

Практическое занятие

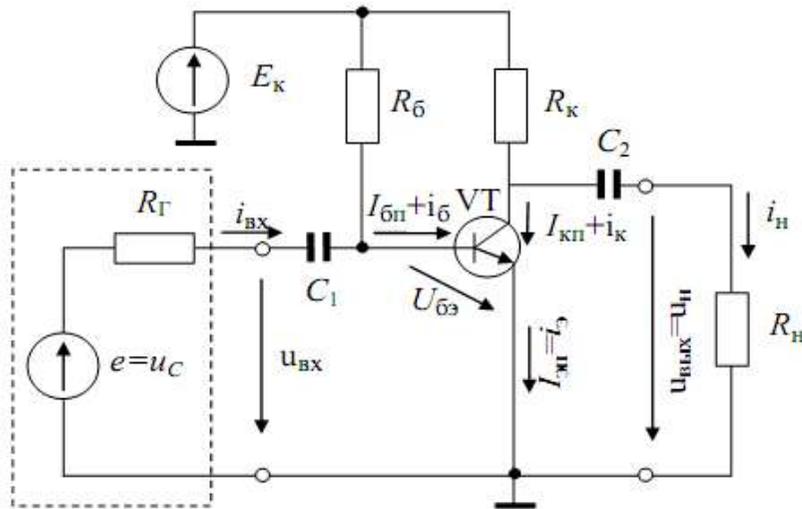
Расчет параметров электронных усилителей

Задача 1.

Определить коэффициенты усиления по напряжению K_U , по току K_I , по мощности K_P , а также выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, входное и выходное сопротивления усилительного каскада, выполненного на биполярном транзисторе П 416 по схеме с общим эмиттером. Схема усилительного каскада представлена на рис.

Параметры транзистора:

$h_{11} = 650 \text{ Ом}$; $h_{12} = 32 \times 10^{-3}$; $h_{21} = 40$; $h_{22} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ См}$, сопротивления резисторов $R_{\text{б}} = 5 \text{ кОм}$; $R_{\text{к}} = 3 \text{ кОм}$; входное напряжение $U_{\text{вх}} = 0,1 \text{ В}$. Сопротивление нагрузки принять равным $R_{\text{н}} = \infty$.



Решение

Входное сопротивление усилительного каскада –

$$R_{\text{вх}} = \frac{R_{\text{б}}}{R_{\text{б}} + h_{11}} = \frac{5 \times 10^3 \times 650}{5000 + 650} = 575,2 \text{ Ом.}$$

Выходное сопротивление усилителя –

$$R_{\text{вых}} = \frac{R_{\text{к}}}{1 + h_{22} R_{\text{к}}} = \frac{3 \times 10^3}{1 + 1,5 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^3} = 2,07 \text{ кОм.}$$

Коэффициент усиления усилительного каскада по напряжению –

$$K_U = \frac{h_{21} R_{\text{к}}}{h_{11} (1 + h_{22} R_{\text{к}})} = \frac{40 \times 3 \times 10^3}{650 \times (1 + 1,5 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^3)} = 127,3.$$

Коэффициент усиления по току –

$$K_I = \frac{h_{21} R_{\text{б}}}{(1 + h_{22} R_{\text{к}})(R_{\text{б}} + h_{11})} = \frac{40 \times 5 \times 10^3}{(1 + 1,5 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^3)(5 \times 10^3 + 650)} = 24,4$$

Коэффициент усиления по мощности –

$$K_P = K_U K_I = 127,3 \times 24,4 = 3107$$

Выходное напряжение –

$$U_{\text{вых}} = K_U U_{\text{вх}} = 127,3 \times 0,1 = 12,73 \text{ В.}$$

Задача 2.

Найти h -параметры транзистора ГТ322А по его характеристикам (рис. 1, а, б), соответствующим схеме с общим эмиттером (рис. 1, в), для $U_k = 5$ В и $I_6 = 150$ мкА. Начертить схему замещения транзистора.

