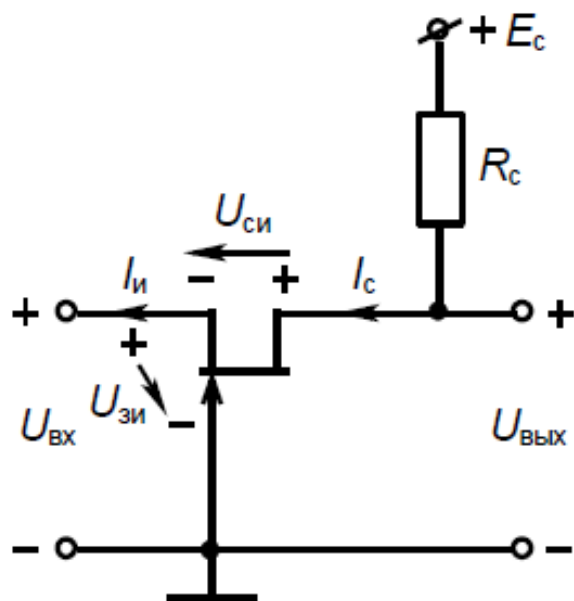
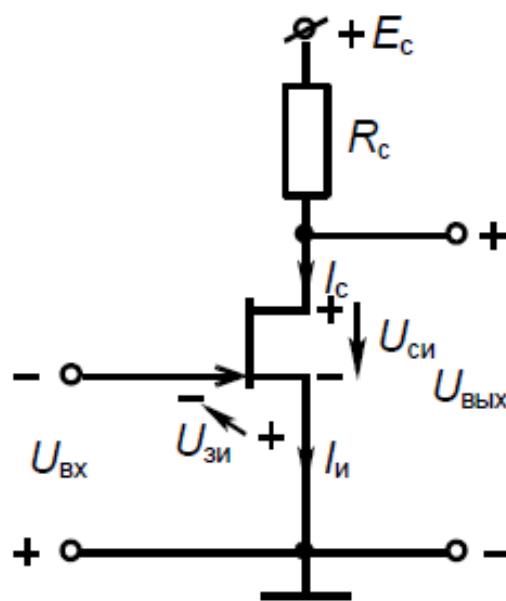


СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА

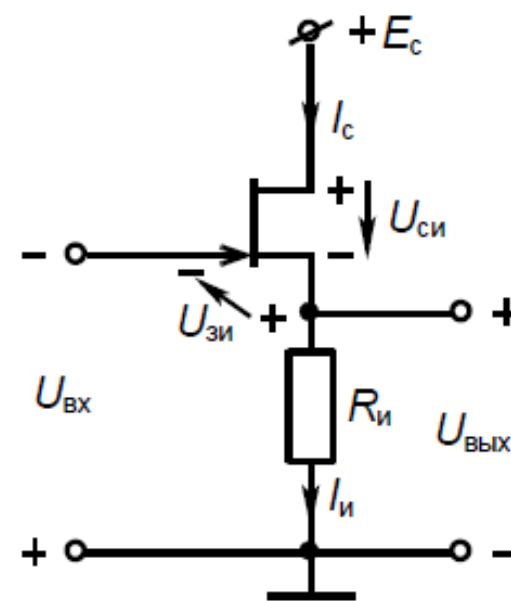
Общий исток (ОИ)



Общий сток (ОС)



Общий затвор (ОЗ)



Параметр	Схема		
	ОИ	ОЗ	ОС
$R_{ВХ}$	Единицы МОм	Единицы, десятки Ом	Единицы МОм
$R_{ВЫХ}$	Единицы кОм	Единицы кОм	Единицы, десятки Ом
K_U	$\gg 1$	$\gg 1$	< 1
K_I	—	$\cong 1$	—

Полевой транзистор как четырёхполюсник



При малых сигналах наиболее удобна система *g*-параметров.

