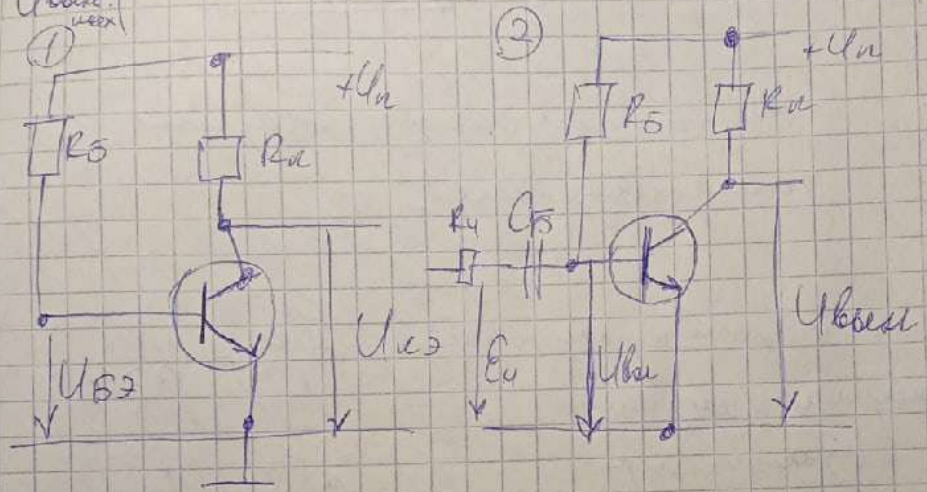
	Схема 1	Схема 2	Теор. расчёт Схема 3	Формулы
K_u				
K_e				
$R_{вх}$				
$R_н$				
$R_б$				
$U_{вых.max}$				



1) $K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$, $K_e = \frac{U_{вых}}{\mathcal{E}_и}$ } – коэфф. усиления напряжения

$R_{вх} = \frac{U_{вх}}{I_{вх}}$ бр

При теор. расч: $C_{б1к} = 5$ пФ

$r_{б1б} = 100$

$C_{б1э} = 50$ пФ

2) Схема 1: $R_к = 2{,}5$ кОм

$U_п = 10$ В

$I_к = 2$ мА.

$C_б = 0{,}33$ мкФ

(из методы)

Тогда $R_б$ возьмём $= 470$ кОм

$U_{кэ} = U_п - I_к R_к = 5$ В

$U_{БЭ} + I_Б R_Б = U_п \Rightarrow \begin{cases} U_п - U_{БЭ} = I_Б R_Б \\ I_Б = \dfrac{I_к}{h_{21Э}} \end{cases}$

$\dfrac{I_Б}{I_к} = \dfrac{1}{h_{21Э}} \Rightarrow$

$U_{БЭ} = -I_Б R_Б + U_п = -I_Б \cdot 470 кОм + 10 В$

$0{,}65 В = -\dfrac{I_к}{h_{21Э}} \cdot 470 кОм + 10 В$

$\dfrac{9{,}35 В}{470 кОм} \cdot h_{21Э} = I_к$

$\Rightarrow h_{21} = \dfrac{I_к \cdot 470 кОм}{9{,}35 В}$

$\dfrac{2 мА \cdot 470 кОм}{9{,}35 В} \approx 100{,}5$

$\boxed{R_Б = 470 кОм,\ U_{кЭ} \approx 5{,}15 В,\ U_{БЭ} = 0{,}65 В}$

$h_{21Э} =$

(2) $R_Б [кОм] = 470$ $U_{вын\,max}$ $K_и$ $K_е$ $R_{вх}$ $F_н$ $F_в$

1,52

$U_{кЭ} = 5 В$

$R_к = 2{,}5 кОм$

$I_к = 2 мА$

$C_Б = 0{,}33 мкФ$

$U_п = 10 В$

$\approx \boxed{1{,}388 Ом}$

$R_и \approx R_к = 2{,}5 кОм$

91 кОм

$\boxed{R_{вх}} = (R_{вн-тр} \parallel R_Б) = \dfrac{R_Б \cdot h_{11Э}}{R_Б + h_{11Э}} = \dfrac{470 кОм \cdot 114}{470 + 114} \approx$

Обозначим средним частотом: $h_{11Э} = r_{б1б} + (r_{б1Э} \parallel r_{б1к}) \approx$

$\approx r_{б1б} + r_{б1Э} = 100 Ом + 1{,}4 Ом \approx$ ~~1,4 Ом~~ $1393 Ом$

$r_{б1Э} = (h_{21Э} + 1) \cdot r_Э$, $r_Э = \dfrac{U_T}{I_Э}$, $U_T = \dfrac{kT}{q}$

