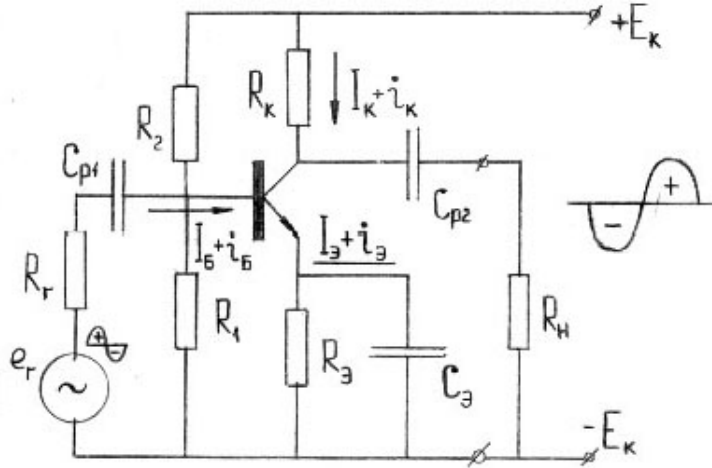


## Усилительный каскад с общим эмиттером.

n-p-n



Назначение: Усиление переменного сигнала. Каскад с общим эмиттером переворачивает базу.

### Назначение элементов:

Сопротивление  $R_1, R_2, R_3, R_k$  задают режим по постоянному току.

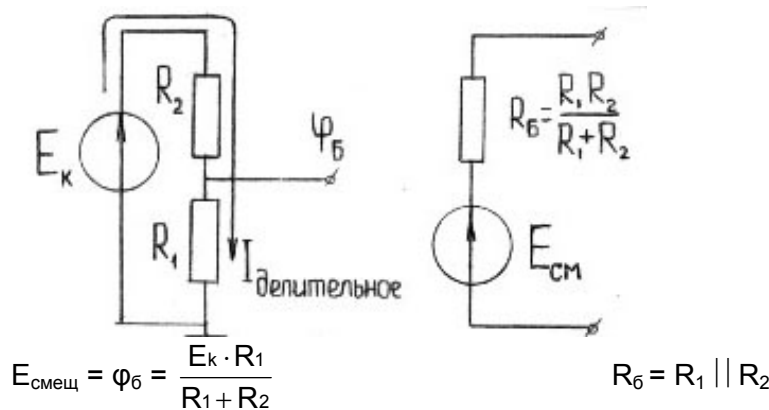
$R_3$  – служит для температурной стабилизации. Является отрицательной обратной связью по постоянному току.

$C_3$  – шунтируя  $R_3$ , исключает отрицательную обратную связь по переменному току.

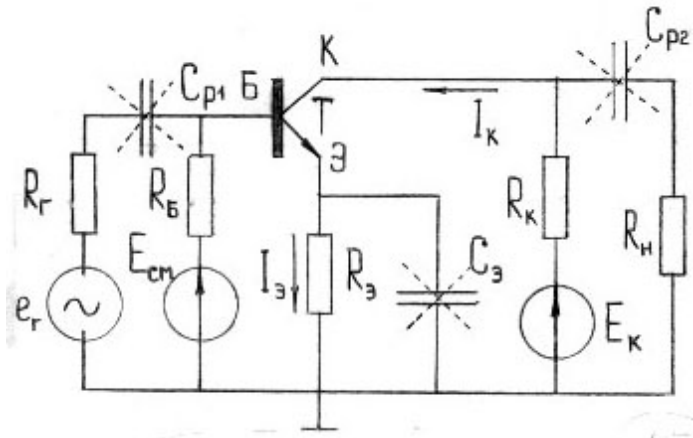
$$C_3 = X_{C3} = 1/\omega C_3 \ll R_3$$

$C_{p1}, C_{p2}$  – разделительные емкости, позволяющие отделить постоянный ток от генератора (постоянную составляющую от переменной). Служат, чтобы не было связи с генератором и с нагрузкой.

