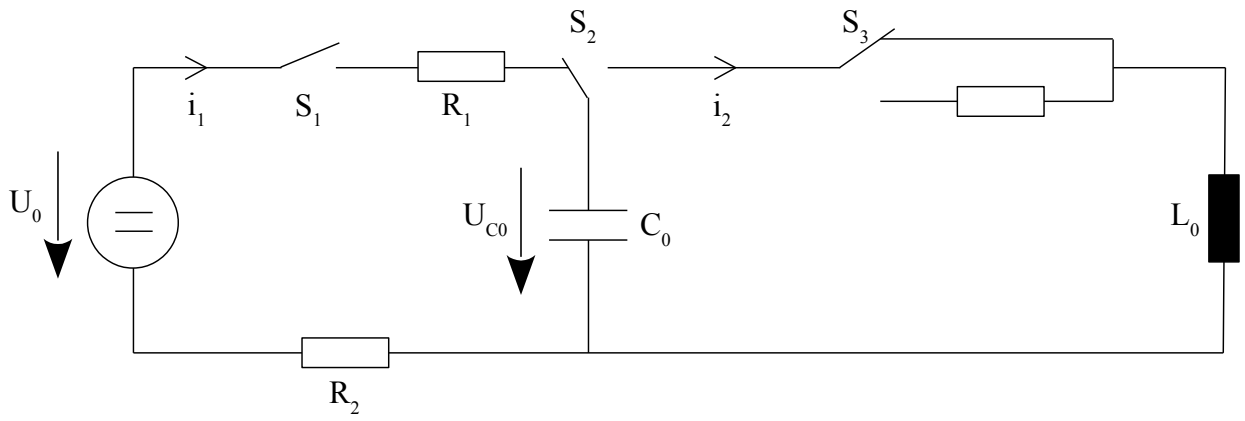
Aufgabe 1



$U_0 = 5$ V
$R_1 = 1$ kΩ
$R_2 = 3$ kΩ
$C_0 = 1$ µF
$L_0 = 253{,}3$ µH

Zum Zeitpunkt $t_1 = 2$ s wird der Schalter S_1 umgelegt.

1.1 Berechnen Sie die Zeitkonstante τ_1.
1.2 Stellen Sie die Differentialgleichung für $u_{C0}(t)$ für $t > t_1$ auf.
1.3 Lösen Sie die Differentialgleichung für $u_{C0}(t)$ für $t > t_1$.
1.4 Was passiert mit $i_1(t)$ für $t = t_1$ und $t \to \infty$?
Skizzieren Sie den Verlauf von i_1 und u_{C0} für $t > t_1$ und markieren Sie charakteristische Werte.

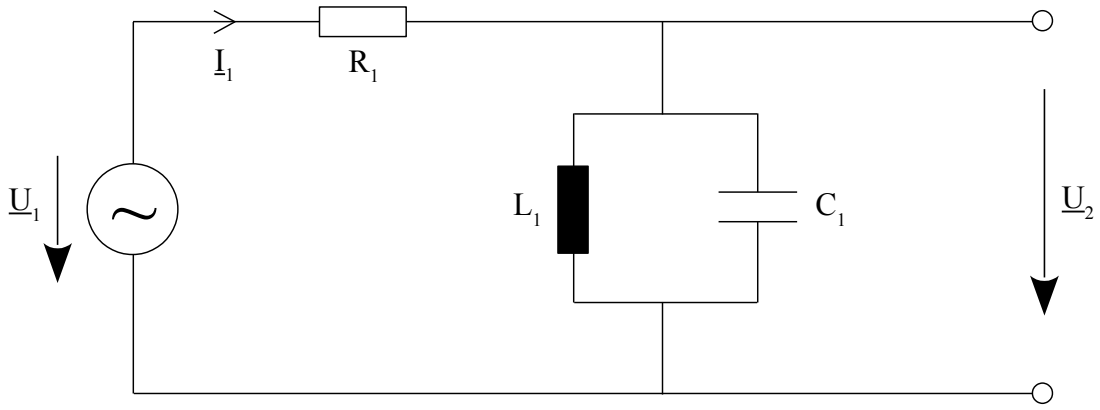
Zum Zeitpunkt $t_2 \gg t_1 + \tau_1$ wird der Schalter S_2 umgelegt. Alle Ausgleichsvorgänge können zu diesem Zeitpunkt als abgeschlossen betrachtet werden.

