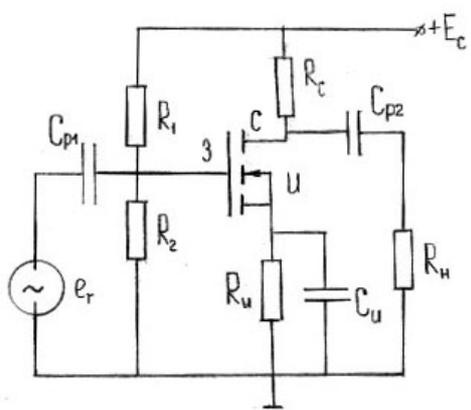


Усилительные каскады на полевых транзисторах.



R_1, R_2 – подают потенциал на затвор

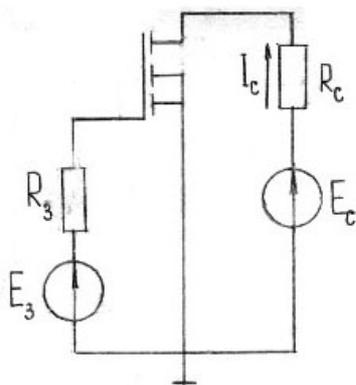
$$\varphi_3 = \frac{E_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

C_{P1} – чтобы не было связи по постоянному току между генератором и каскадом.

C_{P2} – чтобы не было связи по постоянному току между генератором и нагрузкой

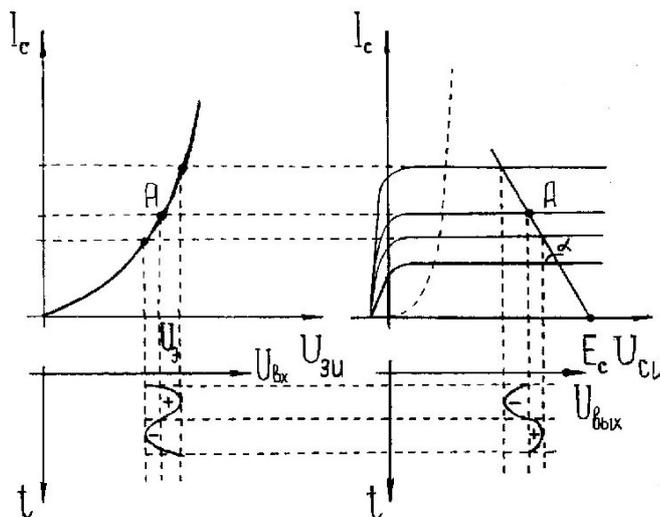
Каскад переворачивает фазу

Схема для расчета каскада по постоянному току



1. $U_{3u} = E_3$
2. $E_c = I_c R_c + U_{си}(I_c)$
нелинейная функция
3. $I_c = \frac{1}{2} \beta (U_3 - U_0)^2$ - для пологой области

⇒ находим I_{cA} ; U_{3uA} ; $U_{сиA}$



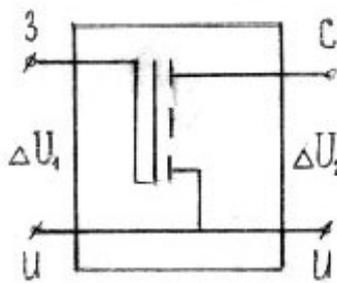
увеличение напряжения и изменения фазы.

$I_c = I_{cA} + \Delta I_c$ (постоянная и переменная составляющие)

$U_{си} = U_{сиA} + \Delta U_{си}$

$$\left. \begin{matrix} I_{cA} \\ U_{cA} \end{matrix} \right\} E_c \quad \left. \begin{matrix} \Delta I_e \\ \Delta U_c \end{matrix} \right\} U_{вх\sim}$$

Малосигнальная модель полевого транзистора.



Независимые параметры: $\Delta U_1, \Delta U_2$
 Зависимые параметры: $\Delta I_1, \Delta I_2$
 будем рассматривать Y параметры

$$\begin{cases} \Delta I_1 = Y_{11}\Delta U_1 + Y_{12}\Delta U_2, \text{ т.к. } \Delta I_1=0 \\ \Delta I_2 = Y_{21}\Delta U_1 + Y_{22}\Delta U_2 - \text{ток стока} \end{cases}$$

$$\Delta I_2 = Y_{21}\Delta U_{зи} + Y_{22}\Delta U_{си}$$

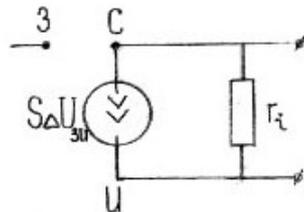
$$S = Y_{21} = \Delta I_c / \Delta U_{зи} |_{\Delta U_{си} = 0}$$

$$1/R_u = Y_{22} = \Delta I_c / \Delta U_{си} |_{\Delta U_{зи} = 0}$$

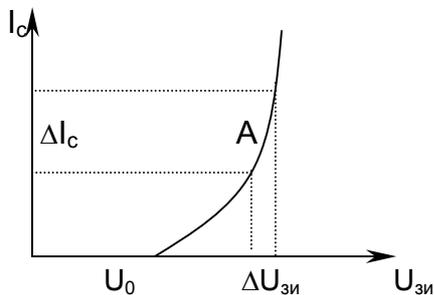
$$\Delta I_c = S\Delta U_{зи} + \frac{1}{R_u} \Delta U_{си}$$

Эквивалентная схема полевого транзистора для малого переменного сигнала.

