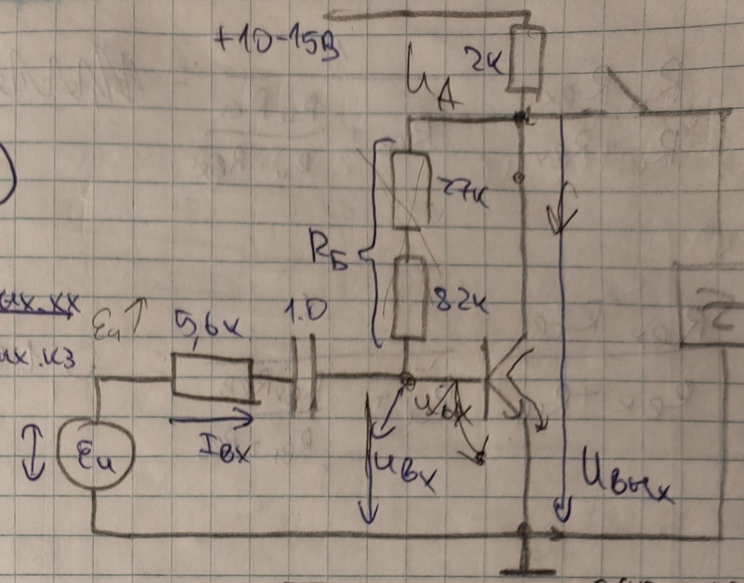
В

П. 1,5.



а) $K_e' = \frac{U_{вых}}{\mathcal{E}_и}$ $R'_{вых} = \frac{U_{вых\ хх}}{I_{вых\ кз}}$

$R'_{вх.тр} = \frac{U_{вх}}{I_б}$ $f'_{верхн.}$

Тип: ОТР. обр. связь по напряжению параллельная

$\mathcal{E}_и = 115$ мВ

$U_{вых\ max} = 1{,}16$ В $\Rightarrow$ $f_в(U = 0{,}7 U_{вых\ max}) = 391$ кГц

$U_{вых} = K_и \cdot U_{вх}$

$\beta = \frac{U_{ос}}{U_{вых}}$

$U_{вых}(Z = R_0 = 2$кОм$) = 704$ мВ $\Rightarrow$ $K_e' = \frac{1{,}16\text{В}}{115\text{мВ}} \approx 10$

$\beta = \frac{R_Б}{R}$

$U_{вх\ max} = 8$ мВ

$K_и = \frac{1{,}16\text{В}}{8\text{мВ}} = 145$

$R'_{вх.тр} = \frac{8\text{мВ}}{\frac{115\text{мВ} - 8\text{мВ}}{R_и = 1{,}5\text{кОм}}} = 420$ Ом

$R'_{вых} = \frac{U_{вых\ max} - U_в(R_0)}{U_в(R_0)} R_0 = 1{,}3$ кОм

б)

	K_e	$K_и$	$f_н$	$f_в$	$R_{вх}$	$R_{вых}$
с обр	10	145			391	
без обр	40	330			75	

	K_e	$K_и$	$f_н$	$f_в$	$R_{вх}$	$R_{вых}$
с обр	10	145	33Гц	391кГц	420Ом	1,3кОм
без обр	40	371	33Гц	75кГц	660Ом	1,7кОм

$\Delta U_{вых} \cdot \beta = \Delta U_{ос}$

$U_{вых} \uparrow \Rightarrow U_{ос} \downarrow$

$U_{вых} \downarrow \Rightarrow U_{ос} \uparrow$

$K_и = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$ $K_и' = \frac{K_и}{1 - \beta K_и}$

$$\beta = \frac{R_и R_{вх}}{R_и + R_{вх}} \cdot \frac{1}{R_{св} + \frac{R_и R_{вх}}{R_и + R_{вх}}} = 5,4 \cdot 10^{-3} \quad \left| \beta = \frac{u_{вх}}{u_{вых}} \right|_{E_и = 0} = 5,2 \cdot 10^{-3}$$