1.5 Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der nun vorliegenden Schaltung. Wie heißt eine solche Schaltung?
1.6 Berechnen Sie die Eigenfrequenz f_0 der Schaltung.
1.7 Skizzieren Sie den Verlauf von i_2 und u_{C0} für $t > t_2$ und markieren Sie charakteristische Werte.

Zum Zeitpunkt $t_3 > t_2$ wird der Schalter S_3 umgelegt.

1.8 Was passiert nun mit i_2 und u_{C0}?

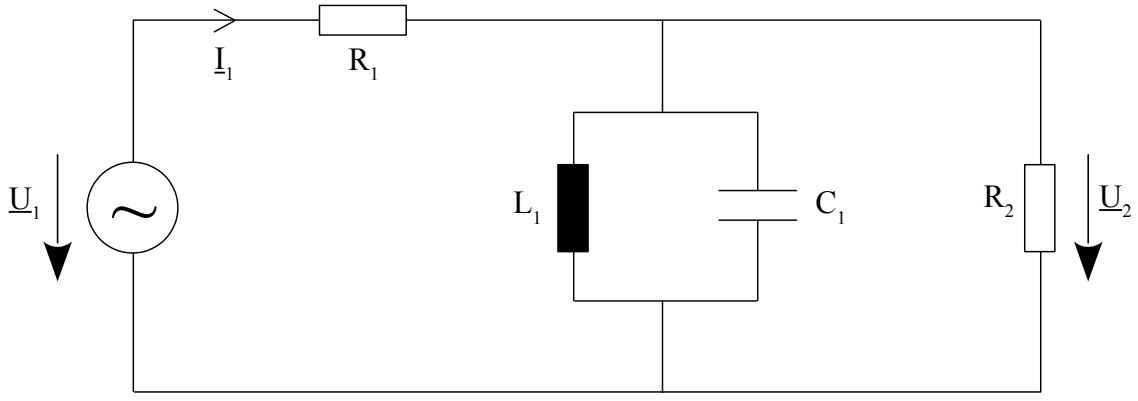
Aufgabe 2



$\underline{U}_1 = 50\ V \cdot e^{j0°}$
$R_1 = 400\ \Omega$
$f = 300\ Hz$
$L = 0{,}1\ H$
$C = 3{,}3\ \mu F$

2.1 Bestimmen Sie $\underline{U}_2$ und $\underline{I}_1$ nach Betrag und Phase.
2.2 Bestimmen Sie die Leistung P_1 und cos φ_0.
2.3 Berechnen Sie die Resonanzfrequenz f_r.

Die Schaltung wird jetzt um einen Widerstand $R_2 = 2200\ \Omega$ ergänzt.



2.4 Bestimmen Sie $\underline{U}_2$ nach Betrag und Phase.
2.5 Die Spannung über $\underline{U}_2$ soll erhöht werden, indem ein passives Bauelement parallel zu R_2 geschaltet wird. Welches Bauelement wird dazu benötigt? (R, L oder C)
2.6 Die Spannung über $\underline{U}_2$ soll maximal werden. Wie muss das passive Bauelement dazu dimensioniert werden?