$r_{б1Э} \approx (101 + 1) r_Э = 102 \left(\dfrac{kT}{e \cdot I_Э}\right) =$

$I_к + I_Б = I_Э \Rightarrow 2 мА + \dfrac{2 мА}{h_{21Э}} = I_к \left(1 + \dfrac{1}{h_{21Э}}\right)$

$r_{б1Э} = (h_{21Э} + 1) \dfrac{kT}{e I_к \left(1 + \dfrac{1}{h_{21Э}}\right)} \approx \dfrac{kT\, h_{21Э}}{e I_к} = 1293 Ом$

Ок; $\boxed{R_{вын}} = \dfrac{R_{вын-тр} \cdot R_к}{R_{вын\,тр} + R_к} =$

$(R_{вын\,тр}) = h_{22Э} - \dfrac{h_{12Э} \cdot h_{21Э}}{h_{11Э} + R_и}$

$h_{22э} \approx \frac{2}{r_{кэ}}$

$h_{12э} \approx \frac{r_{б1э}}{r_{б1к}} = \frac{r_{б1э}}{(h_{21э}+1) r_{кэ}}$

$h_{21э} \approx 101$

$h_{11э} \approx 1624$ Ом

$$(R_{вых\ мр})^{-1} = h_{22э} - \frac{\frac{r_{б1э}}{(h_{21э}+1) r_{кэ}} \cdot h_{21э}}{h_{11э} + (R_и \| R_Б)}$$

$$h_{22э} \approx \frac{S \cdot r_{б1э}}{r_{б1к}} + \frac{1}{\frac{r_{б1к}}{(h_{21э}+1)}} = \frac{\frac{1}{r_э} \cdot r_{б1э} + (h_{21э}+1)}{r_{б1к}}$$

$\boxed{r_{кэ} = ?}$

для первой схемы?

$$\boxed{K_и = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}} = -\frac{h_{21э} \cdot R_н^*}{h_{11э} + (h_{11э} h_{22э} - h_{12э} h_{21э}) R_н^*} \approx$$

$$\approx -\frac{h_{21э} \cdot R_н^*}{h_{11э}(1 + h_{22э} R_н^*/2)} \approx -h_{21э} \frac{R_н^*}{h_{11э}}$$

$R_н^* << (h_{22э})^{-1}$

$\boxed{r_{б1б} << r_{б1э}}$

$r_{б1б} = 100$ Ом

$r_{б1э} \approx 1524$ Ом

Подсчитаем $R_н^* << (h_{22э})^{-1}$

Тогда $K_и \approx -\frac{R_н^*}{r_э} = -\frac{|R_н^*|}{r_э} = \frac{R_к \cdot R_н}{(R_к + R_н) 15 \text{ Ом}} =$

$= 2{,}5$ кОм.

Для второй схемы: $U_{вых} = U_{кэ} = 5$ В

$\cancel{U_{вх} + I_Б R_Б = U_п}$

$\cancel{U_{вх} = U_п - I_Б R_Б = 10 \text{ В}}$

$$\boxed{K_e = K_и \frac{U_{вх}}{\mathcal{E}_и}}$$

$U_{вх} + I_x R_Б = U_п \Rightarrow U_{вх} = U_п - I_x R_Б$;

$I_x + I_и = I_Б = \frac{I_к}{h_{21э}}$; $I_и = \frac{\mathcal{E}_и}{R_и}$

$I_к = I_Б - I_И = \frac{I_к}{h_{21Э}} - I_И = \frac{I_к}{h_{21Э}} - \frac{E_И}{R_И} =$

$= \frac{2мА}{101} - \frac{25мВ}{2,5кОм} \approx 0,001мА.$

$U_{вн} = U_П - 0,001мА \cdot 470кОм = 5В - 0,47 \approx 4,53В$

Неправильно! Как посчитать $U_{вн}$ на 2 схеме и $U_{вых}$ - ?

$U_н$ легко по частоте! (формула)

1) Собрать схему, измерить $U_{бэ}$

2) Приделали деталку 2

$C \approx 0,47 пФ$

$E_{вн}$ подали

Амплит. на выходе $< 5В$.

Эксперимент

1 схема: Рассчитать $U_{кэ}$

$U_{бэ} \approx 0{,}65$ В.

$U_{бэ} = \cancel{0{,}1463 \cdot 4}$ В $= 0{,}63$

$R_б \approx 600$ кОм $(470 + 120)$

$U_{кэ} = 4{,}92$ В

$I_к = 10\text{В} - 4{,}92\text{В} \approx 2$ мА.

