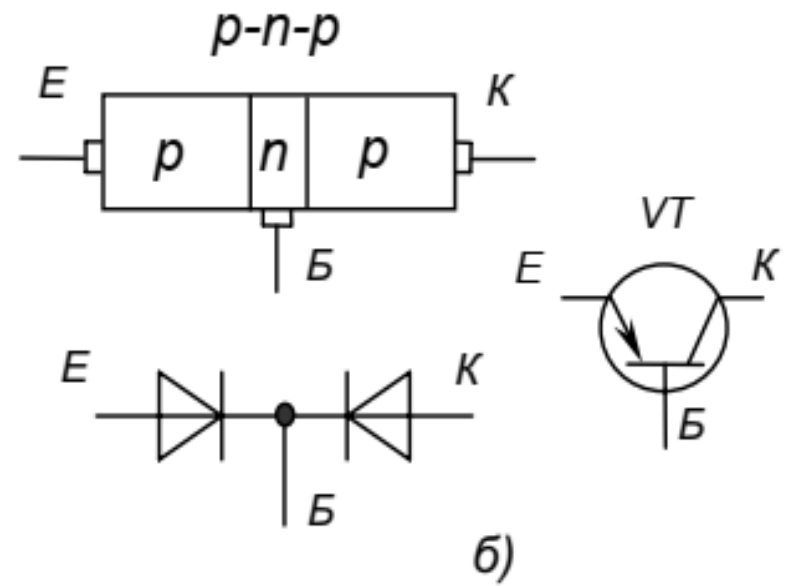
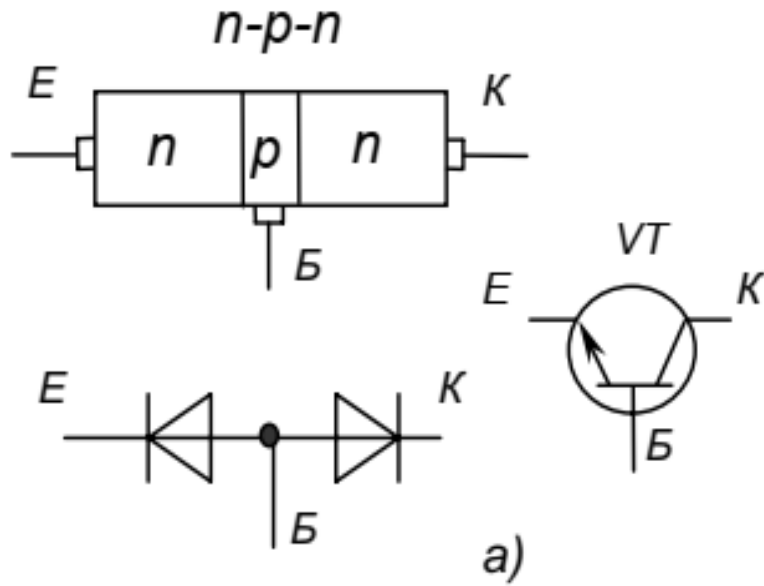
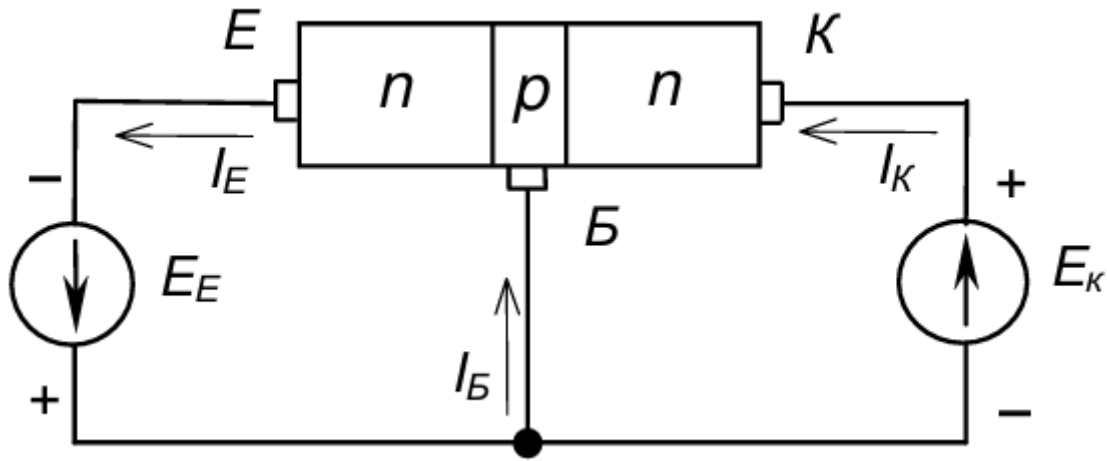
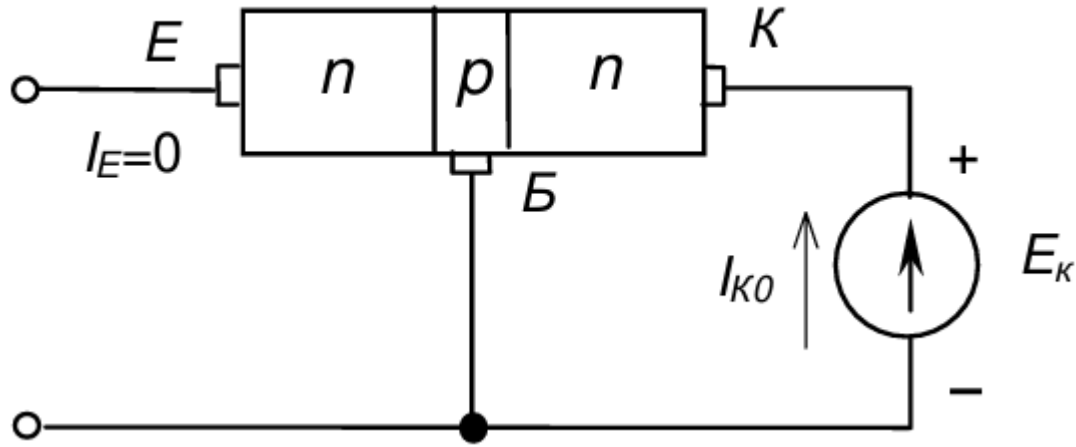