Система уравнений четырёхполюсника имеет вид:

$$I_{1\sim} = g_{11} U_{1\sim} + g_{12} U_{2\sim}; \quad I_2 = g_{21} U_{1\sim} + g_{22} U_{2\sim}.$$

Коэффициенты данной системы имеют размерности проводимостей и являются универсальными параметрами, которые для каждой из схем включения ПТ имеют свои значения.

Для схемы ОИ:

g_{11} – входная проводимость при $U_{2\sim} = 0$;

g_{12} – проводимость обратной передачи при $U_{1\sim} = 0$;

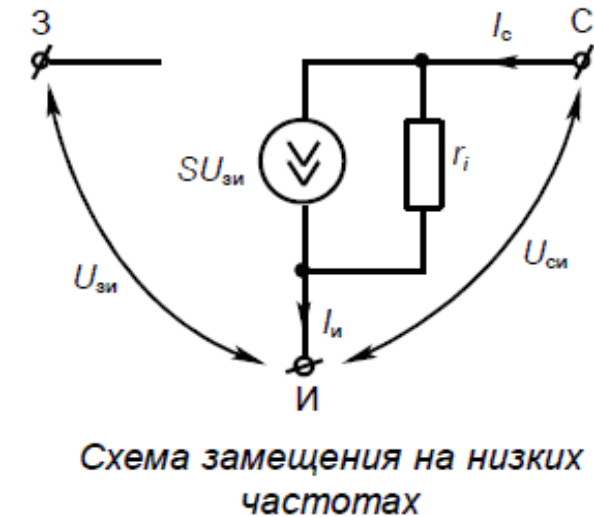
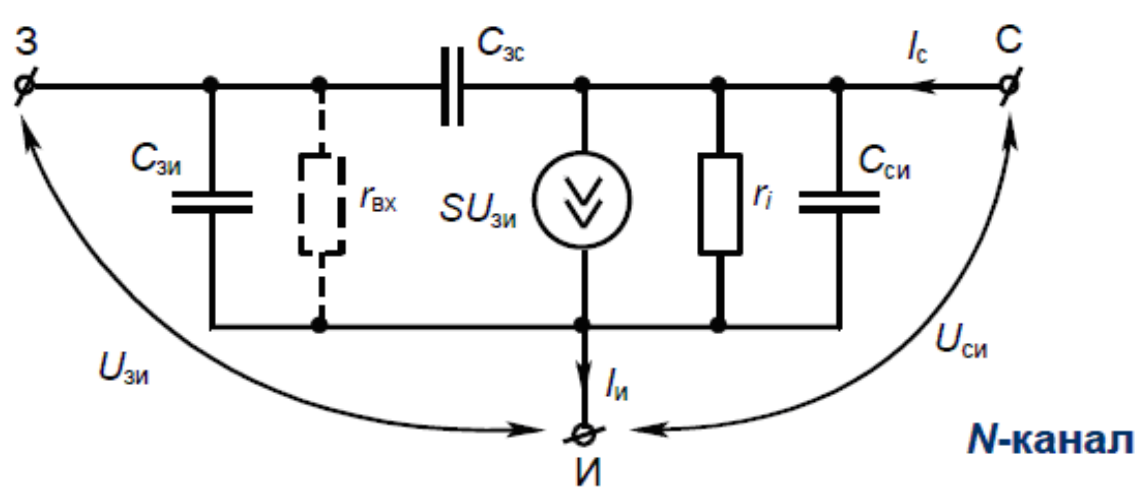
g_{21} – проводимость прямой передачи при $U_{2\sim} = 0$;

g_{22} – выходная проводимость при $U_{1\sim} = 0$.

Режимы $U_{BX\sim} = 0$, $U_{ВЫХ\sim} = 0$ включением емкостей (достаточно больших), представляющих малое сопротивление для переменных составляющих.

Малосигнальная схема замещения полевого транзистора

Схема замещения справедлива для всех типов полевого транзистора.



