HOCHSCHULE BREMEN

Elektrische Messtechnik (ELMESS)

Laborversuch 1: 0.5.7

Laborgruppe C7:

1. Kelly Mbitketchie Koudjo: 5136175 (I.S.T.I)
2. Kevin Pfeifer: 5131378 (D.S.I)

Vorbereitung

1.) * Einheiten der Bauteilwerte eines RC-Gliedes:
- das Ohm (Ω) und das Farad (F)

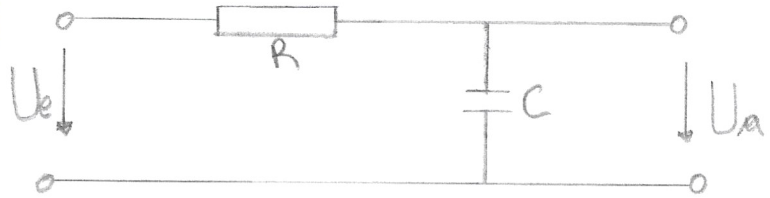
* $1\Omega = \frac{1V}{1A} = \frac{V}{A}$ und $1F = \cancel{\frac{1s}{1\Omega}} = \frac{As}{V}$

* Zeitkonstante des RC-Gliedes:

$$T = R \cdot C = \frac{V}{A} \cdot \frac{A \cdot s}{V} = s$$ ✓

Die Gleichung für die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist also auch von den Einheiten her stimmig.

2.a)



Herleitung des Frequenzgangs $G(j\omega)$ des RC-Tiefpasses aus der komplexen Spannungsteilerregel:

Spannungsteilerregel: $\underline{U}_a = \frac{Z_C}{R+Z_C} \cdot \underline{U}_e \Leftrightarrow \frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} = \frac{Z_C}{R+Z_C}$

$$\frac{Z_C}{R+Z_C} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R+\frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1+j\omega RC} = G(j\omega)$$ ✓

2.b) Herleitung der Grenzfrequenz des Tiefpasses f_g:

Grenzfrequenz aus $|G(j\omega_g)| = \left|\frac{U_a}{U_e}\right| = \frac{\max(|G(j\omega_g)|)}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

das heißt: $\left|\frac{U_a}{U_e}\right| = \frac{1}{\sqrt{1+\omega_g^2 R^2 C^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$= \frac{1}{\sqrt{1+(\omega_g R \cdot C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= (R \cdot \omega_g \cdot C)^2 + 1 = 2$$

$$= \omega_g = \frac{1}{RC} \quad \text{und mit } \omega_g = 2 \cdot \pi \cdot f_g$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot f_g = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$\Rightarrow f_g = \frac{1}{2\pi RC}$$ ✓

2.c) * Zusammenhang zwischen der Grenzfrequenz und der Anstiegszeit $T_{10/90}$:

Im Anhang A steht:

$t_r \approx 2{,}2T$ beziehungsweise $T \approx 0{,}455 \cdot t_r$ und $f_g = \frac{1}{2\pi T} \approx \frac{0{,}35}{t_r}$ ✓

$\Rightarrow \frac{t_{10}}{t_{90}} = \frac{0{,}35}{f_g}$ f

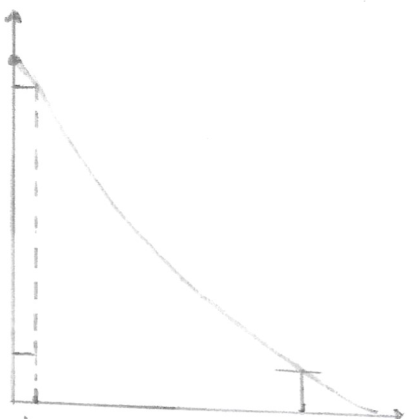
* Herleitung für die fallende Flanke:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}} \Leftrightarrow \frac{U(t)}{U_0} = e^{-\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) = \ln e^{-\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) = -\frac{t}{T}$$

$$\Leftrightarrow t = -T \cdot \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right)$$