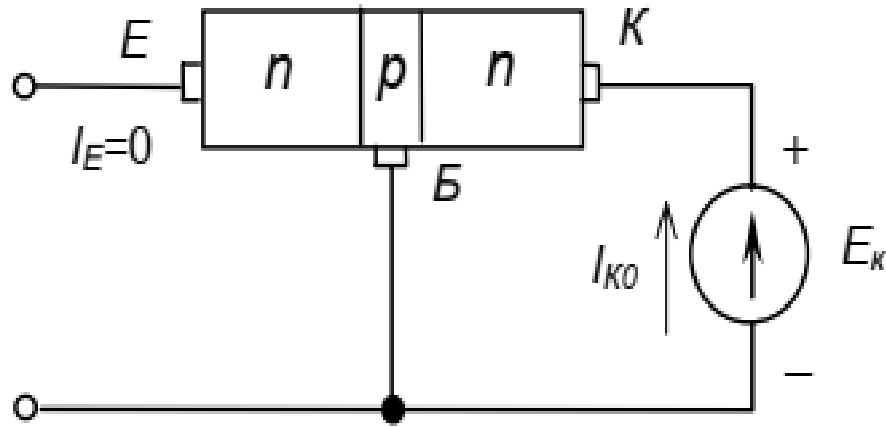
Будова та принцип роботи біполярних транзисторів.



Будова та принцип роботи біполярних транзисторів.



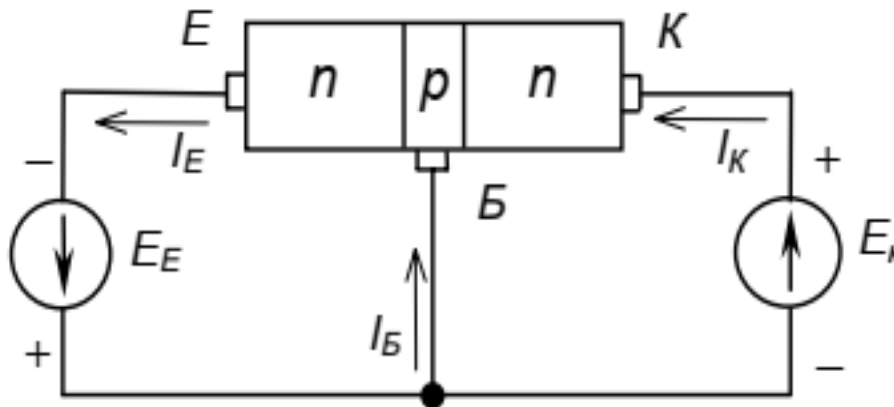
Будова та принцип роботи біполярних транзисторів.