$C_{зи}$, $C_{зс}$, $C_{си}$ – межэлектродные емкости - оказывают влияние на в области верхних частот.
 $SU_{зи}$ – источник тока, отражающий влияние $U_{зи}$ на ток $I_{с}$.
 r_i – внутренне сопротивление - учитывает влияние напряжения $U_{си}$ на ток $I_{с}$.
 $r_{вх}$ – входное сопротивление транзистора (пренебрегаем).

Граничная частота единичного усиления: $f_T = 1/(2\pi\tau)$, где $\tau = C_{зи} / S_0$.

В отличие от биполярного транзистора, в схемах на ПТ зависимость крутизны S от частоты можно не учитывать до сотен МГц.

Цепи смещения без стабилизации режимов полевых транзисторов

1. Схема с фиксированным напряжением на затворе

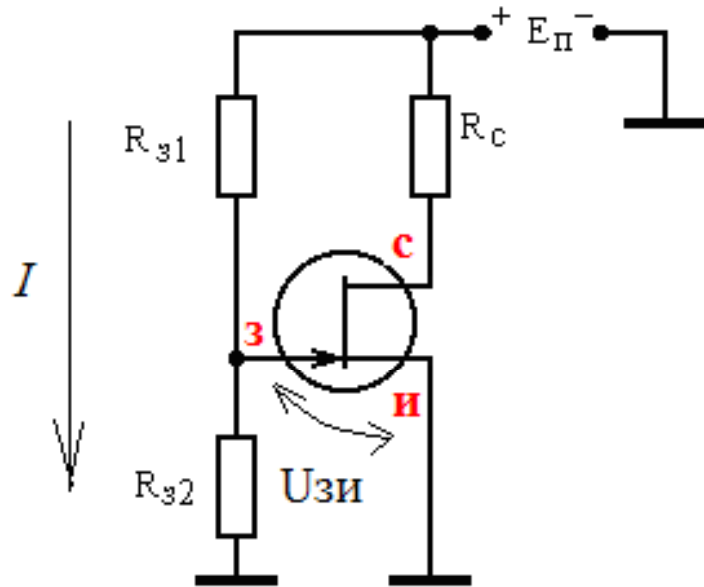


Схема обеспечивает постоянное напряжение на входе, делитель напряжения $R_{з1}$, $R_{з2}$ подают потенциал на затвор и обеспечивают любую полярность напряжения смещения $U_{зи}$.

Изменение тока на выходе ($I_C = I_{и}$) никак не регулируется, то есть, нет механизма стабилизации выходного тока.

Нет элементов ООС.

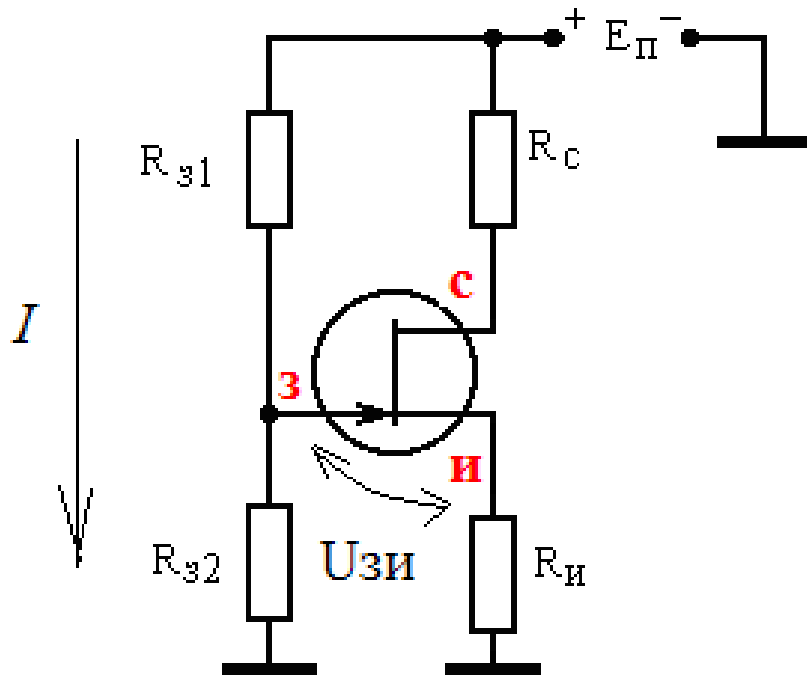
Ток, протекающий через делитель напряжения:

$$I = E_{\Pi} / (R_{з1} + R_{з2}) = \text{const.}$$

Напряжение: $U_{зи} = I \cdot R_{з2} = \text{const}$, $U_з = E_{\Pi} \cdot R_{з2} / (R_{з1} + R_{з2})$

Схема используется редко из-за нестабильной работы.

2. Схема с автоматическим смещением



По закону Кирхгофа:

$$U_{зи} - I \cdot R_{32} + I_C \cdot R_{И} = 0.$$

Тогда входное напряжение:

$$U_{зи} = I \cdot R_{32} - I_C \cdot R_{И},$$

где ток делителя:

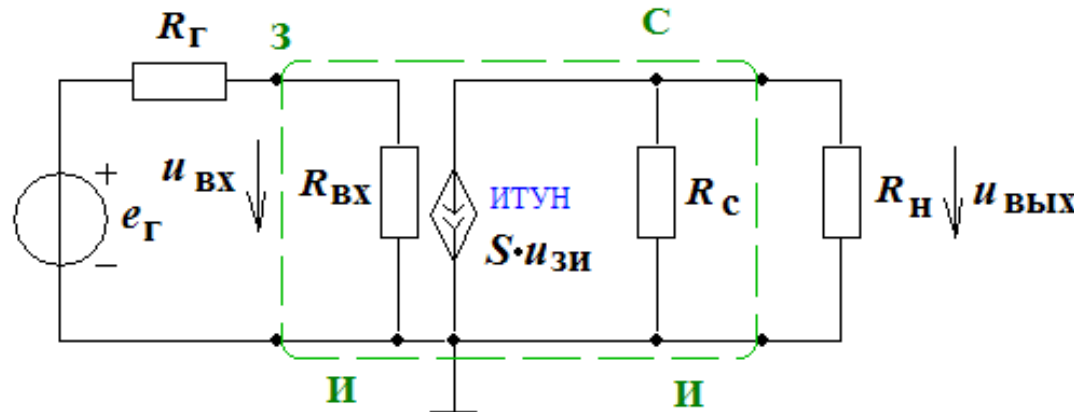
$$I = E_{п} / (R_{31} + R_{32}) = \text{const.}$$

$T [^{\circ}\text{C}] \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow I_{И} \uparrow \rightarrow U_{зи} \downarrow \rightarrow I_C \downarrow$
(за счет ООС).

Здесь применяется последовательная ООС по постоянному току аналогично каскаду на биполярном транзисторе, т.е. уход тока стока уменьшается в $(1 + S_0 R_u)$ раз.

