

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Усилитель на биполярных транзисторах

Работу выполнили:
Державин Андрей
Хайдари Фарид
Шурыгин Антон
группа Б01-909

Долгопрудный, 2021

Содержание

1	Основные формулы	3
2	Нестабилизированный усилитель	3
2.1	3
2.2	4
3	Стабилизированный усилитель	4
3.1	4
3.2	5
4	Результаты измерений	5

1 Основные формулы

$$K_u = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} \quad K_e = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{\varepsilon_{\text{ГЕН}}}$$

$$R_{\text{ВХ}} = \frac{U_{\text{ВХ}}}{I_{\text{ВХ}}} = \frac{U_{\text{ВХ}} R_{\text{И}}}{\varepsilon_{\text{ГЕН}} - U_{\text{ВХ}}}$$

2 Нестабилизированный усилитель

2.1

Верём радиотехнические элементы:

- $R_k = 2,4 \text{ кОм}$
- $R_b = 540 \text{ кОм}$
- $R_{\text{ВХ}} = R_k$

Измеряем, получаем:

$$U_{\text{кэ}} \approx 5 \text{ В}, U_{\text{бэ}} \approx 0,64 \text{ В} \Rightarrow$$

$$I_k = \frac{U_{\text{кэ}}}{R_k} \approx 2 \text{ мА}, I_b = \frac{U_{\text{ВХ}} - U_{\text{бэ}}}{R_b} \approx 17,3 \text{ мкА} \Rightarrow$$

$$h_{21e} \approx 115$$

2.2

Добавлем к уже имеющимся элементам:

- $C = 0,47 \text{ мкФ}$
- $R_{\text{и}} = R_{\text{к}}$

Для определения $f_{\text{н}}$ фиксируем уменьшение $U_{\text{вых}}$ в $\sqrt{2}$ раз при переходе из области средних частот ($\approx 1 \text{ кГц}$) в область низких частот. По аналогии измеряем $f_{\text{в}}$ при переходе из средних в высокие.

Результаты всех расчетов и измерений вносим в таблицу 1.

3 Стабилизированный усилитель

3.1

В данном пункте считаем $h_{21э} \approx 100$. Берём радиотехнические элементы:

- $R_{\text{к}} = 2,4 \text{ кОм}$
- $R_1 = 39 \text{ кОм}$
- $R_2 = 8,2 \text{ кОм}$
- $R_{\text{и}} = R_{\text{к}}$
- $R_{\text{э}} = 540 \text{ Ом}$

Измеряем относительно земли напряжения, получаем:

$$U_{\text{Б}} \approx 0,65 \text{ В} \quad U_{\text{э}} \approx 1,15 \text{ В} \quad U_{\text{к}} \approx 5,75 \text{ В}$$

Измеряем оставшиеся величины, заносим в таблицу.

3.2

$$r_{\text{э}} = \frac{U_{\Gamma}}{I_{\text{э}}} \approx 12 \text{ Ом}$$

В случае $C_{\text{э}} = 0$ выполняется соотношение:

$$K_{\text{и}} \approx \frac{R_{\text{к}}}{R_{\text{э}} + r_{\text{э}}}$$

$$h_{11\text{э}} \approx (h_{21\text{э}} + 1)r_{\text{э}} \approx 1200$$

$$R_{\text{Б}} = R_1 || R_2 \approx 6,7 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{вх}} = R_{\text{Б}} || (h_{11\text{э}} + R_{\text{э}}(h_{21\text{э}} + 1)) \Rightarrow$$

$$R_{\text{вх}} = \frac{R_{\text{Б}} \cdot (h_{11\text{э}} + R_{\text{э}}(h_{21\text{э}} + 1))}{R_{\text{Б}} + (h_{11\text{э}} + R_{\text{э}}(h_{21\text{э}} + 1))} \approx 6,8 \text{ кОм}$$

Результаты всех расчетов и измерений вносим в таблицу 1.

4 Результаты измерений

№	$U_{\text{вых макс}}, \text{ В}$	$K_{\text{е}}$	$K_{\text{и}}$	$R_{\text{вх}}, \text{ кОм}$	$f_{\text{н}}, \text{ Гц}$	$f_{\text{в}}, \text{ МГц}$
1.2	7,5	71,43	150	2,4	95	0,98
2.1	5,75	4,42	3,23	6,5	38	1,1
2.2	0,04	4,59	4,75	6,8	107	0,12

Таблица 1