

Підсилювачі на біполярних транзисторах

Розрахунок підсилювачів на транзисторах:

1. Вибір транзистора та елементної бази.
2. Розрахунок статичного режиму
(розрахунок по постійному струму)
3. Розрахунок динамічного режиму
(розрахунок по змінному струму)

Підсилювачі на біполярних транзисторах

Розрахунок статичного режиму

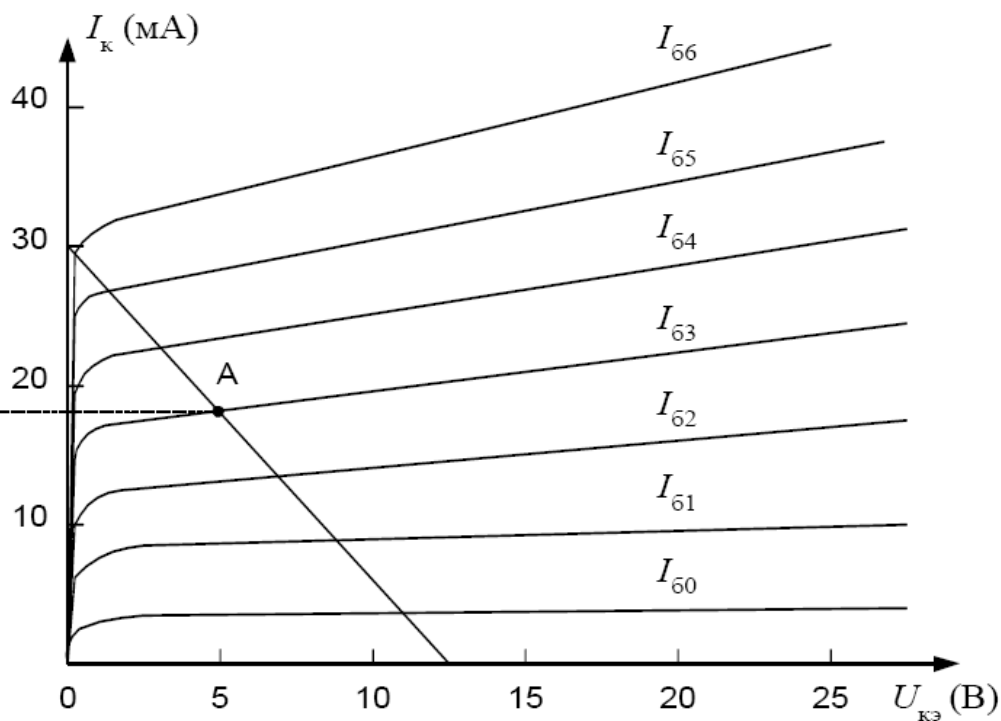
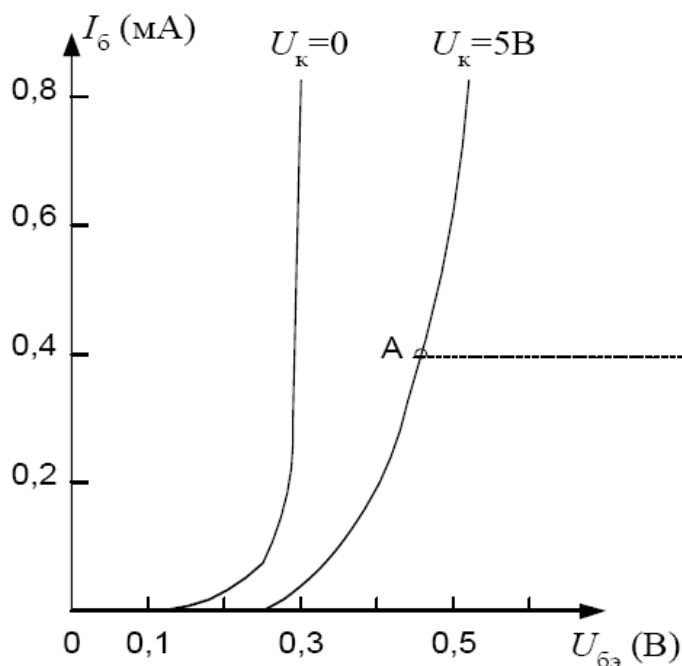
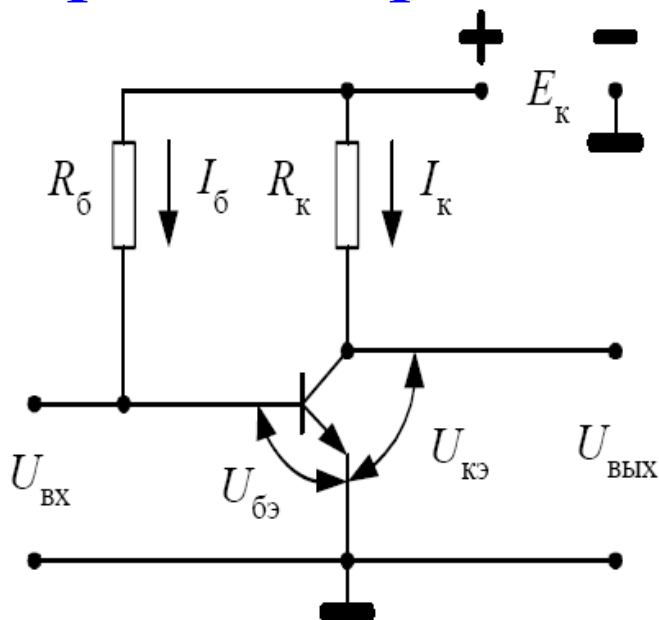
Спосіб фіксованого струму бази

