

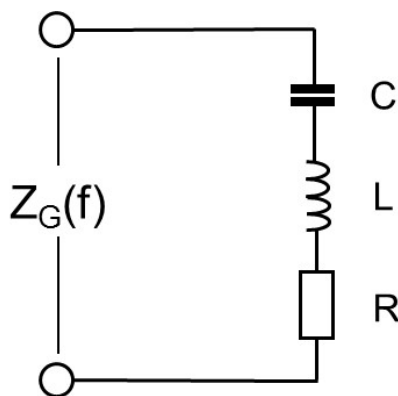
Abgabe am Dienstag den **17. Juni** vor Beginn der Vorlesung

Achtung:

In der Pfingstwoche findet die Vorlesung wie gewohnt statt. Es entfallen jedoch die Übungsgruppen und es brauchen am 10. Juni *keine* Übungsaufgaben abgegeben werden. Daher stehen zur Bearbeitung dieses Aufgabenzettels *zwei Wochen* zur Verfügung.

AUFGABE 1 – Komplexer Widerstand des RLC Serienschwingkreis

Gegeben ist ein Serienschwingkreis aus Kondensator C, Spule L und Widerstand R (also eine *Serienschaltung* von C, L und R gemäß Abbildung).



a) Ermitteln Sie die komplexe Impedanz des Serienschwingkreises. Geben Sie die Resonanzfrequenz $f_0 (= \omega_0/2\pi)$ sowie die Breite der Resonanzkurve an (Bandbreite Δf).

Erläuterung zu Δf , der Breite der Resonanzkurve: Bei der Resonanzfrequenz f_0 wird die Impedanz des Serienschwingkreises minimal, also: $|Z(f_0)| = Z_{\min}$. Gesucht ist das Frequenzintervall Δf um f_0 an, für das gilt: $|Z(f)|^2 < 2 Z_{\min}^2$ für $(f_0 - \Delta f/2) < f < (f_0 + \Delta f/2)$.

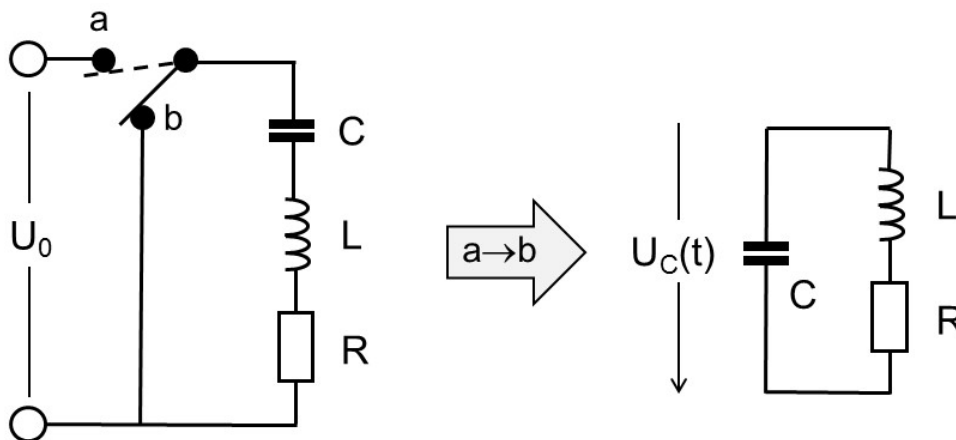
Hierbei können Sie annehmen, dass gilt: $1/(LC) \gg R^2/L^2$. (4 Pkt)

b) Es seien $C = 250 \text{ pF}$, $L = 1 \text{ mH}$, $R = 10 \text{ } \Omega$. Berechnen Sie die *Güte* Q des Schwingkreises gemäß: $Q = f_0/\Delta f$. (2 Pkt)

c) Skizzieren Sie (für die Werte aus b)) die Ortskurve in der komplexen Impedanz-Ebene und markieren Sie das Verhalten für ω gegen Null und für ω gegen unendlich. Markieren Sie auch R , f_0 und Δf . Diskutieren Sie anhand der Ortskurve des Zusammenhang zwischen Phasenwinkel und Δf . (3 Pkt)

d) Fertigen Sie (für die Werte aus b)) eine Skizze an, bei der Betrag und Phase der Impedanz über der Frequenz aufgetragen sind. Beschriften Sie die Skizze und markieren Sie R , f_0 und Δf . (3 Pkt)

