

Статические характеристики биполярных транзисторов

р-п-р-транзистор

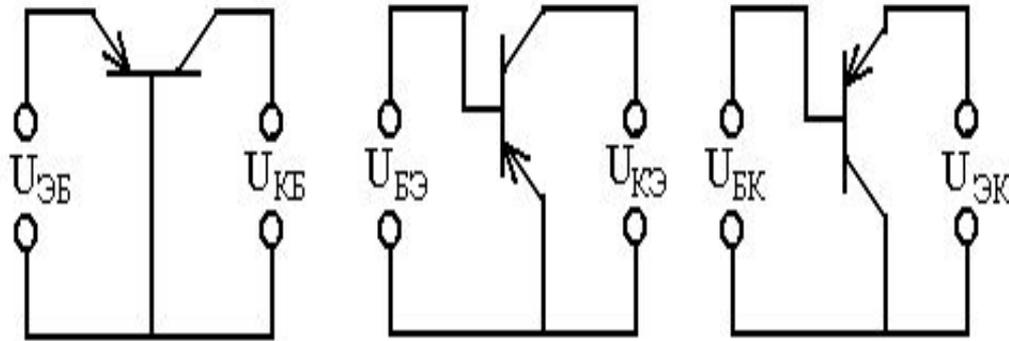


Схема с общей базой

Семейство входных характеристик схемы с ОБ представляет собой зависимость $I_{\text{Э}} = f(U_{\text{ЭБ}})$ при фиксированных значениях параметра $U_{\text{КБ}}$ - напряжения на коллекторном переходе

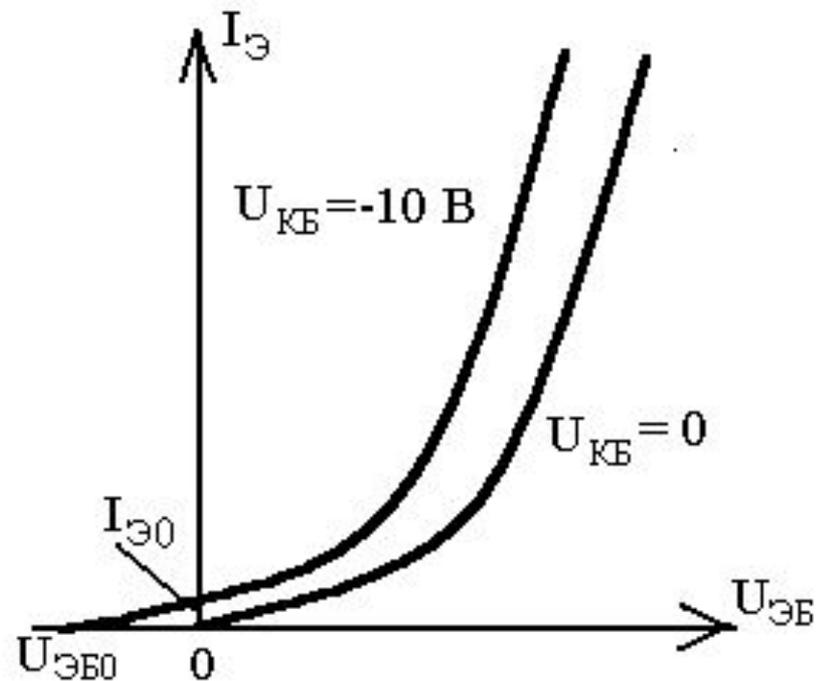


Схема с общей базой

Семейство выходных характеристик схемы с ОБ представляет собой зависимости $I_K = f(U_{КБ})$ при заданных значениях параметра $I_{\text{Э}}$

