

Учимся на  
Биполярном Транзисторе.

№ 28

(П.1.)

Исходные данные:

$$R_x = 976 \Omega \quad C_B = 0,1 \mu F \quad U_n = 9,775 V \quad U_B = 0,67 V$$

Соберем схему №1.

Подбираем  $R_B$ :

$$R_B = 151,5 \text{ k}\Omega : U_{K3} = 5,6 V \quad U_{B3}$$

$$R_B = 128,3 \text{ k}\Omega : U_{K3} = 4,7 V$$

$$5 - 4,7 < 5,6 - 5$$

Было принято решение зарегистрировать для последующих экспериментов значение

$$R_B = 128,3 \text{ k}\Omega$$

Если же говорить о первом значении, при котором

$$U_{K3} = 5 V, \text{ то } R_B = 136,0 \text{ k}\Omega$$

(П.2.)

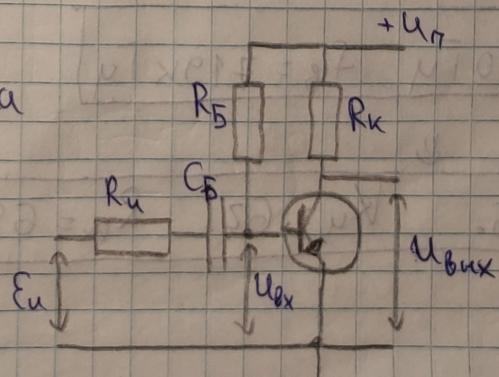
Задача.  $U_{Bx} = 60 mV$  - Амплитуда

Далее измеряется размах.

$$R_u \approx 1 \text{ k}\Omega (962 \text{ k}\Omega)$$

а) Графикные частоты:

$$f_n = 900 \text{ Гц}, f_B = 415 \text{ кГц}$$



$f \approx 10 \text{ кГц}$

a)  $E_u = 109 \text{ мВ}$

$U_{Bx} = 30 \text{ мВ}$

$U_{Bux} = 5,4 \text{ В}$

$K_e =$

$\frac{U_{Bux}}{E_u} \approx 50$

$K_u =$

$\frac{U_{Bux}}{U_{Bx}} \approx 180$

$R_{Bx} = U_{Bx} \cdot \frac{R_u}{E_u - U_{Bx}} \approx 380 \text{ Ом}$

$R_B^* = 2 R_B = 270 \text{ кОм}$

5)  $E_u = 113 \text{ мВ}$

$U_{Bx} = 64 \text{ мВ}$

$U_{Bux} = 3,67 \text{ В}$

$K_e = 32$

$K_u = 57$

$R_{Bx} = 610 \text{ Ом}$

11.3.

$C_s = 100 \text{ нКФ}$   
 $R_u = R_K$

Проведем аналогичные измерения.

Также приведу значения для  $R_B^* = 2 R_B$

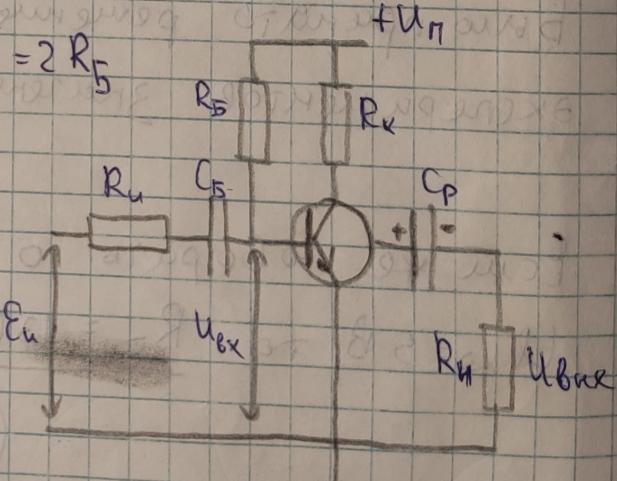
$R_B = 130 \text{ кОм}$ :