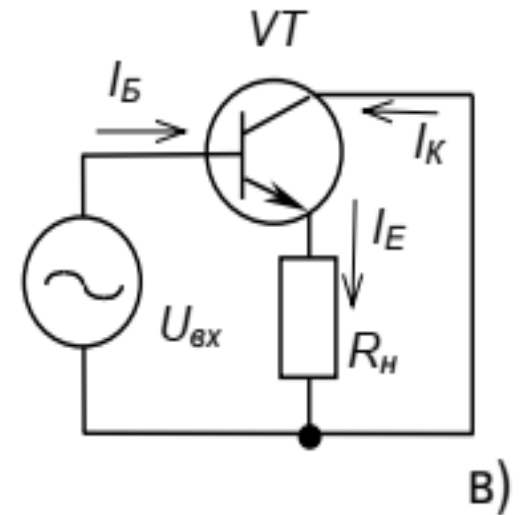
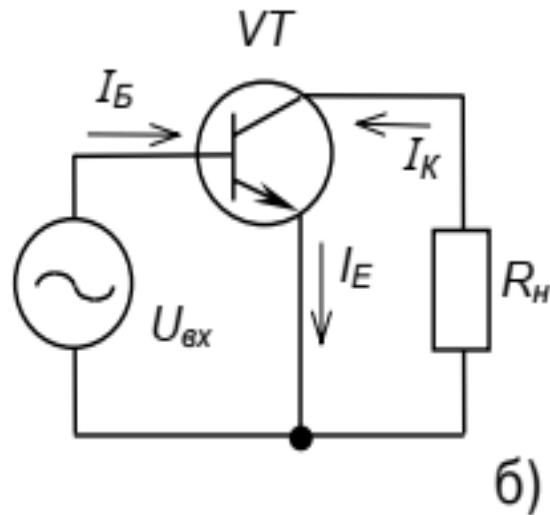
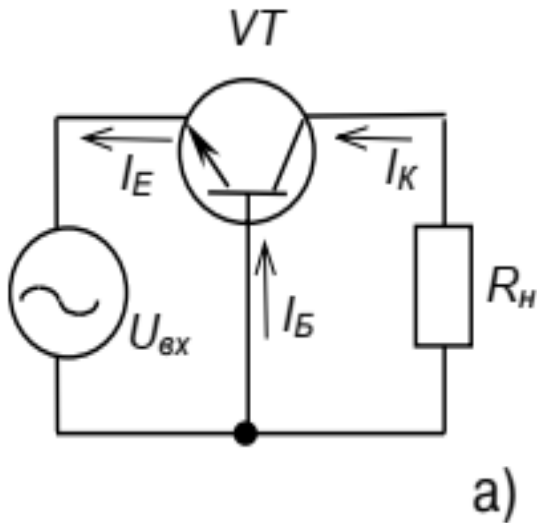
$$I_E = I_B + I_K.$$

$$\alpha = \frac{I_K}{I_E}.$$

$$\alpha = 0,9 \text{ , } 0,995.$$



Основні схеми вмикання біполярного транзистора. Статичні характеристики.



Основні схеми вмикання біполярного транзистора. Статичні характеристики.

У схемі з СБ: I_E – вхідний струм, I_K – вихідний, передатність струму:

- статична – $\alpha = \frac{I_K}{I_E}$;
- динамічна – $\alpha_{дин} = \left. \frac{dI_K}{dI_E} \right|_{U_{КБ} = const}$.