β сходится

$$\gamma = \frac{R_{вх} R_{св}}{R_{вх} + R_{св}} \cdot \frac{1}{R_и + \frac{R_{вх} R_{св}}{R_{вх} + R_{св}}} = 0,105 \quad \left| \gamma = \frac{u_{вх}}{E_и} \right|_{u_{вых} = 0} = 0,116$$

γ сходится

$K = 115$

$$\frac{U_{вх}}{I_{вх}} : \quad K_e' = \frac{\gamma K}{1 - K\beta} = 12 \approx 10 = K_e' = \frac{u_{вых}}{E_и}$$

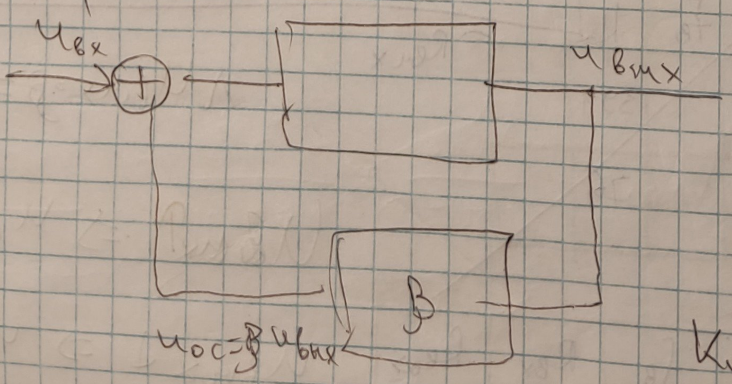
$$R_{вх}' = R_{вх} \,\|\, \frac{R_{св}}{1-K} = 375 \approx 420 \text{ Ом}$$

($R_{вх} \approx 600$ Ом, $R_{св}/(1-K) \approx 1$ кОм)

$$R_{вых}' \text{ (было 1,3 кОм)} = \frac{R_{вых}}{1 - K_\beta} = 1,4 \text{ кОм}$$

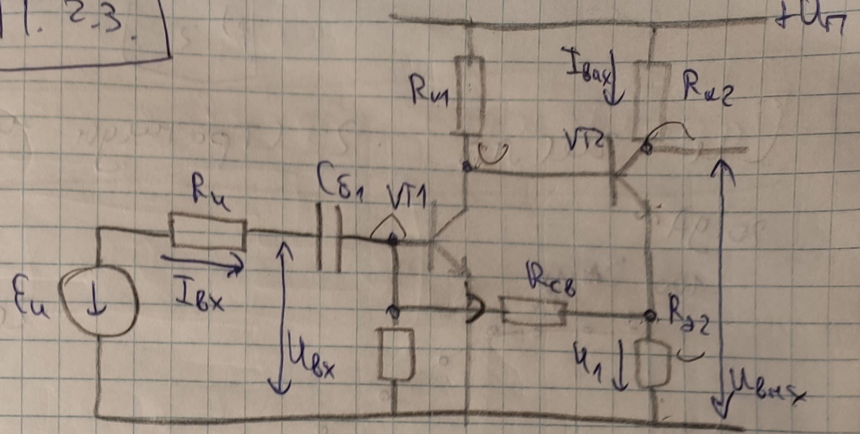
($R_{вых} \approx 320$ Ом)

Как видно, в целом, все величины близки, сравниваемая цепь без и с обр. связью влияет только на β.



$K_u' < K_u$

П. 2.3.



$$K_E' = \frac{U_{вых}}{E_и}$$

$R_{вх}'$ $f_{верх}'$

$f_{верх}' = 1{,}23$ МГц

$f_{нижн}' = 750$ Гц

$R_{б1} = 24$ кОм $\approx \frac{20+30}{2}$

I каскад: без обр. связи

II каскад: параллельная обр. св. по току.