R_K – задає навантажувальну пряму

R_B – задає струм бази

$$E_K = I_{B A} \cdot R_B + U_{B \bar{A}} \rightarrow R_B = \frac{E_K - U_{B \bar{A}}}{I_{B A}}$$

$$I_{B A} \approx \frac{E_K}{R_B}$$



Підсилювачі на біполярних транзисторах

Розрахунок статичного режиму

Спосіб фіксованої напруги бази

Вибирають струм діляника

$$I_1 = (5 \div 10) I_{\text{бэА}}$$

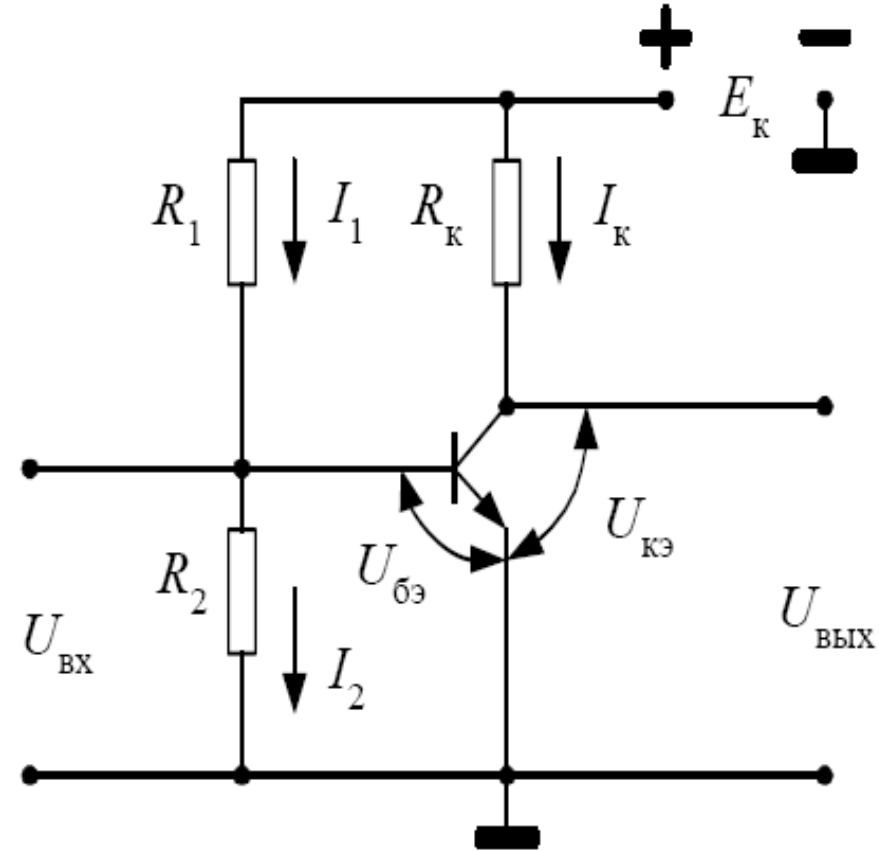
$$E_{\text{к}} = I_1 \cdot R_1 + U_{\text{бэА}}$$

$$R_1 = \frac{E_{\text{к}} - U_{\text{бэА}}}{I_1}$$

$$I_2 = I_1 - I_{\text{бэА}} \rightarrow R_2 = \frac{U_{\text{бэА}}}{I_2}$$

$$K_U = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = \beta \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{вх}}} \quad R_{\text{вх}} = \frac{U_{\text{вх}}}{I_{\text{вх}}} = r_{\text{Б}} + (1 + \beta) r_{\text{Е}}$$

- залежність K_U від температури та струму колектора (емітера)

