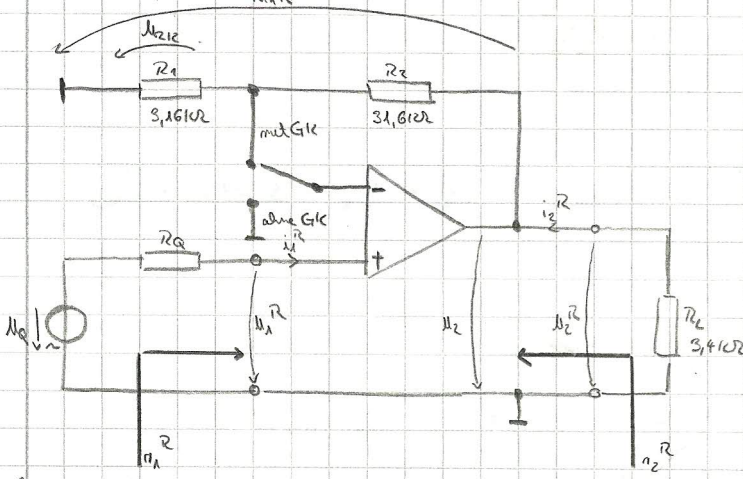


1. Nullkomponente OpAmp mit Gegenkopplung

Seite 3-1 1.1 Gegenüberstellung der Verstärker-Eigenschaften ohne und mit Gk

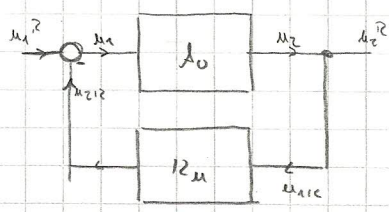
Bauelement	
11	12
120	120
12kΩ	18kΩ
510Ω	420Ω



Spannungsverstärkung $A_{00} = \frac{u_2}{u_1} (\beta \rightarrow 0)$

Ladungswiderstand n_1

Ladungswiderstand n_2



Seite 101 Maschen

a) Ohne Gk

$A_{10} = A_1 (\beta \rightarrow 0) = \frac{i_2}{i_1}$

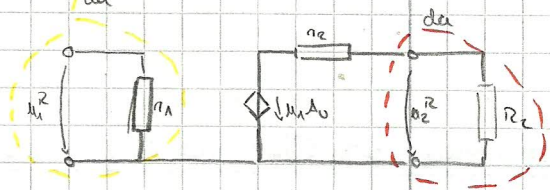
$i_2 = i_{2R} = -\frac{u_2}{R_L} = -\frac{u_2^R}{R_L}$

$i_1 = i_{1R} = \frac{u_1}{n_1} = \frac{u_1^R}{n_1}$

$A_{10} = -\frac{\frac{u_2^R}{R_L}}{\frac{u_1^R}{n_1}} = -\frac{u_2^R}{R_L} \cdot \frac{n_1}{u_1^R} = -\frac{u_2^R}{u_1^R} \cdot \frac{n_1}{R_L} = -A_{00} \frac{n_1}{R_L}$

1 $A_{n1} = -A_{00} \cdot \frac{n_1^R}{R_L} = -120 \cdot \frac{12k\Omega}{3,4k\Omega} = -423,53$

2 $A_{n2} = -120 \cdot \frac{18k\Omega}{3,4k\Omega} = -635,29$



$K_0 = \frac{u_{21k}}{u_{1k}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{3,16k\Omega}{(3,16 + 31,6)k\Omega} = 0,0909$

$A_S = K_0 \cdot A_0 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{u_2^R}{u_1^R} = 0,0909 \cdot 120 = 10,908$