$U_{Bux} = 2,8 \text{ В}$   
 $(f \approx 10 \text{ кГц})$

$E_u = 111,6 \text{ мВ}$

$U_{Bx} = 45,46 \text{ мВ}$

$f_H = 900 \text{ Гц}$   $f_B = 719 \text{ Гц}$



$K_B = 25$ .  $K_u = 62$ .  $R_{Bx} = 690 \text{ Ом}$

$$R_B = 270 \text{ k}\Omega$$

$$U_{B_{\max}} = 1,85 \text{ В} \quad E_u = 112,6 \text{ мВ}$$

$$f \approx 10 \text{ кГц} \quad U_{B_x} = 64 \text{ мВ}$$

$$f_n = 900 \text{ Гц} \quad f_B = 718 \text{ кГц}$$

$$K_e = 16. \quad K_u = 29. \quad R_{B_x} = 1320 \text{ Ом}$$

(17.4)

Возьмем резисторы согласно  
указанию, а именно:

$$R_1 = 10 \text{ к}\Omega$$

$$R_2 = 2 \text{ к}\Omega$$

$$R_K = 1 \text{ к}\Omega$$

$$R_3 = 200 \text{ Ом}$$

$$(\text{T.к. } I = 1 \text{ мА}, \text{т.о. } R_1 + R_2 \approx 10 \text{ к}\Omega)$$

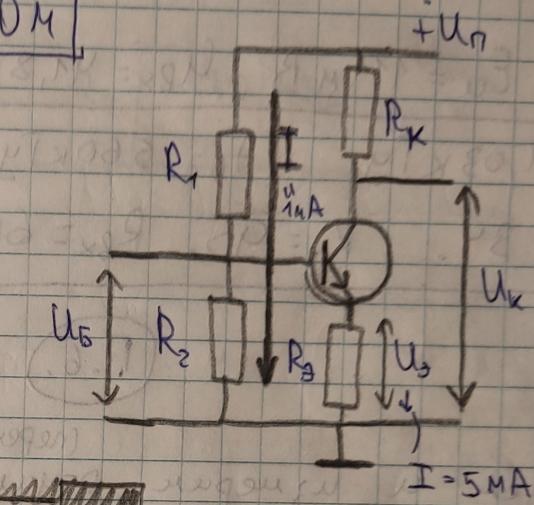
$$R_1 \approx 8 \text{ к}\Omega (\text{близайший номер - } 10 \text{ к}\Omega)$$

Приятные значения на практике:

$$U_n = 9,64 \text{ В} \quad U_2 = 0,85 \text{ В}$$

$$U_B = 1,52 \text{ В} \quad U_K = 5,47 \text{ В}$$

$$U_B - U_2 = 0,67 \text{ В.}$$



II.5.

Проведем аналог измерения с  
у же стабилизированным

$K_u - ?$

$R_{BX} - ?$

$+U_{BX}$

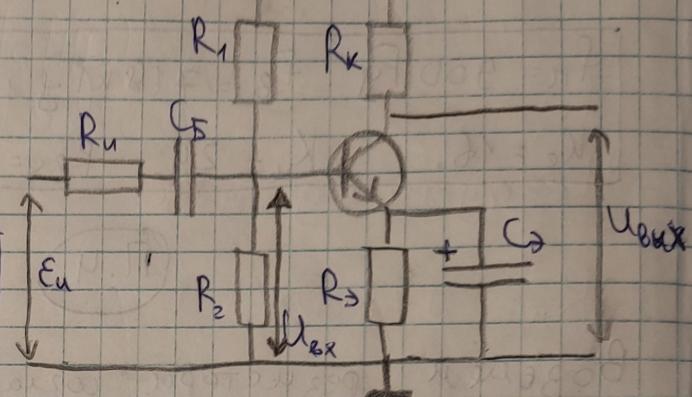
установлением:

$$U_{BX \max} = 3,75 \text{ В}$$

$$\text{Измерен } E_u = 111 \text{ мВ } U_{BX} = 41,8 \text{ мВ}$$

$$f_H = 1,03 \text{ кГц } f_B = 5,60 \text{ кГц}$$

$$K_e = 39, K_u = 90, R_{BX} = 600 \Omega$$



II.6.

