

Лабораторная работа №3.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА С ЁМКОСТНОЙ СВЯЗЬЮ.

1. Макетная схема RC-каскада на биполярном транзисторе с эмиттерной стабилизацией представлена на рисунке 1.

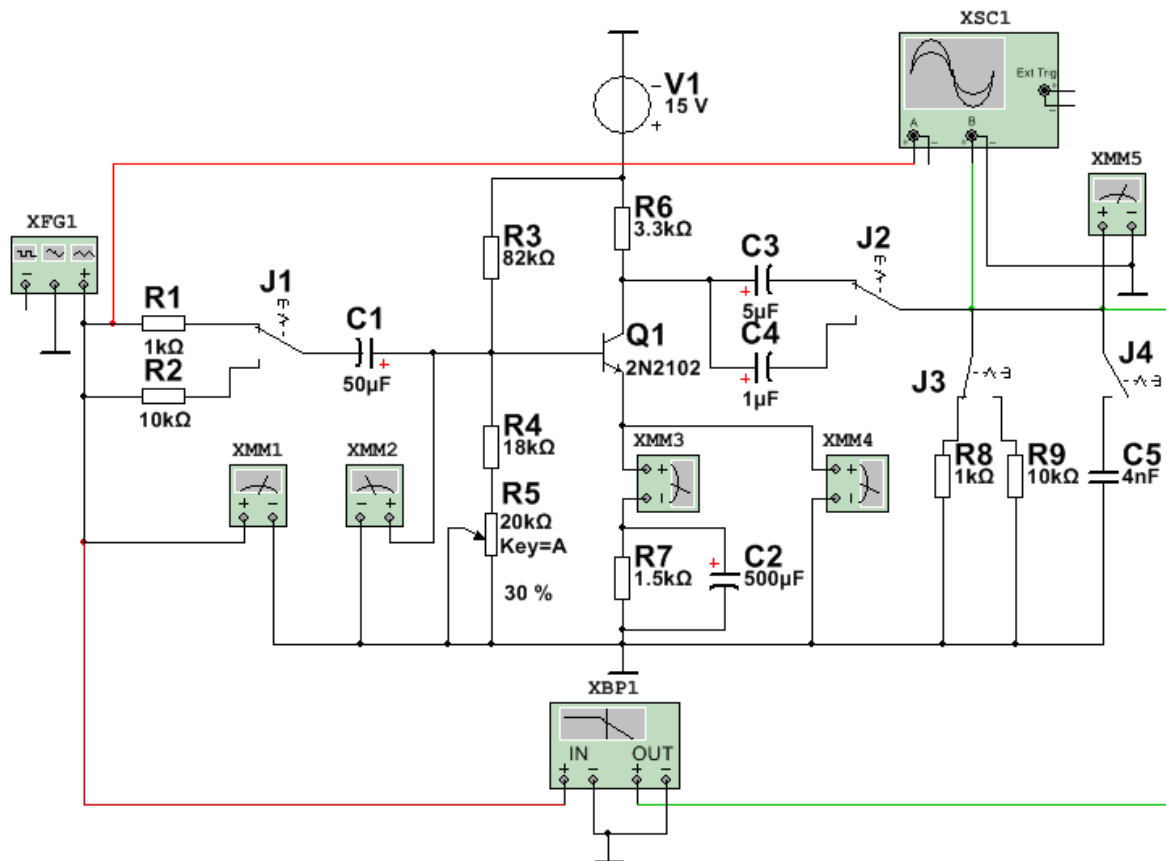


Рисунок 1.

1.1 Зарисуйте схему и ознакомьтесь с назначением элементов:

- 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 ($r_{\text{вых}}$);
- ёмкость C_5 – ёмкостная нагрузка усилителя;
- мультиметр ХММ1 – измеряет действующее значение генератора (e_{Γ});
- мультиметр ХММ2 – измеряет постоянное ($U_{\text{Б}}$) и переменное ($U_{\text{ВХ}}$) напряжение на базе транзистора;
- мультиметр ХММ3 – измеряет эмиттерный ток покоя ($I_{\text{Э}} \sim I_{\text{К}}$);
- мультиметр ХММ4 – измеряет постоянное напряжение на эмиттере транзистора ($U_{\text{Э}}$);
- мультиметр ХММ5 – измеряет выходное напряжения ($U_{\text{ВЫХ}}$);
- ключи $J_1 - J_4$ позволяют изменять номиналы элементов схемы;
- ХСC1 – двухканальный осциллограф;
- ХВР1 – плоттер Боде, позволяет исследовать амплитудно-частотную характеристику.