$A_0^R = \frac{A_0}{1 + A_S}$

$n_1^R = n_1 (1 + A_S)$

$n_2^R = \frac{n_2}{1 + A_S}$

1 $A_0^R = \frac{120}{1 + 10,908} = 10,077$

$n_1^R = n_1 (1 + A_S) = 12k\Omega (1 + 10,908) = 142,896 k\Omega$

$n_2^R = \frac{n_2}{(1 + A_S)} = \frac{510\Omega}{(1 + 10,908)} = 42,828$

2 $A_0^R = 10,077$

$n_1^R = 214,364 k\Omega$

$n_2^R = 39,469 k\Omega$

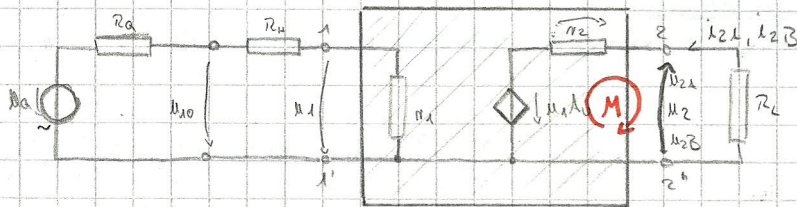
$A_1^R = A_1 ?$

$A_1 = \frac{i_2}{i_1} = \frac{u_2}{u_1} \cdot \frac{n_1}{R_L} = A_0 \cdot \frac{n_1}{R_L}$
 $A_1^R = \frac{i_2^R}{i_1^R} = \frac{u_2^R}{u_1^R} \cdot \frac{n_1^R}{R_L} = A_0^R \cdot \frac{n_1^R}{R_L}$

$A_1^R = A_1 \cdot R$

$A_0^R \cdot \frac{n_1^R}{R_L} = A_0 \cdot \frac{n_1}{R_L} \Rightarrow A_0^R \cdot \frac{n_1^R}{R_L} = \frac{A_0}{1 + A_S} \cdot \frac{n_1 (1 + A_S)}{R_L}$

1.2 Hinweis zu den Messverfahren



$$n_2 (u_{2A}, u_{2B}, R_{2A}, R_{2B}) = ? \quad R_m = 0 \quad n_2 = R_{2A} = 3,4 \text{ k}\Omega > R_{2B}$$

$$i_2 = \frac{u_2}{R_L}$$

$$\textcircled{M} u_1 = A_u + u_{2A} + u_{2B} = 0 \quad \text{wobei } u_{2A} = +n_2 \cdot i_2$$

$$\Rightarrow u_1 \cdot A_u + u_{2A} - (n_2 \cdot i_2) = 0 \quad \textcircled{1}$$

$$u_1 \cdot A_u + u_{2B} - (n_2 \cdot i_2) = 0 \quad \textcircled{2}$$

$$\rightarrow \textcircled{1} = \textcircled{2} \rightarrow u_{2A} - n_2 \cdot i_2 = u_{2B} - (n_2 \cdot i_2)$$

$$u_{2A} - u_{2B} = n_2 (i_{2A} - i_{2B}) \rightarrow n_2 = \frac{u_{2A} - u_{2B}}{i_{2A} - i_{2B}}$$

$$\Rightarrow \frac{u_{2A} - u_{2B}}{-\frac{u_{2A}}{R_{2A}} + \frac{u_{2B}}{R_{2B}}}$$

② Mehrstufiger OPV mit GIK - Stabilität

a) Stufe 1: N-SNV

$$A_u^N = \frac{R_D}{R_1} + 1 = \frac{15 \text{ k}\Omega}{15 \text{ k}\Omega} + 1 = 100$$

$$a_u^N = 20 \cdot \lg(|A_u^N|) = 20 \cdot \lg(100) = 60,0 \text{ dB}$$

$$GBW = A_u^N \cdot f_{G1}^N = 1 \text{ MHz}$$

$$f_{G1}^N = \frac{GBW}{A_u^N} = \frac{1 \text{ MHz}}{100} = 9,9 \text{ kHz}$$

Stufe 2: INV

$$A_u' = -\frac{R_D}{R_C} = -\frac{100 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = -100$$

$$a_u' = 20 \cdot \lg(|A_u'|) = 40 \text{ dB}$$

$$GBW = |A_u'| \cdot f_{G1}' = 1 \text{ MHz}$$

$$f_{G1}' = \frac{GBW}{|A_u'| + 1} = \frac{1 \text{ MHz}}{1 + \frac{R_D}{R_C}} = 9,9 \text{ kHz}$$

b) Bei kleinen R_1 wird die Schaltung instabil

ist C_k ergibt sich eine Frequenzkompensation \rightarrow gezielt ausgeglichen durch Tiefpass verhalten (dual TP)

Phasenverschiebung $\Rightarrow C_k \parallel R_2 \Rightarrow$ Load-Kompensation \rightarrow Phasenverschiebung mit Hochpass ausgeglichen

$$c) \frac{1}{R_1} < 40 \text{ dB} \Rightarrow R_1 > -40 \text{ dB} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} > 100$$

$$R_{S1G1} = \frac{R_2}{100} = \frac{316 \text{ k}\Omega}{100} = 3,16 \text{ k}\Omega$$