Зарисуем и измерим осцилограммы  
(переходные характеристики)

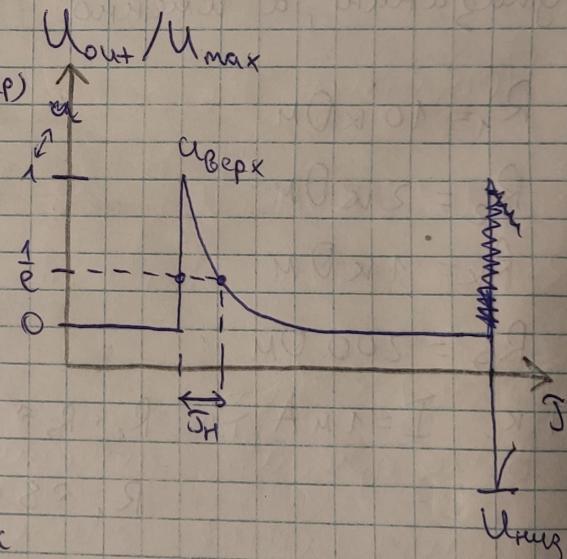
а)  $f$  - пилообразное - дифференцирующее  
уровни

$$\tilde{f} = \frac{f_H}{10} \approx 710 \text{ Гц}$$

$$U_{\max \text{ верх}} = 1,724 \text{ В} \rightarrow T_{HB} = 808 \text{ } 171 \text{ мкс}$$

$$U_{\max \text{ низ}} = 2,0 \text{ В} \rightarrow T_{HH} = 122 \text{ мкс}$$

$$\langle T_H \rangle = 147 \text{ мкс}$$



б)  $f$  - бимодальное - интегрирующее  
уровни

$$\tilde{f} = \frac{f_B}{10} \approx 127 \text{ кГц}$$

$$U_{\max \text{ верх}} = 961 \text{ мВ}$$

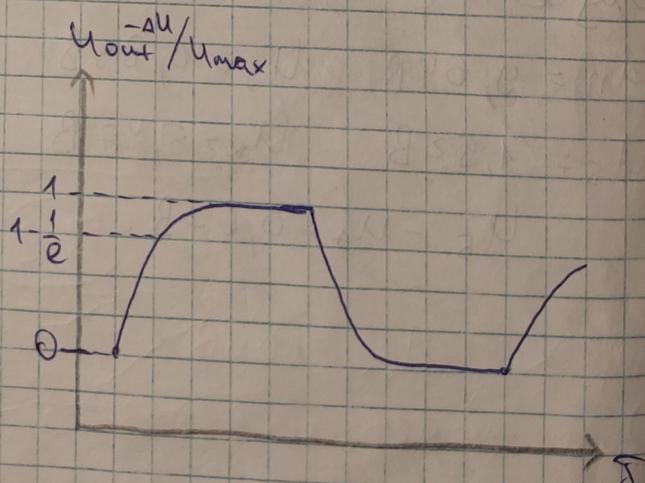
$$U_{\max \text{ низ}} = 827 \text{ мВ}$$

$$T_{PB} = 373 \text{ нс}$$

$$T_{BH} = 250 \text{ нс}$$

$$\langle T_B \rangle = 311 \text{ нс}$$

Torga



17.7.

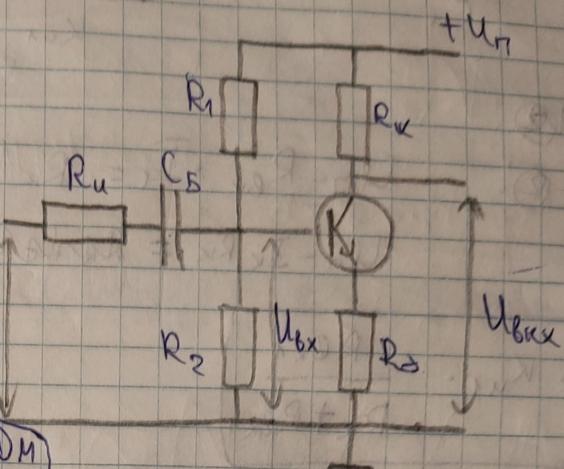
Arażowanie 17.7.:

