

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

### Цель работы

Исследование биполярных и полевых транзисторов.

Учебные задания и методические указания к их выполнению

### Биполярный транзистор

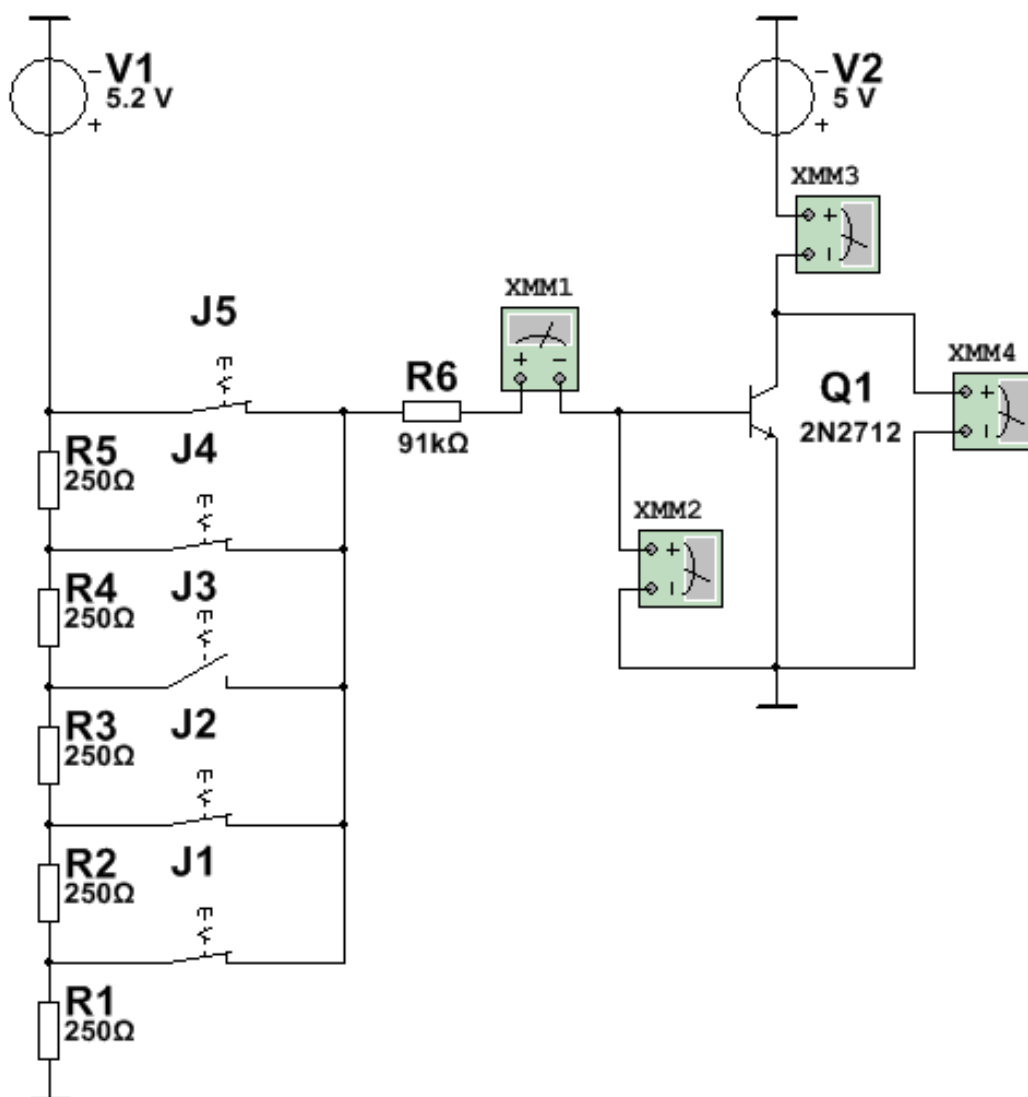


Рисунок 5

### Назначение элементов схемы

- делитель напряжения  $R_1 - R_5$ , ключи  $J_1 - J_5$  и резистор  $R_6$  задают пять значений тока базы ( $I_B$ );
- мультиметр ХММ1 измеряет ток базы ( $I_B$ );
- мультиметр ХММ2 измеряет напряжение база – эмиттер ( $U_{БЭ}$ );
- мультиметр ХММ3 измеряет ток коллектора биполярного транзистора;
- напряжение коллектор-эмиттер ( $U_{КЭ}$ ) устанавливается источником  $V_2$  и фиксируется мультиметром ХММ4.

### Задание 1 Построение семейства выходных ВАХ

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

В нечетных вариантах использовать транзистор с п-р-п структурой имеющий маркировку 2N2712.