$R_k$  – определяет коэффициент усиления каскада.



$$E_{смещ} = \varphi_B = \frac{E_k \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$



### Расчет по постоянному току.

$C_Э, C_{р1}, C_{р2}$  – разрывы (для постоянного тока).

$$1) E_{смещ} = I_Б R_Б + U_{бэ}(I_Б) + I_Э R_Э$$

нелинейная функция

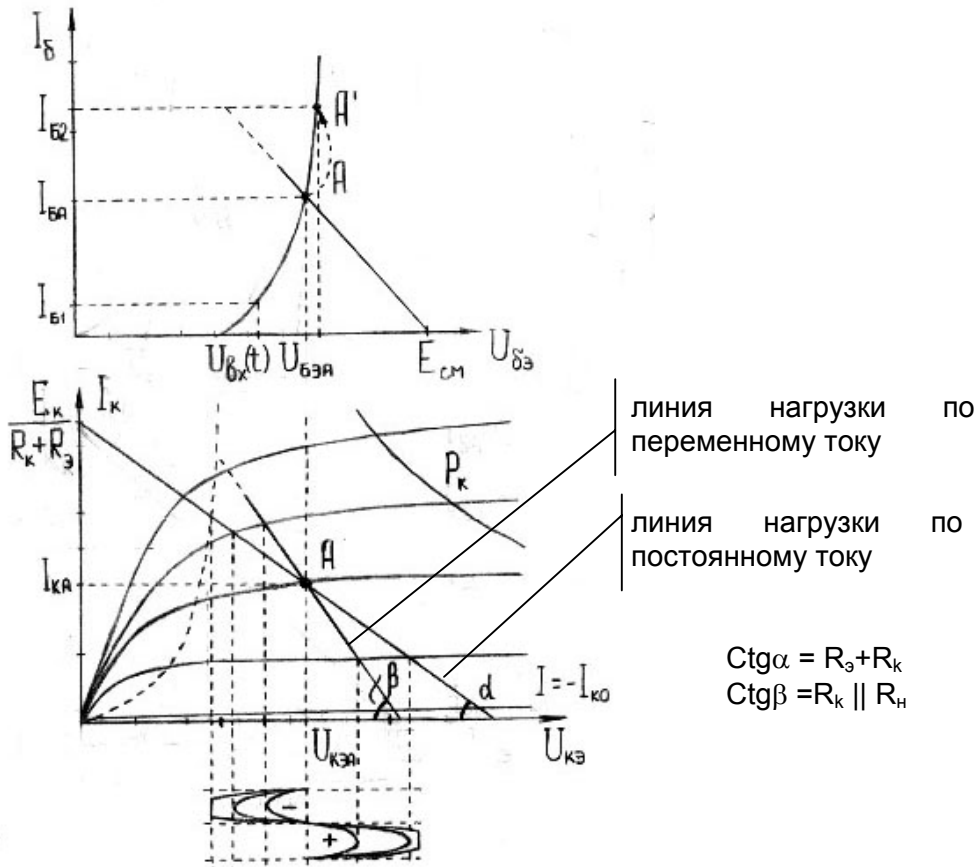
$$2) I_К = I_К R_К + U_{кэ}(I_К) + I_Э R_Э$$

$$3) I_К = \beta I_Б$$

$$4) I_Э = I_Б + I_К \Rightarrow I_Э \cong \beta I_Б \quad (\text{единицей пренебрегаем})$$

$$E_{смещ.} = I_Б (R_Б + \beta R_Э) + U_{бэ}(I_Б)$$

$$E_К = I_Б \beta (R_К + R_Э) + U_{кэ}(I_К)$$

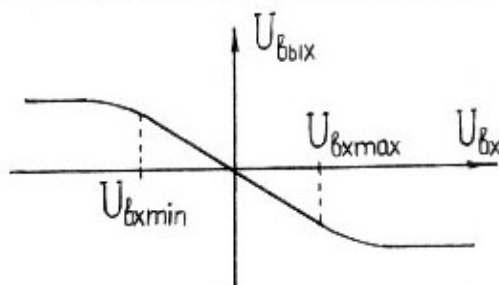


Подключение нагрузки приводит к ↓ усилению входного сигнала  
 При переменном тока все конденсаторы – закоротки