$$E_u \quad U_{bx} = 111,8 \text{ mV} \quad U_{bx} = 68,4 \text{ mV}$$

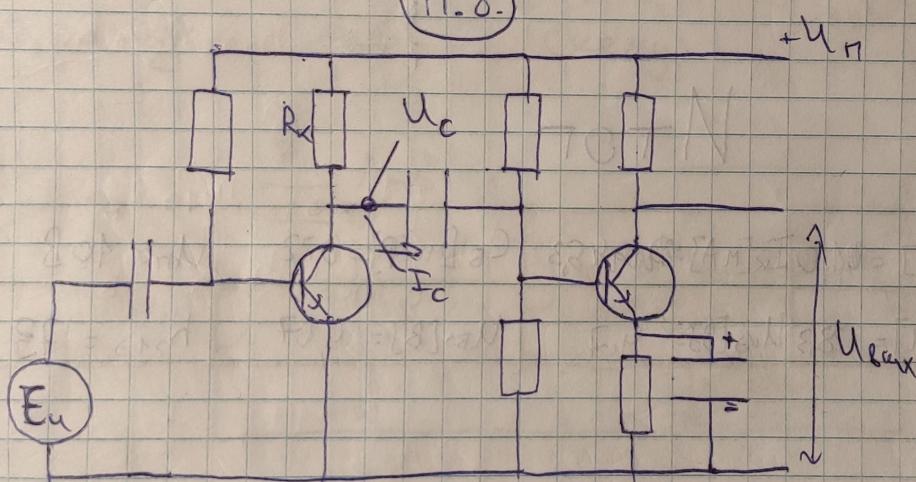
$$U_{bx} = 320 \text{ mV}$$

$$f_n = 610 \text{ Hz} \quad f_B = 12,63 \text{ MHz}$$

$$K_2 = 2,9 \quad K_1 = 4,7 \quad R_{bx} = 1580 \Omega$$



17.8.



$$K_{u1} = 57 \leftrightarrow K_1 ; R_{bx1}$$

$$K_{u2} = 90 \leftrightarrow K_2 ; R_{bx2}$$

Euge paži

$$\text{Cz 17.8: } U_c = R_{bx2} \cdot I_c \quad (1)$$

Zupek kore :  
Tok re teret

$$U_c = R_{bx2} \cdot I_c \quad (1)$$

$$U_n - U_c = R_k \cdot (I_c + I_k) \quad (2)$$

$$U_n - U_c = R_k \cdot (I_c + I_k) \quad (2)$$

$$E_u \cdot K_{u1} = U_n - I_k \cdot R_k \quad (3)$$

$$\text{Odp: } U_{bx} = K_{u2} \cdot U_c \quad (3)$$

$$\text{Odp: } K_{\Sigma} = \frac{U_{bx}}{E_u} \quad (4)$$

$$U_{bx} = K_{u2} \cdot U_c \quad (4)$$

$$K_{\Sigma} = \frac{U_{bx}}{E_u} \quad (5)$$

$$K_{\Sigma} = \frac{K_{u2} \cdot U_c}{E_u} = K_{u2} \cdot \frac{R_{bx} \cdot I_c}{\frac{U_n - I_k R_k}{K_{u1}}} = K_{u2} \cdot K_{u1} \cdot \frac{\frac{R_{bx} \cdot I_c}{U_n - I_k R_k}}{=} \quad (1)$$

(1) и (2):

$$(1) - (2): U_n - R_{bx} \cdot I_c = R_k (I_c + I_k)$$

$$U_n - I_k R_k = R_k I_c / (I_c + R_{bx})$$

$$(2) \boxed{K_{u2} = K_{u1} \cdot \frac{R_{bx1}}{R_k + R_{bx1}}}$$

$$R_{bx\Sigma} = R_{bx1} \quad (\text{см. на I транзистор})$$

Т.к.  $f_n$  и  $f_b$  не зависят от  $U_{bx} = U_c$ , то

$$\begin{cases} f_n = f_{n1} \\ f_b = f_{b1} \end{cases}$$

ИТОГ

$$U_{cx. \text{ ганнике}} \quad R_k [kO_m] = 10,0 I_x [mA] \quad C_B [mF] = 0,22 \quad U_n = 10V$$

$$U_{np.1} \quad R_B [kO_m] = 128,3 \quad U_{ce} [V] = 4,7 \quad U_{ss} [V] = 0,67 \quad h_{213} = 73$$

$U_{np.1}$	$U_{bxmax}$	$K_u$	$K_e$	$R_{bx, kO_m}$	$f_n, f_y$	$f_{bx, kY}$
BIP 2a	$R_B^* = 128,3 kO_m$ $U_{ce} = 120,47V$	5,4V	180	50	0,380	900

