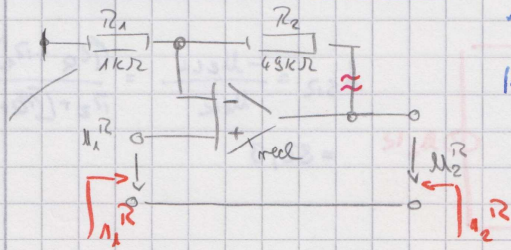


ⓐ Bsp.: OPV mit $A_{OD} = 1000$; $r_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $r_2 = 500 \Omega$

a) N-INV Verstärker M/M-GK



$A_U = A_{OD} = 1000$

$k_0 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{50}$

$A_U^R = \frac{u_2^R}{u_1^R} = \frac{A_U}{1 + k_0 \cdot A_U} = \frac{1000}{1 + \frac{1000}{50}} = \frac{1000}{21} = \underline{\underline{47,6}}$
Schleifenverstärkung

$z.B. u_1^R = 0,1 \text{ V}$

$\Rightarrow u_2^R = 4,76 \text{ V}$

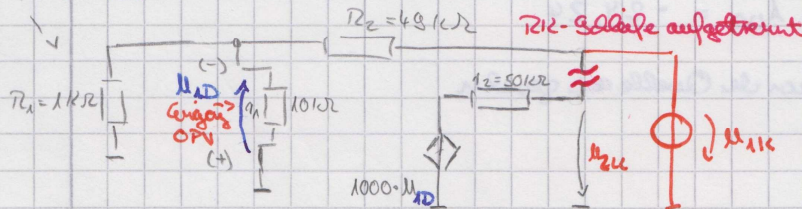
$(u_{UD} = u_1 = \frac{u_2^R}{A_{UD}} = 4,76 \text{ V} = \frac{u_1^R}{1 + k_0}$

$r_1^R = r_1 \cdot (1 + A_S) = 10 \text{ k}\Omega \cdot (1 + 20) = \underline{\underline{210 \text{ k}\Omega}}$

$r_2^R = \frac{r_2}{1 + A_{SR}} = \frac{500 \Omega}{1 + 20} = \underline{\underline{23,8 \Omega}}$

Beim INV-Verstärker ist $A_{SR} \approx A_S$ somit in der Preisung extra angegeben

a') A_{SR} exakte berechnen: $u_1^R = 0$



$A_{SR} = \frac{-u_{2CC}}{u_{1CC}} = \frac{(R_1 || r_1)}{(R_1 || r_1) + R_2} \cdot A_{UD}$

$A_{SR} = \frac{0,91 \text{ k}\Omega}{0,91 \text{ k}\Omega + 48 \text{ k}\Omega} \cdot 1000 = \underline{\underline{18,2}}$

genauere Rechnung: $r_2^R = \frac{500}{1 + A_{SR}} = \frac{500}{19,2} = \underline{\underline{26,0 \Omega}}$

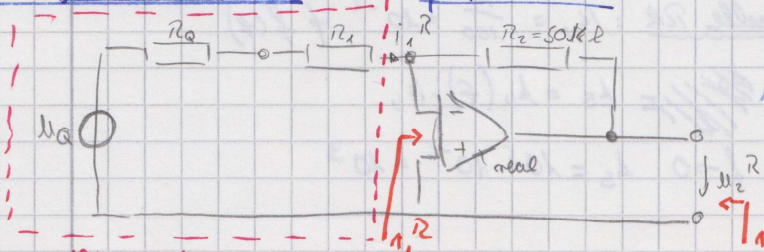
a'') Simulation mit LT Spice ergibt:

$A_U^R = 47,4$

$r_1^R = 209,1 \text{ k}\Omega$

$r_2^R = 26,0$
↳ Ausgangsimpedanz

b) INV-Verstärker M/1-GK



Schritt 53-6 unter (Abb. 3.6)

$A_2 = \frac{u_2^R}{u_1^R} = -r_1 \cdot A_{OD} = -10 \text{ k}\Omega \cdot 1000 = \underline{\underline{-10^7}}$

$K_V = \frac{-1}{R_2} = \frac{-1}{50 \text{ k}\Omega}$

$A_S = A_2 \cdot K_V = \frac{-10^7}{50 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{200}}$

Übertragungsfkt: $A_2^R = \frac{u_2^R}{u_1^R} = \frac{A_2}{1 + A_S} = \frac{-10^7}{1 + 200} = \frac{-10^7}{201} = A_2^R = \underline{\underline{-49,75 \text{ k}\Omega}}$