а) $U_{вых\,max} = 1{,}03$ В

$U_{вх} = 1{,}5$ мВ $\Rightarrow K = 690 = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$

$E_и = 9$ мВ $\div 12$ мВ $\Rightarrow K_E' = \frac{U_{вых}}{E_и} = 103$

$$R_{вх} = \frac{U_{вх}}{I_{вх}} \sim \frac{U_{вх}}{\frac{E_и - U_{вх}}{R_и}} = 89{,}8$$

$$\beta = \frac{U_{ос}}{U_{вых}}$$

$\Delta U_{вых} \cdot \beta = \Delta U_{ос} = U_{вх}$

б) 4) $K_1 = \frac{U_1}{U_{вх}} = -\frac{148 мВ}{1{,}5 мВ} \approx -100$

$R_{вх} = h_{11э} = 240$ Ом — в VT1.

5) $$\gamma = \frac{R_{вх} \| R_{св}}{R_и + R_{вх} \| R_{св}} = \frac{\frac{9{,}8 \cdot 0{,}24}{0{,}8}}{9{,}8 + 0{,}56 + \frac{9{,}8 \cdot 0{,}24}{10{,}24}} = \boxed{0{,}29}$$

$$\gamma = \frac{1{,}5 мВ}{6 мВ} = \boxed{0{,}425}$$

ковлам

$$\beta = -\frac{R_{э2}}{R_{к2}} \cdot \frac{R_и \| R_{вх}}{R_и + R_и \| R_{вх}} = \frac{\frac{0{,}24 \cdot 0{,}56}{0{,}8}}{9{,}8 + \frac{0{,}24 \cdot 0{,}56}{0{,}8}} = \boxed{0{,}017}$$

$U_{вх} = 0{,}0345$, $U_{вых} = 2{,}3$ В

$$\beta = \frac{U_{вх}}{U_{вых}}\Big|_{E_и = 0} = \boxed{0{,}015}$$

7) $$K_E' = \frac{\gamma K}{1 - K\beta} = \frac{0{,}25 \cdot 690}{1 - 690 \cdot 0{,}015} \approx 180 \approx 103$$

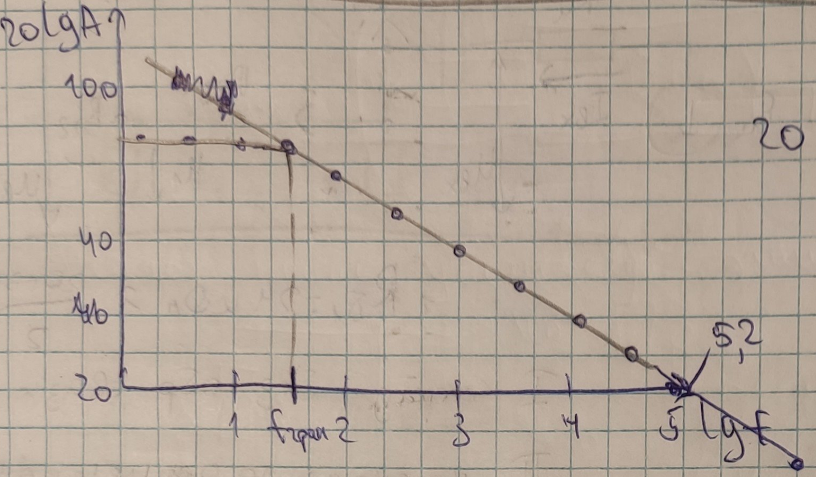
8) $f_в = 375$ кГц $\Rightarrow \boxed{\frac{f_в'}{f_в} \approx 4}$

Итак, отличаются заметно только K_E и $K_и$, но это ожидаемо учитывая чек ... [illegible]

№ 2

См. числа 2 страницы назад

$U_{вх}$ =
$\mathcal{E}_и = 1{,}956$ В
$U_a = 2{,}7$ мВ
$U_{out} = 1{,}959$ В



20 дб / декада

$A_0 = \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \frac{U_{вых}}{U_{вх}} \approx 10^4$

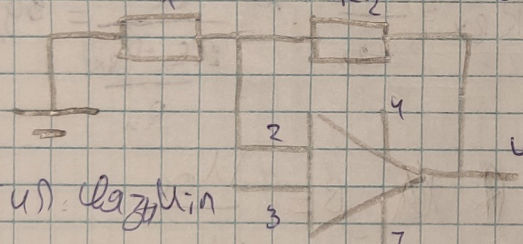
100

Ослабление до уровня 0,7 $\Rightarrow f_{гран} = 20$ Гц (по пам)

Частота един. усиления

$f_T = 10^{6,2} \approx 1$ МГц (1,6 МГц)

$\lg f_T = 6{,}2$.