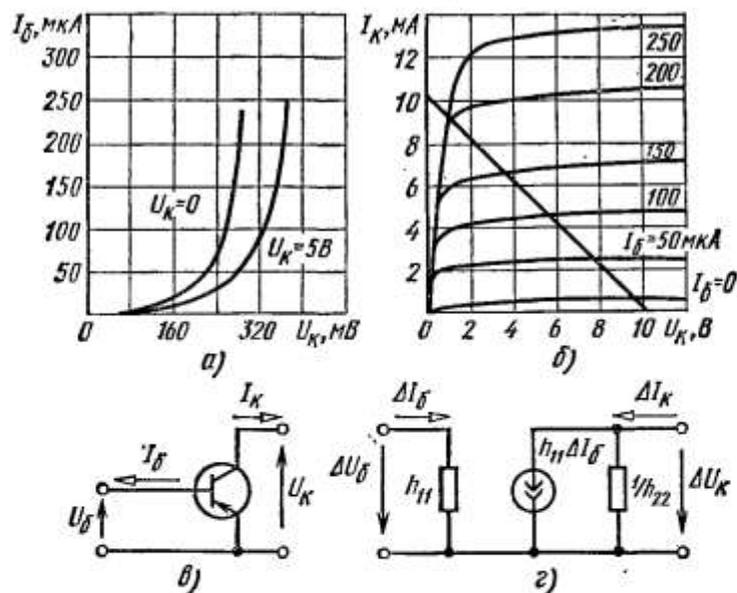


Рис. 1

Решение. По входной характеристике для $U_k = 5$ В (рис. 1, а) находим

$$h_{11} = \frac{\Delta U_6}{\Delta I_6} = \frac{(360 - 320) \cdot 10^{-3}}{(200 - 80) \cdot 10^{-6}} = 330 \text{ Ом}, \quad h_{12} = \frac{\Delta U_6}{\Delta U_k} = \frac{80 \cdot 10^{-3}}{5} = 16 \cdot 10^{-3}$$

По выходным характеристикам определяем

$$h_{21} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_6} = \frac{2,8 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} = 56, \quad h_{22} = \frac{\Delta I_k}{\Delta U_k} = \frac{(7 - 6,5) \cdot 10^{-3}}{10 - 2} = 62,5 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

Схема замещения транзистора приведена на рис. 1, г при условии, что $h_{12} \approx 0$.

Задача 3.

На рис. 2, а приведена схема усилительного каскада с общим эмиттером на транзисторе ГТ322А. Рассчитать сопротивление резистора R_6 , при котором рабочая точка в режиме покоя усилителя будет находиться на середине линейных участков входной

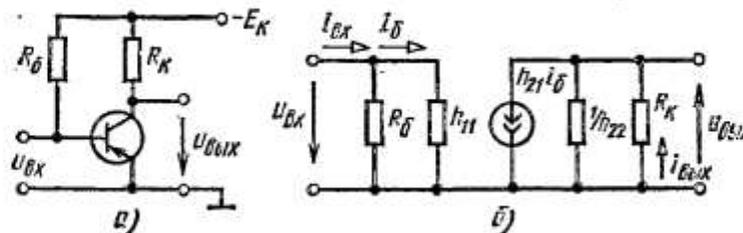


Рис. 2

и переходной характеристик, если $E_k = 10$ В и $R_k = 1$ кОм. Определить коэффициенты усиления по напряжению K_U , по току K_I , по мощности K_P , а также входное $R_{вх}$ и выходное $R_{вых}$ сопротивления усилительного каскада. Значение h_{11} , h_{21} , h_{22} , входные и выходные характеристики транзистора ГТ322А взять из задачи 2, а значение h_{12} принять равным нулю.

Решение. На семействе выходных характеристик $I_k(U_k)$ транзистора ГТ322А (см. рис. 1, б) проводим линию нагрузки, соответствующую $R_k = 1$ кОм, с помощью которой строим переходную характеристику. Линейный участок этой характеристики соответствует диапазону $0 \leq I_6 \leq 200$ мкА. Входные характеристики (см. рис. 2, а) линейны при $I_6 \geq 80$ мкА. Таким образом, обе характеристики линейны при $80 \leq I_6 \leq 200$ мкА. Поэтому рабочую точку выбираем примерно в середине линейного участка при $I_{60} = 150$ мкА, что соответствует $U_{к0} = 3,5$ В и $U_{60} = 350$ мВ.

Для выбранного тока $I_{60} = 150$ мкА сопротивление

$$R_6 = \frac{E_k - U_{60}}{I_{60}} = \frac{10 - 0,35}{150 \cdot 10^{-6}} = 64,3 \text{ кОм.}$$

При $h_{12} = 0$ используем упрощенную схему замещения усилительного каскада (рис. 2, б), по которой можно легко рассчитать значения сопротивлений и коэффициентов усиления [3]:

$$R_{вх} = \frac{R_6 h_{11}}{R_6 + h_{11}} \approx 330 \text{ Ом,}$$

$$R_{вых} = \frac{R_k / h_{22}}{R_k + 1/h_{22}} = \frac{R_k}{1 + R_k h_{22}} \approx 1 \text{ кОм,}$$

$$K_U = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = \frac{h_{21} I_6 R_{вых}}{h_{11} I_6} = \frac{h_{21} R_k}{h_{11} (1 + R_k h_{22})} = 170,$$

$$K_I = \frac{I_{вых}}{I_{вх}} = \frac{U_{вых} R_6 h_{11} / R_k}{U_{вх} (R_6 + h_{11})} = \frac{h_{21} R_6}{(R_6 + h_{11}) (1 + R_k h_{22})} = 52,5,$$

$$K_P = K_U K_I = 8650.$$