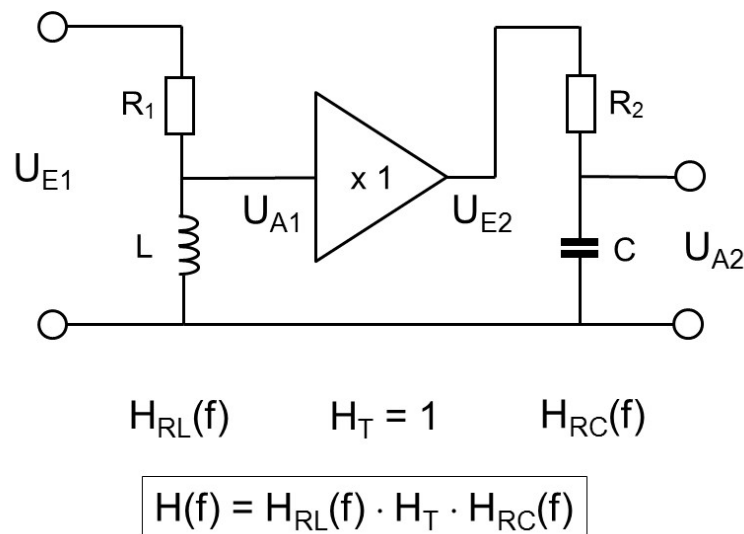
AUFGABE 2 – Gedämpfte Schwingung des RLC Kreises



Der obige Serienschwingkreis wird durch Anlegen einer Gleichspannung U_0 "aufgeladen" (Schalterstellung a, $U_C = U_0$). Dann wird zum Zeitpunkt $t=0$ der Schalter in Stellung b gebracht. Daraus resultiert der links gezeigte Parallelschwingkreis. Gesucht ist nun für den links gezeigten Schwingkreis der Zeitverlauf der Spannung $U_C(t)$.

- Stellen Sie die entsprechende Differentialgleichung auf und leiten Sie die Lösung für $U_C(t)$ her. Geben Sie die Schwingungsfrequenz f_R sowie die $(1/e)$ -Zeit τ der exponentiellen Dämpfung explizit an. (4 Pkt)
- Es seien $C = 250 \text{ pF}$, $L = 1 \text{ mH}$, $R = 10 \text{ }\Omega$. Berechnen Sie f_R , τ sowie die Anzahl der Schwingungszüge innerhalb des Zeitintervalls τ . (2 Pkt)
- Vergleichen Sie die Dämpfungszeitkonstante mit der Bandbreite im Frequenzbereich (Vergleich von τ mit Δf aus Aufgabe 1). Zeigen Sie, dass eine *Zeit-Frequenz-Unschärferelation* der folgenden Art gilt: $\tau \Delta f \approx \text{const.}$ (2 Pkt)
- Diskutieren Sie den *aperiodischen Grenzfall* sowie das Verhalten für große Werte von $R/(2L)$ (und zwar für $R^2/(2L)^2 > 1/(LC)$). (4 Pkt)

AUFGABE 3 – Bandpass aus entkoppeltem RL-Glied und RC-Glied



Im obigen Schaltbild stellt das mit 'x1' markierte Dreieck einen idealen Trennverstärker dar, dessen Eingangswiderstand unendlich groß ist (\Rightarrow kein Einfluss auf RL-Glied) und dessen Ausgangswiderstand unendlich klein ist ($\Rightarrow U_{E2}$ nicht durch das folgende RC-Glied beeinflusst); der Verstärkungsfaktor ist frequenzunabhängig gleich 1.

- Berechnen Sie die komplexe Übertragungsfunktion $H(f)$, die sich als Produkt der drei einzelnen Übertragungsfunktionen ergibt (siehe Glg. in Abbildung). (3 Pkt)
- Skizzieren Sie (Bode-Diagramme) den Amplituden- und Phasengang von $H(f)$ für: $R_1C = 0,1 \mu\text{s}$, $L/R_2 = 10 \mu\text{s}$ (3 Pkt)
- Skizzieren Sie den Amplituden- und Phasengang von $H(f)$ für: $R_1C = L/R_2 = 0,5 \mu\text{s}$. (3 Pkt)
- Vergleichen Sie $H(f)$ aus c) mit $Z_G(f)$ des RLC-Serienschwingkreises (aus Aufgabe 1) bezüglich ihrer Frequenzabhängigkeit. Wie unterscheiden sich der Serienschwingkreis und die obige Schaltung bezüglich der Güte ($Q = f_0/\Delta f$) der Durchlasskurve? (3 Pkt)
- Diskutieren Sie das Zeitverhalten von U_{A2} , wenn sich die Eingangsspannung U_{E1} sprunghaft von 0 V auf 10 V ändert. Erwarten Sie eine gedämpfte Schwingung oder eher einen exponentiellen Anstieg gefolgt von einem exponentiellen Abfall? Sie können diese Aufgabe durch Rechnen oder qualitative Diskussion bearbeiten. (4 Pkt)