тип. LazyMin
Аналогичн. класс
в транзист.

№3.

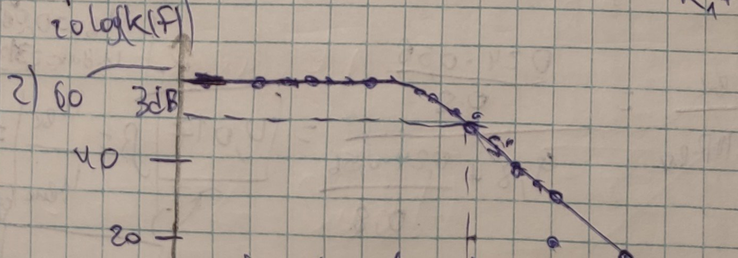
1) $U_{out\,DC} = 0{,}255$ В

$U_{os} = \frac{U_{out}}{1 + R_2/R_1} = 1{,}7$ мВ – входн. напр. сдвига.

$R_2 = 150$ кОм, $R_1 = 1$ кОм, $R_2/R_1 = 150$

$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0{,}0067$.

2)



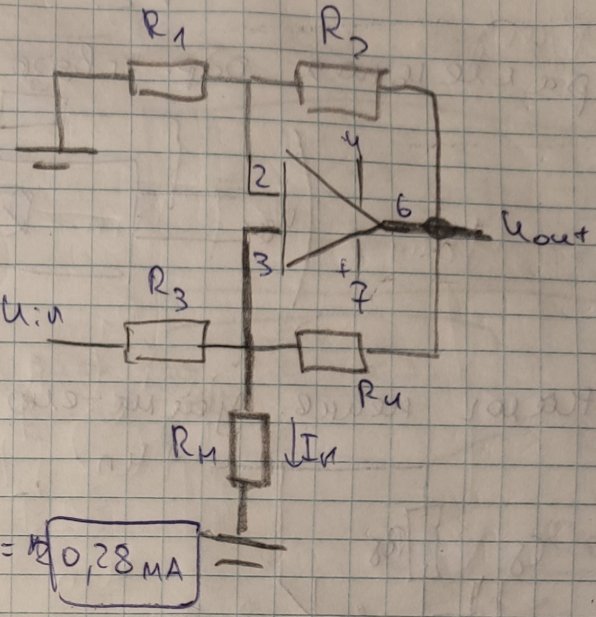
$K_0 = \frac{1}{\beta} = 150$

Граничн. частота по ур. 0,7

$f_2 = 12$ кГц.