У схемі з СЕ: I_B – вхідний струм, I_K – вихідний, передатність струму:

- статична – $\beta = \frac{I_K}{I_B} = \frac{I_K : I_E}{(I_E - I_K) : I_E} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$;
- динамічна – $\beta_{дин} = \left. \frac{dI_K}{dI_B} \right|_{U_{КБ} = const}$.

У схемі з СК: I_B – вхідний струм, I_E – вихідний, $\frac{I_E}{I_B} = \frac{1}{1 - \alpha} = 1 + \beta$.

Сімейства статичних вольт-амперних характеристик

сім'я вхідних характеристик $i_{ex} = f(U_{ex}) \Big|_{U_{six} = const}$

сім'я вихідних характеристик $i_{six} = f(U_{six}) \Big|_{I_{ex} = const}$

сім'я характеристик керування (характеристик прямої передачі)

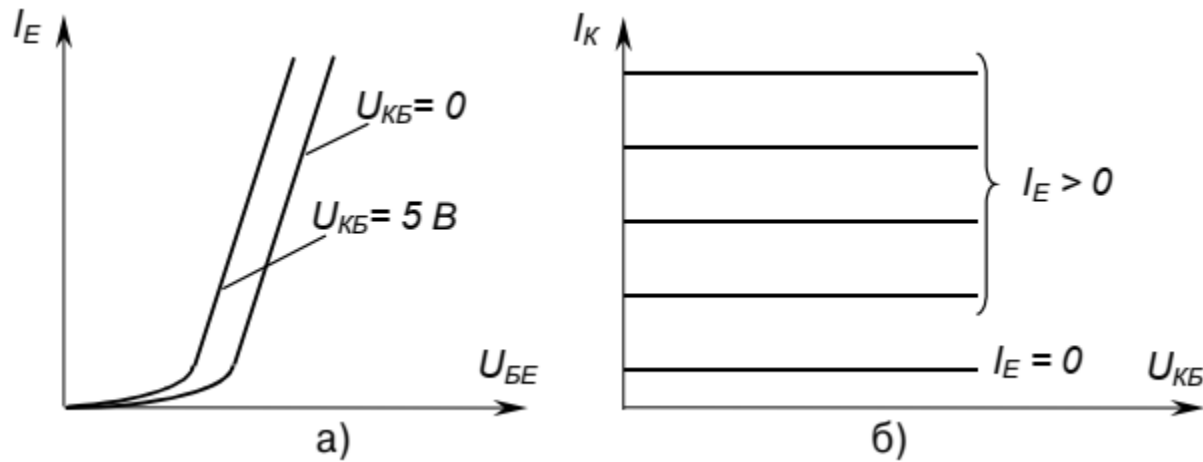
$$i_{six} = f(i_{ex}) \Big|_{U_{six} = const} ;$$

сім'я перехідних характеристик (характеристик зворотного зв'язку)

$$U_{ex} = f(U_{six}) \Big|_{I_{ex} = const} .$$

Статичні ВАХ для схеми із СБ:

- вхідні – $I_E = f(U_{BE}) \Big|_{U_{KB} = const}$
- вихідні – $I_K = f(U_{KB}) \Big|_{I_E = const}$