Эквивалентная схема каскада по сигналу для ОСЧ

а) без ООС



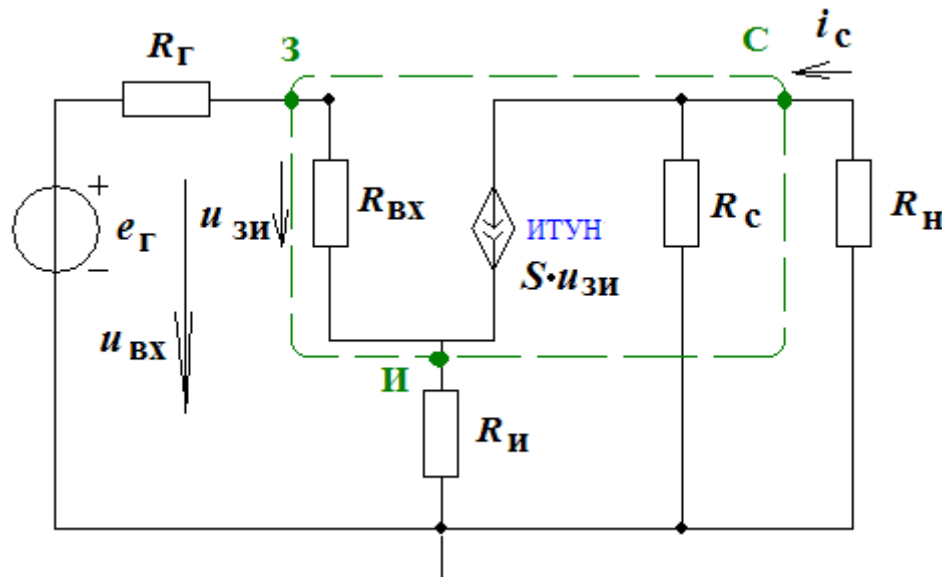
$$u_{ВХ} = u_{ЗИ};$$

$$R_{ВХ} = \frac{R_{31} \cdot R_{32}}{R_{31} + R_{32}}; \quad R_{H\approx} = \frac{R_C \cdot R_H}{R_C + R_H};$$

$$K = \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = \frac{-S \cdot u_{ЗИ} \cdot R_{H\approx}}{u_{ЗИ}} = -S \cdot R_{H\approx};$$

$$K_{CKB} = \frac{U_{ВЫХ}}{e_Г} = K \cdot \frac{R_{ВХ}}{R_Г + R_{ВХ}}.$$

б) с ООС по току (нет C_И)

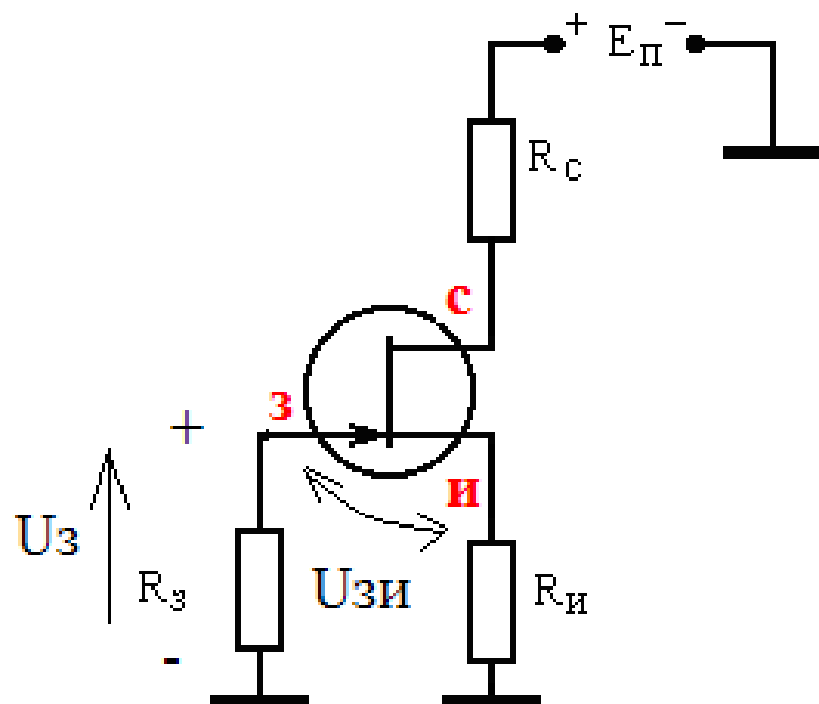


$$K_{OC} = K / F;$$

$$F = 1 + K \cdot \beta = \Delta / \underline{\Delta^{(0)}} = 1 + S \cdot R_{И};$$

$$CB_F = K_F \cdot \frac{R_{ВХ}}{R_Г + R_{ВХ}} = -\frac{S \cdot R_{H\approx}}{1 + S \cdot R_{И}} \cdot \frac{R_{ВХ}}{R_Г + R_{ВХ}}.$$

