

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет систем управления и робототехники

Электроника и схемотехника

Лабораторная работа №2

«Исследование характеристик биполярного транзистора и
расчёт усилительного каскада»

Выполнил студент:

Мысов М.С.

Петров И.А.

Группа № R33372

Руководитель:

Николаев Н.А.

г. Санкт-Петербург

2022

1. Цель работы

1. Получение входной характеристики и семейства выходных характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером
2. Расчёт усилительного каскада с заданием рабочей точки транзистора с помощью отрицательной обратной связи по току.

2. Расчёты

1. Получение входной характеристики биполярного транзистора

Максимальный ток коллектора(I_c) = 2 А

Максимальное напряжение коллектор-эмиттер(U_{ce}) = 22 В

Коэффициент усиления по току(h_{FE}) = 180...450

Максимальная рассеиваемая мощность(P_{max}) = 2 Вт

$I_b = I_c/h_{FE} = 2/200 = 10\text{mA}$

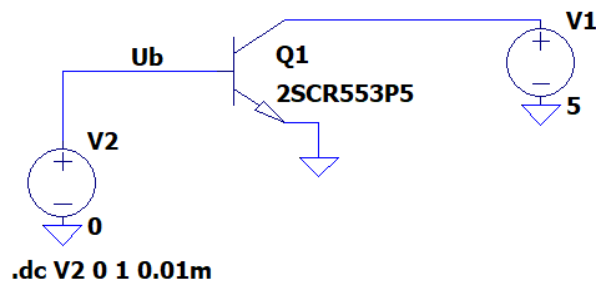


Схема 1. Моделирование начальной системы

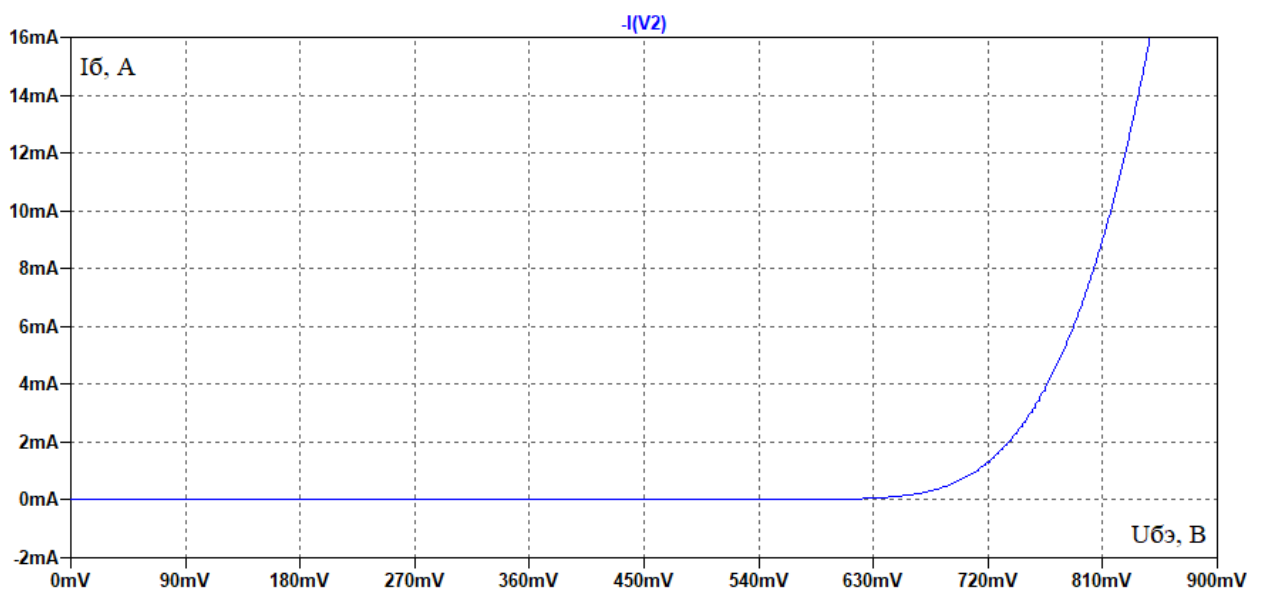


График 1. Входная ВАХ

$$r_{BX} = \frac{\Delta U_{БЭ}}{\Delta I_{Б}} = \frac{\Delta U_{БЭ2} - \Delta U_{БЭ1}}{\Delta I_{Б2} - \Delta I_{Б1}} = \frac{797 - 726}{7.18 - 1.52} = 12.62 \text{ Ом}$$