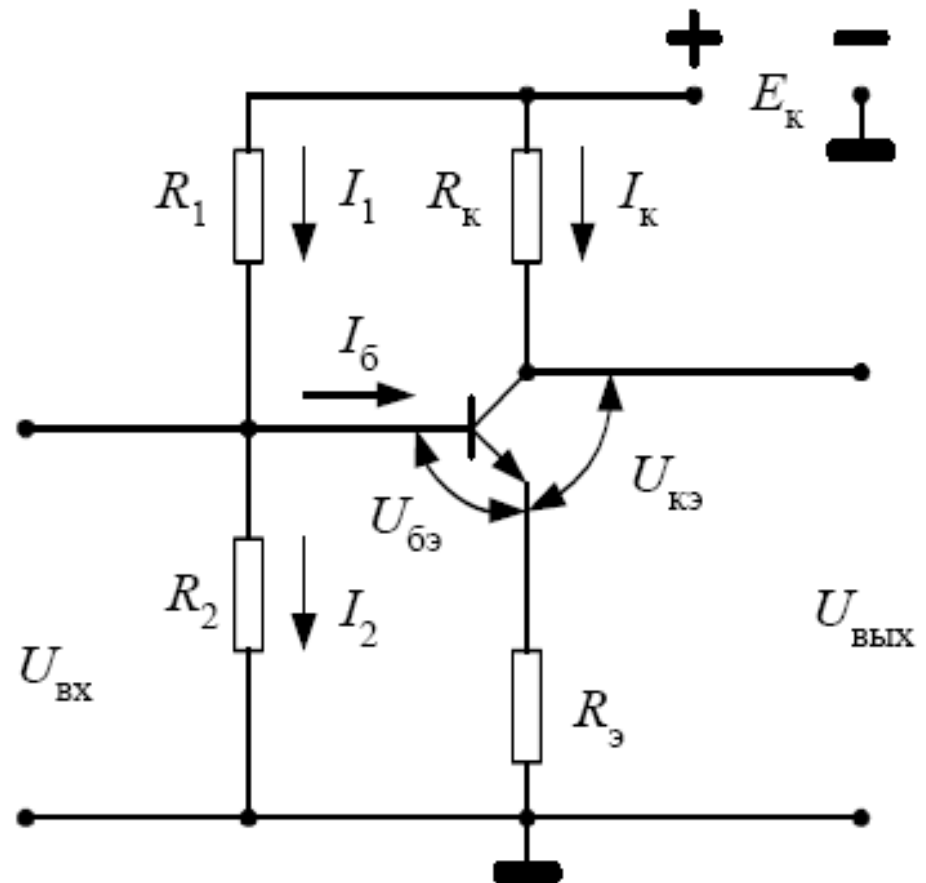


Підсилювачі на біполярних транзисторах

Розрахунок статичного режиму

Зворотний негативний зв'язок по струму

$$U_{R_3} \approx (0,1 \div 0,3) E_K$$



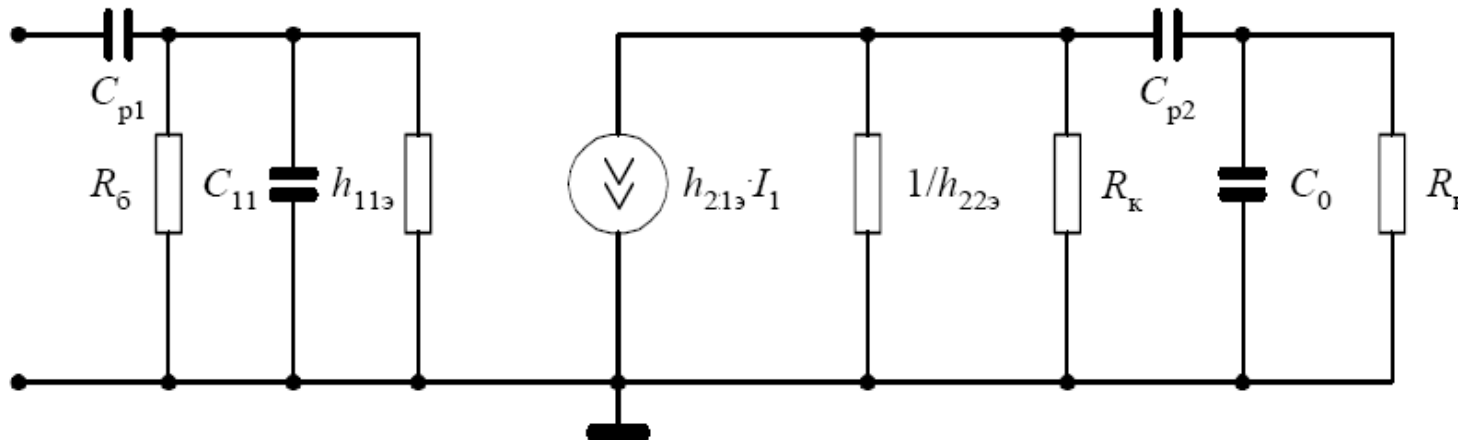
Підсилювачі на біполярних транзисторах

Розрахунок динамічного режиму

Необхідно знайти:

- ✓ коефіцієнт підсилення струму
- ✓ Коефіцієнт підсилення напруги
- ✓ Вхідний опір
- ✓ Вихідний опір

Повна еквівалентна схема (для малих сигналів):