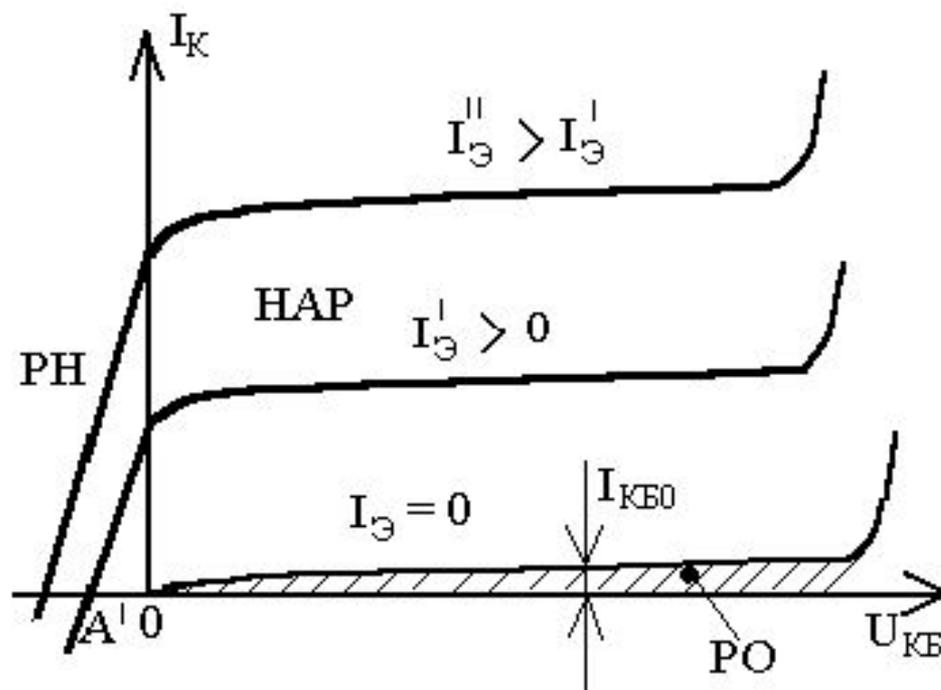


Схема с общим эмиттером

Семейство входных характеристик схемы с ОЭ представляет собой зависимости $I_B = f(U_{БЭ})$, причем фиксированным параметром является напряжение $U_{КЭ}$

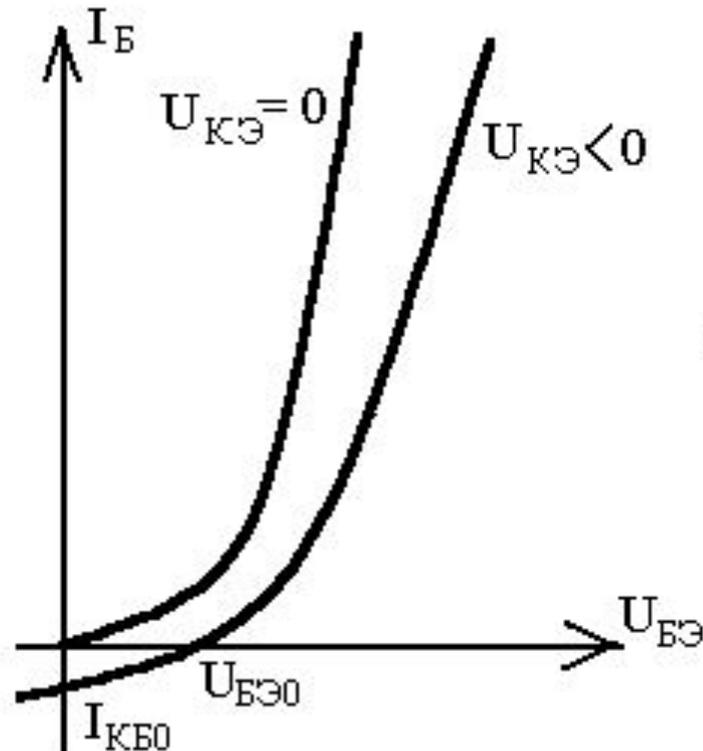
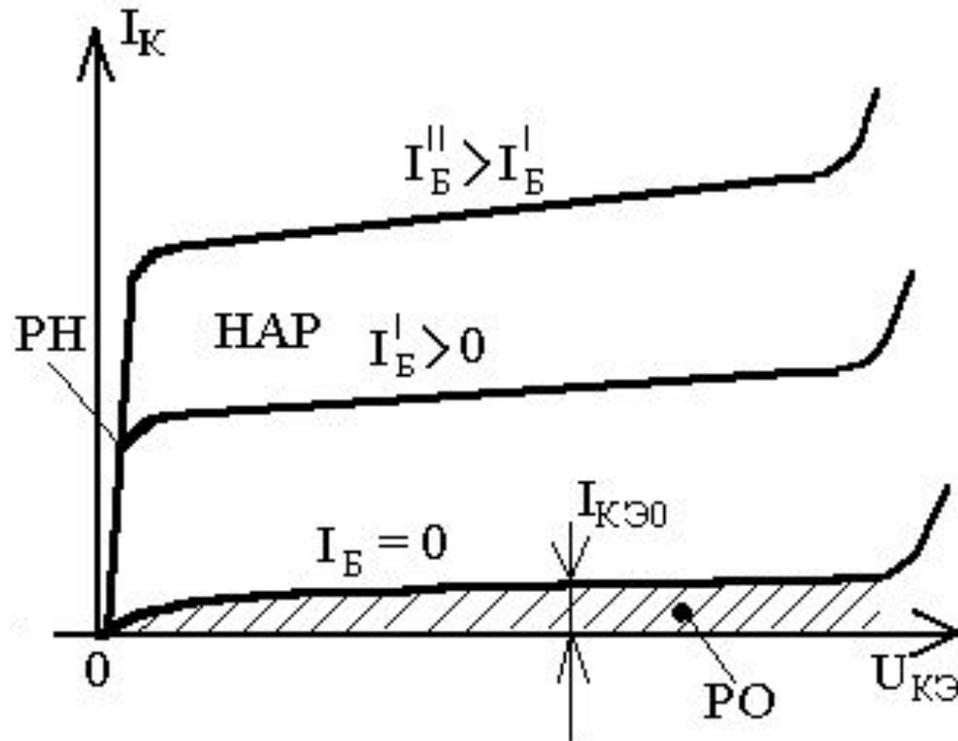