**Расчет при  $R_{\text{нагрузки}} = \infty$ .**

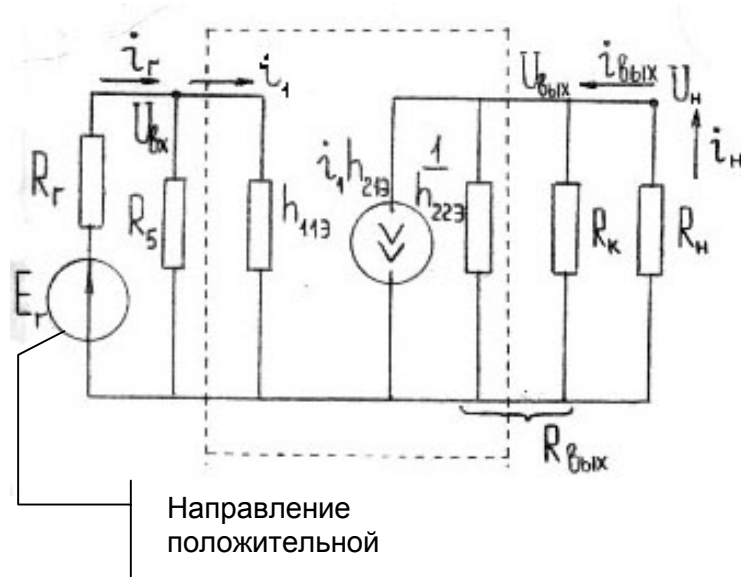
При  $\uparrow t^\circ\text{C} \Rightarrow \uparrow I_6 \Rightarrow A \rightarrow A' \Rightarrow \uparrow I_{63}, \uparrow I_3 \Rightarrow \uparrow I_3 R_3 = \varphi_3 \Rightarrow \downarrow U_{63} = \varphi_6 - \varphi_3(\uparrow) \Rightarrow A' \rightarrow A$

$R_3$  приводит к температурной стабилизации и является отрицательной обратной связью по постоянному току. (т.к.  $\varphi_6 - \varphi_3$ )



### Расчет каскада по переменному току.

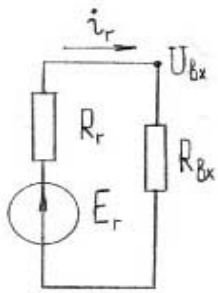
Конденсаторы и источники напряжения – закоротки.  
 Схема замещения в h-параметрах:



$$R_{вх} = \frac{U_{вх}}{I_{вх}} = \frac{U_{вх}}{I_r} = \frac{i_1 \cdot h_{11э}}{\frac{i_1 \cdot h_{11э}}{R_б} + i_1} = \frac{h_{11э} \cdot R_б}{h_{11э} + R_б} = h_{11э} \parallel R_б ;$$

$$R_{вых} = \frac{U_{вых}}{I_r} = \frac{1}{h_{11э}} \parallel R_к$$

### Входная цепь.



$$I_r = \frac{E_r}{R_r + R_{вх}}$$

$$I_1 = I_r \frac{R_б}{R_б + h_{11э}} = \frac{E_r \cdot R_б}{(R_r + R_{вх})(R_б + h_{11э})}$$

$$K_u = \frac{U_{нагр}}{E_r} = \frac{\left( \frac{1}{h_{22э}} \parallel R_к \parallel R_н \right) h_{21э} \cdot I_1}{E_r} = \frac{(R_{вых} \parallel R_н) h_{21э} \cdot E_r \cdot R_б}{E_r (R_б + R_{вх})(R_б + h_{11э})} = - \frac{h_{21э} \cdot R_к}{h_{11э}} \xi_{вх} \xi_{вых}$$