③ Operationsverstärker mit Rückkopplung

a) Schalter oben: INV-Schmitt Trigger

unten: N-INV-Schmitt Trigger

$$b) u_{K0}^{\prime} = u_{2 \min} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -14V \cdot \frac{3,4k\Omega}{(3,4 + 34)k\Omega} = \underline{\underline{-1,273V}}$$

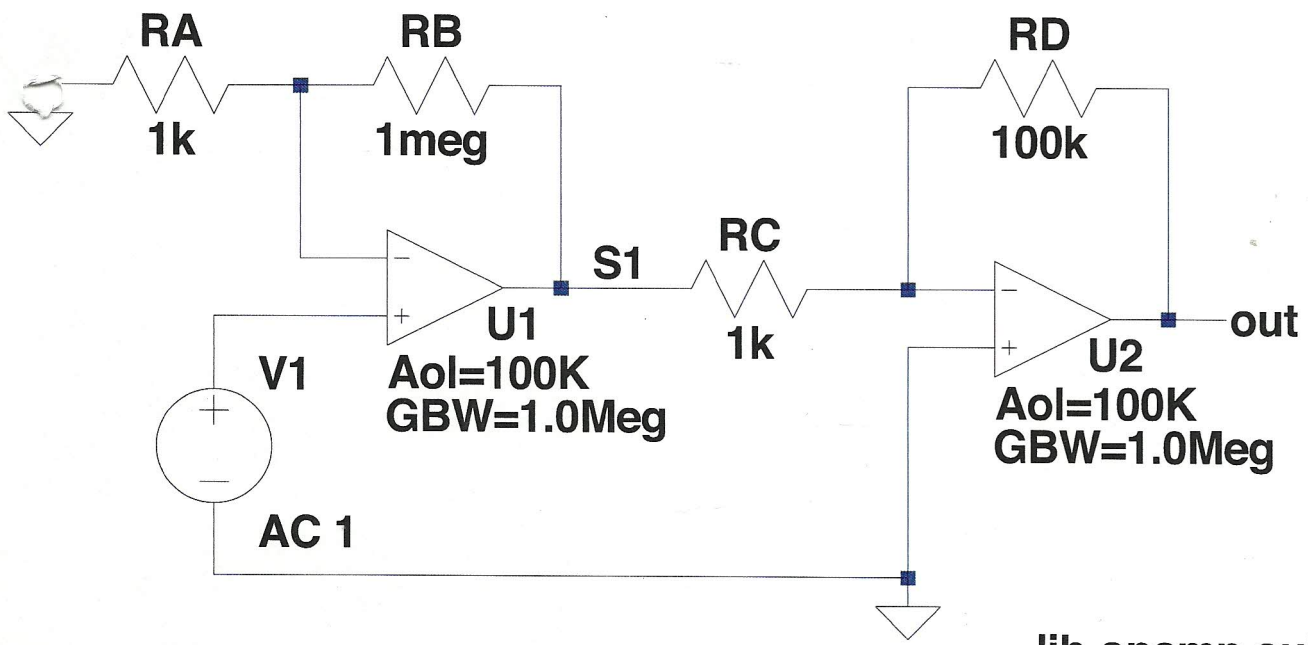
$$u_{K0}^{\prime} = u_{2 \max} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \underline{\underline{1,273V}}$$

$$u_{K0}^{\prime\prime} = -\frac{R_1}{R_2} u_{2 \max} = -\frac{3,4k\Omega}{34k\Omega} \cdot 14V = -0,1 \cdot 14V = \underline{\underline{-1,4V}}$$

$$u_{K0}^{\prime\prime} = -\frac{R_1}{R_2} u_{2 \min} = \underline{\underline{1,4V}}$$

c) R_G macht sich bei Schalter unten (N-SchV) bemerkbar \rightarrow da $R_G + R_1$ (Gegenschalte)

$\hookrightarrow u_{K0}$ & u_{K0}^{\prime} (Bipolspannungen) ändern sich $u_{K0} = \frac{R_1 + R_G}{R_2} u_{2 \max}$ bzw. $u_{K0} = -\frac{R_1 R_G}{R_2} u_{2 \min}$



.lib opamp.sub
.ac dec 50 1 10meg

V(out)