Схема с общим эмиттером

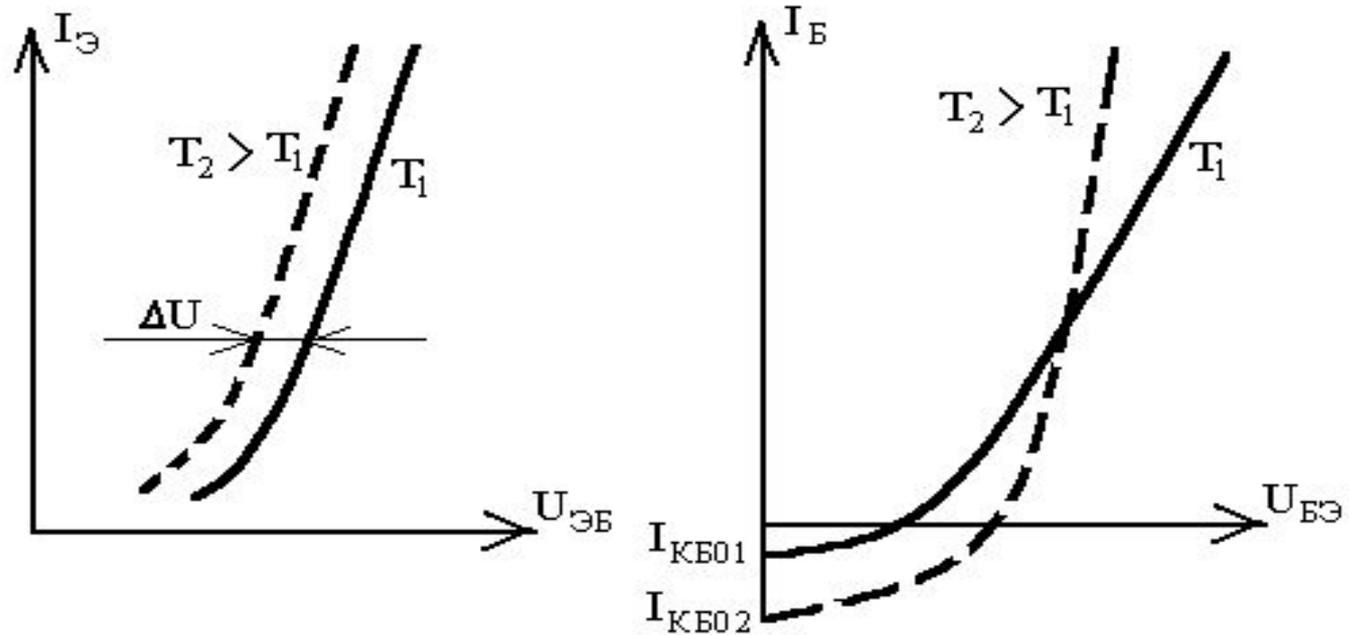
Семейство выходных характеристик схемы с ОЭ представляет собой зависимости $I_K = f(U_{КЭ})$ при заданном параметре I_B



