

Московский физико-технический институт
(государственный университет)

Лабораторная работа по аналоговой электронике

Усилитель на биполярных транзисторах [28]

Талашкевич Даниил Александрович
Группа В01-008

Содержание

1	Основные формулы	1
2	Нестабилизированный усилитель	1
2.1	1
2.2	1
3	Стабилизированный усилитель	2
3.1	2
3.2	2
4	Обработка результатов измерений	3

1 Основные формулы

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

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

Для нижней граничной частоты в случае нестабилизированного усилителя:

$$\omega_{\text{н}} = \frac{1}{C_{\text{Б}}(R_{\text{И}} + R_{\text{ВХ}})}$$

В случае стабилизированного усилителя:

$$\omega_{\text{н}} \approx \frac{1}{\left(\frac{R_{\text{И}}^* + h_{11}}{h_{21} + 1} \| R_{\text{Э}} \right) \cdot C_{\text{Э}}}$$

Для верхней граничной частоты в случае нестабилизированного усилителя:

$$\omega_{\text{в}} = \frac{1}{((C_{\text{Б1Э}} + C) \cdot (R_{\text{И}}^* + r_{\text{Б1Б}}) \| r_{\text{Б1Э}})}$$

2 Нестабилизированный усилитель

2.1

Верём радиотехнические элементы:

$$R_{\text{к}} = 2,4 \text{ кОм}; R_{\text{б}} = 540 \text{ кОм}; R_{\text{ВХ}} = R_{\text{к}}.$$

Измеряем, получаем:

$$U_{\text{кЭ}} \approx 5 \text{ В}, U_{\text{бЭ}} \approx 0,64 \text{ В} \Rightarrow$$

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{кЭ}}}{R_{\text{к}}} \approx 2 \text{ мА}, I_{\text{б}} = \frac{U_{\text{ВХ}} - U_{\text{бЭ}}}{R_{\text{б}}} \approx 17,3 \text{ мкА} \Rightarrow$$

$$h_{21\text{э}} \approx 115$$

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 (≈ 1 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:

$$R_k = 2,4 \text{ кОм}; R_1 = 39 \text{ кОм}; R_2 = 8,2 \text{ кОм}; R_{и} = R_k; R_{э} = 540 \text{ Ом}.$$

Измеряем относительно земли напряжения, получаем:

$$U_B \approx 0,6 \text{ В} \quad U_{э} \approx 1,15 \text{ В} \quad U_K \approx 5,4 \text{ В}.$$

Измеряем оставшиеся величины, заносим в таблицу.

3.2

$$r_{э} = \frac{U_T}{I_{э}} \approx 12 \text{ Ом}.$$

В случае $C_{э} = 0$ выполняются соотношения:

$$K_u \approx \frac{R_k}{R_{э} + r_{э}}$$

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

$$R_B = R_1 \parallel R_2 \approx 6,7 \text{ кОм}$$

$$R_{вх} = R_B \parallel (h_{11э} + R_{э}(h_{21э} + 1)) \Rightarrow$$

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

Результаты всех расчетов и измерений вносим в таблицу [1](#).

4 Обработка результатов измерений

№	$U_{\text{вых макс}}, \text{В}$	K_e	$K_{\text{и}}$	$R_{\text{вх}}, \text{кОм}$	$f_{\text{н}}, \text{Гц}$	$f_{\text{в}}, \text{МГц}$
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 финальные результаты пары $\{U_{\text{вых макс}}, K_e, K_{\text{и}}, R_{\text{вх}}, f_{\text{н}}, f_{\text{в}}\}$