

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

Tutorium Nr. 6:
Bode-Diagramme

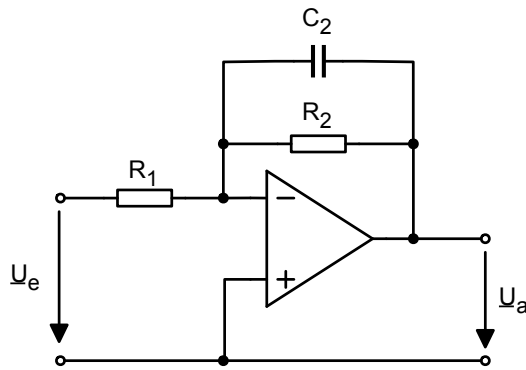
Aufgabe 1

Figure 1: Abb 1.1

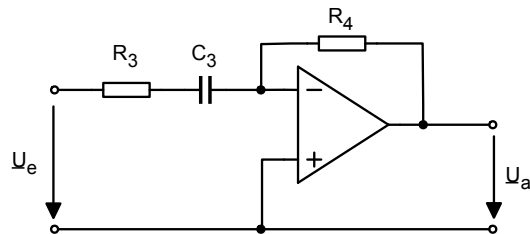


Figure 2: Abb 1.2

- (a) Geben Sie die Übertragungsfunktionen der idealen OP-Schaltungen in Abb 1.1 und Abb 1.2 an.
- (b) Bestimmen Sie jeweils eine geeignete Normierungsfrequenz Ω_1 für die Übertragungsfunktionen zu Abb 1.1 und Ω_2 zu Abb 1.2.

- (c) Gegeben sind nun folgende Werte:

$$R_1 = 10k\Omega, R_2 = 100k\Omega, R_3 = 1k\Omega, R_4 = 10k\Omega, C_2 = 1pF, C_3 = 1nF$$

Zeichnen Sie jeweils ein Bodediagramm (Betrag und Phase) für die Abbildungen 1.1 und 1.2. Verwenden Sie dabei folgende Masseneinheiten: 1cm entspricht einer Dekade bzw. 20dB oder 45° bzw. $\frac{\pi}{4}$.

Im Folgenden sollen Sie die Frequenz $f = 10 \frac{MHz}{2\pi}$ verstärken und alle anderen Frequenzen nach Möglichkeit dämpfen. Die Normierungsfrequenz sei jetzt $f_N = 1 \frac{kHz}{2\pi}$.

- (d) Entwerfen Sie mit Hilfe der Schaltungen in Abbildungen 1.1 - 1.2 und einem Spannungsfolger einen Filter, für den gilt:

$\log \Omega_N$	$a_V [dB]$
<2	Steigung + 20 dB/Dekade
2	0
3	20
4	40
5	20
6	0
>6	Steigung - 20 dB/Dekade

Zeichnen Sie die Schaltung und den **Amplitudengang**.

Wie lautet die gesamte Übertragungsfunktion $\frac{U_a}{U_e}$?

- (e) Zur Dimensionierung, d.h. zur Anpassung an den geforderten Verlauf von

a_V sollen nur die Werte für C_2 und C_3 verändert werden. Welche Werte müssen für C_2 und C_3 gewählt werden?

Aufgabe 2

- (a) Wie berechnen sich im Allgemein der Betrag in dB und die Phase einer Funktion $\frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e}$ bei einem Bodediagramm?

- (b) Gegeben sei folgende Funktion:

$$\frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} = -100 \frac{(1 + j10^{-3}\Omega)^4}{(1 + j10^{-2}\Omega)^2(1 + j10^{-4}\Omega)^2}$$

Zeichnen Sie ein Bodediagramm (Betrag und Phase) dieser Funktion.

- (c) In welchem Frequenzbereich wird das Signal maximal verstärkt? Geben Sie die Lösung als Frequenz in Hz an, wobei die Bezugsfrequenz 1 Hz ist. Um welchen Faktor erhöht sich hier die Amplitude des Eingangssignals?
- (d) Ein Eingangssignal $\underline{U}_e$ enthält einen Frequenzanteil bei $\Omega = 10^5$ mit einem Betrag von 2V. Welchen Betrag hat das Ausgangssignal $\underline{U}_a$ bei dieser Frequenz?

Aufgabe 3

- (a) Zeichnen Sie das Bodediagramm zu folgendem Spannungsverhältnis. Skalieren Sie die Achsen so, dass 1cm einer Dekade bzw. 20 dB oder 45° entspricht.

$$\frac{U_a}{U_e} = 10 \frac{j\Omega(1 + j10^{-3}\Omega)}{(1 + j\Omega)(1 + 10^{-2}j\Omega)}$$

- (b) Das in a) erstellte Bodediagramm zeigt nicht das gewünschte Verstärkungs- bzw. Dämpfungsverhalten. Auch ist die Phasenverschiebung nicht gewünscht. Die Tabelle zeigt die gewünschte Verstärkung und Phasenverschiebung.

- Zeichnen Sie das Bodediagramm, das durch die Tabelle beschrieben wird in ein neues Diagramm mit der in a) definierten Skalierung.
- Wie muss das Spannungsverhältnis $\frac{U_a}{U_e}$ aus Aufgabenteil a) verändert werden, dass es dem gewünschten Verhalten aus die Tabelle entspricht? Schreiben Sie das neue Spannungsverhältnis $\frac{U'_a}{U_e}$ auf.

$\log\Omega$	$a_V[dB]$	φ
<-2	Steigung 20 dB/Dekade	90°
-2	-20	90°
-1	0	90°
0	20	45°
1	20	0°
2	20	-45°
3	0	-90°
>3	Steigung -20 dB/Dekade	-90°