2. Получение семейства выходных характеристик биполярного транзистора

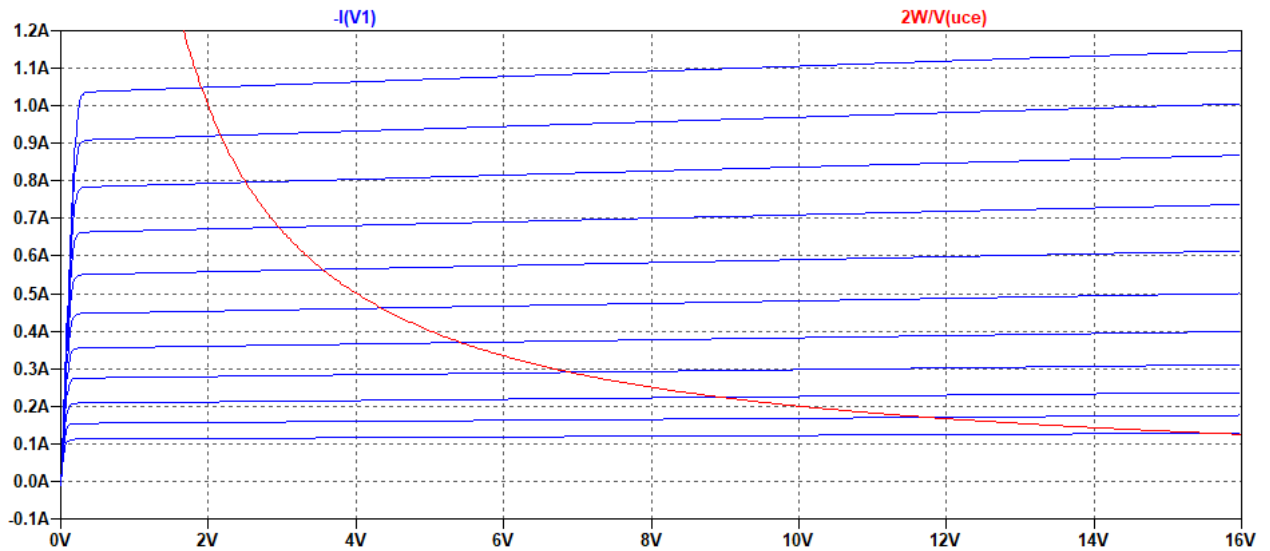


График 2. Выходные характеристики

Статический коэффициент передачи тока

$$\beta_{DC} = \frac{I_k}{I_B} = \frac{1.3}{0.007} = 168$$

Коэффициент передачи тока

$$\beta_{AC} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_B} = \frac{0.264}{0.0042} = 6.286$$

Расчет тока коллектора для каждой полученной выходной характеристики:

$$I_k = h_{FE} \cdot I_B$$

$$I_{k_1} = 250 \cdot 0.4 = 100mA$$

$$I_{k_2} = 250 \cdot 0.5 = 125mA$$

$$I_{k_3} = 250 \cdot 0.7 = 187.5mA$$

$$I_{k_4} = 250 \cdot 1 = 250mA$$

$$I_{k_5} = 250 \cdot 1.4 = 350mA$$

$$I_{k_6} = 250 \cdot 1.75 = 437.5mA$$

$$I_{k_7} = 250 \cdot 2.2 = 550mA$$

$$I_{k_8} = 250 \cdot 2.75 = 687.5mA$$

$$I_{k_9} = 250 \cdot 4.35 = 1087.5mA$$

$$I_{k_10} = 250 \cdot 5.25 = 1312.5mA$$

3. Задание рабочей точки с помощью отрицательной обратной связи по току

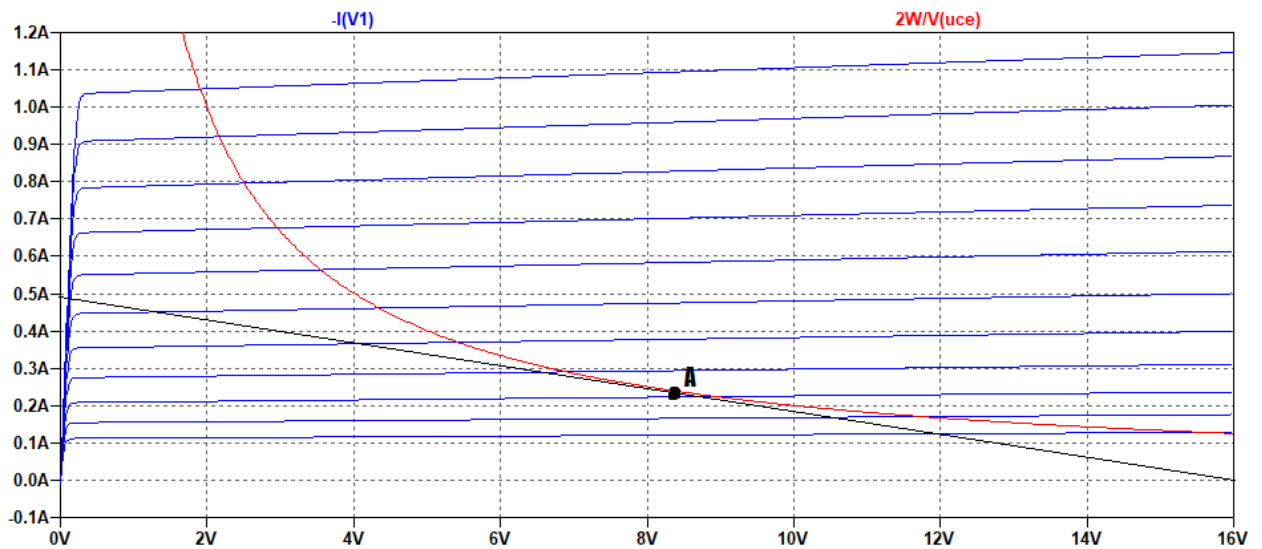


График 3. С изображением семейства ВАХ, линии мощности, нагрузочной линии и выбранной рабочей точки А

$$I_{ka} = 210 \text{ mA}$$

$$U_{kэa} = 8.5 \text{ B}$$

$$I_{ба} = 0.72 \text{ mA}$$

$$U_{бэa} = 0.7 \text{ B}$$

$$I_{кн} = 500 \text{ mA}$$

$$R_k = E_k / I_{кн} = 37.5 / 0.3 = 125 \text{ Ом} \quad \underline{\text{E96: } 124 \text{ Ом}}$$

$$I_d = 5 I_{ба} = 625 \text{ mA} = I_{R1}$$

$$I_{эa} = I_{ба} + I_{ka} = 125.5 \text{ mA}$$

$$U_{rэ} = E_k - U_{кэa} - U_{rk} = 37.5 - 12 - I_{ka} \cdot R_k = 25.5 - 0.125 \cdot 125 = 9.875 \text{ B}$$

$$R_э = U_{rэ} / I_{эa} = 9.875 / 0.1255 = 78.69 \text{ Ом} \quad \underline{\text{E48: } 78.7 \text{ Ом}}$$

$$U_{r2} = I_{эa} \cdot R_э + U_{бэa} = 0.1255 \cdot 78.69 + 0.95 = 10.83 \text{ B}$$

$$I_1 = 5 I_{ба} = 625 \text{ mA}$$

$$I_2 = I_1 - I_{ба} = 2 \text{ mA}$$

$$R_2 = U_{r2} / I_2 = 10.83 / 0.002 = 5412.79 \text{ Ом} \quad \underline{\text{E192: } 5.42 \text{ кОм}}$$

$$R_1 = (E_k - U_{r2}) / I_1 = (37.5 - 10.83) / 0.625 = 42.672 \text{ Ом} \quad \underline{\text{E96: } 42.2 \text{ Ом}}$$

$$\begin{aligned} I_{ka} &:= 0,210 \\ U_{кэa} &:= 8,5 \\ I_{ба} &:= \frac{0,72}{1000} & E_k &:= 16 \\ U_{бэa} &:= 0,7 & I_k &:= 2 \\ I_{кн} &:= \frac{500}{1000} & U_{rэ} &:= 0,2 \cdot E_k = 3,2 \\ R_k &:= \frac{E_k}{I_{кн}} = 32 \\ I_{эa} &:= I_{ба} + I_{ka} = 0,2107 \\ R_э &:= \frac{U_{rэ}}{I_{эa}} = 15,186 \\ U_{rэ} &:= I_{эa} \cdot R_э = 3,2 \\ U_{r2} &:= I_{эa} \cdot R_э + U_{бэa} = 3,9 \\ I_1 &:= 5 \cdot I_{ба} = 0,0036 \\ I_2 &:= I_1 - I_{ба} = 0,0029 \\ R_2 &:= \frac{U_{r2}}{I_2} = 1354,1667 \\ R_1 &:= \frac{E_k - U_{r2}}{I_1} = 3361,1111 \\ I_{ka} \cdot R_k + U_{кэa} + I_{эa} \cdot R_э &= 18,42 \\ C_э &:= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10000 \cdot R_э} = 1,048 \cdot 10^{-6} \\ C_1 &:= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10000 \cdot 12,62} = 1,2611 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