28	$R_B = 220 kO_m$ $U_{ce} = 27,6V$	3,67	57	32	0,610	800	617
----	--------------------------------------	------	----	----	-------	-----	-----

3	$R_B = 130 kO_m$ $R_n = 1 kO_m$ $C_p = 100 pF$	2,8	62	25	0,69	900	719
---	--	-----	----	----	------	-----	-----

$$1) R_{y1} = 10 kO_m \quad U_k = 5,47V$$

$$R_2 = 1 kO_m \quad U_S = 1,52$$

$$R_3 = 200 kO_m \quad U_3 = 0,86$$

S	3,755	90	34	600	1030	560
$C_2 = 100 \mu F$						
6	$J_H = 142 \mu A$	2,0 B	90	34	600	1030
$C_2 = 100 \mu F$	$J_B = 31 \mu A$	0,96 B				560
7	320 MB	4,7	2,9	1680	610	2630
8	-	-	4460	1780	0,380	920
						415

П.8. Кт 4460.

$$E_5 = U_{n1} + R$$

(П.5)

$k_4$ ,  $R_{Bx}$ .

Напряжен тубе. схемы:

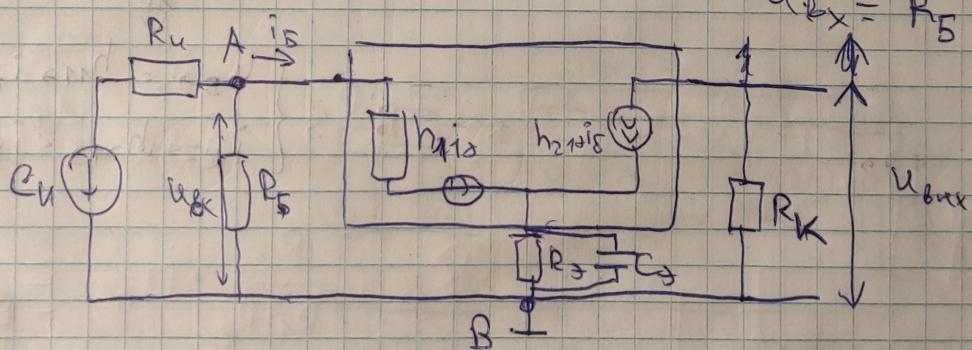
Диаграмма

$$R_5 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_5 = U_{n1} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{n1}$$

$$U_{Bx} = R_5 \cdot$$



Для выходного тока и/у токами А и В снабжено:



$$R_{Bx} = +\infty$$

т.к. ток через зерц  $C_2$



$$R_{Bx} = R_5 \parallel [h_{112} + h_{213} \parallel R_2], \text{ где } R_5 = R_1 \parallel R_2$$

$$(h_{213} \cdot i_5 = U_{Bx})$$

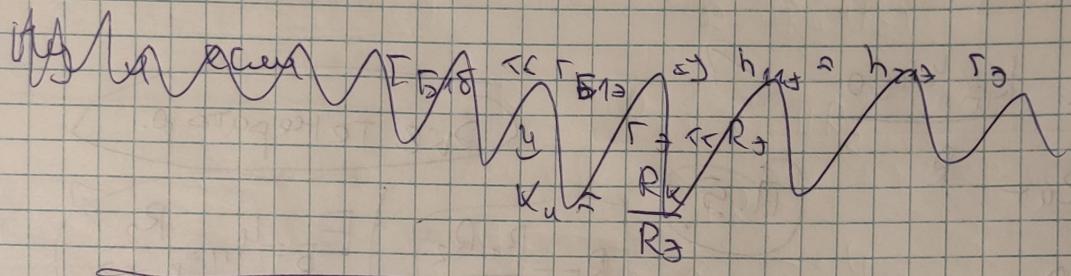
$$R_{Bx} = (R_1 \parallel R_2) \parallel [h_{112} \parallel R_2]$$

K. У але магі

$$K_u = \frac{h_{213} \cdot R_K}{h_{113} + h_{223} \cdot i_B}$$

-  $U_{Bx}/i_B$

$$K_u = \frac{h_{213}}{h_{113}} \cdot R_K$$



Відповідь  
 $h_{123} = 0$        $h_{223} = 0$        $\begin{cases} U_{B3} = h_{113} i_B + h_{123} \cdot U_{K3} \\ i_K = h_{213} \cdot i_B + h_{223} \cdot U_{K3} \end{cases}$

