Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik
Technische Universität Graz

437.162 / 437.202: Grundlagen der Elektrotechnik - UE - 2. Teilklausur (Gruppe 2)

Alle Zetteln sind mit Namen und Matr. Nr. zu versehen und abzugeben.

Es sind keine Hilfsmittel wie Taschenrechner und Formelzettel erlaubt!

Name: .... Matr. Nr.: ....

Aufgabe 1: Frequenzkennlinienverfahren

1. [? P] Ermitteln Sie für die Schaltung aus Abb. 1 die Übertragungsfunktion $\underline{F}(j\omega)$ und fertigen Sie das Bode-Diagramm an.
   Die Bauteilwerte sind gegeben mit: $R_1 = 90\,\Omega$, $R_2 = 10\,\Omega$, $L = 90\,\mathrm{mH}$.

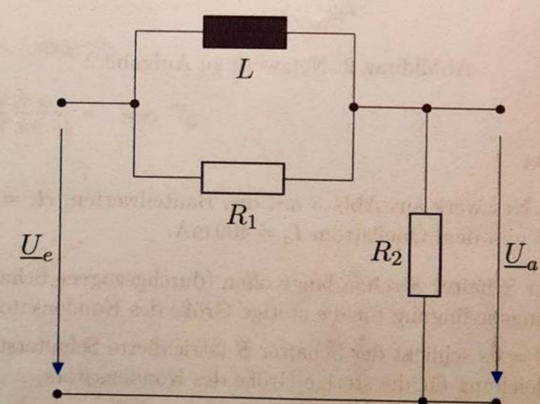


Abbildung 1: Netzwerk zu Aufgabe 1

Prüfungsfragenausarbeitung 03.02.2023

Name: .... Matr. Nr.: ....

Aufgabe 2: Komplexes Netzwerk

1. [? P] Gegeben ist das komplexe Netzwerk aus Abb. 2.
   Die Bauteilwerte sind gegeben mit: $C = 100\,\mu\mathrm{F}$, $R = 100\,\Omega$, $L_1 = 300\,\mathrm{mH}$ und $\omega = 100\,\mathrm{s}^{-1}$.

   (a) Berechnen Sie allgemein die Impedanz an den Klemmen k und l, und geben Sie den Real- und Imaginärteil separat an. (Allgemein Rechnen - Keine Werte einsetzen)

   (b) Welchen Wert muss L_2 annehmen damit das Netzwerk kompensiert ist?

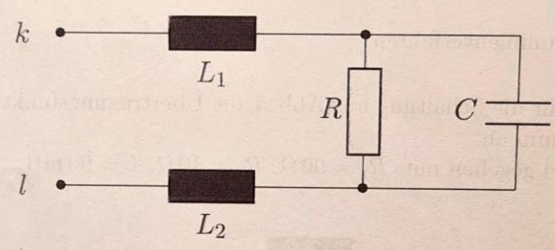


Abbildung 2: Netzwerk zu Aufgabe 2

Aufgabe 3: Schaltvorgang

1. [? P] Gegeben ist das Netzwerk aus Abb. 3 mit den Bauteilwerten: $R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 100\,\Omega$, $R_3 = 200\,\Omega$, $C = 4\,\mu\mathrm{F}$ und dem Quellstrom $I_\mathrm{q} = 400\,\mathrm{mA}$.

   (a) Für $t < 0$ war der Schalter S schon lange offen (durchgezogene Schalterstellung). Überlegen Sie sich die Anfangsbedingung für die stetige Größe des Kondensators.

   (b) Zum Zeitpunkt $t = 0s$ schließt der Schalter S (strichlierte Schalterstellung). Ermitteln Sie die Differentialgleichung für die stetige Größe des Kondensators.

   (c) Ermitteln Sie die Zeitkonstante des Einschaltvorgangs.

   (d) Welchen Wert wird die stetige Größe nach sehr langer Zeit annehmen.

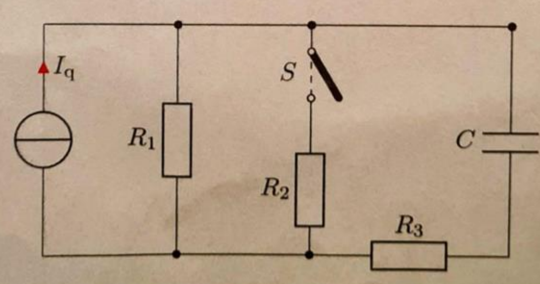


Abbildung 3: Netzwerk zu Aufgabe 3

Beispiel 1 wurde nicht gemacht.