Влияние температуры на статические характеристики БТ

Ток эмиттерного перехода в нормальном активном режиме

$$I_{\text{Э}} \approx I_{0\text{Э}} (\exp U_{\text{ЭБ}} / \varphi_T - 1)$$



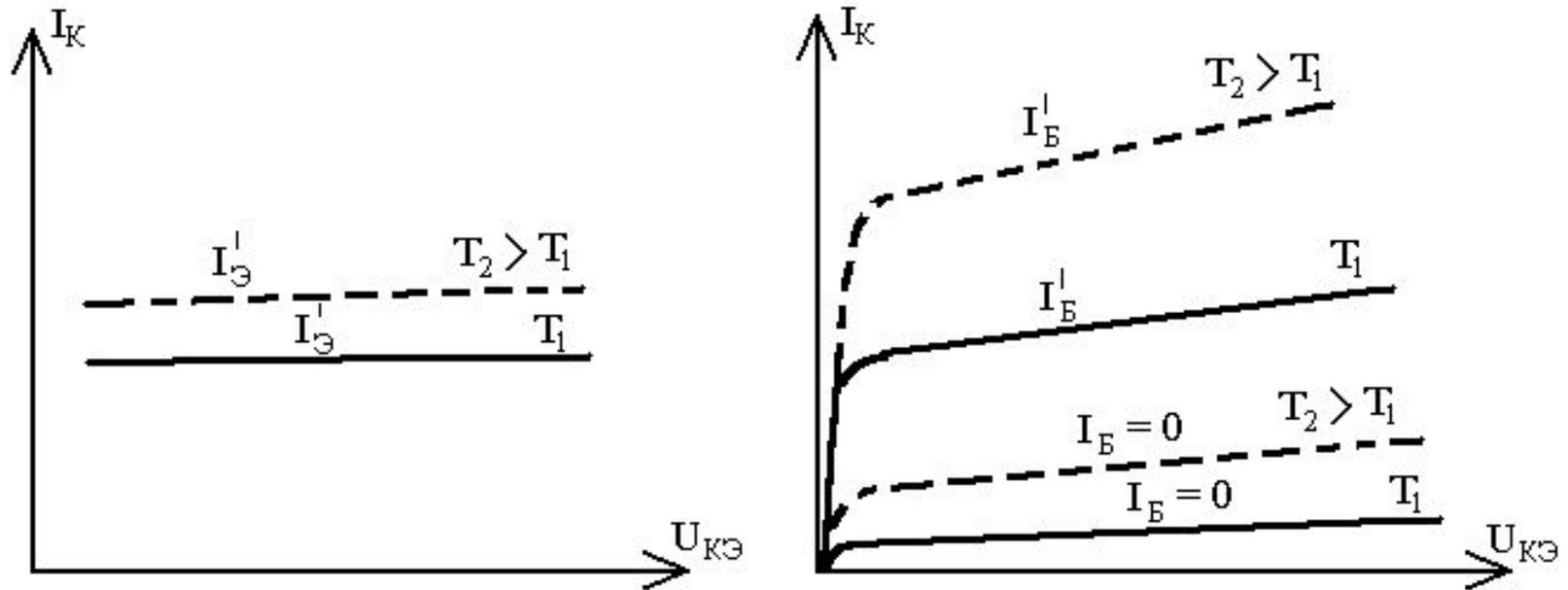
Зависимость входных характеристик от температуры для схем ОБ и ОЭ.

Влияние температуры на статические характеристики БТ

Влияние температуры на выходные характеристики схем с ОБ и ОЭ в НАР

$$I_K = \alpha I_{\text{Э}} + I_{\text{КБ0}}$$

$$I_K = \beta I_B + (\beta + 1) I_{\text{КБ0}}$$



Зависимость выходных характеристик БТ от температуры для схем включения с ОБ и ОЭ