В четных вариантах использовать транзистор с п-р-п структурой имеющий маркировку 2N1711.

Снять и построить семейство выходных ВАХ биполярного транзистора в схеме ОЭ при ступенчатом изменении входного тока базы ( $I_B$ ). Ступенчатое изменение осуществляется путем замыкания одного ключа, последовательно от первого до пятого.

$$I_k = f(U_{кэ}) \text{ при } I_B = \text{const}$$

Таблица 7

$U_{кэ}, В$	0.3	1	3	5	7	10
$I_{к1}(\text{при } I_{Б1}), мА$						
$I_{к2}(\text{при } I_{Б2}), мА$						
$I_{к3}(\text{при } I_{Б3}), мА$						
$I_{к4}(\text{при } I_{Б4}), мА$						
$I_{к5}(\text{при } I_{Б5}), мА$						

Мультиметры ХММ1 и ХММ3 необходимо включить в режим измерения постоянного тока, а мультиметры ХММ2 и ХММ4 в режим измерения постоянного напряжения.

Установить значение источника  $V_2$  равное 5 В.

Включая поочередно ключи  $J_1 - J_5$  зафиксировать значения токов базы ( $I_{Б1} - I_{Б5}$ ).

Выставить напряжение  $U_{кэ} = 0.3 В$  и последовательно изменяя ток базы от  $I_{Б1} - I_{Б5}$  перенести значения токов коллектора  $I_{к1} - I_{к5}$  в таблицу 7.

Повторить измерение для других значений  $U_{кэ}$  (см. таблицу 7).

## Задание 2 Расчет коэффициента усиления и выходного сопротивления

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} \text{ при } U_{кэ} = 5 В \quad \text{и} \quad r_{вых} = \frac{\Delta U_{кэ}}{\Delta I_K} \text{ при } I_б = I_{б3}$$

Для вычисления  $r_{вых}$  необходимо взять ближайшие показания  $U_{кэ}$  3В или 7В.

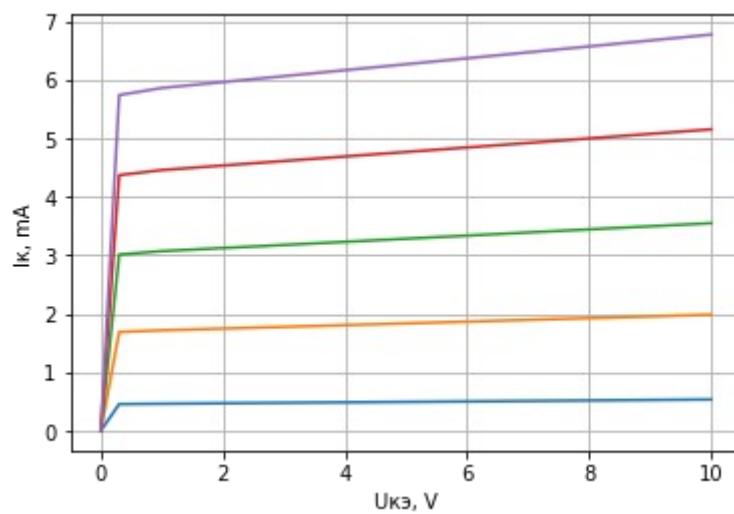


Рисунок 6 Семейство выходных ВАХ биполярного транзистора

### Задание 3 Построение входной ВАХ

Снять и построить входную ВАХ биполярного транзистора при  $U_{кэ} = 5V$ .

$I_B = f(U_{БЭ})$  при  $U_{кэ} = 5V$ .

Таблица 8

$I_B$	$I_{B1}$	$I_{B2}$	$I_{B3}$	$I_{B4}$	$I_{B5}$
$I_B, \text{мкА}$					
$U_{БЭ}, V$					

### Задание 4 Расчет входного сопротивления

По таблице 8 рассчитать входное дифференциальное сопротивление ( $r_{вх}$ ) по формуле:

$$r_{вх} = \frac{\Delta U_{БЭ}}{\Delta I_B} \text{ при } I_{\sigma} = I_{\sigma 3}$$