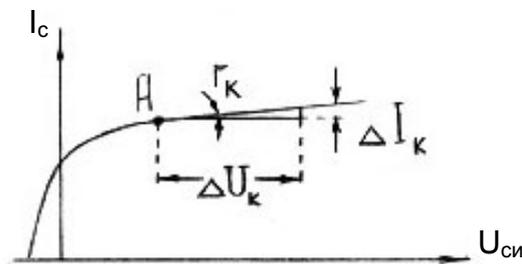
$$\Delta I_c = S\Delta U_{зи} + \frac{1}{r_i} \Delta U_{си}$$



S – крутизна
 [S] – мА/В
 r_i – выходное сопротивление транзистора



$$S = \Delta I_c / \Delta U_{зи} |_{\Delta U_{си} = 0}$$



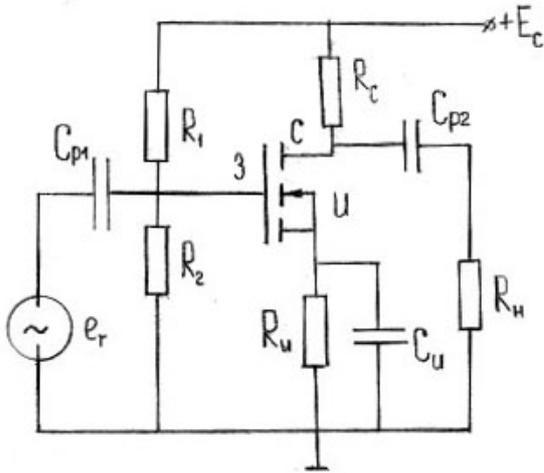
$$r_i = \Delta U_{си} / \Delta I_c |_{\Delta U_{зи} = 0}$$

[β] = мА/В², β - приведенная крутизна

$I_c = \frac{1}{2} \beta (U_{зи} - U_0)^2$ для пологой области

$$\partial I_c / \partial U_{зи} = \boxed{S = \beta(U_{зи} - U_0)} \Rightarrow \beta = \frac{S}{U_{зи} - U_0}$$

Каскад с общим истоком - расчет по переменному току



$$X_{cu} \ll R_u$$

$$Y_3 = U_{зи} + I_c R_{и}$$

$$U_{зи} = \varphi_3 - I_c R_{и}$$

$$U_{вх} = \varphi_3 = U_{зи} + I_c R_{и} \text{ (если нет } C_{и}\text{)}$$

Отрицательная обратная связь по переменному току: $U_{зи} = U_{вх} - I_c R_{и}$

Разделительные емкости C_{p1} и C_{p2} служат для того, чтобы не было связи по постоянному току между генератором и каскадом, и между каскадом и нагрузкой.

$C_{и}$ – блокировочная емкость

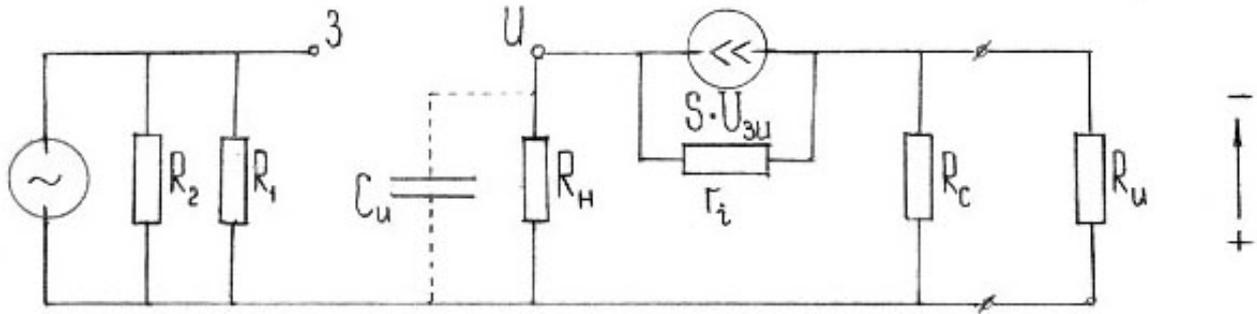
Входом транзистора является $U_{зи}$.

Отрицательная обратная связь по переменному току приводит уменьшению коэффициента усиления.