Дифференциальные параметры биполярного транзистора

Для введения системы h параметров в качестве независимых переменных при описании статического режима берут входной ток $I_{ВХ}$ ($I_{Э}$ или $I_{Б}$) и выходное напряжение $U_{ВЫХ}$ ($U_{КБ}$ или $U_{КЭ}$):

$$\begin{aligned}U_1 &= f(I_1, U_2) \\ I_2 &= f(I_1, U_2)\end{aligned}$$

$$dU_1 = (\partial U_1 / \partial I_1) dI_1 + (\partial U_1 / \partial U_2) dU_2$$

$$dI_2 = (\partial I_2 / \partial I_1) dI_1 + (\partial I_2 / \partial U_2) dU_2$$

$$\begin{aligned}dU_1 &= h_{11} dI_1 + h_{12} dU_2 \\ dI_2 &= h_{21} dI_1 + h_{22} dU_2\end{aligned}$$

h_{11} -входное сопротивление,

h_{12} -коэффициент обратной передачи,

h_{21} -коэффициент передачи входного тока

h_{22} -выходная проводимость

Дифференциальные параметры биполярного транзистора

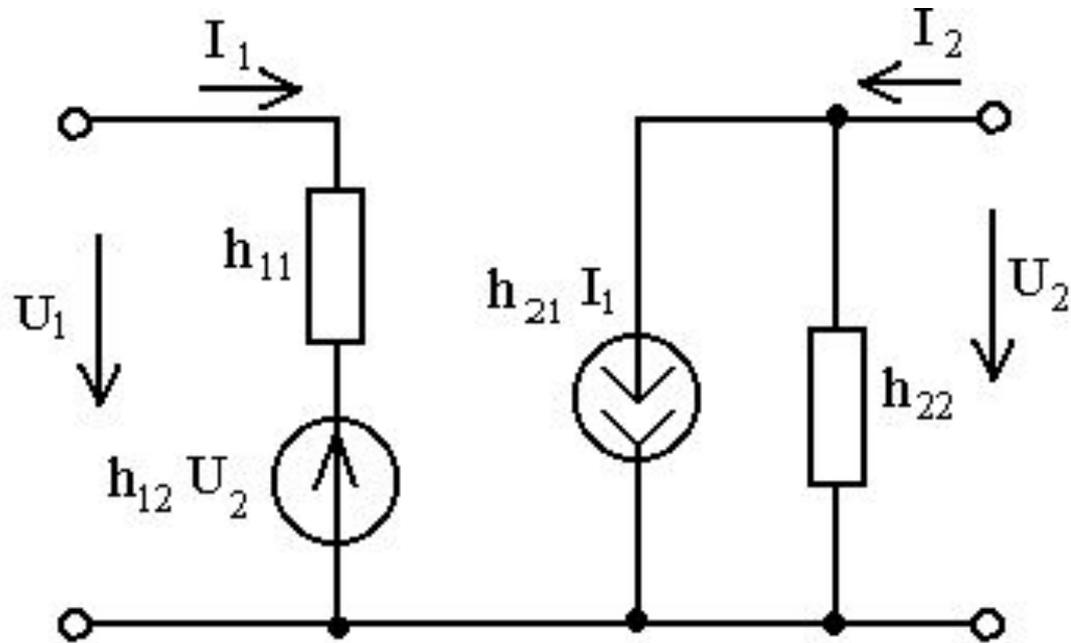
Для схемы с общей базой

$$\begin{aligned}dU_{ЭБ} &= h_{11Б} dI_{Э} + h_{12Б} dU_{КБ} \\dI_{К} &= h_{21Б} dI_{Э} + h_{22Б} dU_{КБ}\end{aligned}$$

Для схемы с общим эмиттером

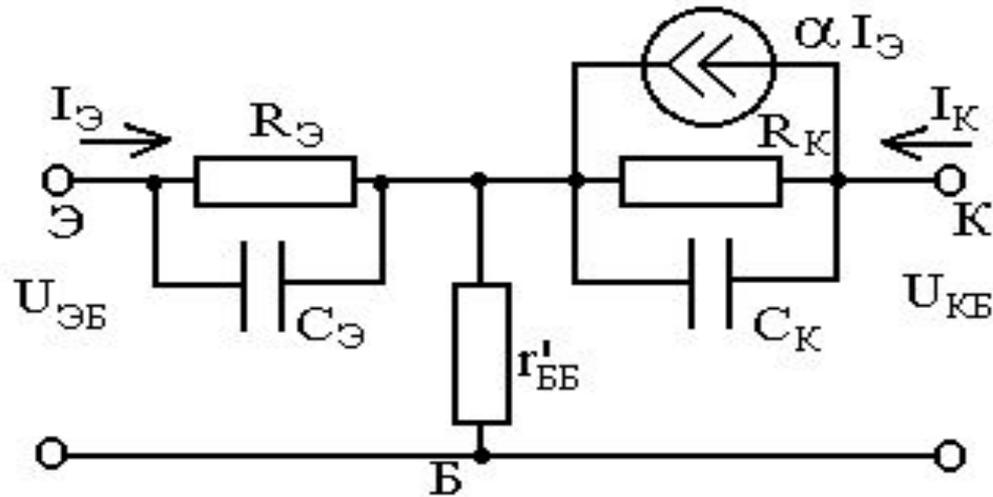
$$\begin{aligned}dU_{БЭ} &= h_{11Э} dI_{Б} + h_{12Э} dU_{КЭ} \\dI_{К} &= h_{21Э} dI_{Б} + h_{22Э} dU_{КЭ}\end{aligned}$$

