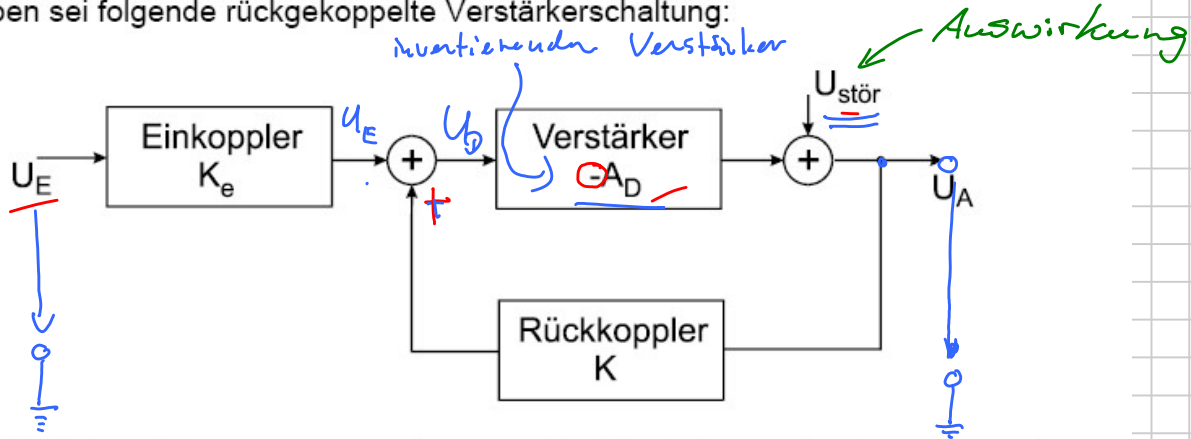


# Aufgabe 3.1.1

Gegeben sei folgende rückgekoppelte Verstärkerschaltung:



Der Einfluß einer Störspannung am Ausgang des Verstärkers soll untersucht werden. ← Ziel

- a) Bestimmen Sie die Ausgangsspannung der Schaltung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung bei Anwesenheit einer Störspannung.

$$U_A = U_{stör} - A_D \cdot U_D$$

$$U_D = K_e \cdot U_E + K \cdot U_A$$

$$U_A = U_{stör} - A_D (K_e \cdot U_E + K \cdot U_A)$$

$$U_A (1 + k \cdot A_D) = U_{stör} - k_e A_D U_E$$

$$U_A = - \frac{k_e A_D}{1 + k \cdot A_D} \cdot U_E + \frac{U_{stör}}{1 + k \cdot A_D}$$

- b) Wie ist der Einfluß der Rückkopplung auf die Störspannung am Ausgang?  
Wie ist das Verhältnis von Signalverstärkung zu Verstärkung der Störspannung?

① Isolierte Betrachtung von  $U_{stör} \Rightarrow U_E = 0$

$$U_A = \frac{1}{1 + k \cdot A_D} \cdot U_{stör}$$

$$\underbrace{\frac{1}{1 + k \cdot A_D}}_{\text{Störverstärkung}} \quad V_{stör} = \frac{U_A}{U_{stör}} = \frac{1}{1 + k \cdot A_D}$$

für  $0,1 < k < 1$  und  $A_D \approx 10^5 \dots 10^7$

$\Rightarrow$  Die Störspannung wird gedämpft da

$$V_{stör} = \frac{1}{1 + k \cdot A_D} < 1$$

typische Werte aus (Skript)

Signalverstärkung:

③ Isolierte Betrachtung von  $U_E \Rightarrow U_{\text{Stör}} = 0$

$$U_A = - \underbrace{\frac{k_e \cdot A_D}{1 + k \cdot A_D}}_{\text{Signalverstärkung } V_{\text{sig}}} \cdot U_E$$

$$V_{\text{sig}} = - \frac{k_e \cdot A_D}{1 + k \cdot A_D}$$

④ Verhältnis von Signalverstärkung zu Störverstärkung

$$\frac{V_{\text{signal}}}{V_{\text{stör}}} = \frac{- \frac{k_e \cdot A_D}{1 + k \cdot A_D}}{\frac{1}{1 + k \cdot A_D}} = -k_e \cdot A_D$$

c) Angenommen werden folgende Parameter:

$$A_D = 10^5$$

$$K = 10^{-3}$$

$$K_e = 0,5$$

$$U_e = \hat{U}_0 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$$

$$\hat{U}_0 = 10 \text{ mV}$$

$$U_{\text{stör}} = 5 \text{ mV (Gleichspannung)}$$

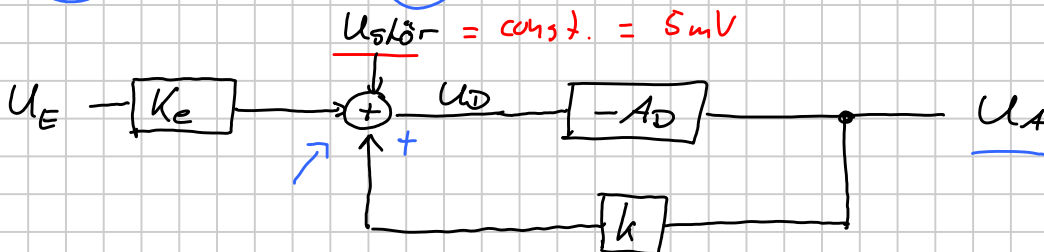
Skizzieren Sie die Ausgangsspannungen, wenn die Störspannung einmal am Eingang und einmal am Ausgang des Verstärkers liegt.

