

Institut für Biomedizinische Technik,
Karlsruher Institut für Technologie

Fritz-Haber-Weg 1
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721/608-42650

Lineare Elektrische Netze

Leiter: Prof. Dr. rer. nat. Olaf Dössel
Tel: 0721 608-42650
Olaf.Doessel@kit.edu

Übungsleiter: Dipl.-Ing. G. Lenis
Tel: 0721 608-45478
Gustavo.Lenis@kit.edu

Übungsblatt Nr. 7: Bode-Diagramme

Aufgabe 1

Gegeben ist der Zusammenhang $\tau_i = R_i \cdot C_i$ ($i = 0, 1, 2, 3$), die folgenden Übertragungsfunktionen $\underline{G}_m(j\omega) = \frac{U_a}{U_e}$ und die normierte Kreisfrequenz $\Omega = \frac{\omega}{1s^{-1}}$.

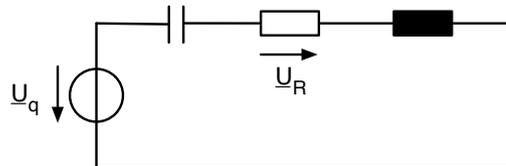
$$\begin{aligned}\underline{G}_1(j\omega) &= \frac{j\omega\tau_1}{(1 + j\omega\tau_2)(1 + j\omega\tau_3)} \\ \underline{G}_2(j\omega) &= \frac{1}{j\omega\tau_0} \\ \underline{G}_3(j\omega) &= \frac{1}{j\omega\tau_0} \cdot \frac{j\omega\tau_1}{(1 + j\omega\tau_2)(1 + j\omega\tau_3)}\end{aligned}$$

Zahlenwerte:

$R_0 = 10M\Omega$, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 10000\Omega$, $C_0 = 1\mu F$, $C_1 = 100\mu F$,
 $C_2 = 100\mu F$, $C_3 = 10nF$

- (a) Skizzieren Sie die Bodediagramme der 3 Übertragungsfunktionen $\underline{G}_1(j\omega)$, $\underline{G}_2(j\omega)$ und $\underline{G}_3(j\omega)$.
- (b) Welche Bedingung muss eingehalten werden, damit die Übertragungsfunktion der Schaltung nach der Abbildung folgende Gestalt hat?

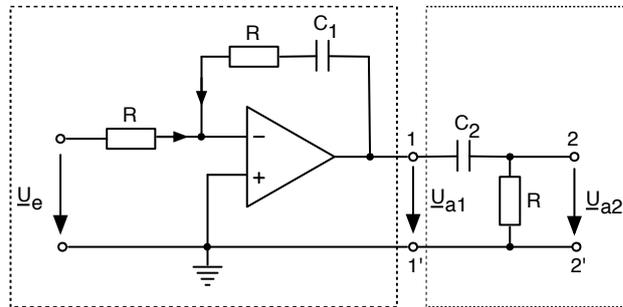
$$\underline{G}_1(j\omega) = \frac{U_R}{U_q} = \frac{j\omega\tau_1}{(1 + j\omega\tau_2)(1 + j\omega\tau_3)}$$



Hinweis: Beachten Sie, dass τ_1 , τ_2 und τ_3 nicht die selben Werte wie in a) haben.

Aufgabe 2

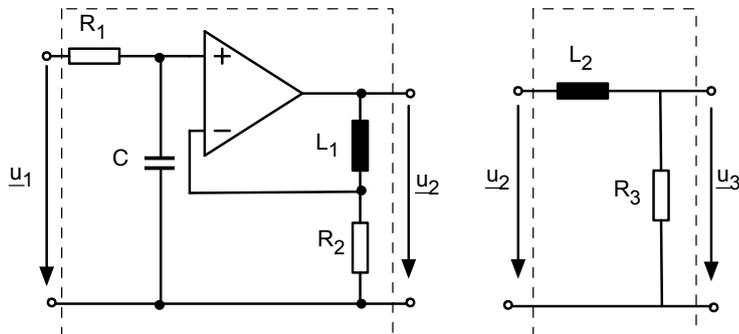
Eine Wechselspannungsquelle speist eine Operationsverstärkerschaltung und nachfolgenden RC-Hochpass.



- (a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $\underline{G}_1(j\omega) = \frac{U_{a1}}{U_e}$. Führen Sie eine geeignete Normierung $\Omega = \frac{\omega}{\omega_0}$ ein und bestimmen Sie den Amplitudengang a_{G_1}/dB und den Phasengang φ_{G_1} . Zeichnen Sie a_{G_1} und φ_{G_1} im Bodediagramm.
- (b) Berechnen Sie die komplexe Übertragungsfunktion $\underline{G}_2(j\omega) = \frac{U_{a2}}{U_{a1}}$ des passiven RC-Hochpassgliedes. Tragen Sie den Amplituden- und Phasengang in das Bodediagramm aus Teilaufgabe a) ein ($C_2 = \frac{1}{10} \cdot C_1$).
- (c) Zeichnen Sie die Kennlinien der Übertragungsfunktion $\underline{G}_{res}(j\omega) = \frac{U_{a2}}{U_e}$.

Aufgabe 3

Gegeben seien folgende Verstärker- und Tiefpassschaltungen mit $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 1k\Omega$, $L_1 = 0.1mH$, $L_2 = 200mH$, $C_1 = 10nF$.



- (a) Skizzieren Sie die Bode-Diagramme (Amplituden- und Phasengang) des Spannungsverhältnisse $\underline{G}_1(j\omega) = \frac{U_2}{U_1}$ des Verstärkers ohne Tiefpass.
- (b) Berechnen Sie den Amplituden und Phasengang des Tiefpasses für $\underline{G}_2(j\omega) = \frac{U_3}{U_2}$ und zeichnen Sie auch diesen Verlauf in die Diagramme aus Teilaufgabe a) ein.
- (c) Ermitteln Sie graphisch die Bodediagramme der Gesamtschaltung.