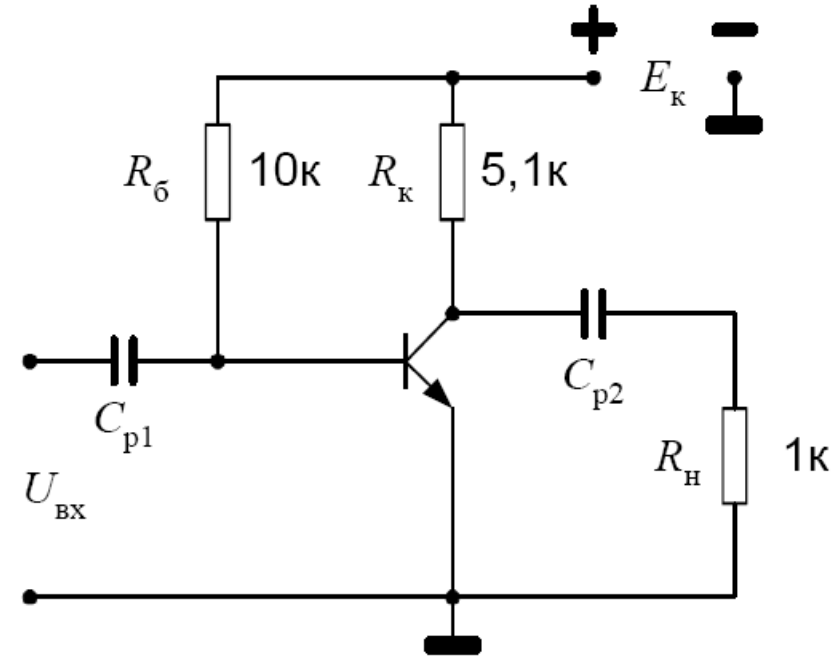
$$h_{11} = 1 \text{ кОм}$$

$$h_{21} = 50$$

$$h_{12} = 5 \cdot 10^{-4}$$

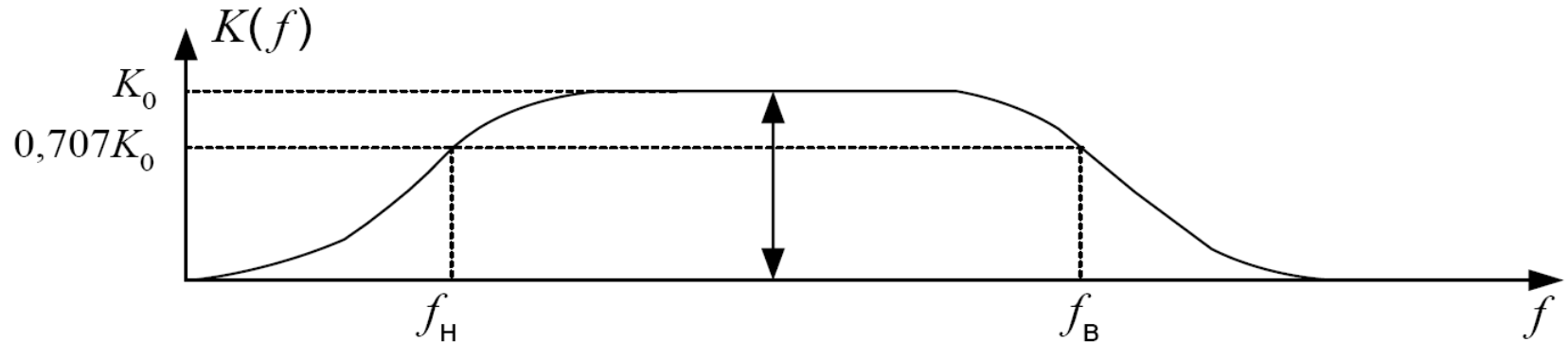
$$h_{22} = 10^{-5} \text{ СМ}$$

C_{11} – вхідна ємність (емітерного переходу), C_0 – вихідна ємність (колекторного переходу + ємність навантаження)