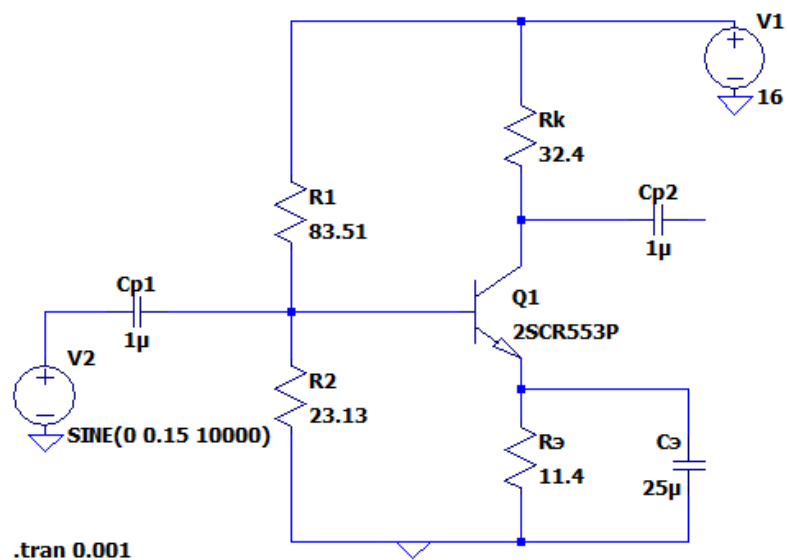


Схема 2. Усилитель на биполярном транзисторе

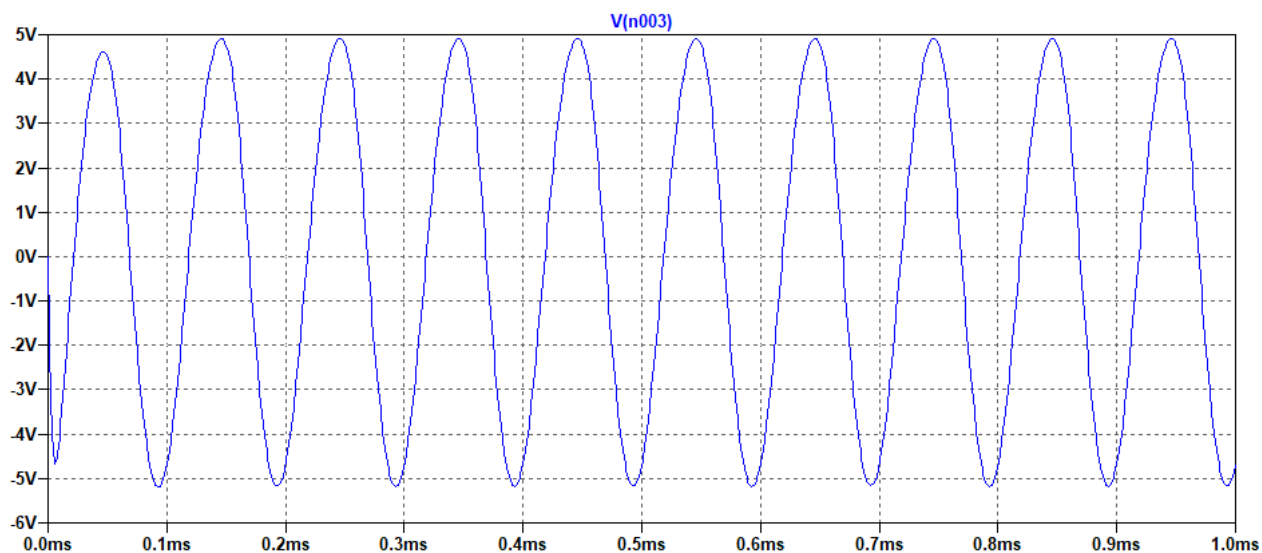


График 4. Выходного напряжения

3. Вывод

Произведен расчёт элементов схемы усилителя, на выходе появляется сигнал небольшой амплитуды или половинчатый. Меняя все элементы, должного результата добиться не удалось.