2. Определение режима каскада по постоянному току.

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

2.2 Запустите моделирование и измерьте значения $I_{\text{К}}$, $U_{\text{Б}}$ и $U_{\text{Э}}$. Рассчитайте режим работы биполярного транзистора:

$$U_{\text{БЭ}} = U_{\text{Б}} - U_{\text{Э}},$$

$$U_{\text{КЭ}} = E_{\text{В1}} - I_{\text{К}}R_6 - U_{\text{Э}}.$$

2.3 Снять и построить нагрузочную линию $I_{\text{К}} = f(E_{\text{П}})$, где $E_{\text{П}} = (E_{\text{В1}} - U_{\text{Э}})$. Для этого изменять величину сопротивления R_5 от 20% до 100% и измерять значения $I_{\text{К}}$ и $U_{\text{Э}}$ по мультиметрам ХММ3 и ХММ4. Изменения вносить при выключенном моделировании.

На графике отметить рабочую точку транзистора (приблизительно середина графика) и с помощью R_5 выставить соответствующий ток $I_{\text{К}}$.

3. Исследование усилительного каскада с ёмкостной связью по переменному току.

3.1 Включите мультиметры ХММ1, ХММ2 и ХММ5 в режим измерения переменного напряжения и установите их на экране дисплея для удобного снятия показаний (рис.2)

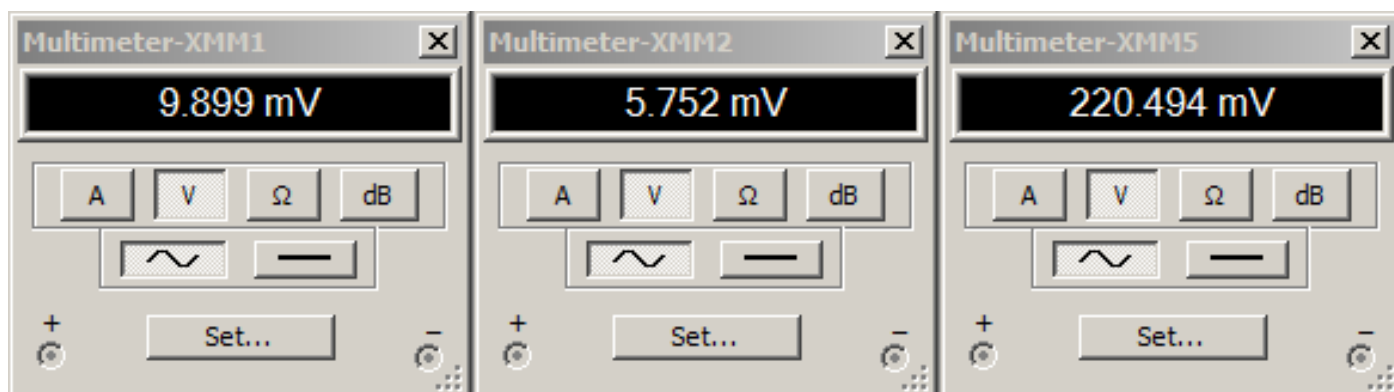


Рисунок 2.

3.2 Снимите и постройте амплитудную характеристику $U_{\text{вых}} = f(e_{\Gamma})$ для двух значений сопротивления нагрузки $R_{\text{H}} = R_8 = 1\text{КОм}$ и $R_{\text{H}} = R_9 = 10\text{КОм}$ 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 1

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

На осциллографе XSC1 отображаются входной и выходной сигналы.

3.3 Рассчитайте коэффициент усиления каскада:

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

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

$$r_{\text{вх}} = \frac{R_{\Gamma}}{\frac{e_{\Gamma}}{U_{\text{вх}}} - 1} \quad U_{\text{вх}} - \text{напряжение на базе транзистора, на мультиметре ХММ2.}$$

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

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

3.6 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 $E_{\Gamma} = 10 \text{ мВ}$

Таблица 2

	J_2	R_{Γ}	$R_{\text{Н}}$	$C_{\text{Н}}=C_5$	$F_{\text{Н}}$	$F_{\text{В}}$	K_{V}
1	5мкФ	1КОм	1КОм	-			
2	1мкФ	1КОм	1КОм	-			
3	5мкФ	10КОм	1КОм	-			
4	5мкФ	1КОм	10КОм	-			
5	5мкФ	1КОм	1КОм	4нФ			

где $J_2 - C_2$ или C_4 , $R_{\Gamma} - R_1$ или R_2 , $R_{\text{Н}} - R_8$ или R_9 .