Підсилювачі на біполярних транзисторах

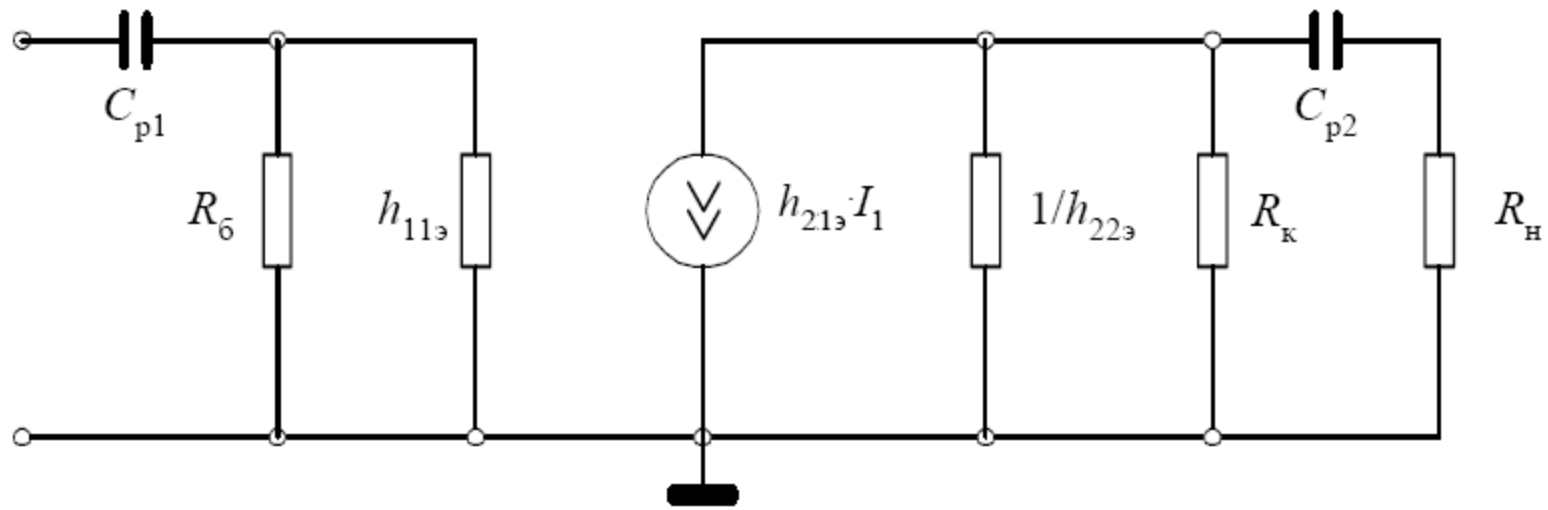
АЧХ підсилювача



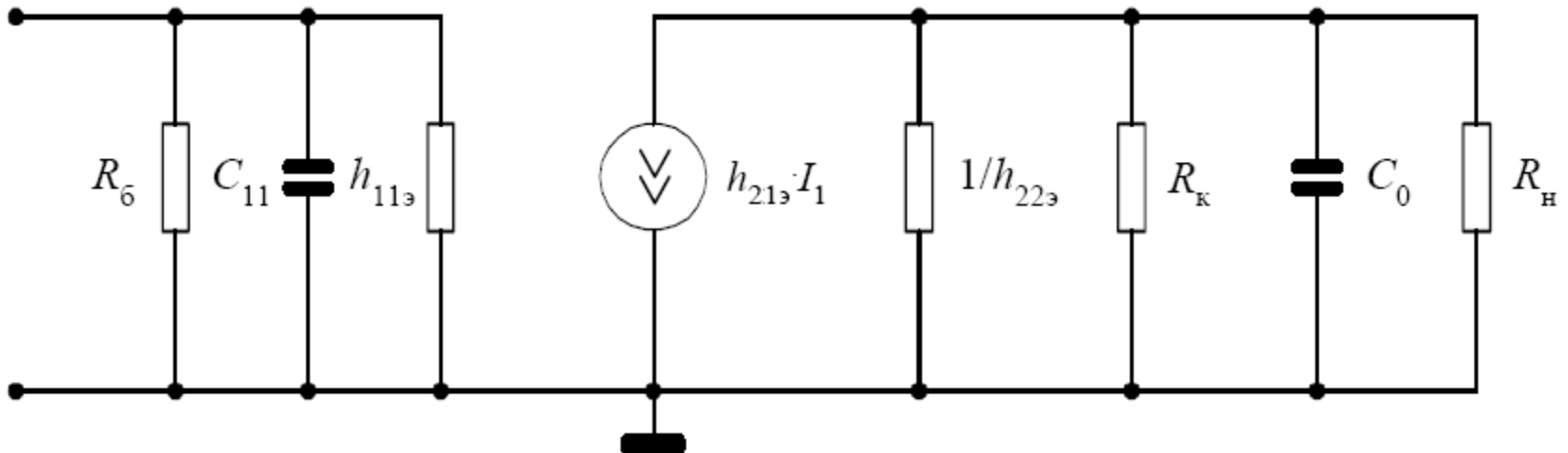
K_U , K_I , R_{BX} , R_{BIX} , як правило, розраховуються на середніх частотах – дійсні. Поза межами полоси пропускання необхідно враховувати реактивні елементи. K_U , K_I , R_{BX} , R_{BIX} стають комплексними