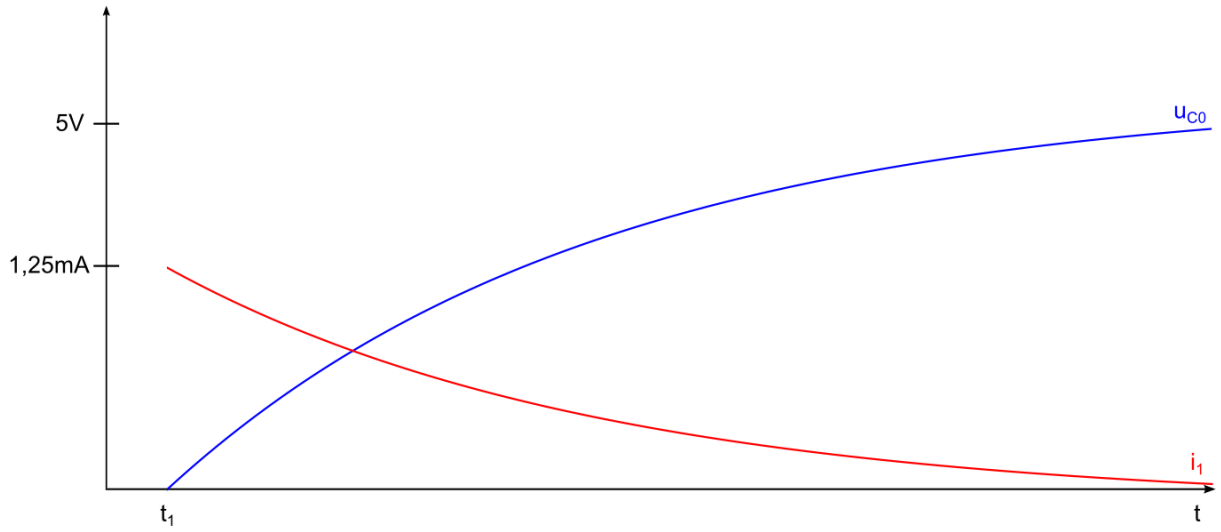
Lösungen Aufgabe 1

1.1 $\tau_1 = (R_1 + R_2) \cdot C_0 = 4\,\mathrm{k\Omega} \cdot 1\,\mu\mathrm{F} = 4\,\mathrm{ms}$

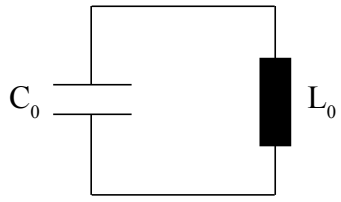
1.2 $$U_0 = (R_1 + R_2) \cdot i_1(t) + u_{C0}(t)$$
$$i_1(t) = i_{C0}(t) = C_0 \cdot \frac{du_{C0}(t)}{dt}$$
$$\Rightarrow \quad U_0 = (R_1 + R_2) \cdot C_0 \cdot \frac{du_{C0}(t)}{dt} + u_{C0}(t)$$

1.3 $$u_{C0}(t) = u_{C0}(t \to \infty) + [u_{C0}(t_1) - u_{C0}(t \to \infty)] \cdot e^{-\frac{t - t_1}{\tau}}$$
$$\Rightarrow \quad u_{C0}(t) = U_0 + [0 - U_0] \cdot e^{-\frac{t - 2\mathrm{s}}{4\mathrm{ms}}}$$
$$\Leftrightarrow \quad u_{C0}(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t - 2\mathrm{s}}{4\mathrm{ms}}})$$

1.4 $$i_1(t = t_1) = \frac{U_0}{R_1 + R_2} = \frac{5\mathrm{V}}{1\,\mathrm{k\Omega} + 3\,\mathrm{k\Omega}} = 1{,}25\,\mathrm{mA}$$
$$i_1(t \to \infty) = 0$$



1.5



Ungedämpfter Schwingkreis

1.6 $$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_0 \cdot C_0}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{253{,}3\,\mu\mathrm{H} \cdot 1\,\mu\mathrm{F}}} \approx 10\,\mathrm{kHz}$$