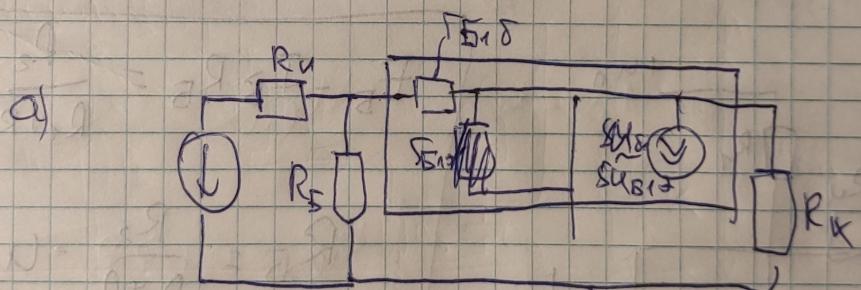
⇒  
 $\begin{cases} U_{B3} = h_{113} i_B \\ i_K = h_{213} \cdot i_B \end{cases}$

$$K_u = \frac{(i_K - h_{213} \cdot i_B) \cdot h_{223}}{h_{113} \cdot i_B - u_{Bx}} = \frac{(i_K / i_B - h_{21}) \cdot h_{223}}{h_{113}} =$$

$$= \frac{h_{223} \cdot u_{K3} \cdot h}{h_{113}}$$

$$K_u = \frac{(i_K - h_{213} \cdot i_B) \cdot h_{223}}{h_{113} \cdot i_B}$$

$$K_u = - \frac{h_{213} \cdot R_h^*}{h_{113}}, \quad ; \quad R_h^* = \frac{R_h + R_L}{R_K}$$

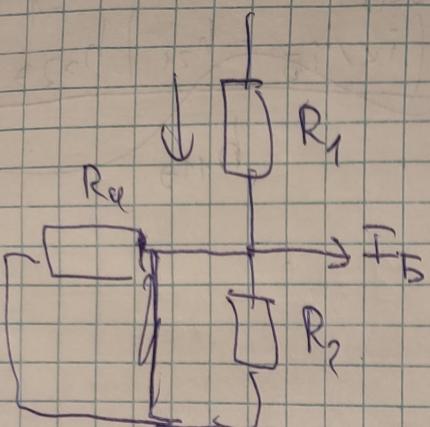


$$E_B = U_{B12} \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_n = E_B \\ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \end{array} \right.$$

$$E_B = I_B R_B + U_{B2} + I_B R_J$$

$$I_B = \frac{U_n}{R_1 + R_2} \quad U_n = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E_B + U_{B2} + I_B R_J$$

$$U_{Bx} = E_B - I_B R_B = U_n \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



$$R_{\Sigma} \text{ at } T_B = \frac{R_1 + R_u || R_2}{R_1 + (R_u || R_2)}$$

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_u || R_2$$

$$U_B = \frac{R_u || R_2}{R_2 R_{\Sigma}} \cdot U_n$$

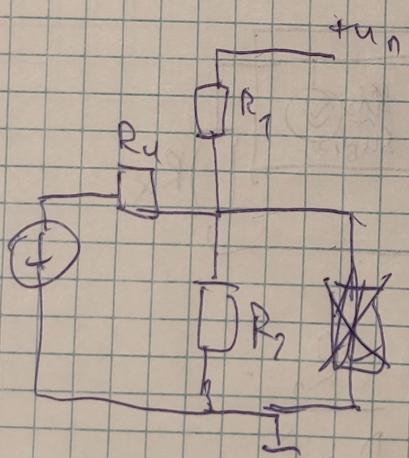
$$I_B = \frac{U_B}{R_2} = \frac{R_u}{(R_2 + R_u) R_{\Sigma}}$$

$$E_B - I_B R_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_n$$

$$R_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_n - E_B$$

$$I_B =$$

$$= R_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} - R_u$$



$$I_n = \frac{U_n}{R_1} = \frac{E_B}{R_B}$$

(K.3)

$$I_n = 0$$

$$U_n = E_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_n$$

(K.4)

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$