Перед изменением схемы выключать моделирования схемы.

3.7 Откройте плоттер Боде (ХВР1). Выставьте величины указанные в таблице. Включите источник питания схемы. Определите коэффициент усиления K_{V} на частоте 1 КГц (рис.3).

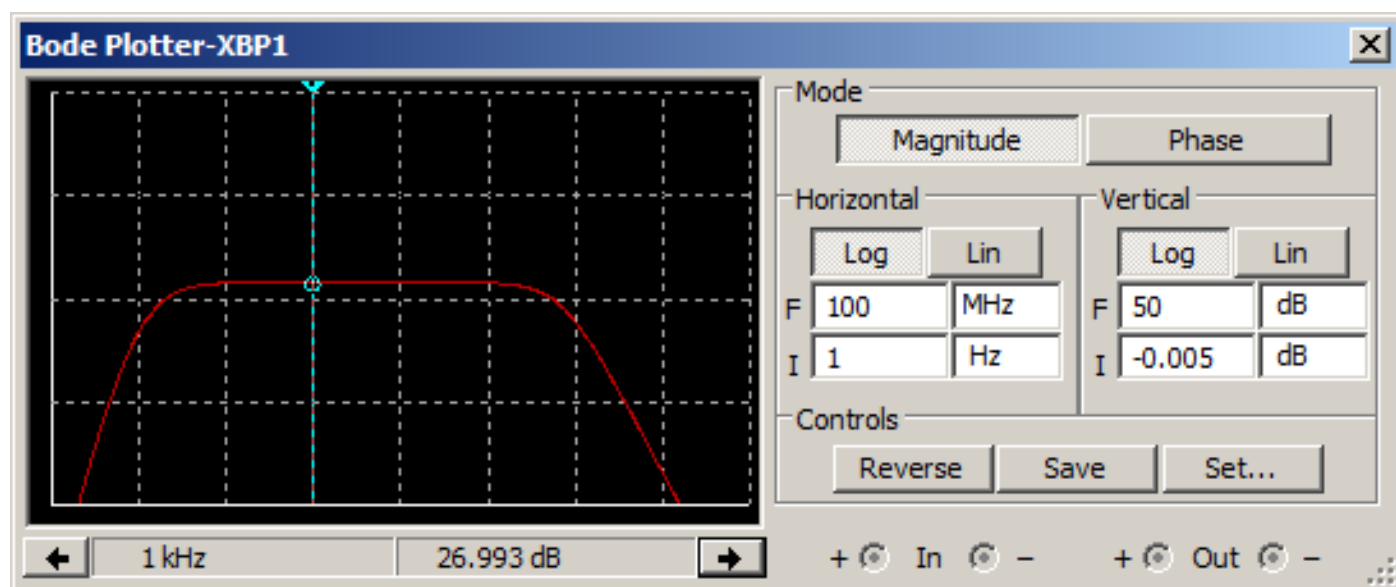


Рисунок 3.

Перемещая курсор влево и вправо на величину уменьшения $K_{\text{V}}(\text{дБ})$ на -3 дБ зафиксируйте значения $F_{\text{Н}}$ и $F_{\text{В}}$ (см. рис.4 и рис.5).