Bsp.2:

a)

$$\underline{Z}_{RC} = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{\frac{R}{\cancel{j\omega C}}}{\frac{1+j\omega CR}{\cancel{j\omega C}}} = \frac{R}{1+j\omega RC}$$

$$\frac{R}{1+j\omega RC} \cdot \frac{1-j\omega RC}{1-j\omega RC} = \frac{R - j\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2} = \underbrace{\frac{R}{1+\omega^2 R^2 C^2}}_{Re} \underbrace{- j \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2}}_{Im}$$

$$\underline{Z}_{KL} = \underline{Z}_{RC} + j\omega L_1 + j\omega L_2 = \frac{R}{1+\omega^2 R^2 C^2} - j \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2} + j\omega L_1 + j\omega L_2$$

$$= \underbrace{\frac{R}{1+\omega^2 R^2 C^2}}_{Re} + \underbrace{j\left(\omega(L_1+L_2) - \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2}\right)}_{Im}$$

b) $Im\{\underline{Z}_{KL}\} \overset{!}{=} 0$

$$\omega(L_1+L_2) - \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2} \overset{!}{=} 0$$

$$\omega(L_1+L_2) = \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2}$$

$$\omega L_2 = \frac{\omega R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2} - \omega L_1 \qquad |:\omega$$

$$L_2 = \frac{R^2 C}{1+\omega^2 R^2 C^2} - L_1 = \frac{\overset{\Omega^2}{100^2} \cdot 100 \cdot 10^{-6} F}{1+(\underset{1/s}{100} \cdot \underset{\Omega}{100} \cdot \underset{F}{100 \cdot 10^{-6}})^2} - 300 \cdot 10^{-3} H =$$

$$= \frac{10000\,\Omega^2 \cdot 100 \cdot 10^{-6} F}{1 + 10000 \frac{1}{s^2} \cdot 10000\,\Omega^2 \cdot 100 \cdot 10^{-8} F^2} - 300 \cdot 10^{-3} H =$$

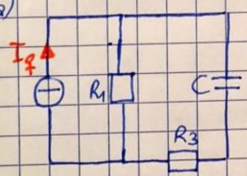
$$= \frac{1\,\Omega^2 F}{1 + 1 \frac{\Omega^2 F^2}{s^2}} - 300 \cdot 10^{-3} H = \frac{1}{2} - \frac{3}{10} = \frac{5}{10} - \frac{3}{10} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} = \underline{\underline{0{,}2\,H = 200\,mH}}$$

Aufgabe 3:

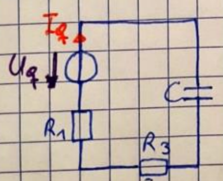
$R_1 = 100\,\Omega \quad R_2 = 100\,\Omega \quad R_3 = 200\,\Omega \quad C = 4\,\mu F$

$I_q = 400\,mA$

a)

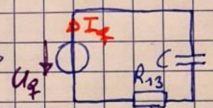


- stetige Größe bei einem Kondensator ist die Spannung. $u_c(t)$



$U_q = I_q \cdot R_1$

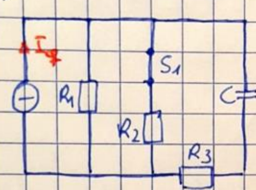
$U_q = 40V \Rightarrow$



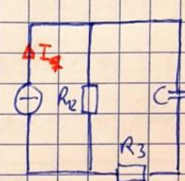
$R_{13} = R_1 + R_3 = 300\,\Omega$

- Spannung fällt an den Klemmen von Kondensator ab, daher $u_c(t=0) = U_q$
Kondensator wird zu einem Leerlauf, daher fließt kein Strom durch.

b)



$\Rightarrow$



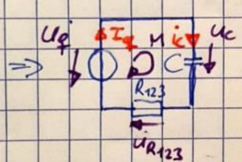
$\Rightarrow$

$U_q = I_q \cdot R_{12}$

$U_q = 20V$

$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 50\,\Omega$

$\Rightarrow$



$R_{123} = R_{12} + R_3 = 250\,\Omega$

$M: u_c + u_{R123} - U_q = 0 \qquad u_{R123} = i_c \cdot R_{123}$

$u_c + R_{123} \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} - U_q = 0 \qquad i_c = C \cdot \frac{du_c}{dt}$

$U_q = u_c + R_{123} \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} \quad | : (R_{123} \cdot C)$

$\frac{U_q}{R_{123} C} = u_c \cdot \frac{1}{R_{123} C} + \underbrace{\frac{du_c}{dt}}_{u_c'}$ ... Differentialgleichung

c) $\tau = C \cdot R_{123} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 250 = 0{,}001\,sec$

d) Kondensator wird zu einem Leerlauf → kein Strom ⇒ U_q liegt am Kondensator an. keine Spannung fällt bei R_{123} ab.
$\Rightarrow u_c(t > 5\tau) = U_q$