frequenzunabhängigkeit für $C_2 \cdot R_2 = C_1 \cdot R_1$

• für $|F(j\omega)| \rightarrow F(j\omega) = \frac{R_2 (1 + j\omega C_1 R_1)}{R_2 (1 + j\omega C_1 R_1) + R_1 (1 + j\omega C_2 R_2)}$

$$F(j\omega) = \frac{R_2 + j\omega C_1 R_1 R_2}{R_2 + j\omega C_1 R_1 R_2 + R_1 + j\omega C_2 R_1 R_2} = \frac{R_2 + j\omega C_1 R_1 R_2}{R_1 + R_2 + j(\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)}$$

$$|F(j\omega)| = \frac{\sqrt{R_2^2 + (\omega C_1 R_1 R_2)^2}}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)^2}} = \frac{\sqrt{R_2^2 + (\omega C_1 R_1 R_2)^2}}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + [\omega R_1 R_2 (C_1 + C_2)]^2}}$$

• $\varphi(\omega) = \tan^{-1}\left(\frac{\omega C_1 R_1}{1}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2}{R_1 + R_2}\right)$

$$\varphi(\omega) = \tan^{-1}(\omega C_1 R_1) - \tan^{-1}\left(\frac{\omega R_1 R_2 [C_1 + C_2]}{R_1 + R_2}\right)$$

andere möglichkeit: $F(j\omega) = \frac{(R_2 + j\omega C_1 R_1 R_2) [R_1 + R_2 - j(\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)]}{(R_1 + R_2)^2 + (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)^2}$

$$F(j\omega) = \frac{R_2(R_1 + R_2) + \omega C_1 R_1 R_2 (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2) + j[\omega C_1 R_1 R_2 (R_1 + R_2) - R_2 (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)]}{(R_1 + R_2)^2 + (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)^2}$$

$$\phi(\omega) = \tan^{-1} \left(\frac{R_2(R_1+R_2) + \omega L_1 R_1 R_2 (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)}{\omega C_1 R_1 R_2 [R_1+R_2] - R_2 (\omega C_1 R_1 R_2 + \omega C_2 R_1 R_2)} \right)$$

man soll $\phi(\omega_0) = \frac{\pi}{4}$

$$\Rightarrow 1 = \frac{R_2(R_1+R_2) + \omega_0 L_1 R_1 R_2 (\omega_0 C_1 R_1 R_2 + \omega_0 C_2 R_1 R_2)}{\omega_0 C_1 R_1 R_2 [R_1+R_2] - R_2 (\omega_0 C_1 R_1 R_2 + \omega_0 C_2 R_1 R_2)}$$

$$\Rightarrow [R_1+R_2] (\omega_0 C_1 R_1 R_2 + R_2) = (\omega_0 C_1 R_1 R_2 + \omega_0 C_2 R_1 R_2) [\omega_0 L_1 R_1 R_2 + R_2]$$

$$\Rightarrow R_1+R_2 = \omega_0 R_1 R_2 (C_1+C_2)$$

$$\Rightarrow \boxed{\omega_0 = \frac{R_1+R_2}{R_1 R_2 (C_1+C_2)}}$$

man $F(\omega) = V = \frac{1}{40}$ Annahme für wie in H003 & was für alle

Frequenzen gilt, weshalb: $C_2 R_2 = C_1 R_1$ ($R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ & $C_1 = 177 \text{ pF}$)

Dann gilt $V = \frac{R_2}{R_2+R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{V} - R_2 = R_2 \left(\frac{1}{V} - 1 \right)$

$$\Rightarrow V R_2 + R_1 V = R_2 \Rightarrow R_2 (1-V) = R_1 \cdot V \Rightarrow R_2 = \frac{V}{1-V} R_1 = \frac{\frac{1}{40}}{1-\frac{1}{40}} \cdot 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_2 = \frac{1}{40-1} \cdot 1 \text{ M}\Omega = \boxed{25,641 \text{ k}\Omega = R_2}$$

zudem: $C_2 = \frac{R_1}{R_2} C_1 = \frac{1 \text{ M}\Omega}{25,641 \text{ k}\Omega} \cdot 177 \text{ pF}$

$$\boxed{C_2 = 6,903 \text{ nF}}$$

Elektrosysteme - Gedächtnisprotokoll (6)

zu Aufgabe (2) zur Wandlerelle:

Für Einlauffaktor $X(p) = \frac{1}{2}$ muss $R = Z_0$

c) für $t \in [0, \tau]$ U_1 am Knoten $= 0V$, da die Welle noch nicht angekommen ist.

für $t > \tau$ $U_1(p) = U_0(p) X(p) \cdot C(p)$, da

nach $U_0(p)$ für $t \in [0, \tau]$ keine reflektierte Welle ankommt & für $t > \tau$ sind die beiden reflektierten Wellen genau aufgehoben (der Reflexionsfaktor von offenem Ende invers zu Reflexionsfaktor von geschlossenem Ende).