$F_P = \beta f_T \Rightarrow f_T = \frac{F_P}{\beta} =$ 2 МГц

№ 7.2



$R_1 = R_3 = 2\,кОм$

$R_2 = R_4 = 3{,}9\,кОм$

$f = 1{,}5\,кГц$ $U_{вх} = 0{,}5\,В$

1) $I_н = \frac{U_{вх}}{R_1} = 0{,}25\,мА$

10 X

$R_н = 2\,кОм \Rightarrow U_а = 5{,}648\,В \mid I_н = 0{,}28\,мА$

$R_н = 5{,}1\,кОм \Rightarrow U_а = 14{,}39\,В \mid I_н = 0{,}27\,мА$

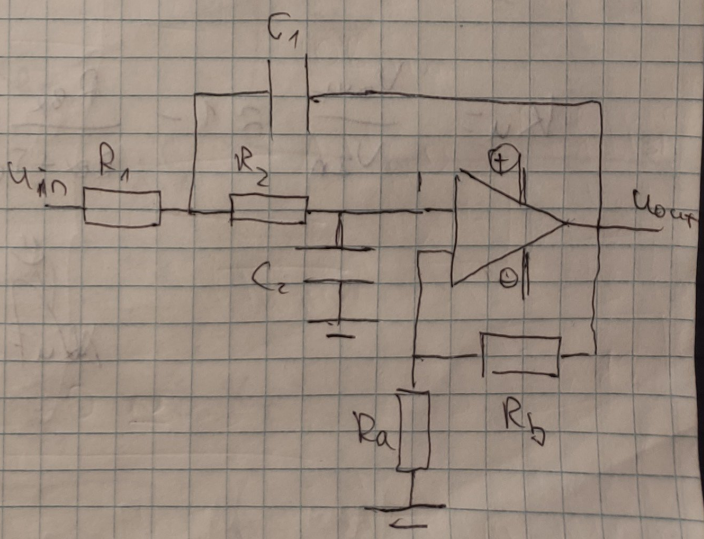
$R_н = 10\,кОм \Rightarrow U_а = 3{,}5\,В$ (клиппирование) $\Rightarrow$ не учитываем.

3) $R_{вх} = -\frac{R_2 R_3}{R_н} = -R_3 = -2\,кОм$ – теория.

$U_{вх} + R_{вх} I_н = 0 \Rightarrow R_{вх} = -\frac{U_{вх}}{I_н} = -\frac{0{,}5\,В}{0{,}25\,мА} = \begin{cases} -2\,кОм \\ -1{,}8\,кОм \\ -1{,}9\,кОм \end{cases} \approx -1{,}9\,кОм$

доп.

10.1



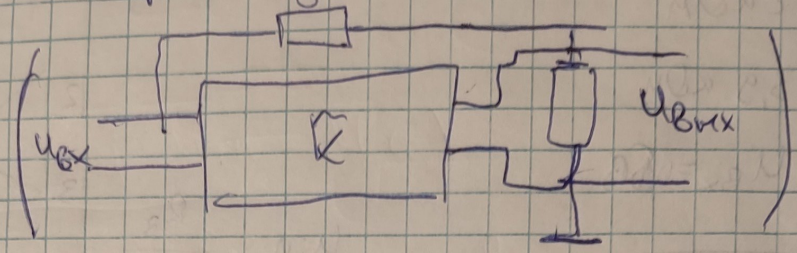
$K = 1 + \frac{R_б}{R_а}$ $\alpha = 3 - K$.

$\frac{R_б}{R_а} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 1{,}5$.

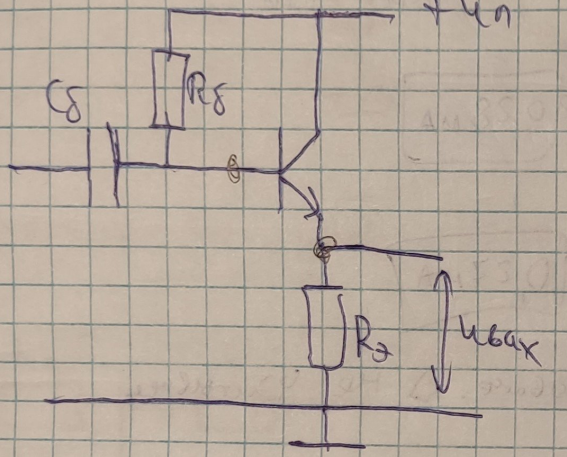
Графики на ПК.

№2

Параллельная обр. связь по напряжению.



Аналог неинв. усилителю - эмиттерный повторитель.