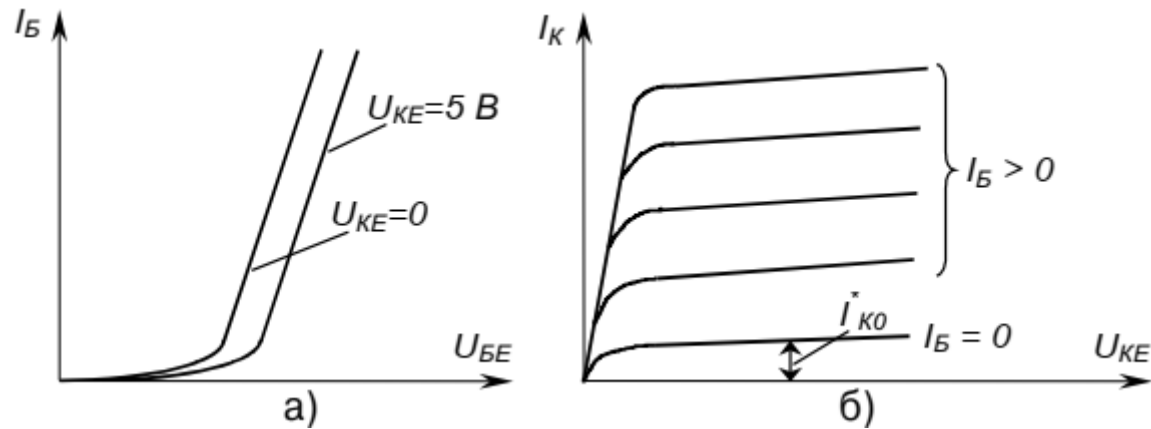


$$I_K = \alpha I_E + I_{K0} + \frac{U_{KB}}{r_K},$$

Статичні ВАХ для схеми із СЕ:

- вхідні – $I_B = f(U_{BE}) \Big|_{U_{KE} = const}$

- вихідні – $I_K = f(U_{KE}) \Big|_{I_B = const}$



$$I_K = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + \frac{I_{K0}}{1-\alpha} + \frac{U_K}{r_K(1-\alpha)}$$

$$I_K = \beta I_B + I_{K0}^* + \frac{U_K}{r_K^*},$$

$$I_{K0}^* = I_{K0}(\beta + 1); \quad r_K^* = \frac{r_K}{(\beta + 1)}.$$

Статичні ВАХ для схеми із СК:

- вхідна – $I_B = f(U_{BE}) \Big|_{U_{KE} = const}$;
- вихідна – $I_E = f(U_{KE}) \Big|_{I_B = const}$.

Біполярний транзистор як активний чотириполіусник (h-параметри)



$$\begin{cases} u_1 = f(i_1, u_2) \\ i_2 = f(i_1, u_2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} du_1 = \frac{\partial u_1}{\partial i_1} di_1 + \frac{\partial u_1}{\partial u_2} du_2 \\ di_2 = \frac{\partial i_2}{\partial i_1} di_1 + \frac{\partial i_2}{\partial u_2} du_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta U_1 = h_{11} \Delta I_1 + h_{12} \Delta U_2 \\ \Delta I_2 = h_{21} \Delta I_1 + h_{22} \Delta U_2 \end{cases}$$

Біполярний транзистор як активний чотириполіусник (h-параметри)

Значення коефіцієнтів h знаходять при створенні режимів холостого ходу (Х.Х.) на вході чотириполіусника і короткого замикання (К.З.) на виході за змінною складовою струму.

Із режиму Х.Х. на вході, коли $I_1 = 0$, $\Delta I_1 = 0$, можуть бути визначені:

$$h_{12} = \left. \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \right|_{I_1 = 0} \text{ – коефіцієнт зворотного зв'язку за напругою;}$$

$$h_{22} = \left. \frac{\Delta I_2}{\Delta U_2} \right|_{I_1 = 0} \text{ – вихідна провідність транзистора.}$$

Із режиму К.З. на виході, коли $U_2 = 0$, можна визначити:

$$h_{11} = \left. \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} \right|_{U_2 = 0} \text{ – вхідний опір транзистора;}$$

$$h_{21} = \left. \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} \right|_{U_2 = 0} \text{ – коефіцієнт передачі за струмом.}$$

Схема заміщення транзистора за h-параметрами.

