

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
"ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ"

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова

Департамент электронной инженерии

Учебная дисциплина «Электроника»

Семинар 5

Исполнитель:

студенты группы БИТ-203 Ефремов, Посмитный, Старилова, Хобов

Бригада 2

Руководитель работы:

доцент, к.т.н. Самбурский Л.М.

Москва 2022 г

Задание 2б

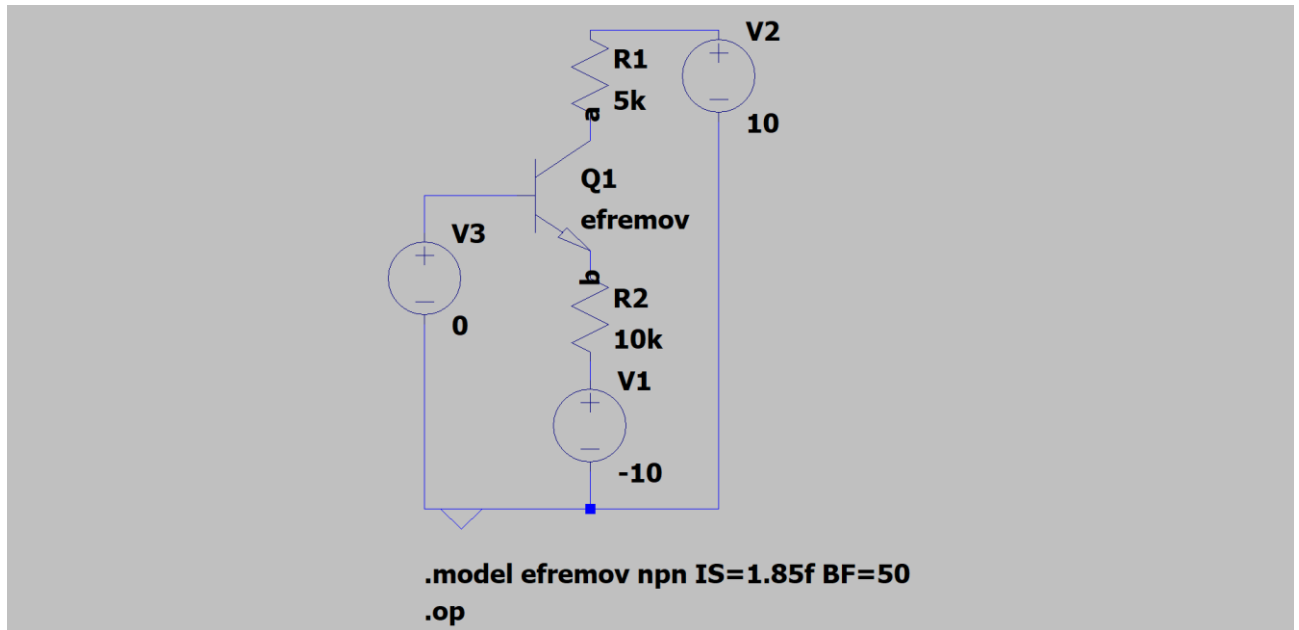


Схема спайса.

```
* C:\Users\Wicirellis\Documents\current\Электроника\sem_5\task_2b.asc
--- Operating Point ---
V(a) :          5.4394          voltage
V(n002) :        0            voltage
V(b) :        -0.696384        voltage
V(n001) :        10           voltage
V(n003) :       -10           voltage
Ic(Q1) :      0.00091213       device_current
Ib(Q1) :      1.82426e-005     device_current
Ie(Q1) :     -0.000930373     device_current
I(R2) :      0.000930362       device_current
I(R1) :      0.000912119       device_current
I(V3) :     -1.82424e-005     device_current
I(V2) :     -0.000912119       device_current
I(V1) :      0.000930362       device_current
```

Результаты симуляции. Совпадает вполне точно.

$V(a)$ – напряжение коллектора (руками насчитали 5.443 В)

$V(b)$ – напряжение эмиттера (-0.7В, дано по условию)

$I(R1)$ – ток коллектора (руками насчитали 0.9114 мА)

$I(R2)$ – ток эмиттера (руками насчитали 0.93 мА)

Задания 1, 2а, 3 ниже.

$$V_{K91} = 2$$

$$V_B = \text{const}$$

$$V_{K92} = 3$$

$$V_{B9} = 1,9$$

$$\delta I_k = 3\%$$

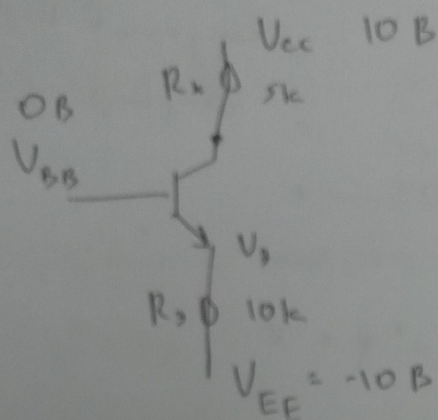
$$\delta I_k = \frac{1 + \frac{V_{K91}}{V_A}}{1 + \frac{V_{K92}}{V_A}} = 1 + 0,03$$

$$\frac{V_A + 2}{V_A + 3} = \frac{1}{1,03}$$

$$1,03 V_A + 2,06 = V_A + 3$$

$$0,03 V_A = 0,94$$

$$V_A = 31,3 \text{ B}$$



$$\beta = 50$$

npn

$$V_3 = -0,7$$

$$V_{B3} = \varphi(B) - \varphi(3) = V_{BB} - V_{E3} = 0 - (-0,7) = 0,7$$

$$V_{BK} = \varphi(B) - \varphi(K) = V_{BB} - (V_{cc} - V_{R_k}) = 0 - (10 - ?) < 0$$

переход p-n

Напряжение на резисторе R_3 :

$$V_3 - V_{EE} = -0,7 - (-10) = 9,3 \text{ В}$$

Ток на R_3 :

$$I_3 = \frac{9,3}{10k} = 0,93 \text{ мА}$$

$$\beta = \frac{I_K}{I_B}$$

$$\alpha = \frac{I_K}{I_3}$$

$$I_K = \alpha \cdot I_3 = 0,98 \cdot 0,93 = 0,9114 \text{ мА}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$I_B = \frac{I_K}{\beta} = \frac{0,9114}{50} = 0,018228 \text{ мА}$$

$$50 = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$50 - 50\alpha = \alpha$$

$$I_3 = \frac{I_K}{\exp\left(\frac{V_{B3}}{\varphi_T}\right)} = \frac{0,9114 \text{ мА}}{e^{\frac{0,7}{0,026}}} = 1,85 \cdot 10^{-15} \text{ А}$$

$$\alpha = 0,98$$

$$V_K = V_{cc} - I_K \cdot R_K = 10 - 0,9114 \cdot 5k = 5,443$$