

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА С ЁМКОСТНОЙ СВЯЗЬЮ

### Цель работы

Исследование усилительного RC-каскада на биполярном транзисторе с эмиттерной стабилизацией.

### Учебные задания и методические указания к их выполнению

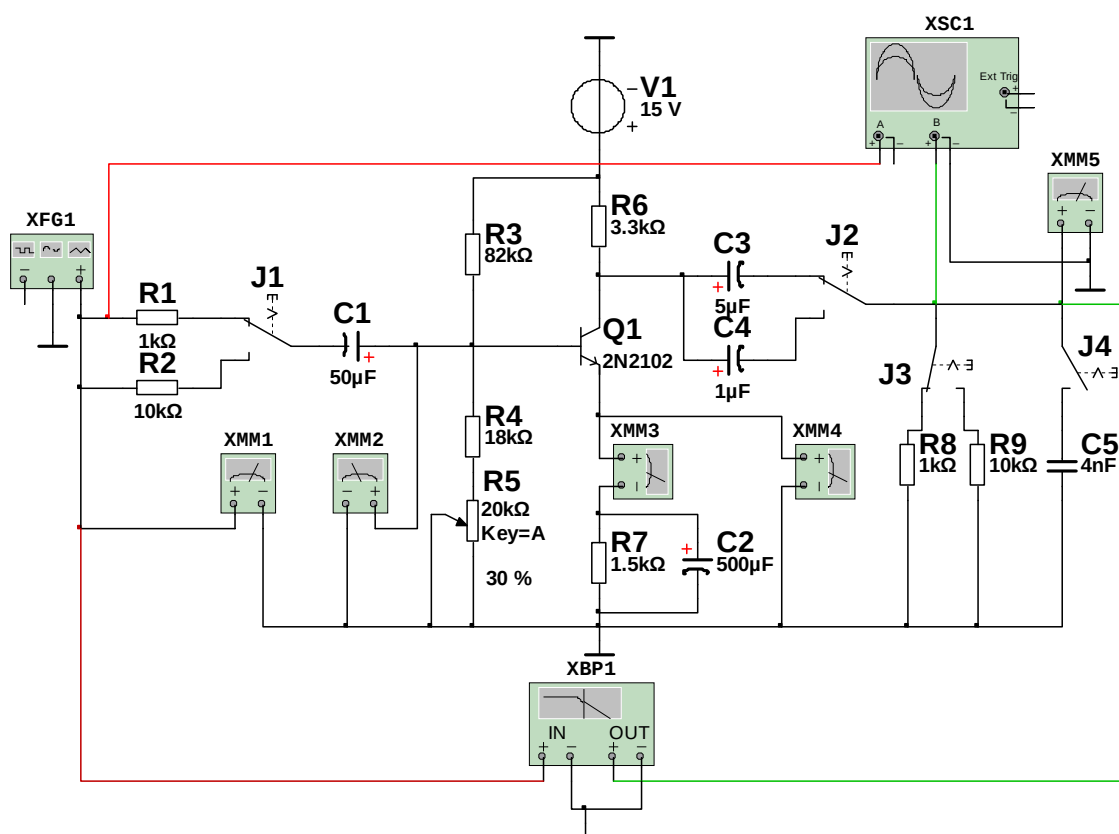


Рисунок 11

### Назначение элементов схемы

- XFG-1 функциональный генератор;
- резисторы  $R_1$  и  $R_2$  задают выходное сопротивление генератора и дают возможность определить входное сопротивление усилителя ( $r_{вх}$ );

- ёмкости  $C_1, C_3$  и  $C_4$  – разделительные ёмкости, которые не пропускают постоянную составляющую от генератора на вход и нагрузку усилителя;
- резисторы  $R_3, R_4$  и  $R_5$  – задают начальный режим транзистора по постоянному току;
- резистор  $R_6 = R_k$  – задает коэффициент усиления усилителя;
- резистор  $R_7$  – осуществляет эмиттерную стабилизацию;
- ёмкость  $C_2$  исключает ООС по переменному току;
- резисторы  $R_8, R_9$  – активные сопротивления нагрузки каскада ( $R_{вых}$ );
- ёмкость  $C_5$  – ёмкостная нагрузка усилителя;
- мультиметр ХММ1 – измеряет действующее значение генератора ( $e_T$ );
- мультиметр ХММ2 – изменяет постоянное ( $U_B$ ) и переменное ( $U_{BX}$ ) напряжение на базе транзистора;
- мультиметр ХММ3 – измеряет эмиттерный ток покоя ( $I_E \sim I_K$ );
- мультиметр ХММ4 – измеряет постоянное напряжение на эмиттере транзистора ( $U_E$ );
- мультиметр ХММ5 – измеряет выходное напряжения ( $U_{вых}$ );
- ключи  $J_1 - J_4$  позволяют изменять номиналы элементов схемы;
- ХСC1 – двухканальный осциллограф;
- ХВР1 – плоттер Боде, позволяет исследовать амплитудно-частотную характеристику.