Дано:

$K_U = \frac{1}{\beta} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

Найти:

~~3)~~ 3) K, $R_{вх}$

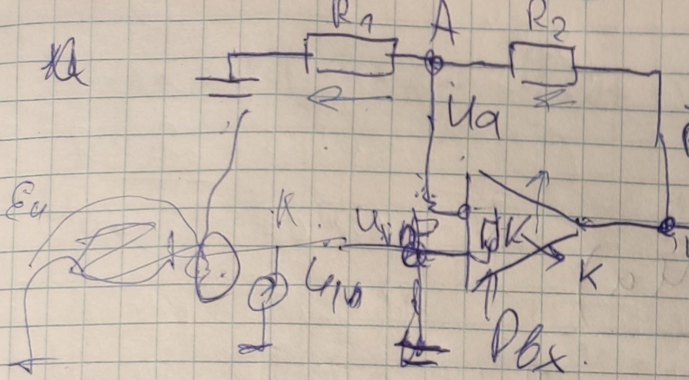
K_u, $R_{вых}$ эфф. - ?

$K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} \approx 1 - \frac{R_{вх}}{R_{вх} + r_c}$

$R_{вых} \approx \frac{R_{вх}}{K} + r_c$

$K = \beta$

сопр. эмиттера.



$\frac{R_{вх}}{R_{вх}+R_1} U_{out} = U_{in}\cdot K$

$$K_u = \frac{U_{out}}{U_{вх}} = K \cdot \frac{R_{вх}}{R_{вх}+R_1}$$

$U_A = U_{вх}$ – верно для усилителя, т.к. $K >> 1$ (вирт. земля).

⇓

$$U_{вх} = U_A = U_{вых}\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

$$U_{in} = U_{вх}\cdot\frac{R_{вх}}{R_{вх}+R_1}$$

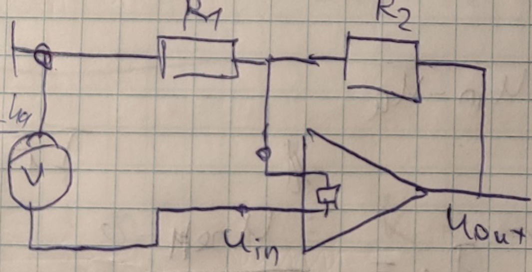
$$K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = K_u$$

⇓

$K = K_u$

$R_{вх} = \infty$ (у диф. усилителя)

$$\begin{cases} U_{out} = U_a (U_{in} - U_a) \\ \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_{in}-U_a}{R_{вх}} + \frac{U_{out}-U_a}{R_2} \end{cases}$$



$$K = K_u = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$R_{вых\ эфф} = K_u \cdot R_{вх}$$

$$U_{out} = A_0 \cdot U_{вх}$$

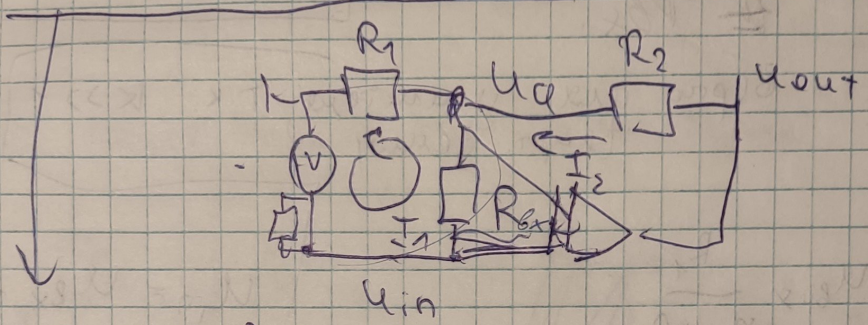
$$I_2 = \frac{U_{out} - U_{in}}{R_2} = \frac{U_{in}}{R_1}$$

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} - 1 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow K_u = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$R_{вх} = \frac{U_{in}}{I_{in}} = +\infty$ | $R_{вых} = R_1 + R_2$ | $R_1 = R_{вх}$ (м/у A и GND)