3. Схема с истоковой стабилизацией



$$T [^{\circ}\text{C}] \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow U_{\text{ЗИ}} \downarrow \rightarrow I_C \downarrow.$$

Входное сопротивление транзистора:

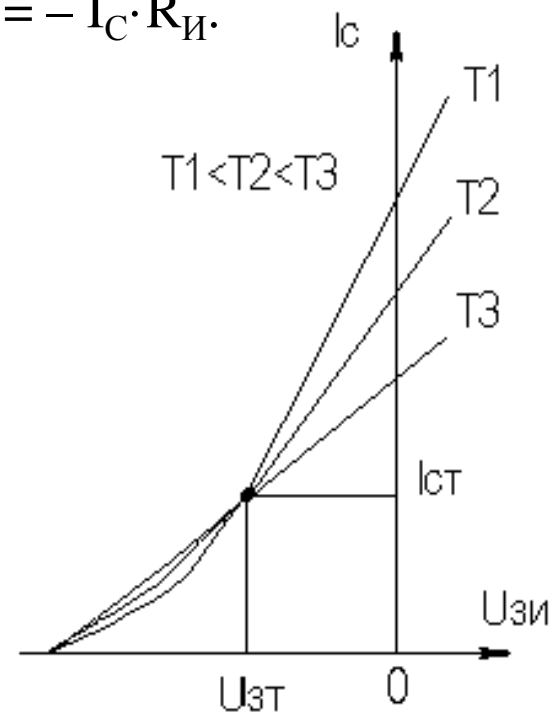
$$R_{\text{вхПТ}} = 10^9 \text{ Ом.}$$

Ток, протекающий через резистор R_3 (10 кОм ... 100 кОм), очень мал:

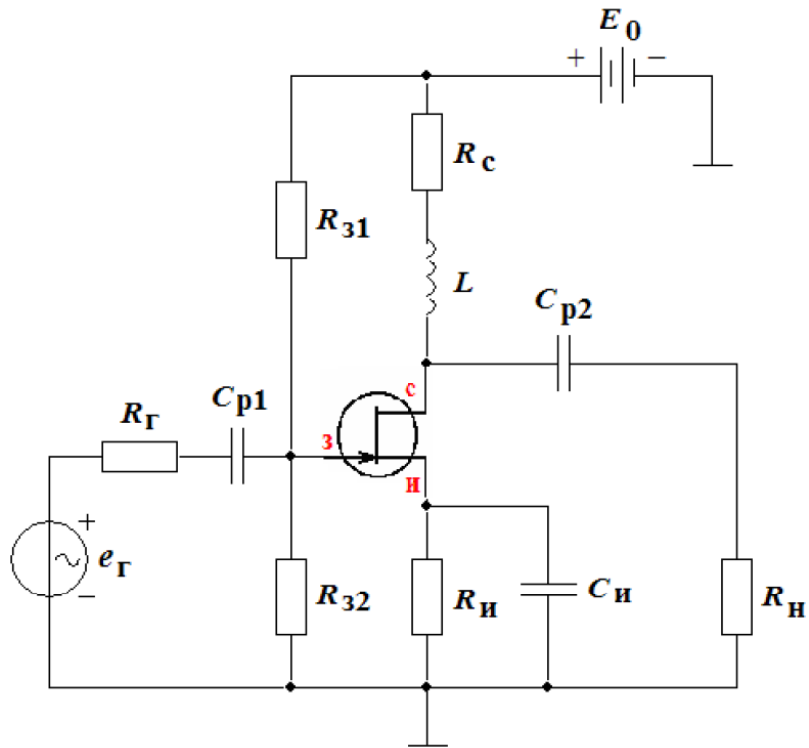
$$I_3 = 10^{-8} - 10^{-9} \text{ А.}$$

Механизм стабилизации:

$$U_{\text{ЗИ}} = -I_C \cdot R_{\text{И}}.$$



Высокочастотная коррекция АЧХ



Параллельная индуктивная коррекция в ОВЧ.