Aufgabe (3)

a) Maschenstromverfahren:

$I_1(p)$	$I_2(p)$	=
$R_1 + pL + \frac{1}{pC}$	$-\frac{1}{pC}$	$U_0(p)$
$-\frac{1}{pC}$	$R_2 + pL + \frac{1}{pC}$	0

mit $U_0(p) = I_2(p) \cdot R_2$

$$\Rightarrow I_2(p) = \frac{\det I_2}{\det I} \rightarrow \frac{U_0(p)}{U_0(p)} = \frac{I_2(p) \cdot R_2}{U_0(p)} = \frac{\det(I_2) R_2}{\det(I) \cdot U_0(p)}$$

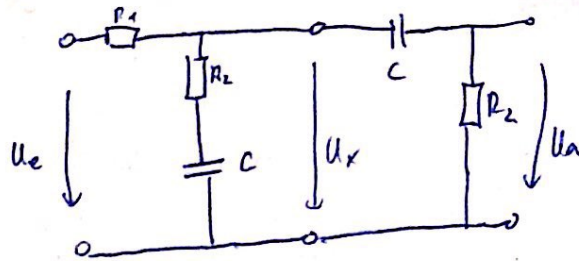
$$\Rightarrow \det I_2 = U_0(p) \cdot \frac{1}{pC}$$

$$\det I = (R_1 + pL + \frac{1}{pC})(R_2 + pL + \frac{1}{pC}) - \frac{1}{(pC)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{U_0(p)}{U_0(p)} = \frac{R_2}{pC [(R_2 + pL + \frac{1}{pC})(R_2 + pL + \frac{1}{pC}) - \frac{1}{(pC)^2}]}$$

② $F(\omega) = \frac{U_a(j\omega)}{U_e(j\omega)}$

aufstellen:



$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{U_x}{U_x} \cdot \frac{U_x}{U_e}$$

$$\frac{U_a}{U_x} = \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega C R_2}{1 + j\omega C R_2}$$

$$\frac{U_x}{U_e} = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R_1 + R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R_2}{R_2 + j\omega C R_1}$$

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{j\omega C R_2}{1 + j\omega C R_2} \cdot \frac{R_2}{R_2 + j\omega C R_1}$$

$$F(\omega) = \frac{j\omega C R_2^2}{R_2 - \omega^2 C^2 R_1 R_2 + j\omega C [R_1 + R_2^2]}$$

b) Gleichspannungstransmission $\rightarrow F(0) = \frac{j0}{R_2 - 0 + j0} = 0 //$
keine Gleichspannung wird transmittiert.

$$|F(\omega)| = \frac{(\omega C R_2^2)^2}{\sqrt{[R_2 - \omega^2 C^2 R_1 R_2]^2 + [\omega C [R_1 + R_2^2]]^2}}$$

$$\phi(\omega) \rightarrow \varphi(\omega) = \tan^{-1} \left(\frac{\omega C R_2^2}{0} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{\omega C [R_1 + R_2^2]}{R_2 - \omega^2 C^2 R_1 R_2} \right)$$

$$\varphi(\omega) = 90^\circ - \tan^{-1} \left(\frac{\omega C [R_1 + R_2^2]}{R_2 - \omega^2 C^2 R_1 R_2} \right)$$

Fallunterscheidung

$$\varphi(\omega) = 90^\circ - \tan^{-1} \left(\frac{\omega C [R_1 + R_2^2]}{R_2 - \omega^2 C^2 R_1 R_2} \right)$$

Annahme $R_2 > \omega^2 C^2 R_1 R_2$

$$\rightarrow \varphi(\omega_0) \stackrel{!}{=} 45^\circ \Leftrightarrow 1 = \frac{\omega C [R_1 + R_2^2]}{1 - \omega^2 C^2 R_1 R_2}$$

$$\hookrightarrow 1 - \omega^2 C^2 R_1 R_2 = \omega C [R_1 + R_2^2]$$

$$\rightarrow \omega^2 C^2 R_1 R_2 + \omega C [R_1 + R_2^2] - 1 = 0$$

$$\omega^2 + \frac{[R_1 + R_2^2]}{C R_1 R_2} - \frac{1}{C^2 R_1 R_2} = 0 \rightarrow \omega_{1,2} = -\frac{[R_1 + R_2^2]}{2 C R_1 R_2} \pm \sqrt{\left(\frac{[R_1 + R_2^2]}{2 C R_1 R_2}\right)^2 + \frac{1}{C R_1 R_2}}$$

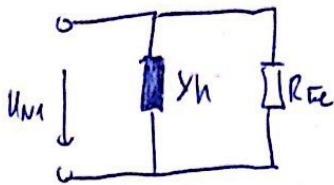
Aufgabe ④

$$a) \quad I_{\mu 1} = \frac{S_N}{U_{N1}} = 27,5 \text{ A} \quad I_{N2} = \frac{S_N}{U_{N2}} = 1,46 \text{ A}$$

$$Z_k \cdot \frac{I_{1N}}{U_{1N}} = U_k \rightarrow Z_k = \frac{U_{1N}}{I_{1N}} \cdot U_k = 87,27 \text{ m}\Omega$$

$$U_k = U_{1N} \cdot Z_k = 400 \text{ V} \cdot 6\% = 24 \text{ V}$$

$$P_k = ? \rightarrow P_k = I_{1N1} \cdot Z_k = 24 \text{ W} ???$$



$$\frac{U_{N1}}{X_k} = I_{\mu 1} \quad \cancel{I_{\mu 1}} \quad I_{\mu 1}$$

$$P_0 = I_{Fe}^2 \cdot R_{FE} \quad \& \quad U_{N1} = R_{FE} \cdot I_{Fe}$$

$$R_{FE} = \frac{U_{N1}^2}{P_0} = \alpha [\Omega]$$

$$I_{Fe} = \frac{U_{N1}}{R_{FE}} = \frac{U_{N1}}{\frac{U_{N1}^2}{P_0}} = \frac{P_0}{U_{N1}} [\text{A}]$$

→ letzte Aufgabe. schon 2x gerechnet. hier genau identisch.