$U_{вых} = K$

$$U_{out} = K(U_{in} - U_a)$$



$$U_{out} = K\left(U_{in} - U_{out}\frac{R_1}{R_2+R_1}\right)$$

$$U_a = U_{out}\cdot\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

$$U_{out}\left(\frac{R_2+2R_1}{R_2+R_1}\right) = K U_{in}$$

$$I_1 = \frac{U_{in}}{R_1+R}$$

$$K_u = \frac{U_{out}}{U_{in}} = K\cdot$$

$$I_1 = \frac{U_{in}+I_1 R_{изм}}{R_1+R+R_{изм}}$$

$$\begin{cases} I_1 = \dfrac{U_{изм}-0}{R+R_1+R_{изм}} \\ U_{in} = U_{изм} - I_1 R_{изм} \\ U_{out} = I_2\left(R_2 + (I_1+I_2)R_1\right) \Rightarrow I_2 = \dfrac{U_{out}}{R_2} \\ U_a = (I_1+I_2)R_1 \end{cases}$$

$$\frac{U_{out}}{U_{in}} = I_2$$

$$U_{out} = K(U_{in} - U_{out}(I_1 + I_2)R_1)$$

$$U_{out} = K\left(U_{in} - \left(I_{A1} + \frac{U_{out} - I_1 R_1}{R_2 + R_1}\right) R_1\right)$$

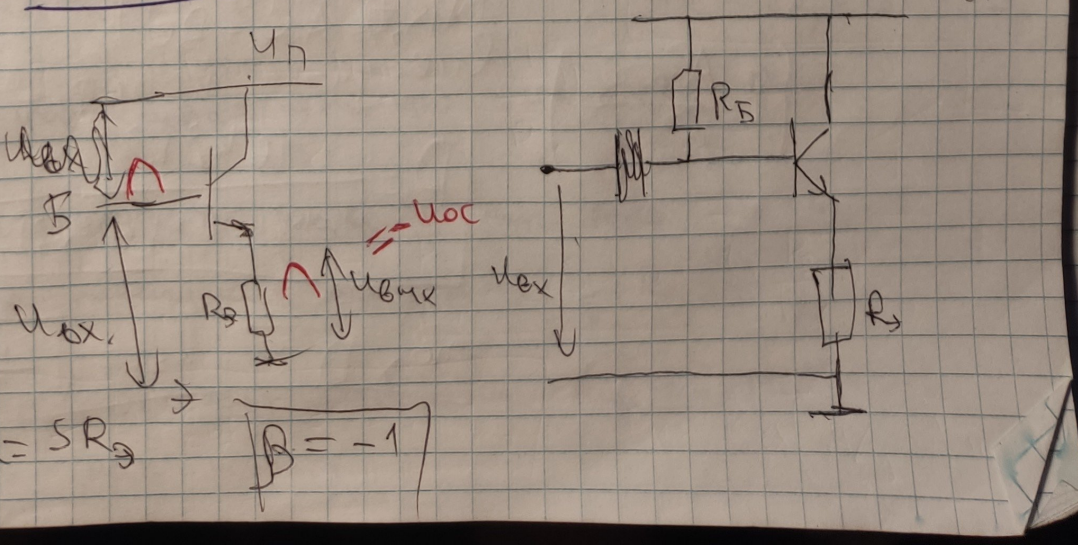
$$U_{out} = K\left(U_{in} - U\left(\frac{U_{in}}{R_1 + R} - \frac{U_{out} - U_{in} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R}}{R_1 + R_2}\right) R_1\right)$$

$$U_{out}\left(1 + K\frac{R_1}{R_2 + R_1}\right) = KU_{in}\left(1 - \frac{1}{R_1 + R} R_1 - \frac{R_1^2}{(R_1 + R)R_1 + R_2}\right)$$

$$K_U = K \cdot \frac{1 - \frac{R_1}{R_1 + R} - \frac{R_1^2}{(R_1 + R)R_1 + R_2}}{1 - K\frac{R_1}{R_2 + R_1}}$$

$$\lim_{R \to +\infty} K_U = K \cdot \frac{1}{1 - 0} = K$$

Отриц. обр. связь по напряж.



$K_U = S$

$K_U = SR_э$

$\beta = -1$