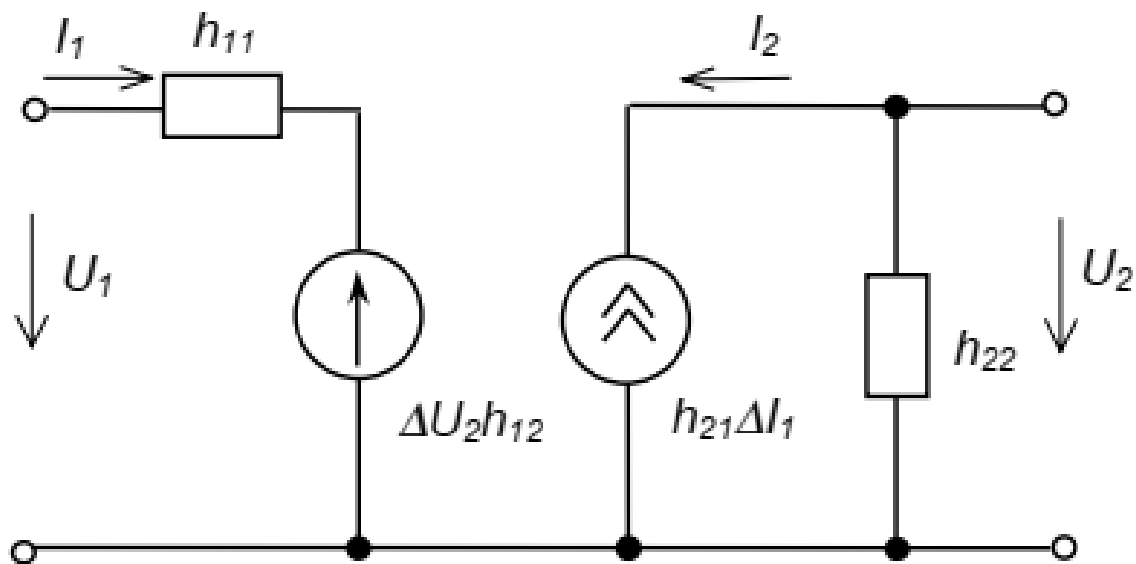


Схема заміщення транзистора за h -параметрами.

Існує зв'язок між фізичними та h -параметрами. Так, для схеми з СЕ маємо

$$h_{12E} = \frac{r_E}{r_{K(E)}} (\beta + 1);$$

$$h_{22E} = \frac{1}{r_{K(E)}} (\beta + 1);$$

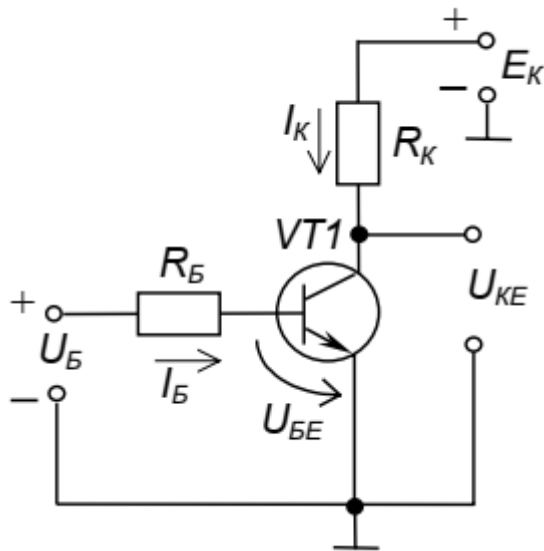
$$h_{11E} = r_B + r_E (\beta + 1);$$

$$h_{21E} \approx \beta.$$

Основні режими роботи біполярного транзистора.

- режим відтинання ($U_E < 0, U_K < 0$);
- активний режим ($U_E > 0, U_K < 0$);
- режим насичення ($U_E > 0, U_K > 0$).