### **Задание 1 Определение режима каскада по постоянному току**

Задать напряжение источника  $V_1 E = 5 + \sqrt[4]{N}$  (в вольтах), где  $N$  — номер по списку.

В нечетных вариантах использовать транзистор имеющий маркировку 2N2102.

В четных вариантах использовать транзистор имеющий маркировку 2N2218.

Установить мультиметры ХММ2 и ХММ4 в режим измерения постоянного напряжения, а мультиметр ХММ3 в режим постоянного тока.

Запустить моделирование и измерить значения  $I_K$ ,  $U_B$  и  $U_{\varepsilon}$ . Рассчитать режим работы биполярного транзистора:

$$U_{B\varepsilon} = U_B - U_{\varepsilon},$$

$$U_{K\varepsilon} = E_{V1} - I_K R_6 - U_{\varepsilon}.$$

Снять и построить нагрузочную линию  $I_K = f(E_{\Pi})$ , где  $E_{\Pi} = (E_{V1} - U_{\varepsilon})$ . Для этого изменять величину сопротивления  $R_5$  от 20% до 100% и измерять значения  $I_K$  и  $U_{\varepsilon}$  по мультиметрам ХММ3 и ХММ4.

На графике отметить рабочую точку транзистора (приблизительно середина графика) и с помощью  $R_5$  выставить соответствующий ток  $I_K$ .

## **Задание 2 Исследование усилительного каскада с ёмкостной связью по переменному току**

Установить на мультиметрах ХММ1, ХММ2 и ХММ5 режим измерения переменного напряжения.

Снять и построить амплитудную характеристику  $U_{\text{вых}} = f(e_{\Gamma})$  для двух значений сопротивления нагрузки  $R_H = R_8 = 1\text{КОм}$  и  $R_H = R_9 = 10\text{КОм}$  при значениях  $F_{\Gamma} = 1\text{КГц}$  и  $R_{\Gamma} = R_1 = 1\text{КОм}$ . Резисторы  $R_8$  и  $R_9$  переключаются ключом  $J_3$ .

Таблица 11

$E_{\Gamma}$ (амп.), мВ	2	5	10	15	20	30	50	80	100
$e_{\Gamma}$ (действ.), мВ									
$U_{\text{ВЫХ}} (1\text{КОм}), \text{ мВ}$									
$U_{\text{ВЫХ}} (10\text{КОм}), \text{ мВ}$									

На осциллографе XSC1 отображаются входной и выходной сигналы.

Рассчитать коэффициент усиления каскада:

$$K_v = \frac{U_{\text{вЫХ}}}{e_{\Gamma}} \quad \text{при } E_{\Gamma} = 10 \text{ мВ}, R_{\text{н}} = 1\text{КОм и } R_{\text{н}} = 10\text{КОм}.$$

Определить входное сопротивление усилителя ( $r_{\text{вХ}}$ ) при  $R_{\Gamma} = R_1 = 1\text{КОм}$  и  $E_{\Gamma} = 15\text{мВ}$ :

$$r_{\text{вХ}} = \frac{R_{\Gamma}}{\frac{e_{\Gamma}}{U_{\text{вХ}}} - 1}, \quad U_{\text{вХ}} - \text{напряжение на базе транзистора, на мультиметре}$$

XMM2.

Определите выходное сопротивление усилителя при напряжении генератора равном  $E_{\Gamma} = 10\text{мВ}$ :

$$r_{\text{вЫХ}} = \frac{U_{\text{вЫХ} 2} - U_{\text{вЫХ} 1}}{\frac{U_{\text{вЫХ} 1}}{R_8} - \frac{U_{\text{вЫХ} 2}}{R_9}}, \quad U_{\text{вЫХ} 1} \text{ при включенном } R_8, U_{\text{вЫХ} 2} \text{ при включенном } R_9.$$

Исследуйте влияние значения величин элементов схемы на частотные свойства усилителя, т.е.  $F_{\text{н}}$  -нижнюю и  $F_{\text{в}}$  – верхнюю (на уровне -3дБ) граничную частоту, при  $E_{\Gamma} = 10 \text{ мВ}$  и заполните таблицу 12.