Підсилювачі на біполярних транзисторах

Еквівалентна схема в області нижніх частот

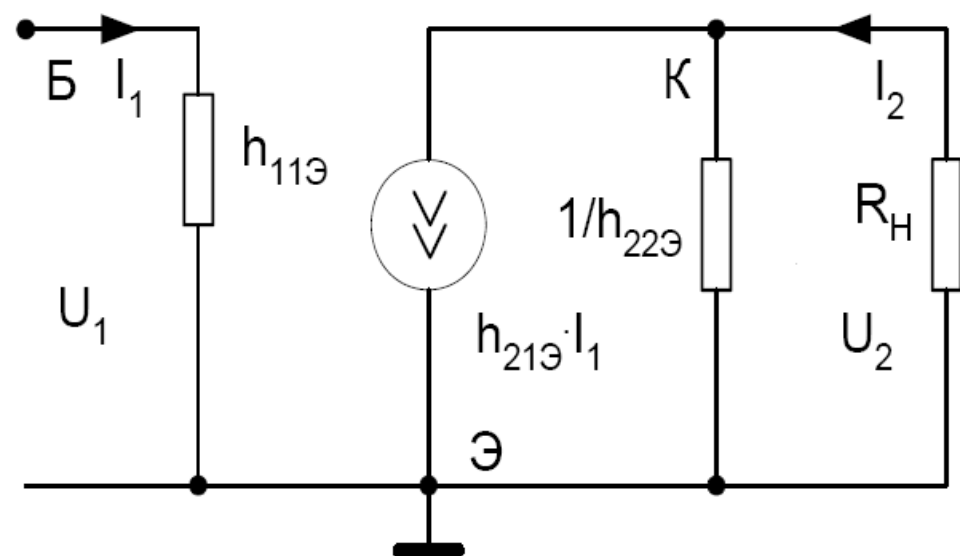
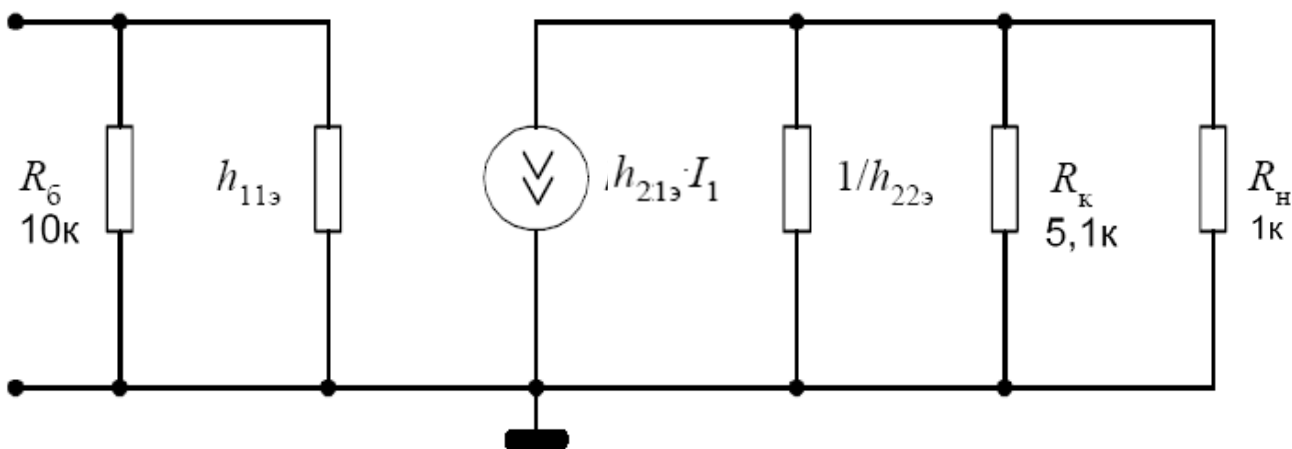


Еквівалентна схема в області верхніх частот



Підсилювачі на біполярних транзисторах

Еквівалентна схема в області середніх частот



$$h_{11} = 1 \text{ кОм}$$

$$h_{21} = 50$$

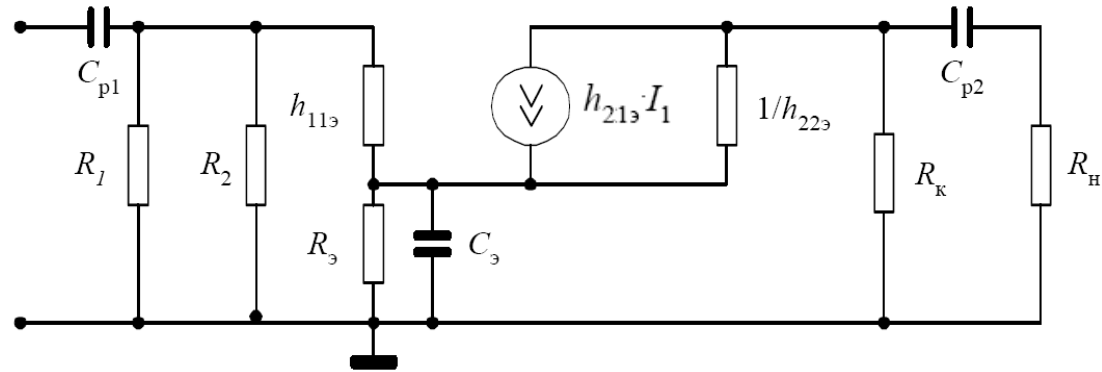
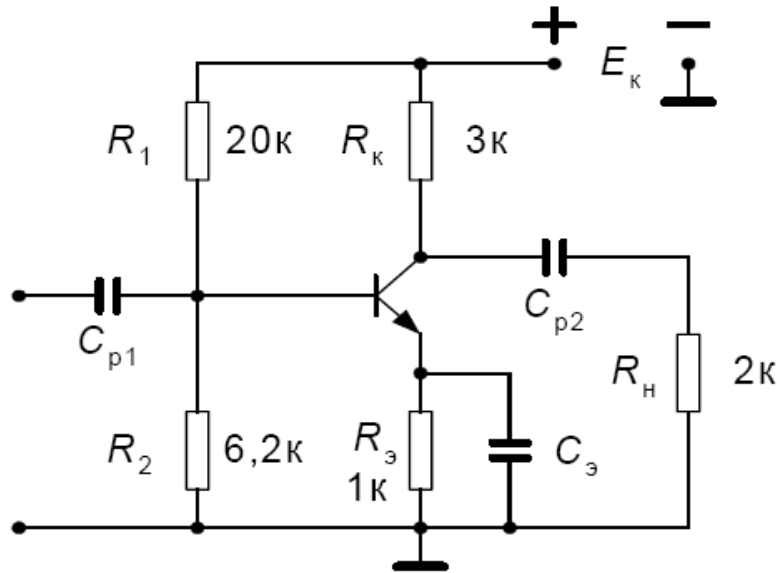
$$h_{12} = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$h_{22} = 10^{-5} \text{ СМ}$$