$h_{21э} = \frac{0{,}35\text{В}}{600\text{кОм}} = 15{,}6$ мкА

$h_{21э} \approx 128$. (1 схему строили)

2 схема: $R_и = 2{,}347$ кОм.

Амплитуду на генераторе поставим $\mathcal{E}_и$: 0,04 В → получим мнусоиду →

→ $2U_{вых} = 5{,}5$ В ⇒ $U_{вых} = 2{,}25$ В

$2U_{вх} = 2U_{бэ} = 36{,}6$ мВ

1:1

$K_и \approx 123$.

K_e

- Если брать $\mathcal{E}_и$ по экрану, то 0,04 В
- Если мерить, то $2\mathcal{E}_и = 76$ мВ

$K_e = \frac{2{,}25\text{В}}{0{,}04} = 56{,}25$.

- Для частоты: $\frac{U_к}{\sqrt{2}} = 3{,}96$ В

~~3600к~~ 3,6 кОм

$\cancel{f_{верхняя}}$ нижн. $= 119$ Гц

$\cancel{f_{нижняя}}$ верх $= 131$ кГц

$R_{вх} = \frac{U_{вх}}{\left(\frac{|U_{вх} - \mathcal{E}_и|}{R_и}\right)}$

3 схема: $R_н = 2{,}41$ кОм $\quad 2U_к = 2{,}5$ В $= \cancel{\ldots}$

$\boxed{f_н = 62\text{Гц}}$ $C_р = 1$ мкФ $\quad 2U_б = \cancel{0{,}25\text{В}}$ 0,024 В

$\boxed{f_б = 245\text{кГц}}$

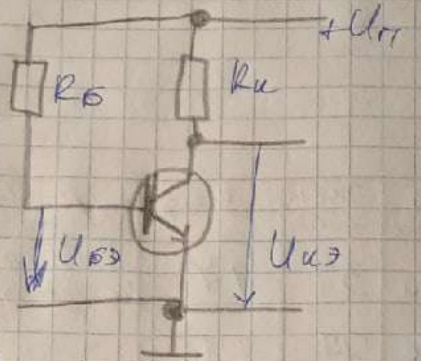
$\boxed{\frac{U_к}{\sqrt{2}} = 2{,}553\text{В}}$ $\boxed{\begin{array}{l} K_и = 37 \\ K_e = 27 \\ R_{вх} = 3{,}6\text{ кОм} \end{array}}$

$\frac{U_к}{U_б} = \quad 2U_{вх} = 0{,}054$ В

$2U_{вых} = 2$ В; $2\mathcal{E} = 0{,}075$ В

Отмёт

(I) Схема I.



	эксп	теор	ф-лы
K_u	—	—	—
K_e	—	—	—
$R_{вх}$	—	—	—
$U_{кЭ}$	4,92 В	5 В	$U_П - I_к R_к$
$U_{БЭ}$	0,63 В	0,65 В	$U_П = U_{БЭ} = I_Б R_Б$; $I_Б = \frac{I_к}{h_{21Э}}$
$R_Б$	600 кОм	470 кОм	
$h_{21Э}$	128	100	$\frac{I_к}{I_Б}$

$R_к = 2,5$ кОм

$U_П = 10$ В

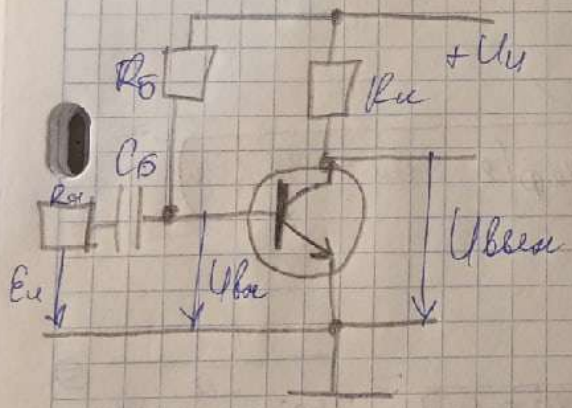
$I_к = 2$ мА

Возьмём $R_Б = 470$ кОм

$U_{кЭ} = U_П - I_к R_к = 5$ В

$h_{21Э} = 100$

(II) Схема II.



