01.02.2019

BME - Grossgruppe 1

2. Teilklausur

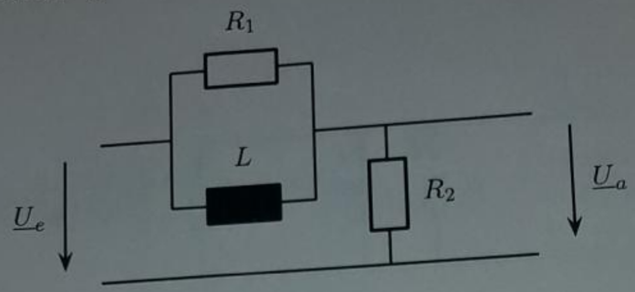
Gruppe: [redacted]

Matrikelnummer: [redacted]

Name: [redacted]

Bsp1: Frequenzkennlinienverfahren (15 Punkte)

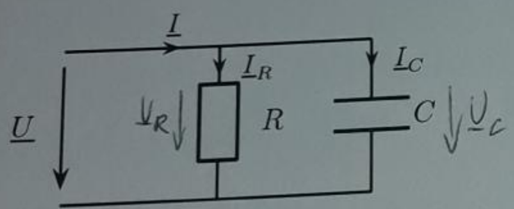
Gegeben sind: $R_1 = 90\Omega$, $R_2 = 10$, $L = 9mH$.
Gesucht ist die Übertragungsfunktion $\underline{F}(j\omega)$ und das dazugehörige Bode- Diagramm.



Bsp2: Komplexe Rechnung

a) (5 Punkte)

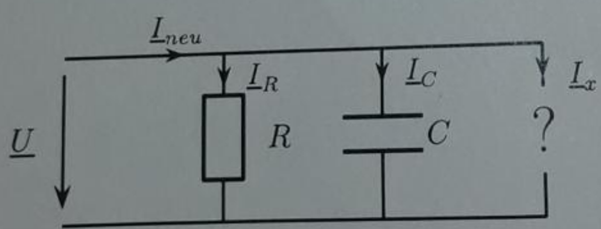
Gegeben ist untenstehendes Netzwerk:
Berechnen Sie den Gesamtstrom $\underline{I}$ und stellen Sie alle Ströme und Spannungen anhand eines Zeigerdiagrammes in der komplexen Zahlenebene dar.



$u(t) = \sqrt{2} \cdot 10 sin(\omega t + 0°)$
$R = 10\Omega$
$C = 10\mu F$
$\omega = 10000\frac{1}{s}$

b) (10 Punkte)

Der Gesamtstrom $\underline{I}_{neu}$ soll genau $\underline{I}_{neu} = 2e^{j0°}A = 2A$ betragen.
Bestimmen und dimensionieren Sie die Netzwerkelemente im Zweig $\underline{I}_x$ dahingehend.

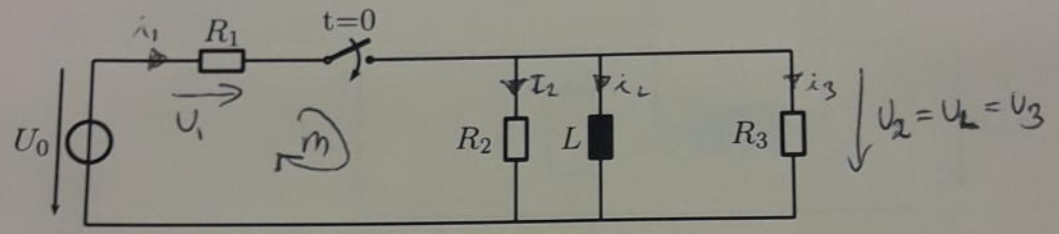


Bsp3: Einschaltvorgang (20P.)

Der Schalter wird zum Zeitpunkt $t = 0$ geschlossen. An keinem Bauelement ist vor dem Schaltzeitpunkt ein Strom oder eine Spannug vorhanden.

- Stellen Sie nachvollziehbar die allgememeine die Differentialgleichung (ohne Zahlenwerte) auf.
- Lösen Sie die Differentialgleichung und geben Sie $u_L(t)$ und $i_L(t)$ an.
- Berechnen Sie nun die Zahlenwerte für gegebene Bauteilwerte und skizzieren Sie $i_L(t)$ und $u_L(t)$ in Abhängigkeit der Zeit.

Bauteilwerte:
$R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 25\Omega$, $R_3 = 100\Omega$, $L = 5mH$, $U_0 = 20V$



Viel Erfolg!