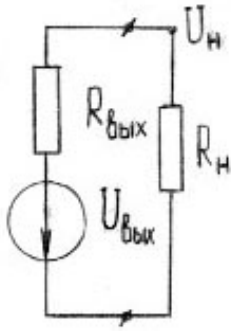
Т.к. каскад инвертирует фазу

$$R_{\text{ВЫХ}} \parallel R_{\text{Н}} = \frac{(R_{\text{ВЫХ}} \cdot R_{\text{Н}})}{R_{\text{ВЫХ}} + R_{\text{Н}}} = |R_{\text{ВЫХ}} \approx R_{\text{к}}| = R_{\text{к}} \xi_{\text{ВЫХ}}$$

$$U_{\text{ВХ}} = \frac{E_{\text{Г}} \cdot R_{\text{ВХ}}}{(R_{\text{Г}} + R_{\text{ВХ}})} = E_{\text{Г}} \xi_{\text{ВХ}}$$

$$\xi_{\text{ВХ}} = \frac{R_{\text{ВХ}}}{(R_{\text{Г}} + R_{\text{ВХ}})}$$

**Выходная цепь.**



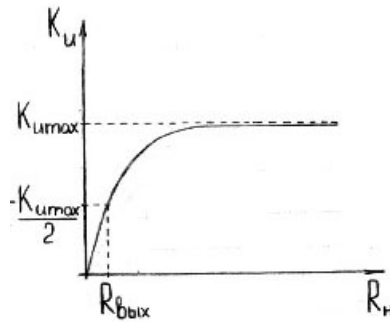
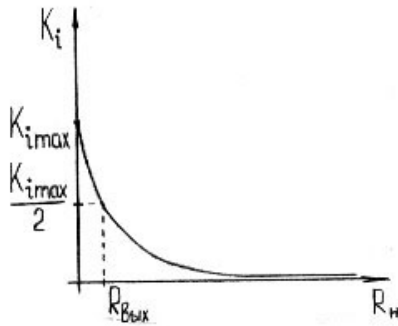
$$U_{\text{Н}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{ВЫХ}} + R_{\text{Н}}} R_{\text{Н}} = U_{\text{ВЫХ}} \xi_{\text{ВЫХ}}$$

$$K_{\text{U}} = \frac{U_{\text{Н}}}{E_{\text{Г}}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}} \xi_{\text{ВХ}} \xi_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{h_{21э} \cdot I_1 \cdot R_{\text{ВЫХ}} \xi_{\text{ВХ}} \xi_{\text{ВЫХ}}}{I_1 \cdot h_{11э}} = \frac{h_{21э} \cdot R_{\text{ВЫХ}} \xi_{\text{ВХ}} \xi_{\text{ВЫХ}}}{h_{11э}}$$

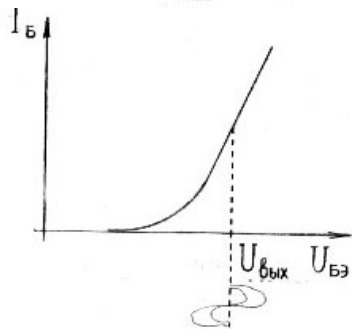
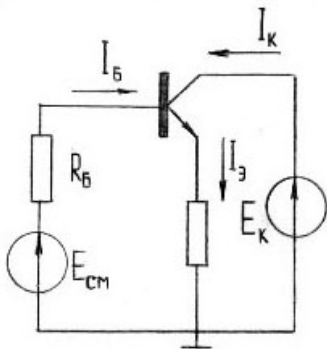
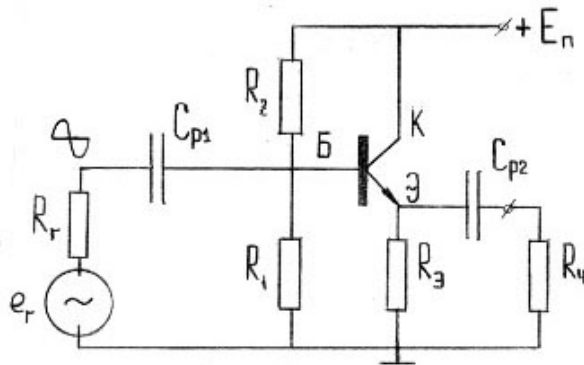
$$K_{\text{i}} = \frac{I_{\text{Н}}}{I_{\text{ВХ}}}; I_{\text{Н}} = h_{21э} \cdot I_1 \cdot \frac{R_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{ВЫХ}} + R_{\text{Н}}}$$