GGET2-Übungsklausur SS2012 rekonstruiert

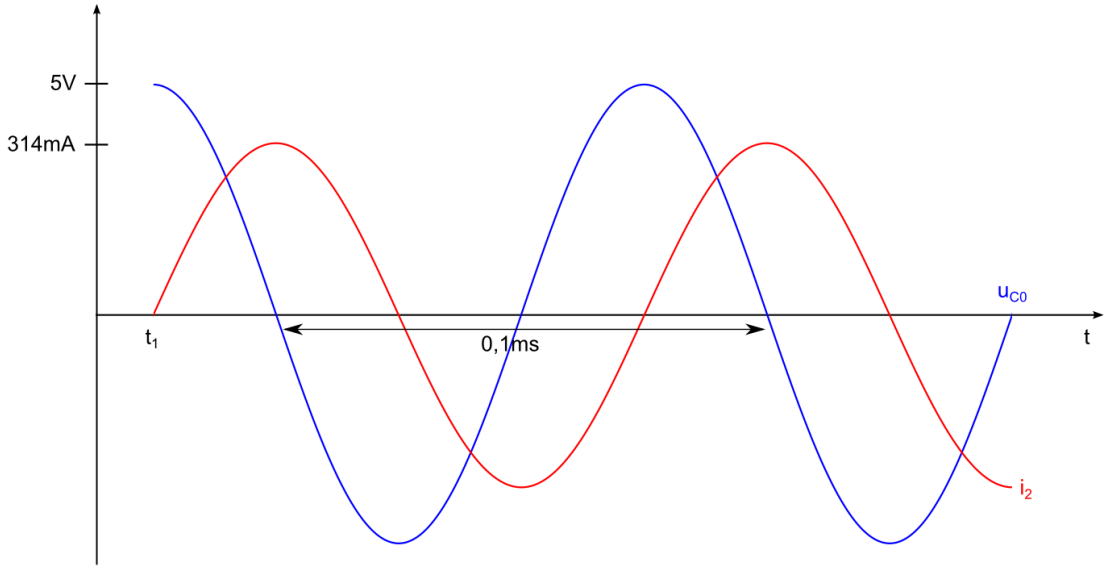
1.7

$$T = \frac{1}{f_0} \qquad \Rightarrow \textit{Periodenlänge } T = 0{,}1\,\text{ms}$$

$$u_{C0}(t) = U_0 \cdot \cos(\omega t) \qquad \Rightarrow \textit{Amplitudenwert } U_0 = 5\text{V}$$

$$i_2(t) = -C \cdot \frac{du_{C0}(t)}{dt}$$

$$\Rightarrow \quad i_2(t) = C \cdot U_0 \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) \qquad \Rightarrow \textit{Amplitudenwert } C \cdot U_0 \cdot \omega \approx 314\text{mA}$$



1.8 Der Schwingkreis ist nun gedämpft (Energie geht über dem Widerstand verloren), i_2 und u_0 werden daher nicht endlos oszillieren, sondern abnehmen und im Endeffekt verschwinden.

Lösungen Aufgabe 2

2.1

$$\underline{U_2} = \underline{U_1} \cdot \frac{j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}} \approx 47\text{V} \cdot e^{-j20°}$$

$$\underline{I_1} = \frac{\underline{U_1}}{R_1 + j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}} \approx 43\text{mA} \cdot e^{j70°}$$

2.2 $P_1 = \text{Re}(\underline{U_1} \cdot \underline{I_1}^*) \approx 739\text{mW}$

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{U_1 \cdot I_1} = \frac{739\text{mW}}{50\text{V} \cdot 43\text{mA}} \approx 0{,}344$$

2.3 $$f_r = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{0{,}1\,\text{H} \cdot 3{,}3\,\mu\text{F}}} \approx 277\text{Hz}$$

2.4

$$\underline{U_2} = \underline{U_1} \cdot \frac{R_2 \| j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + R_2 \| j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1}}$$

$\Rightarrow \quad |\underline{U_2}| \approx 40{,}4\text{ V}$

$\Rightarrow \quad arg(\underline{U_2}) \approx -17{,}3°$

2.5 Aufgrund des negativen Phasenwinkels der Spannung U_2 wird eine Spule L benötigt.

2.6

$$Q_{alt} = \text{Im}\left(\frac{U_2^2}{\left(R_2 \| j\omega L_1 \| \frac{1}{j\omega C_1} \right)^*} \right) \approx -1{,}49$$

$$Q_{komp} = Q_{neu} - Q_{alt} = 0 - (-1{,}49) = 1{,}49$$

$$Q_{komp} = \frac{U_2^2}{\omega L} \Leftrightarrow L = \frac{U_2^2}{\omega Q_{komp}} \approx 581\text{mH}$$