IAESTE GRAZ

Course: GET(UE) (2.TK) Name: [redacted]
Date: 01.02.2019 Page: 1 Matr.No.: [redacted]

$\frac{L}{R_1} = \frac{10^{-3} \cdot 9}{90} = \frac{1}{10000}$

$\frac{L}{R_2} = \frac{9}{10000}$

Bsp.1) $R_1 = 90\,\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$, $L = 9\,mH$

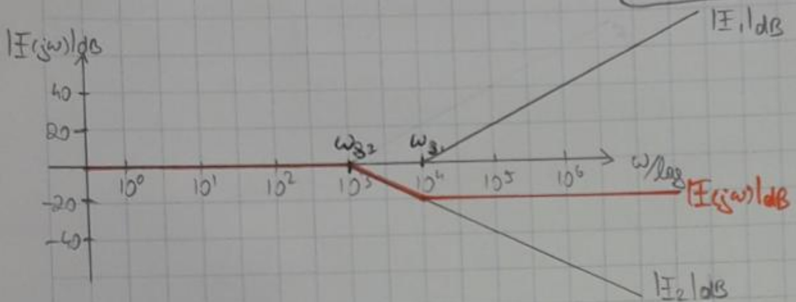
$$\underline{T}(j\omega) = \frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} \Rightarrow \underline{U}_a = \underline{U}_e \frac{R_2}{R_1 \| j\omega L + R_2}$$

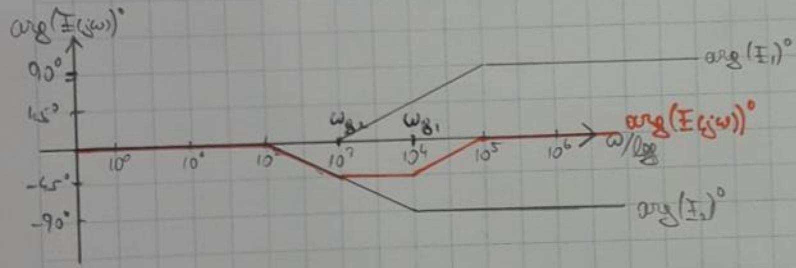
$$\underline{T}(j\omega) = \frac{R_2}{\frac{j\omega R_1 L}{j\omega L + R_1} + R_2} = \frac{R_1R_2 + j\omega R_2 L}{j\omega R_1 L + j\omega R_2 L + R_1 R_2} = \frac{R_1R_2\left(1 + j\omega\frac{L}{R_1}\right)}{R_1R_2\left(1 + j\omega\frac{L}{R_2} + j\omega\frac{L}{R_1}\right)}$$

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{1 + j\frac{\omega}{10000}}{1 + j\frac{\omega}{10000} + 9j\frac{\omega}{10000}} = \boxed{\frac{\underbrace{1 + j\frac{\omega}{10000}}_{\underline{T}_1}}{\underbrace{1 + j\frac{\omega}{1000}}_{\underline{T}_2}} = \underline{T}(j\omega)}$$

$\omega_{g_1} = 10000\,\frac{1}{s}$

$\omega_{g_2} = 1000\,\frac{1}{s}$



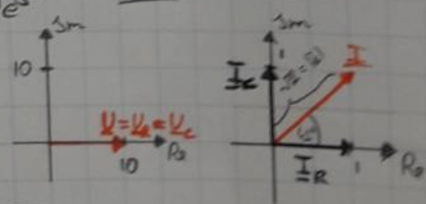


Bsp.2) $\underline{U} = 10e^{j0°} = 10V$ $\quad R = 10\,\Omega$ $\quad \underline{U} - \underline{U}_R = \underline{U}_C$

a) $\underline{X}_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j\,10^4 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = -j\frac{1}{10^{-1}} = -j10$

$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}}{\underline{X}_C} = \frac{10e^{j0°}}{10e^{-j90°}} = \underline{e^{j90°} = j}$ $\qquad \underline{I}_R = \frac{\underline{U}}{\underline{X}_R} = \frac{10e^{j0°}}{10e^{j0°}} = \cancel{1A} = e^{j0°}$

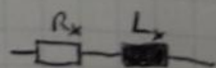
$\underline{I} = \underline{I}_C + \underline{I}_R = 1 + j = \underline{\sqrt{2}\,e^{j45°}}$



b) $\underline{I}_{neu} = \underline{I} + \underline{I}_x = 1 + j + \underline{I}_x = 2\,A$

$\Rightarrow \underline{I}_x = (1 - j)\,A$

$\underline{Z}_x = \frac{\underline{U}}{\underline{I}_x} = \frac{10e^{j0°}}{\sqrt{2}e^{-j45°}} = \sqrt{2}\cdot 5e^{j45°} = (\underbrace{5}_{R} + \underbrace{j5}_{L})$ $\quad \Rightarrow \quad ? =$



$$\boxed{\begin{array}{c} R_x = 5\,\Omega \\ L = 50\,\mu H \end{array}}$$

$j\omega L = j5 \Rightarrow j10000 \cdot L = j5 \quad | : j10000$

$L = \frac{5}{10000} = 5 \cdot 10^{-5}$

Course: [redacted] Name: [redacted]
Date: 01.02.2019 Page: 2 Matr.No.: [redacted]

