HOCHSCHULE BREMEN

Elektrische Messtechnik (ELMESS)

Laborversuch 1: O.S.Z

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)

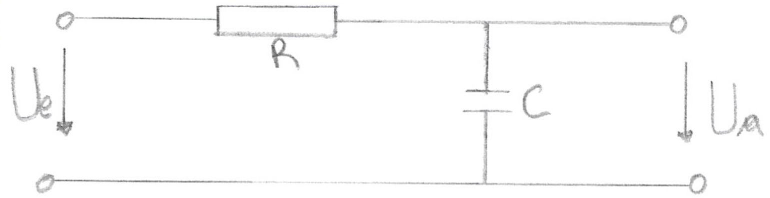
* $1\Omega = \frac{1V}{1A} = \frac{V}{A}$ und $1F = \frac{1s}{1\Omega} = \frac{As}{V}$

* 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: $U_a = \frac{Z_C}{R+Z_C} \cdot U_e \Leftrightarrow \frac{U_a}{U_e} = \frac{Z_C}{R+Z_C}$

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

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 $f_g = \frac{1}{2\pi T} \approx \frac{0{,}35}{t_r}$

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

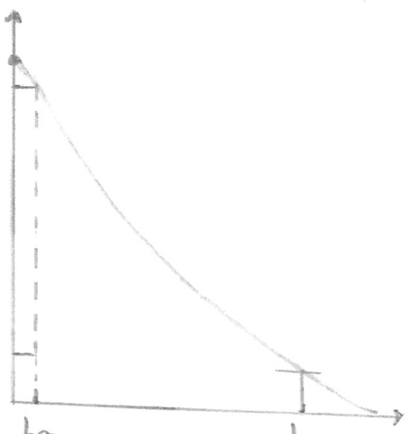
* Herleitung für die fallende Flanke:

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

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

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

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



Kondensatorentladung

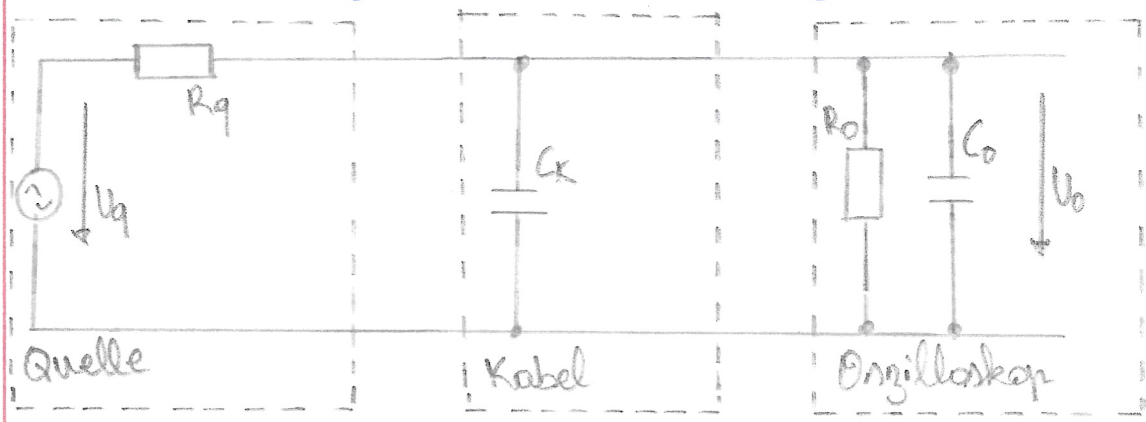
* $t_{10} = -T \cdot \ln\left(\frac{0{,}1 \cdot U_0}{U_0}\right) = -T \cdot \ln(0{,}1) = -T \cdot \ln\left(\frac{1}{10}\right) = T \cdot \ln(10)$

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

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

$t_f \approx 2{,}2T$ 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:



$$Z_L = \frac{1}{Y} = \frac{1}{-\frac{1}{jX_{C_K}} + \frac{1}{R_o} - \frac{1}{jX_{C_o}}}$$

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

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

* 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.