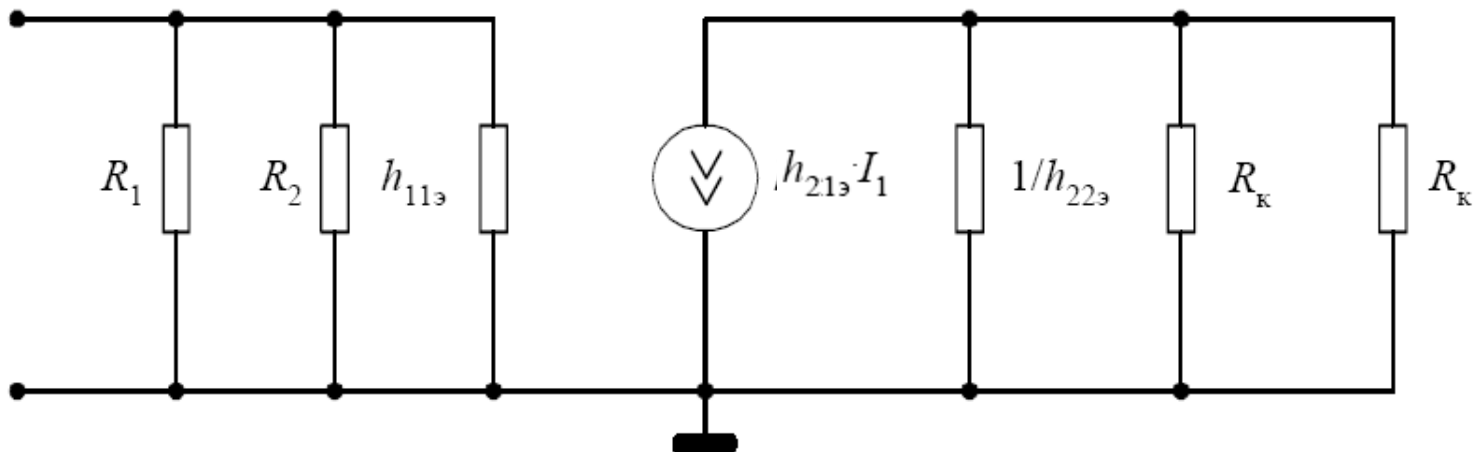
Параметры	Общий эмиттер
K_U	$-\frac{h_{21э} \cdot R_н}{h_{11э} + \Delta h_э \cdot R_н}$
	$-\frac{h_{21э} \cdot R_н}{R_{г.эКБ} + h_{11э}}$
K_I	$\frac{h_{21э}}{1 + h_{22э} \cdot R_н}$
	$\frac{h_{21э}}{1 + h_{22э} \cdot R_н}$
$R_{вх}$	$\frac{h_{11э} + \Delta h_э \cdot R_н}{1 + h_{22э} \cdot R_н}$
	$h_{11э}$
$R_{вых}$	$\frac{h_{11э} + R_г}{\Delta h_э + h_{22э} \cdot R_г}$
	$\frac{1}{h_{22э}}$