$$I_1 = I_{\text{ВХ}} \cdot \frac{R_{\text{б}}}{R_{\text{б}} + R_{11э}} \Rightarrow I_{\text{ВХ}} = I_1 \cdot \frac{R_{\text{б}} + R_{11э}}{R_{\text{б}}}$$

$$K_{\text{i}} = \frac{h_{21э} \cdot I_1 \cdot R_{\text{ВЫХ}} R_{\text{б}}}{(R_{\text{ВЫХ}} + R_{\text{Н}})(R_{\text{б}} + h_{11э}) I_1} = h_{21э} \frac{R_{\text{б}}}{R_{\text{б}} + h_{11э}} \xi_{\text{ВЫХ.i}}$$



**Усилительный каскад с общим коллектором.**



$$R_1 \parallel R_2 = R_r$$

$$E_{смещ} = \frac{E_k R_1}{R_1 + R_2}$$

1. Закон Кирхгофа ддя входной цепи:

$$E_{см} = I_б R_б + U_{бэ}(I_б) + I_э R_э$$

2. Для выходной цепи:

$$E_k = U_{кэ}(I_k) + I_э R_э$$

3.  $I_k = \beta I_б$

4.  $I_э = I_б + I_k$

отсюда находим:  $U_{бэ}(I_б), U_{кэ}(I_k), I_б, I_k$

Этот каскад не дает усиления по напряжению ( $K_u < 1$ ), он является каскадом со 100% отрицательной обратной связью.

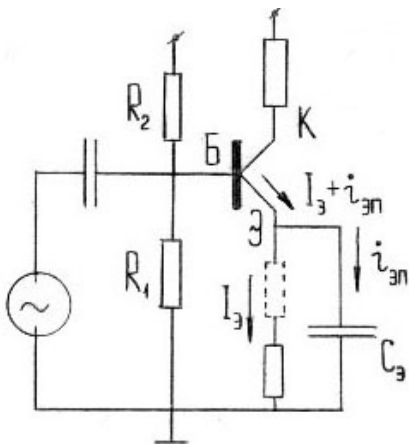
$$U_{вх-} = U_{бэ-} + i_{э-} R_э$$

$$U_{бэ-} = U_{вх-} - i_{э-} R_э$$

$U_n = U_{вых} \Rightarrow 100\%$  отрицательная обратная связь по напряжению.

$U_{бэА} = \varphi_б - I_э R_э$  - служит для температурной стабилизации.

**0.Э.**



По переменному току не будет обратной связи. Весь ток пойдет через емкость.

$$1/\omega C_э = X_{сэ} \ll R_э$$

$$U_{вх} = U_{бэ-}$$

$$U_{бэ-} = U_{вх-}$$

Отрицате. сопротивл

$$R_{вх} = \frac{U_{вх}}{i_{вх}} = \left[ h_{11э} + \left( \frac{1}{h_{22э}} + \parallel R_э \parallel R_n \right) (1 + h_{21э}) \right] \parallel R_б$$

$$R_{вых} = \frac{U_{вх}}{i_{вых}} = \left( \frac{h_{11э} + R_r \parallel R_б}{1 + h_{11э}} \right) \parallel \frac{1}{h_{22э}} \parallel R_э$$

$$R_{вых} \approx \frac{h_{11э} + R_r \parallel R_б}{1 + h_{11э}}$$

$$K_u = \frac{U_{нагр}}{E_r} = \frac{(1 + h_{21э}) R_э}{(1 + h_{21э})(R_э \parallel R_n) + h_{11э}} \xi_{вх} \xi_{вых}$$

$$\xi_{вых} = \frac{R_n}{R_n + R_э}$$

$$\xi_{вх} = \frac{R_{вх}}{R_{вх} + R_r}$$

**Расчет по переменному току.**

