5 (1. Halbtag) | Operationsverstärker

Angelo Brade, Jonas Wortmann

August 26, 2024

Contents

1 Einleitung

2 Theorie

3 Voraufgaben

3.1 A

Es gilt die Formel

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + k \qquad v = \frac{1}{\frac{1}{v_0} + k}. \tag{3.1}$$

Für die Werte $k = 0.1$, $v_0 = 10^4$ und $v_0 = 10^5$ ergibt sich

$$v_1 \approx 9.990 \qquad v_2 \approx 9.999. \tag{3.2}$$

Mit der Näherung von $v = \frac{1}{k}$ ergibt sich

$$v_{\text{Näh}} = 10. \tag{3.3}$$

Die Abweichung von v_1 und v_2 von $v_{\text{Näh}}$ liegen jeweils bei 0.001% und 0.0001%.

3.2 B

Es gilt

$$U_x = U_{\text{in}} - kU_{\text{out}} \tag{3.4}$$

$$\Leftrightarrow \qquad = U_{\text{in}} - kv_0U_x$$

$$\Leftrightarrow \qquad = \frac{U_{\text{in}}}{1 + v_0k}. \tag{3.5}$$

Für $k = 0.1$, $v_0 = 10^5$ und $U_{\text{in}} = 1\,\text{V}$ ist

$$U_x \approx 0.0001\,\text{V}. \tag{3.6}$$

3.3 C

Sei ein Gleichtaktsignal mit $\Delta U_+ = \Delta U_- = +\Delta U_{\text{in}}$. Dann gilt

$$\Delta U_+ = \Delta U_E + \Delta U_1 \qquad \Delta U_- = \Delta U_E + \Delta U_1. \tag{3.7}$$

Daraus folgt, dass $\Delta U_{\text{in}} = \Delta U_E + \Delta U_1$. Die Ausgangsspannung ist

$$\Delta U_{\text{out}} = R_C \cdot \Delta I_C. \tag{3.8}$$

An Punkt 1 gilt

$$I_1 = 2I_E. \tag{3.9}$$

Es ist dann

$$\Delta U_{\text{in}} = R_E \cdot \Delta I_E + R_1 \cdot 2\Delta I_E = \Delta I_E \left(R_E + 2R_1\right) \approx \Delta I_E \cdot 2R_1. \tag{3.10}$$

Am Knoten bei U_{out} gilt

$$\Delta I_E = \Delta I_C \Rightarrow \Delta U_{\text{out}} = R_C \cdot \Delta I_E. \tag{3.11}$$

Die Verstärkung ist dann

$$v_{CM} = \frac{\Delta U_{\text{out}}}{\Delta U_{\text{in}}} = \frac{R_C}{2R_1}. \tag{3.12}$$

Die Gleichtaktunterdrückung ist

$$10 \log \left(\frac{R_E}{R_1}\right) = 10 \log \left(\frac{1\,\mathrm{k\Omega}}{100\,\mathrm{k\Omega}}\right) = -20\,\mathrm{dB}. \tag{3.13}$$

3.4 D

Die Frequenzabhängigkeit der Impedanz eines Kondensators ist

$$Z_1 = \frac{1}{\mathrm{i}\omega C} = \frac{1}{\mathrm{i}2\pi f C} \tag{3.14}$$

$$|Z_1| = \left|\frac{1}{\mathrm{i}\omega C}\right| = \frac{1}{2\pi f C}. \tag{3.15}$$

Die Verstärkung in Abhängigkeit der Frequenz ist dann

$$v\left(f\right) = 1 + \frac{Z_2}{|Z_1|} = 1 + R 2\pi f C. \tag{3.16}$$

Die Limits sind

$$\lim_{f \to 0} \left[1 + R2\pi f C\right] = 1 \qquad \lim_{f \to \infty} \left[1 + R2\pi f C\right] = \infty. \tag{3.17}$$

Damit $|Z_1| = R$ ist muss gelten

$$\frac{1}{2\pi f C} = R \Leftrightarrow f = \frac{1}{2\pi R C}. \tag{3.18}$$

Für die konkreten Werte $Z_1 = R = 100\,\mathrm{k\Omega}$ und $Z_1 = C = 100\,\mathrm{nF}$ ist die Frequenz

$$f = \frac{1}{2\pi R C} \approx 15.92\,\mathrm{Hz} \Rightarrow v\left(f\right) \approx 2. \tag{3.19}$$

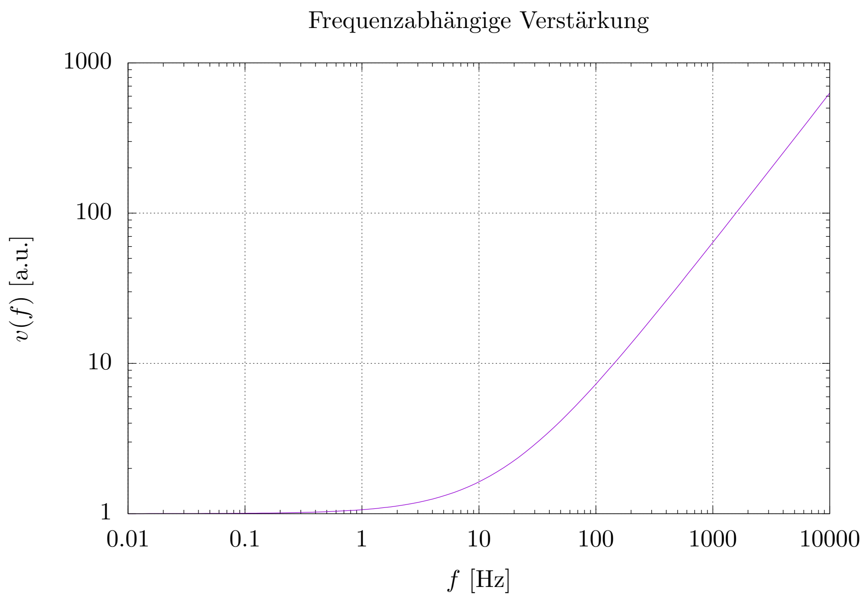

Figure 1: Frequenzabhängige Verstärkung eines nicht invertierbaren Verstärkers als Bode–Diagramm

3.5 E

Sei

$$v = \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} = -\frac{Z_2}{Z_1}. \tag{3.20}$$

Das Minuszeichen kommt

4 Auswertung

List of Figures

List of Tables