	эксп	теор	ф-лы
K_u	123	100	$\frac{R_к}{R_Э}$, $r_Э \ll R_Э$
K_e	56,25	~~$R_{вх}$~~	$\frac{R_{вх}}{R_и + R_{вх}} \cdot K_u$
$R_{вх}$	$\frac{K_e}{K_u} = \frac{1}{\frac{1}{R_{вх}}+1}$ = 2,1 кОм	1,4 кОм	$\frac{R_Б \cdot h_{11Э}}{R_Б + h_{11Э}}$; $h_{11Э} \approx r_{Б1Б} + r_{Б1Э}$; $r_{Б1Э} = (h_{21Э}+1)\frac{kT}{eI_Э}$; $I_к + I_Б = I_Э$; $I_Б = \frac{I_к}{h_{21Э}}$
$f_{верх}$	131 кГц ~~119 кГц~~	65 кГц	$\frac{\omega_в}{2\pi} = \frac{1}{(C_{Б1Э}+C)[R_и^* + r_{Б1Б} \parallel r_{Б1Э}]}$
$f_{нижн}$	119 Гц	105 Гц	$\frac{\omega_н}{2\pi} = \frac{1}{C_Б(R_и + R_{вх})}$

$U_{кЭ} = 5$ В

$R_к = 2,5$ кОм

$I_к = 2$ мА

$C_Б = 0,33$ мкФ

$U_П = 10$ В

$R_и = R_к = 2,5$ кОм

$C = C_{Б1к}(1 + |K_u|)$ $(r_{Б1Б} \ll r_{Б1Э})$

$C = 5$ пФ $(1 + 123)$

$R_и^* = R_и \parallel R_Б = 129$ кОм

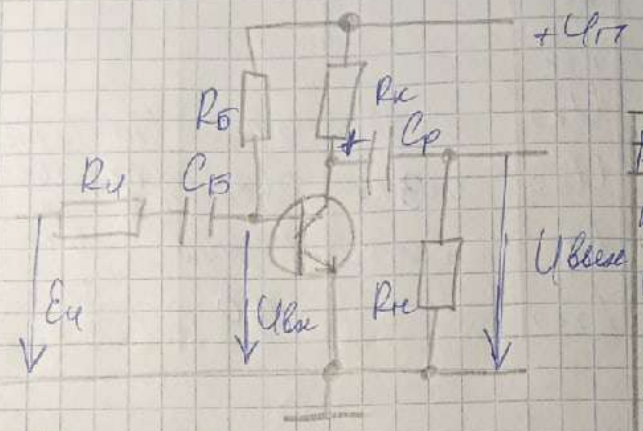
$C_{Б1Э} = 50$ пФ

$C_Б = 0,33$ мкФ

$r_{Б1Б} = 100$ Ом

$r_{Б1Э} \approx 1300$ Ом

(III) Схема 3.



	эксп	теор	ф-лы
$R_{вх}$	3,6 кОм		Но же самое $R_н^*/r_э$
$K_и$	37	97	$r_{б1б} \ll r_{б1э}$; $R_н^* \ll \frac{1}{h_{22э}}$
K_e	27	27.	
$F_н$	62 Гц	80 Гц	Не же ф-лы
$F_в$	245 кГц	257 кГц	

$U_{кэ} = 5$ В

$R_к = 2{,}5$ кОм

$I_к = 2$ мА

$C_б = 0{,}33$ мкФ

$U_п = 10$ В

$R_и = R_к = R_н = 2{,}5$ кОм

$C_р = 1$ мкФ

$$K_и = \frac{R_н^*}{12{,}93\ Ом} = \frac{R_к R_н}{(R_к + R_н)\,12{,}93} = 97$$

$$F_н = \frac{\omega_н}{2\pi} = \frac{1}{[C_б(R_и + R_{вх})]2\pi} = \frac{1}{0{,}33\ мкФ\,(2{,}5\ кОм + 3{,}6\ кОм)\,2\pi} =$$

$$= \frac{1}{0{,}33\cdot 10^{-6}\cdot 6{,}1\cdot 10^{3}\cdot 2\pi} \approx 80\ кГц$$

$$F_в = \frac{\omega_в}{2\pi} = \frac{1}{(C_{б1э} + C)\,[2{,}48\ кОм + 92{,}8\ Ом]} = \frac{1}{240\cdot 10^{-12}\cdot 25728} = 257\ кГц$$

$C_{б1к} = 5$ пФ

$C = 5\ пФ\,(1 + |K_и|) = 190$ пФ

$C_{б1э} = 50$ пФ

$r_{б1б} = 100$ Ом

$r_{б1э} = 1300$ Ом

$R_и^* = R_н \| R_б = 2{,}5\ кОм \| 470\ кОм \approx 2{,}48\ кОм$