Если есть $C_{и}$, то $U_{вх} = \varphi_3 = U_{зи}$, \Rightarrow наличие $C_{и}$ увеличивает коэффициент усиления.

Эквивалентная схема замещения каскада с общим истоком для малого сигнала в области средних частот

Для составления этой схемы закорачиваем C_{p1} , C_{p2} , C_u , E_c



$$R_{вх} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{вых} = U_{вых} / i_{вых} = (R_1 \parallel r_i) \parallel R_c = r_i \parallel R_c \approx R_c$$

0 (пренебрегаем)

$$K_u = - \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$$

$$U_{вых} = S \cdot U_{зи} \cdot ((r_i + R_1) \parallel R_c \parallel R_H) = S \cdot U_{зи} \cdot (r_i \parallel R_c \parallel R_H) \approx S \cdot U_{зи} \cdot [R_c \parallel R_H]$$

$$U_{вх} = ? \quad \varphi_3 = U_{вх} \quad \varphi_H = S \cdot U_{зи} \cdot R_H$$

$$U_{зи} = \varphi_3 - \varphi_H = U_{вх} - S \cdot U_{зи} \cdot R_H \Rightarrow U_{вх} = U_{зи} + S \cdot U_{зи} \cdot R_H$$

$$K_u = - \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = - \frac{S \cdot U_{зи} \cdot [R_c \parallel R_H]}{U_{зи} [1 + S \cdot R_H]}$$

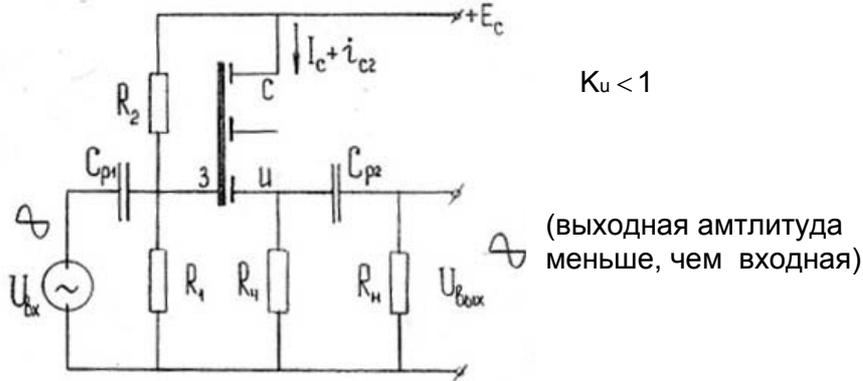
$$K_u = - \frac{S \cdot [R_c \parallel R_H]}{[1 + S \cdot R_H]}$$

Если C_H есть, то $S \cdot R_H = 0$

$$K_u = -S \cdot [R_c \parallel R] \quad K_u \rightarrow \max, \text{ если } R_H \rightarrow \infty$$

В режиме холостого хода $K_u = -S \cdot R_c$

Каскад с общим стоком (аналог с общим коллектором)



$K_u < 1$

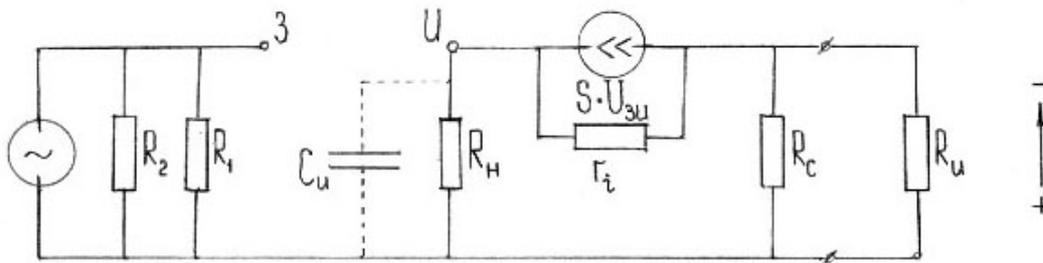
(выходная амплитуда меньше, чем входная)

100 -процентная отрицательная обратная связь по напряжению:

$U_{зи} = U_{вх} - U_{вых}$

$U_{вх} = \varphi_3 = U_{зи} + U_{вых}$

Эквивалентная схема каскада с общим стоком для малого переменного сигнала в области средних частот



1. $R_{вх} = R_1 || R_2$

2. $R_{вых} = \frac{1}{S} || r_i || R_u \approx \frac{1}{S}$

$R_{вых. усил.} = \frac{U_{зи}}{S U_{зи}} = \frac{1}{S}$

$K_u = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{S U_{зи} [r_i || R_u || R_H]}{U_{вх}} \approx \frac{S [R_u || R_H]}{1 + S [R_u || R_H]} < 1$

$U_{зи} = \varphi_3 - \varphi_H = U_{вх} - U_{вых} \Rightarrow U_{вх} = U_{зи} + U_{вых} = U_{зи} + S U_{зи} [r_i || R_u || R_H]$