IAESTE GRAZ

Bsp. 3) $u_L(t) = L \cdot i_L'(t)$

$u(t) \to u$
$i(t) \to i$

$m: U_1 + U_L = U_0 \qquad U_L = L\, i_L'(t)$

$m: R_1\left(\frac{U_L}{R_2} + \frac{U_L}{R_3} + i_L\right) + L \cdot i_L' = U_0$

$\Rightarrow R_1 i_L + \frac{R_1 L i_L'}{R_2} + \frac{R_1 L i_L'}{R_3} + L i_L' = U_0 \quad | : R_1$

$i_L + i_L'\left(\frac{L}{R_2} + \frac{L}{R_3} + \frac{L}{R_1}\right) = \frac{U_0}{R_1}$

$u_1 = R_1 \cdot i_1 = R_1(i_2 + i_L + i_3)$

$i_2 = \frac{U_L}{R_2} \qquad i_3 = \frac{U_L}{R_3}$

$\Rightarrow U_1 = R_1\left(\frac{U_L}{R_2} + i_L + \frac{U_L}{R_3}\right)$

$\frac{L}{R_1} + \frac{L}{R_2} + \frac{L}{R_3} = \frac{LR_1 + LR_2}{R_1 R_2} + \frac{L}{R_3} = \frac{LR_1R_2 + LR_2R_3 + LR_1R_3}{R_1R_2R_3}$

~~$i_L + i_L'\left(L(R_1 + R_2 + R_3)\right.$~~

~~$i_L + i_L'\left(L(R_1R_2 \ldots)\right) = \frac{U_0}{R_1}$~~

$i_L + i_L'\left(L \cdot \frac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_1R_2R_3}\right) = \frac{U_0}{R_1} \to i_{Lp}$

$\to \tau = \frac{1}{\lambda}$

Homogener Ansatz: $i_{Lh} = k e^{-\lambda t}$
$i_{Lh}' = -\lambda k e^{-\lambda t}$

partikulärer Ansatz: $i_{Lp} = \text{konst.}$
$i_{Lp}' = 0$

$i_L = i_{Lh} + i_{Lp} = k e^{-\lambda t} + \frac{U_0}{R_1}$

$\Rightarrow \boxed{i_L(t) = -\frac{U_0}{R_1} e^{-\lambda t} + \frac{U_0}{R_1} = \frac{U_0}{R_1}\left(1 - e^{-\lambda t}\right)}$

$i_L(t=0) = k + \frac{U_0}{R_1} = 0 \quad \Rightarrow \boxed{k = -\frac{U_0}{R_1}}$

$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{L} \cdot (R_1 \| R_2 \| R_3)$

$i_L'(t) = \lambda \frac{U_0}{R_1} e^{-\lambda t}$

$\rightsquigarrow u_L(t) = L \cdot i_L'(t)$

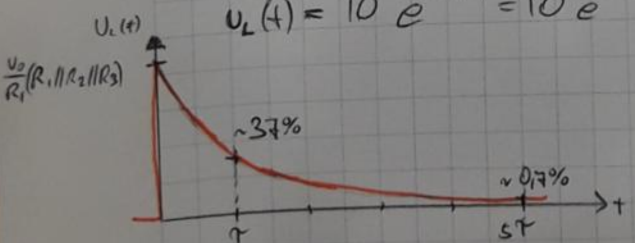
$u_L(t) = (R_1 \| R_2 \| R_3) \frac{U_0}{R_1} e^{-\lambda t}$

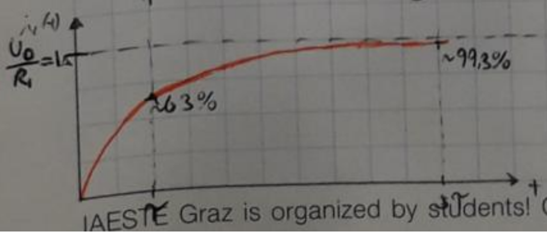
$R_1 \| R_2 \| R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3} = \frac{25 \cdot 20 \cdot 100}{500 + 2000 + 2500}$

$i_L(t) = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-50000t}$

$u_L(t) = 10\, e^{-\lambda t} = 10\, e^{-50000t}$

$\frac{U_0}{R_1} = 1$





$\boxed{\frac{25}{29} \frac{1}{s}}$

$R_1 \| R_2 \| R_3 = \frac{50\,000}{5000} = \underline{10\,\Omega}$

$\boxed{\lambda = 50\,000 \frac{1}{s}}$

$\tau = \frac{1}{50000}\, s$