L – корректирующая индуктивность.

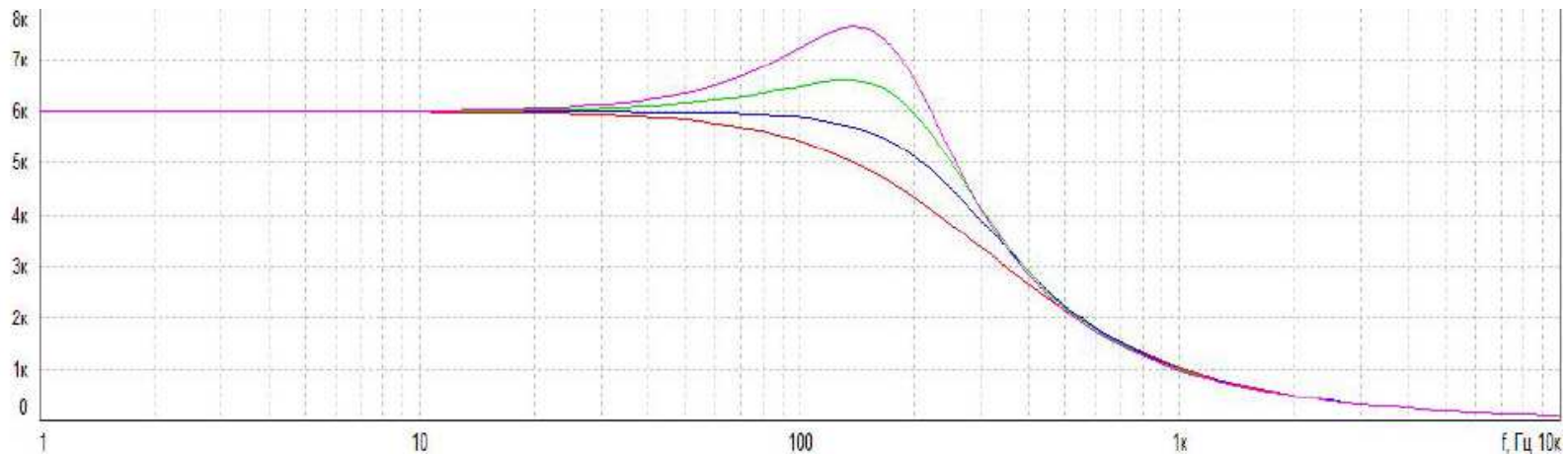
Коэффициент усиления в ОВЧ:

$$K_{ОВЧ} \approx \frac{K_0}{1 + j \cdot \omega \tau_B / F}$$

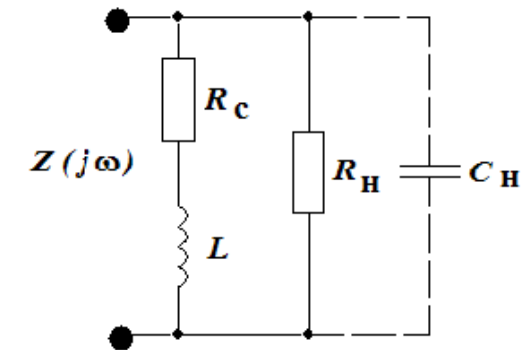
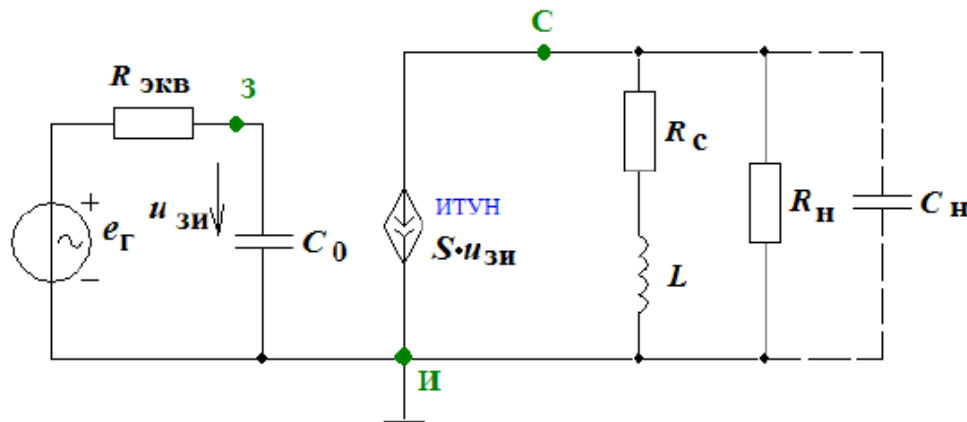
Здесь

$$\tau = CR_c \quad \frac{L}{CR_c^2} = k \quad k = Q^2$$

АЧХ усилителей с индуктивной коррекцией



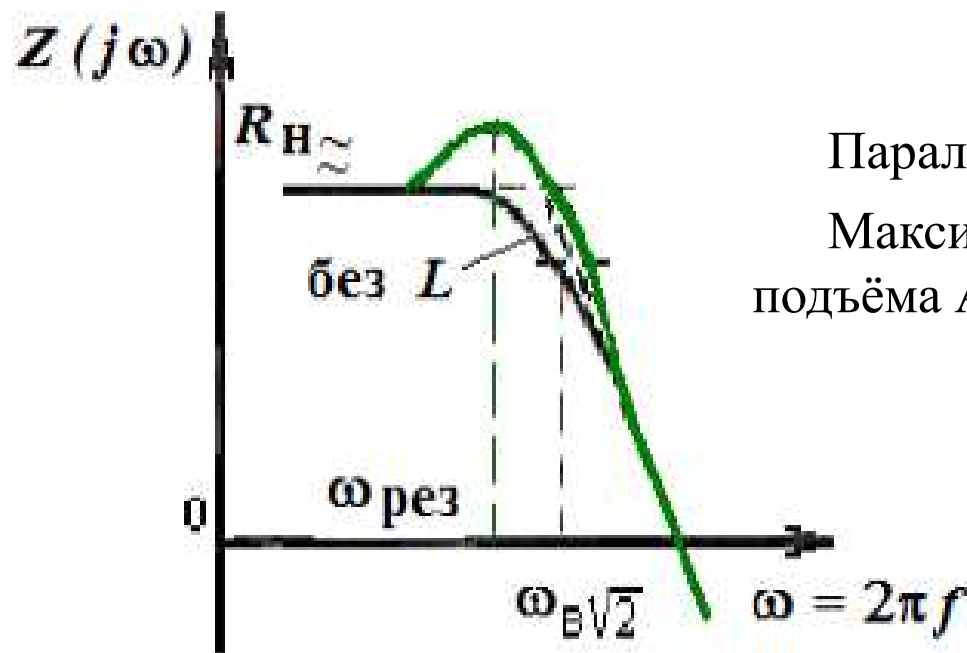
Эквивалентная модель в ОВЧ



C_H – малая (паразитная) ёмкость нагрузки (монтажа).

Таким образом, нагрузка комплексная величина:

$$\omega_{PE3} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C_H}}$$



Параллельная индуктивная коррекция в ОВЧ.

Максимальный выигрыш при отсутствии подъёма АЧХ в ОВЧ, то есть при условии:

$$R_{H\approx} \gg R_{ср}.$$