Схема вмикання транзистора із СЕ

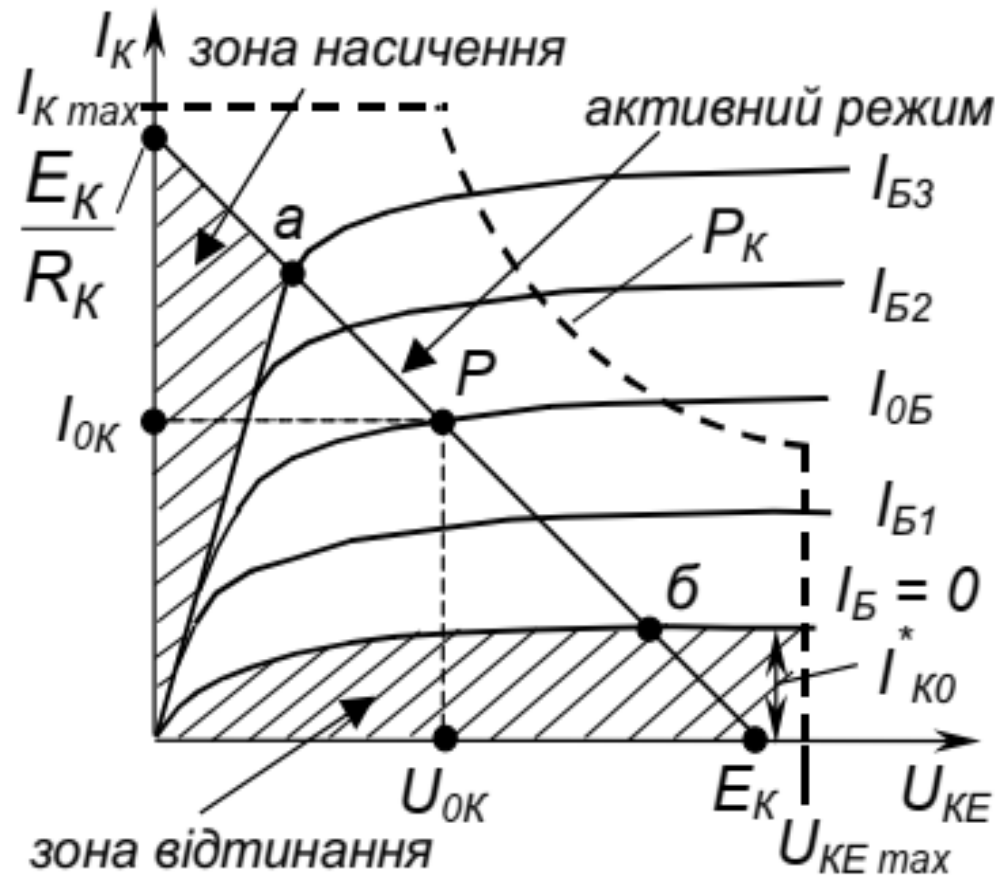


$$I_B = \frac{U_B - U_{BE}}{R_B};$$

$$I_K = \beta I_B;$$

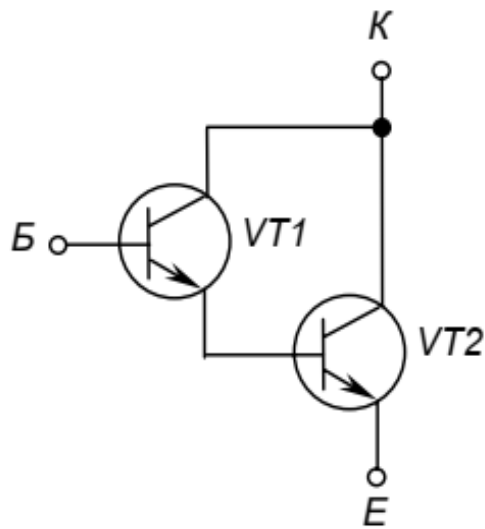
$$U_{\text{вих}} = U_{KE} = E_K - I_K R_K$$

Вихідна динамічна характеристика транзистора

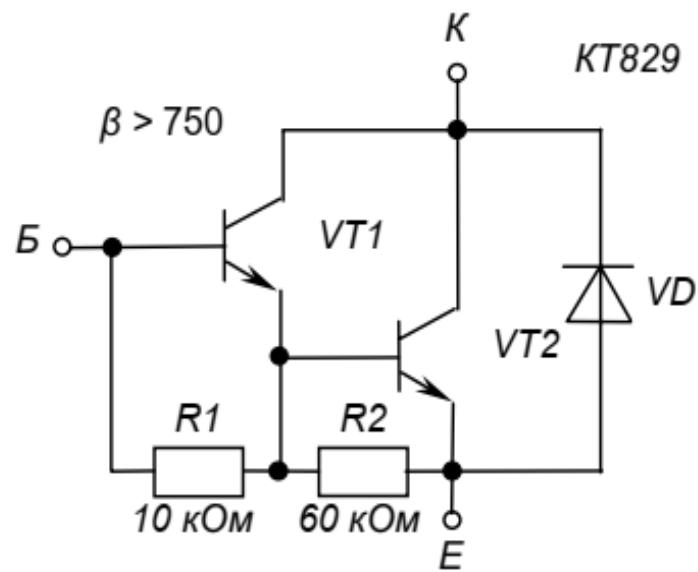


Складені транзистори

Складений транзистор за схемою Дарлінгтона



а)



б)

$$\beta = \beta_1 * \beta_2$$

Складений транзистор за схемою Шиклаї