Таблица 12

	$J_2$	$R_{\Gamma}$	$R_{\text{н}}$	$C_{\text{н}}=C_5$	$F_{\text{н}}$	$F_{\text{в}}$	$K_v$
1	5мкФ	1КОм	1КОм	-			
2	1мкФ	1КОм	1КОм	-			
3	5мкФ	10КОм	1КОм	-			

4	5мкФ	1КОм	10КОм	-			
5	5мкФ	1КОм	1КОм	4нФ			

где  $J_2 - C_3$  или  $C_4$ ,  $R_7 - R_1$  или  $R_2$ ,  $R_8 - R_8$  или  $R_9$ .

Откройте плоттер Боде (ХВР1). Выставьте величины указанные в таблице. Включите источник питания схемы. Определите коэффициент усиления  $K_v$  на частоте 1 КГц (рисунок 12).

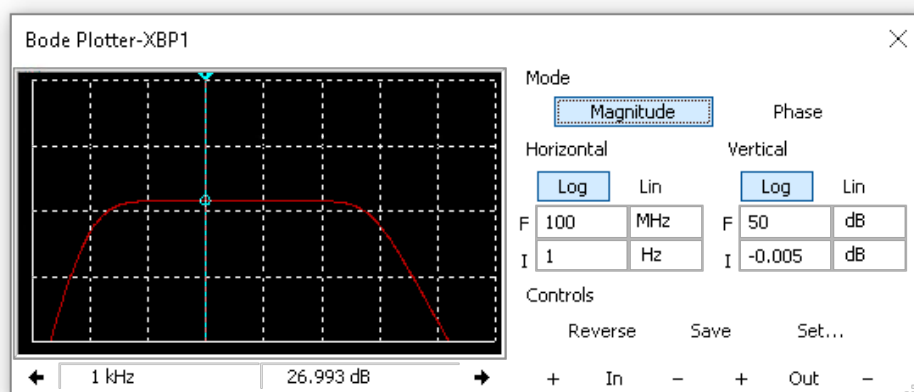


Рисунок 12

Перемещая курсор влево и вправо на величину уменьшения  $K_v$ (дБ) на -3 дБ зафиксируйте значения  $F_H$  и  $F_H$  (рисунок 13,14).

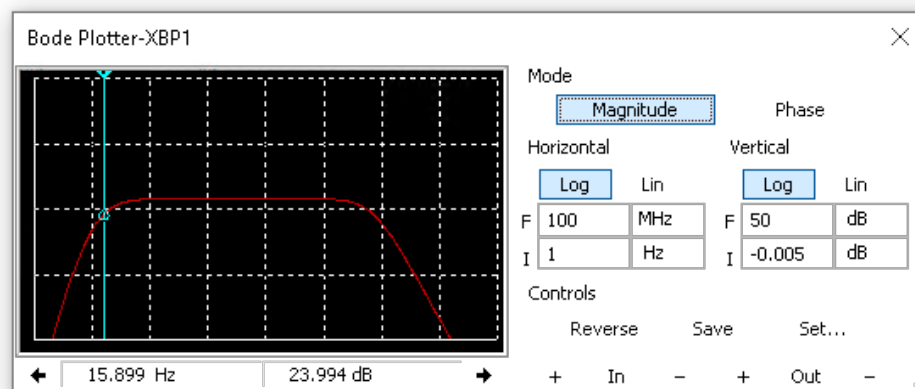


Рисунок 13

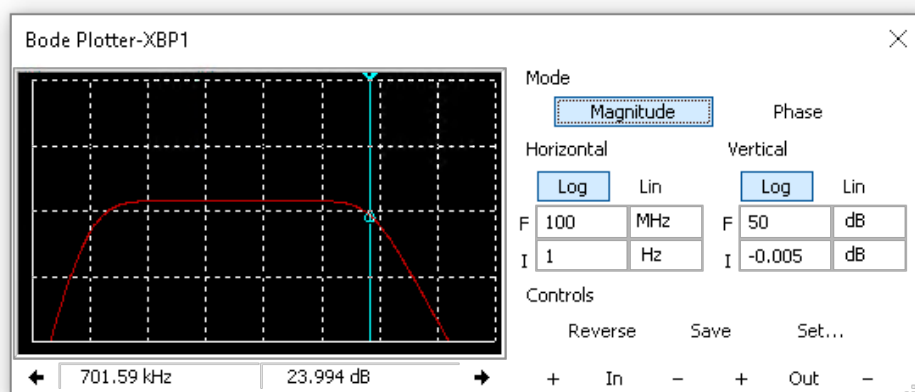


Рисунок 14

Повторите измерения для других номиналов элементов из таблицы 2.

Проанализируйте результаты.

### Содержание отчёта

1. Наименование и цель работы.
2. Электрические расчётные схемы и схемы цепи, собранные в Multisim.
3. Расчётные формулы.
4. Графики рабочей точки и амплитудной характеристики.
5. Таблицы с расчётными и экспериментальными данными.
6. Выводы по работе.