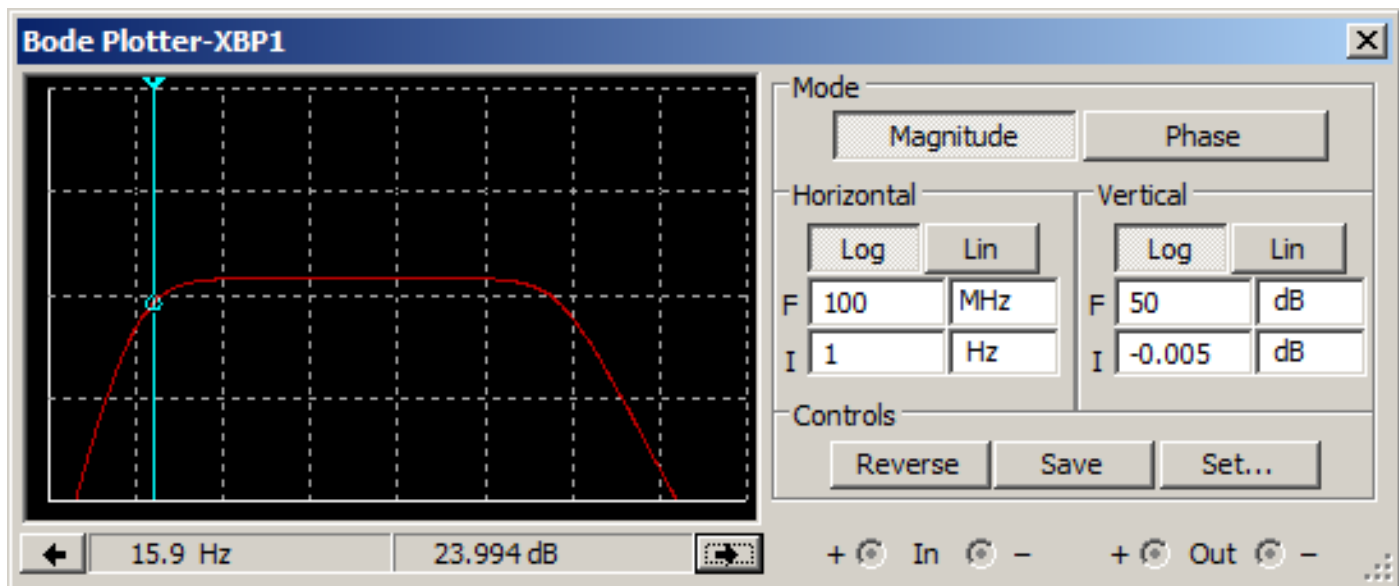


Рисунок 4

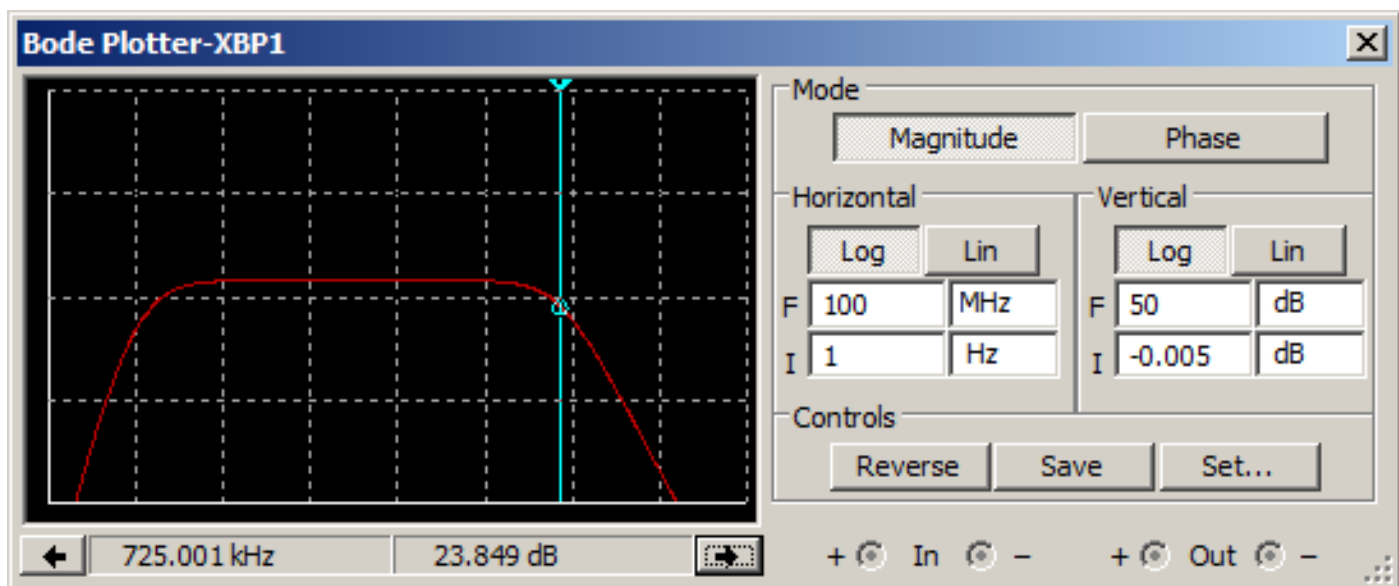


Рисунок 5

Повторите измерения для других номиналов элементов из таблицы 2.

3.8 Проанализируйте результаты.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Гусев В.Г., Электроника. / В.Г. Гусев, Ю.М Гусев. – М. : Высшая школа, 1991 г. – 617 с
2. Титце У., Полупроводниковая схемотехника. В 2 т. : Пер. с нем. / У. Титце, К. Шенк. – М. : Додэка-XXI, 2008. – 832 с