Линейная (малосигнальная) модель биполярного транзистора



Эквивалентна схема БТ в системе H-параметров

Эквивалентная схема БТ при включении его с ОБ



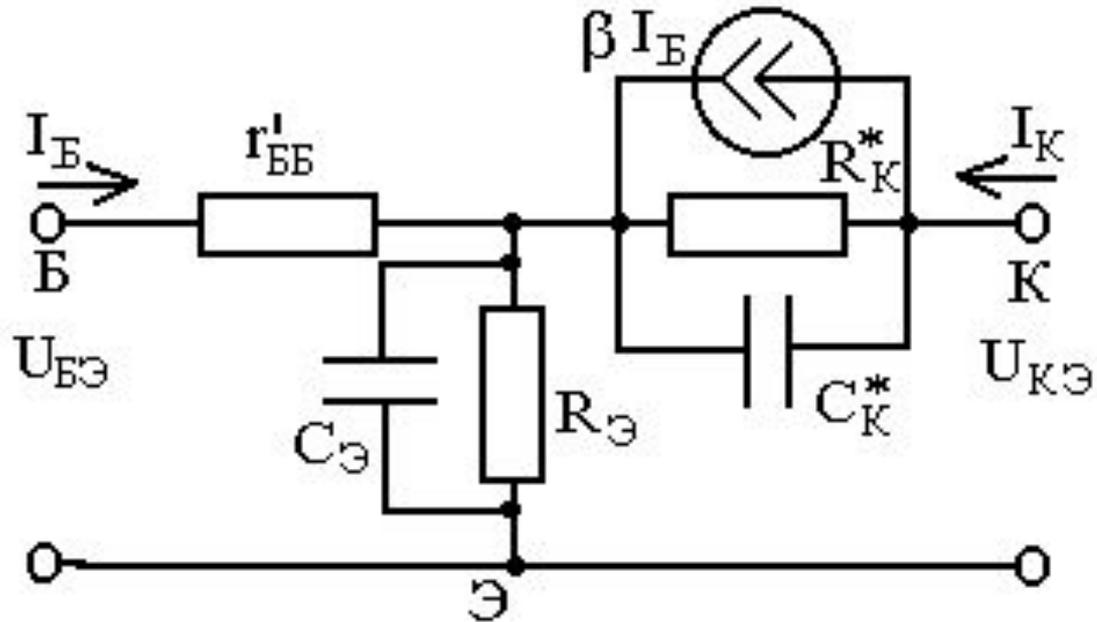
$$R_{\text{Э}} = dU/dI \approx \phi_T / I_{\text{Э}}$$

где $I_{\text{Э}}$ - постоянная составляющая тока эмиттера. При комнатной температуре $\phi_T = 0,026$ В, то при $I_{\text{Э}} = 1$ мА $R_{\text{Э}} = 26$ Ом.

$$R_{\text{К}} = \left. \frac{\Delta U_{\text{КБ}}}{\Delta I_{\text{К}}} \right|_{I_{\text{Э}}} = \text{const} \approx \frac{1}{h_{22\text{Б}}}$$

$$r'_{\text{ББ}} = h_{12} / h_{22}$$

Эквивалентная схема БТ при включении его с ОЭ



$$R_K^* = H_{21Б} R_K / H_{21Э} = R_K / (H_{21Э} + 1)$$

$$C_K^* = C_K (H_{21Э} + 1).$$

$$R_K C_K = R_K^* C_K^*$$