Підсилювачі на біполярних транзисторах

C_3 вибирають в ~ 10 разів менше ніж R_3

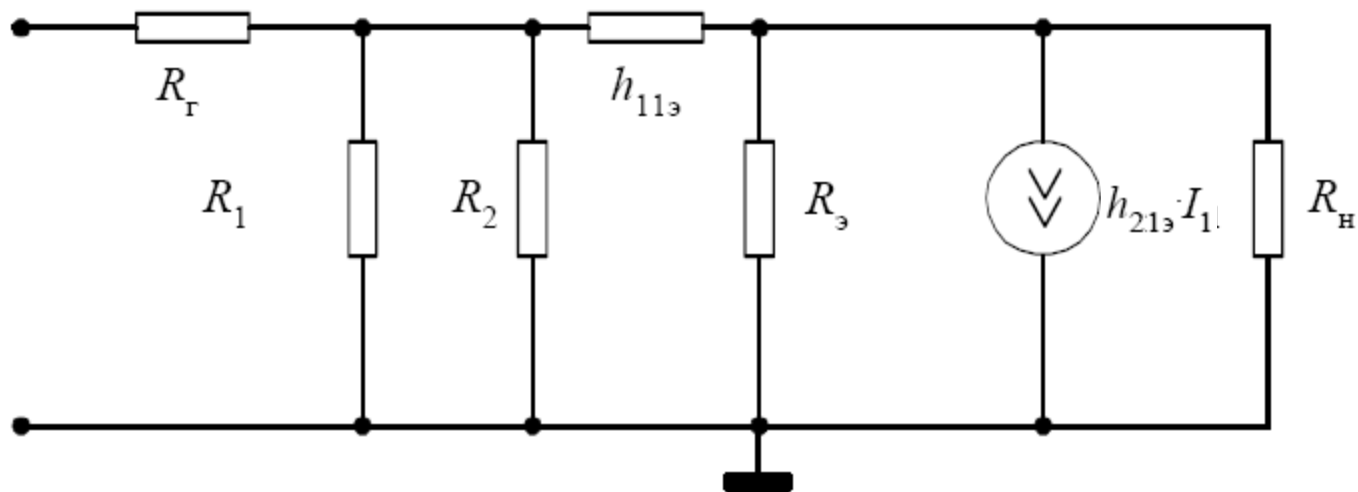
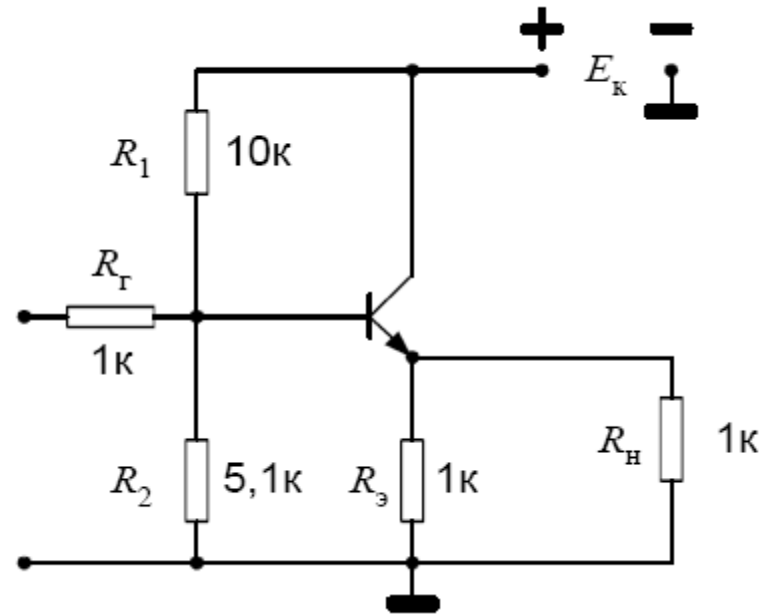


Спрощена еквівалентна схема в області середніх частот



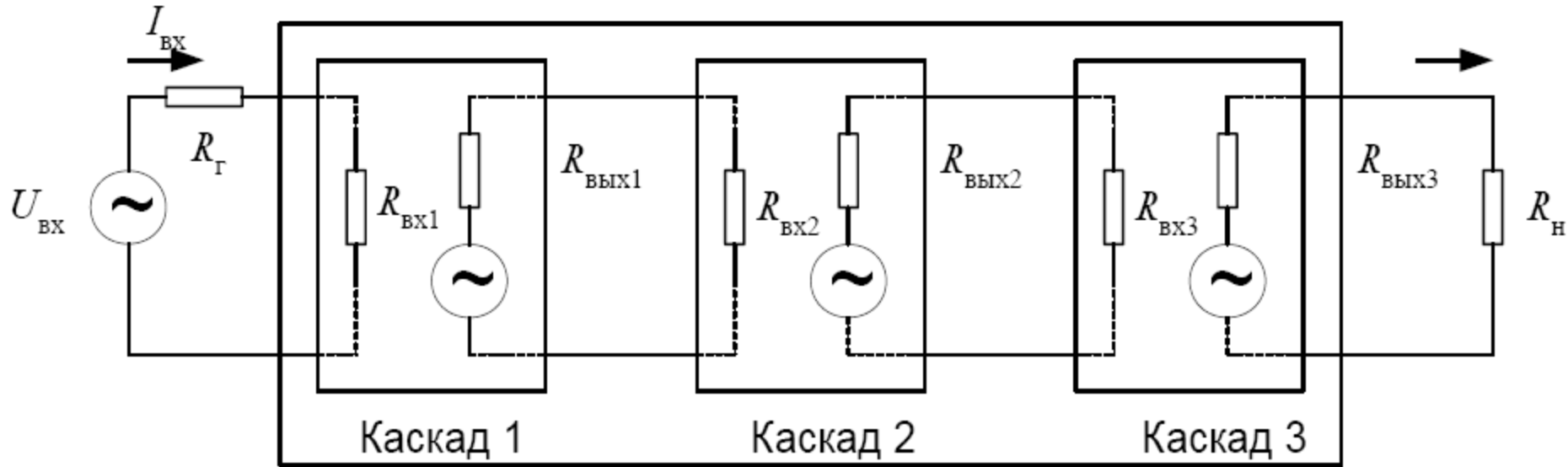
Підсилювачі на біполярних транзисторах

Емітерний повторювач
(загальний колектор)



Підсилювачі на біполярних транзисторах

Багатокаскадні підсилювачі



$$R_{ВХ(n+1)} = R_{H(n)} \qquad R_{ВЫХ(n)} = R_{Г(n+1)}$$

$$K_U = K_{U1} \cdot K_{U2} \cdot K_{U3} \cdot \dots$$

$$K_I = K_{I1} \cdot K_{I2} \cdot K_{I3} \cdot \dots$$

Підсилювачі на біполярних транзисторах

Двокаскадний підсилювач та його еквівалентна схема