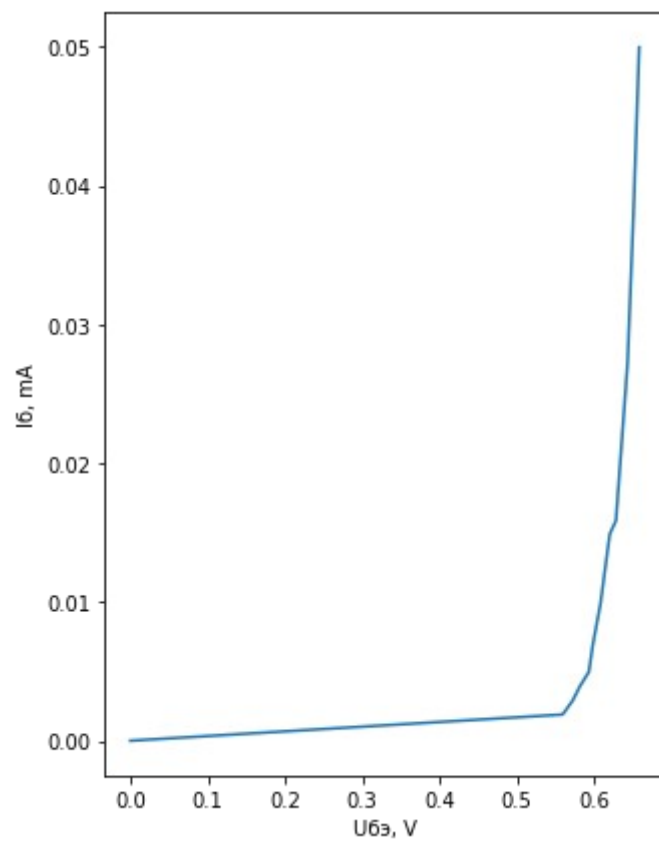


Рисунок 7: ВАХ биполярного транзистора

Для вычисления  $r_{вх}$  необходимо взять ближайшие показания  $I_{Б4}$  или  $I_{Б2}$ .

## Полевой транзистор с р–п затвором

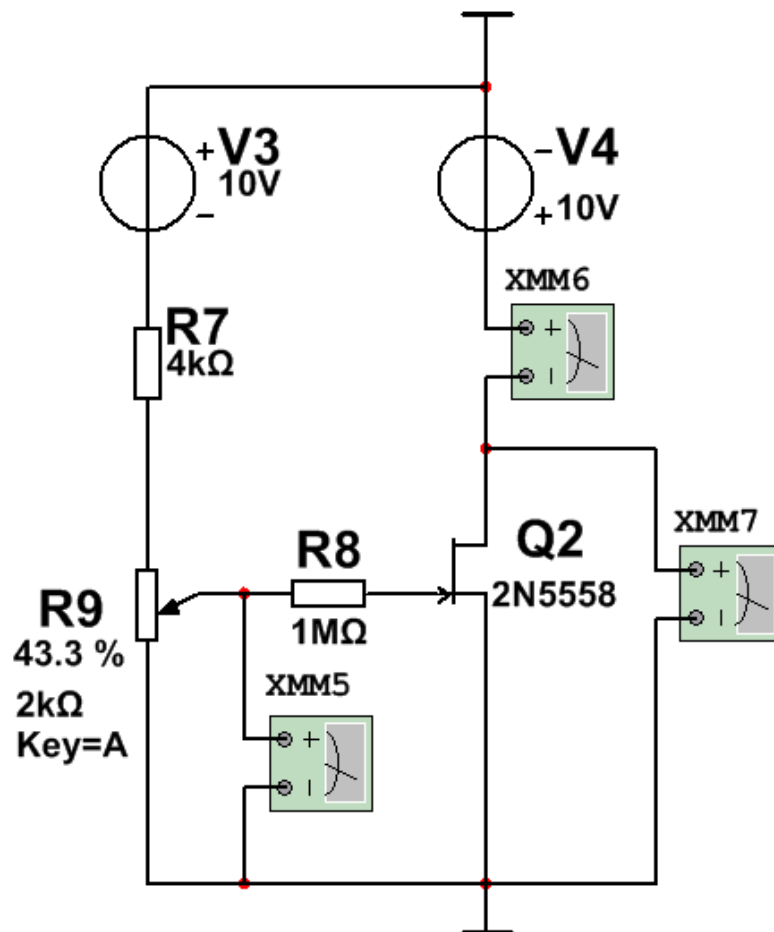


Рисунок 8

### Назначение элементов схемы

- мультиметр XMM6 измеряет ток стока ( $I_c$ );
- мультиметры XMM5 и XMM7 показывают напряжение  $U_{зи}$  и  $U_{си}$ ;
- потенциометр  $R_9$  задает напряжение на затворе относительно истока;
- источник постоянного напряжения  $V_4$  задает напряжение  $U_{си}$ .

### Задание 5 Построение стоко-затворной характеристики

Задать напряжение источника  $V_3$   $E = 9 + \sqrt{N}$  (в вольтах), где  $N$  — номер по списку.