Feststellung: $A_2^R \approx \frac{1}{K_V} \approx -R_2$ Bei Dunkelend großer Schleifenverstärkung

$r_1^R = \frac{r_1}{1 + A_S} = \frac{10 \text{ k}\Omega}{201} = \underline{\underline{49,75 \Omega}}$

Beachte: $r_1^R = \frac{r_1}{1 + \frac{r_1 \cdot A_{OD}}{R_2}} \rightarrow A_0$

$A_S \gg 1 \Rightarrow r_2^R \approx \frac{R_2 \cdot r_1}{r_1 \cdot A_{OD}} = \frac{R_2}{A_{OD}}$

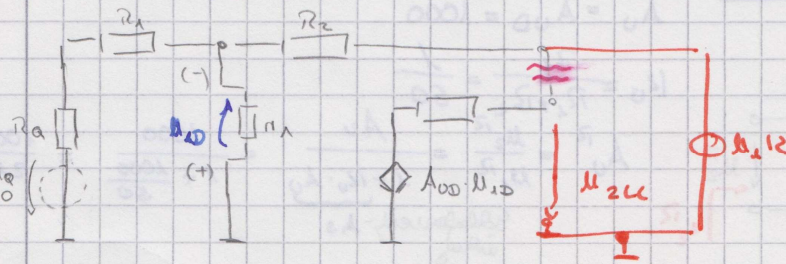
Merken! $\left(\frac{R_2}{A_{OD}} = \frac{50 \text{ k}\Omega}{1000} = 50 \Omega \right)$

$$r_z^R = \frac{r_z}{1 + A_{s12}} = ?$$

hier ist $A_{s12} \neq A_s!$

Nicht Prüfungsrelevant

Exakte Berechnung der A_{s12} : mit Quelle + R_Q bei $U_Q = 0$ ergibt sich:

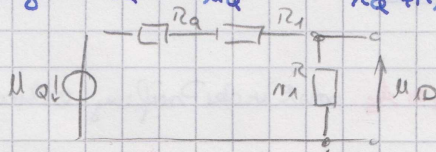


$$A_{s12} = \frac{-U_{2L}}{U_{1L}} = \frac{(R_Q + R_1) \cdot U_{1L}}{R_2 + [(R_Q + R_1) \parallel R_1]} \cdot A_{00}$$

$$A_{s12} = 32,3$$

$$r_z^R = \frac{r_z}{1 + A_{s12}} = \frac{500 \Omega}{1 + 32,3} = \underline{\underline{15,03 \Omega}}$$

Ergänzung: $A_{uQ}^R = \frac{U_{10}}{U_Q} = \frac{-r_z^R}{R_Q + R_1 + r_z^R} \cdot A_{00} = \underline{\underline{-24,2}}$



a') Simulation von LT Spice: $A_{uQ}^R = -24,24$

$$R_Q + R_1 + r_z^R = 2050 \Omega \text{ von der Quelle aus gesehen}$$

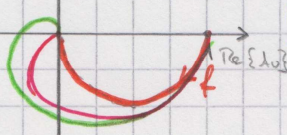
$$r_{z1}^R = 50 \Omega$$

$$r_{z2}^R = 15,03 \Omega$$

3-18

Beispiel:

$\text{Im}\{A_u\}$

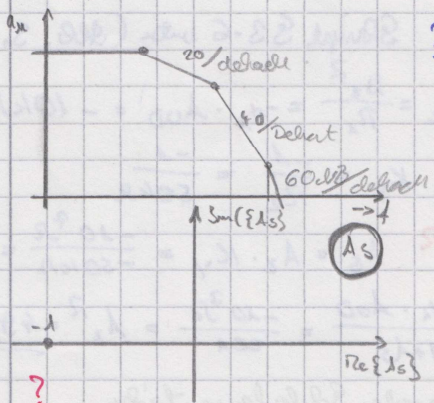


$\Gamma_{\text{Realphase}}$
TP 1. Ordnung $A_0 \{s\} = \frac{U_z}{U_1} = \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{1}{1 + sRC}$

TP 2. Ordnung 180° in NP

TP 3. Ordnung 270° in NP

OPV mit $A_{00}(f \rightarrow 0) = 10^5$ und 3 Polen



Reelle PK: $k_v = \frac{1}{100} = 10^{-2} \neq f(\neq)$

~~$A_s = A_0(f) \cdot k_v$~~

$f \rightarrow 0: A_s = 10^5 \cdot 10^{-2} = 10^3$

?