④

⑤

$$A \cdot e^{j\omega t} \rightarrow \boxed{\phantom{0}} \rightarrow A_0 \cdot e^{j\omega t} \cdot A_D \cdot e^{j\omega t}$$

①



1) Herleitung der Ausgangsspannung  $U_A (U_E, U_{\text{Stör}}, \dots)$

$$U_A = -A_D (U_D + U_{\text{Stör}}) \quad | \quad U_D = k_e \cdot U_E + k \cdot U_A$$

$$U_A = -A_D (k_e \cdot U_E + k \cdot U_A + U_{\text{Stör}}) \quad (\Rightarrow) \quad U_A (1 + k \cdot A_D) = -A_D \cdot k_e \cdot U_E - A_D U_{\text{Stör}}$$

$$U_A = - \frac{A_D}{1 + k \cdot A_D} (k_e U_E + U_{\text{Stör}})$$

2) Signal- / Störverstärkung

kein SNR, weil

$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{sig}}}{P_{\text{noise}}} = \frac{U_{\text{eff, sig}}^2}{U_{\text{eff, noise}}^2}$$

$$\frac{V_{\text{signal}}}{V_{\text{stör}}} = \frac{-A_D k_e}{-A_D} = k_e, \quad 0,1 < k_e < 1$$

3) Mit den gegebenen Werten:

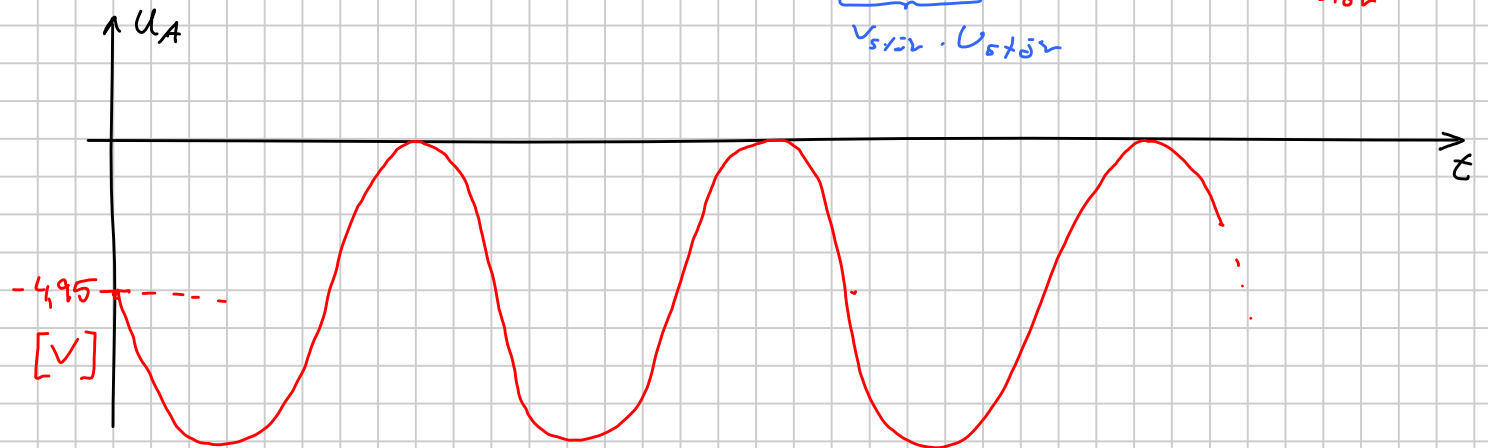
$$A_D = 10^5, K = 10^{-3}, K_L = 0,5$$

$$U_0 = 10 \text{ mV}, U_s = 5 \text{ mV}$$

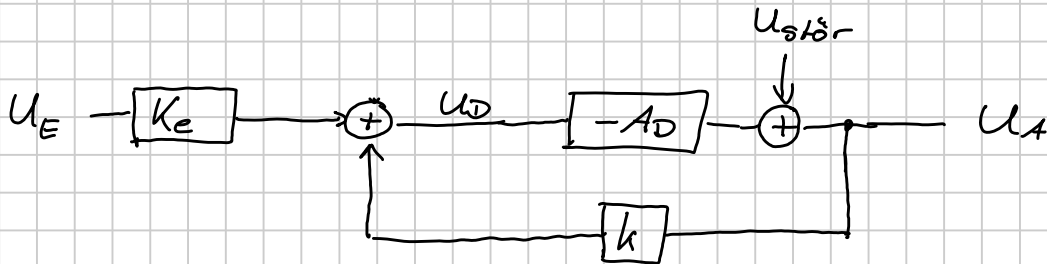
$$U_A = - \frac{10^5}{1 + 10^{-3} \cdot 10^5} \cdot (0,5 \cdot 10 \text{ mV} \cdot \sin(2\pi f t) + 5 \text{ mV})$$

$$= - 4,95 \text{ V} \cdot \sin(2\pi f t) - \underbrace{4,95 \text{ V}}_{V_{\text{stör}} \cdot U_{\text{stör}}}$$

$$0,1 < V_{\text{stör}} < 1$$



3)



1) Herleitung der Ausgangsspannung  
→ siehe Aufgabenteil a)

$$U_A = - \frac{K_E \cdot A_D}{1 + K \cdot A_D} \cdot U_E + \frac{1}{1 + K \cdot A_D} \cdot U_{\text{stör}}$$

$$= - 4,95 \text{ V} \cdot \sin(2\pi f t) + 49,5 \mu \text{ V}$$