Kondensatorentladung

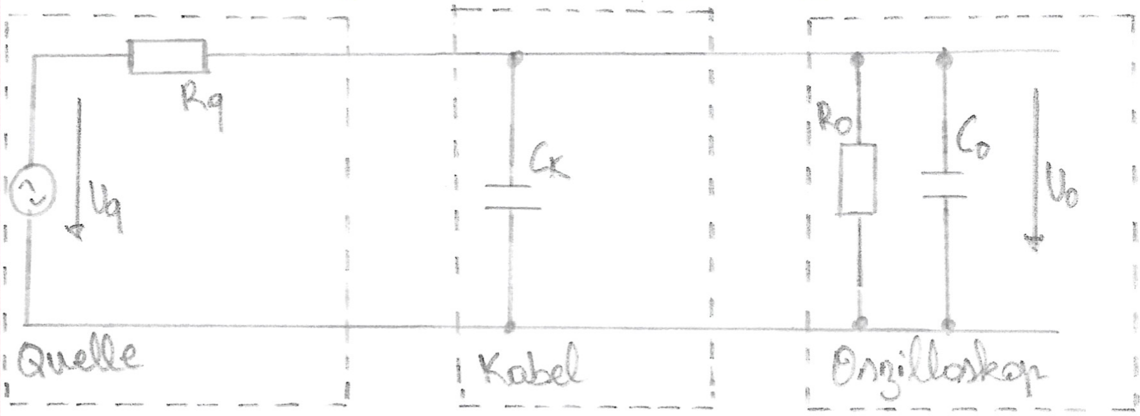
* $t_{10} = -T \cdot \ln\left(\frac{0{,}1 \cdot U_0}{U_0}\right) = -T \cdot \ln(0{,}1) = -T \cdot \ln\left(\frac{1}{10}\right) = T \cdot \ln(10)$

* $t_{90} = -T \cdot \ln\left(\frac{0{,}9\, U_0}{U_0}\right) = -T \cdot \ln(0{,}9) = -T \cdot \ln\left(\frac{9}{10}\right) = T \cdot \ln\left(\frac{10}{9}\right)$

* $t_f = t_{10} - t_{90} = T \cdot \ln(10) - T \cdot \ln\left(\frac{10}{9}\right) = T \cdot \ln(9)$

$t_f \approx 2{,}2T$ beziehungsweise $T \approx 0{,}455\, t_f$ und $f_g = \frac{1}{2\pi T} \approx \frac{0{,}35}{t_f}$ ✓

3) * Herleitung der Lastimpedanz Z_L ohne Tastkopf:



$$Z_L = \frac{1}{Y} = \frac{1}{-\frac{1}{jX_{CK}} + \frac{1}{R_o} - \frac{1}{jX_{Co}}} \quad f$$

$$= \frac{1}{j\omega C_K + \frac{1}{R_o} + j\omega C_o}$$

$Y_C = j\omega C$

$Z_C = -\frac{j}{X_C} = -\frac{j}{\omega C}$

$= \frac{1}{j\omega C}$

$$= \frac{1}{\frac{1}{R_o} + j\left(\frac{1}{X_{CK}} + \frac{1}{X_{Co}}\right)} \Big| \cdot R_o$$

$$= \frac{R_o}{1+j\omega R_o(C_K+C_o)}$$

???

* Vorteil

Der Nachteil, dass das Signal um den Faktor $\frac{1}{10}$ geschwächt wird, steht gegenüber dem Vorteil, dass die Grenzfrequenz um den Faktor 10 steigt. ✓ Jedoch geht der Vorteil auf Kosten einer geringeren Empfindlichkeit. Somit sind die Eingangsspannung des Oszilloskops und auch die Spannungswerte um den Faktor 10 reduziert.