В нечетных вариантах использовать транзистор имеющий маркировку 2N5558.

В четных вариантах использовать транзистор имеющий маркировку 2N5397.

Снять и построить стоко-затворную характеристику полевого транзистора.

$I_C = f(U_{зи})$  при  $U_{си} = 5 \text{ В}$ .

Таблица 9

$U_{зи}, \text{ В}$	0							$U_{отс} =$
$I_C, \text{ мА}$	$I_{C.НАС} =$							$I_C = 0$

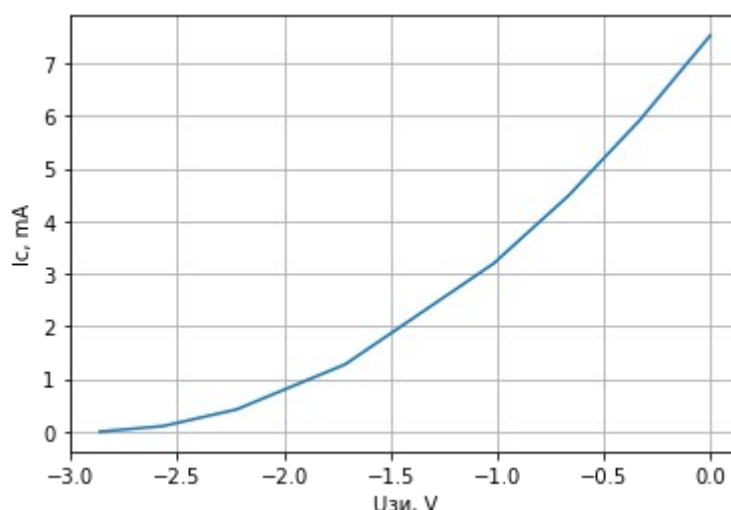


Рисунок 9: Стоко-затворная характеристика полевого транзистора

Мультиметр ХММ6 включить в режим измерения постоянного тока, а мультиметры ХММ5 и ХММ7 в режим постоянного напряжения.

При помощи потенциометра  $R_9$  устаноить напряжение  $U_{зи} = 0$  (максимально близким к нулю) и зафиксировать значение  $I_{C.НАС}$ .

При помощи потенциометра  $R_9$  добиться показания  $I_C$  близкое к нулю и зафиксировать значение напряжения отсечки ( $U_{отс}$ ).

Разбить напряжение  $U_{ЗИ}$  от  $U_{ОТС}$  до  $U_{ЗИ} = 0$  на 5 – 6 точек и заполнить таблицу 9.

### Задание 6 Расчет крутизны

Рассчитать крутизну в крайних точках таблицы ( $S_{МИН}$  при минимальном токе стока и  $S_{МАКС}$  при максимальном).

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{ЗИ}} \left( \frac{mA}{B} \right)$$

### Задание 7 Построение стоковой ВАХ

$$U_{ЗИ} = 0 \text{ и } U_{ЗИ} = \frac{U_{отс}}{2},$$

$$I_C = f(U_{СИ}) \text{ при } U_{ЗИ} = \text{const.}$$

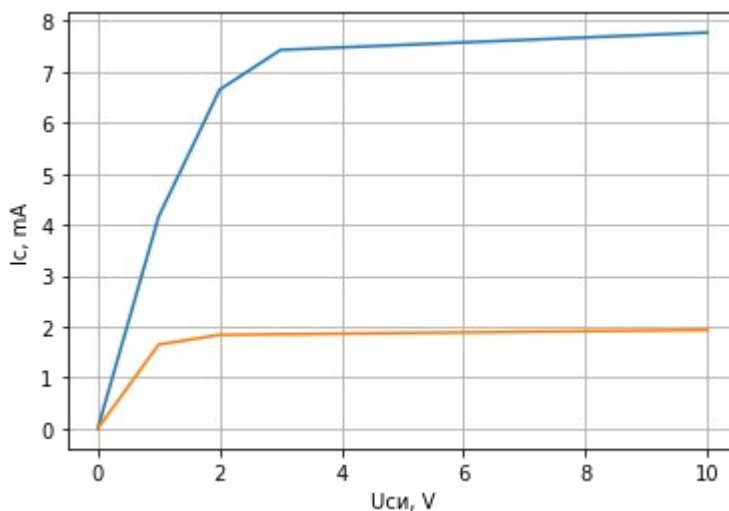


Рисунок 10: Стоковая ВАХ

Таблица 10

$U_{СИ}, V$	1	2	3	4	6	8	10
$I_{C.УЗИ} = 0, mA$							
$I_{C.УЗИ} = U_{ОТС}/2, mA$							



## **Содержание отчёта**

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