

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Схемотехника

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
на тему

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА

Выполнили:
студенты гр. 050504
Чеботарёв В.С.
Мороз А.Н.

Проверил:
ассист. каф. ЭВМ
Жук Д. С.

Минск 2022

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является:

- получение передаточной характеристики полевого транзистора в схеме с общим истоком;
- получение зависимости сопротивления канала полевого транзистора от напряжения затвор-исток;
- получение семейства выходных характеристик полевого транзистора в схеме с общим истоком;
- исследование работы транзисторного каскада с общим истоком.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В состав лабораторного стенда входят:

- базовый лабораторный стенд;
- лабораторный модуль Lab5A для исследования характеристик полевого транзистора типа КП303В (рисунок 2.1).



Рис 2.1. – Внешний вид модуля Lab5A для исследования характеристик полевого транзистора

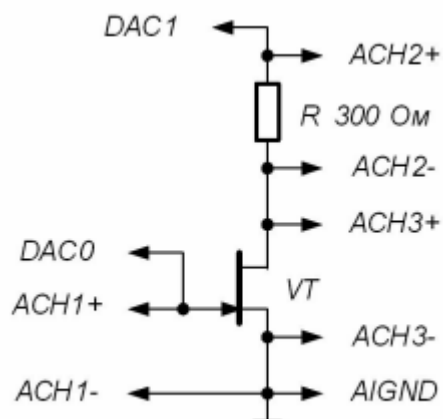


Рис. 2.2. – Принципиальная электрическая схема для исследования характеристик полевого транзистора

3 ХОД РАБОТЫ

3.1 Получение передаточной характеристики полевого транзистора в схеме с общим истоком

Для получения передаточной характеристики нужно подключить схему на рисунке 3.1.1.

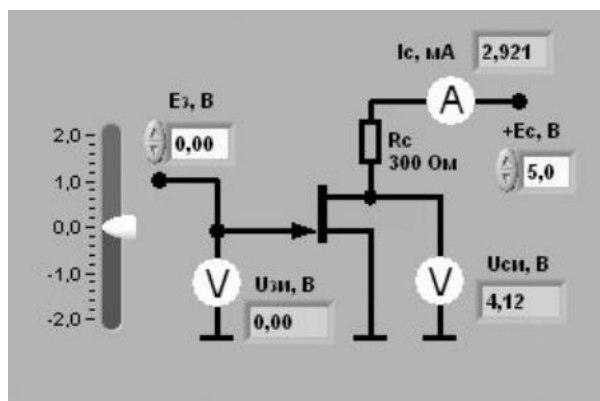


Рисунок 3.1.1 – Схема подключения полевого транзистора для получения передаточной характеристики

При установке значения напряжения питания стока E_c , равным 5 В, получим график зависимости выходного тока I_c транзистора от входного напряжения $U_{зи}$.

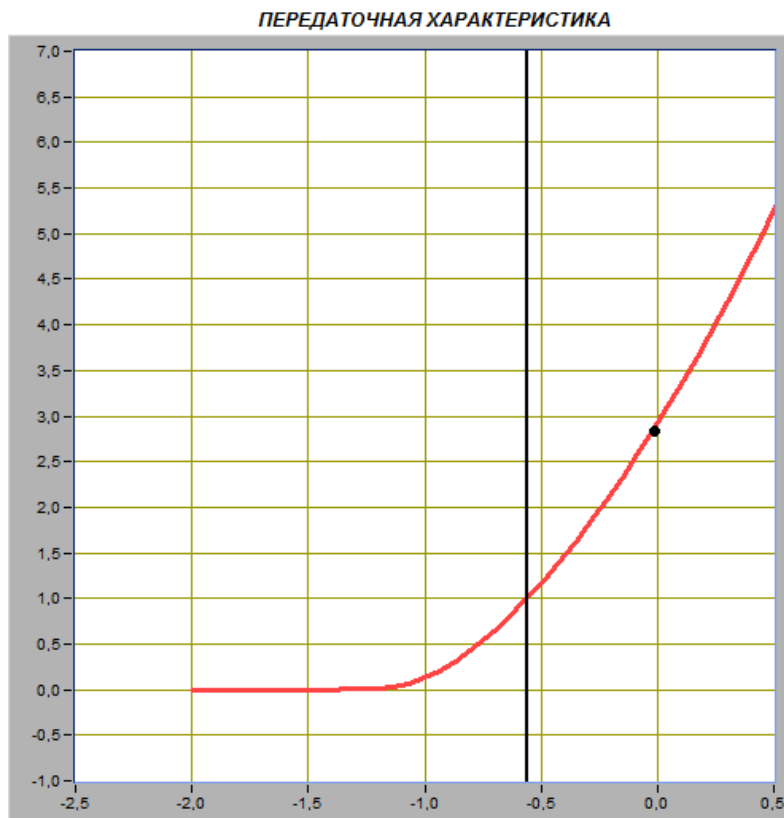


Рисунок 3.1.2 – График зависимости выходного тока I_c транзистора от входного напряжения $U_{зи}$

Изменяя напряжение источника ЭДС затвора E_3 и, установив значение тока стока I_c примерно равным 0,01 мА, получим значение напряжения отсечки затвор-исток $U_{зи.отс} = -1.23$ В.

Изменяя напряжение источника ЭДС затвора E_3 и, установив значение напряжения затвор-исток $U_{зи}$ равным 0 В, получим начальное значение тока стока $I_{c.нач} = 2.87$ мА.

Далее вычислим значение коэффициента k , учитывающего конструктивные и технологические параметры транзистора, по формуле:

$$k = \frac{I_{c.нач}}{(U_{зи.отс})^2} = \frac{2.87 \text{ мА}}{(-1.23)^2} = 1.897 \cdot 10^{-3}$$

Изменяя напряжение источника ЭДС затвора E_3 , установим значение напряжения затвор-исток $U_{зи}$ сначала равным $U_{зи.1} = -0,1$ В, а затем равным $U_{зи.2} = +0,1$ В, получим значения тока стока $I_{c.1} = 2.48$ мА и $I_{c.2} = 3.30$ мА.

Вычислим значение крутизны передаточной характеристики полевого транзистора в окрестности точки $U_{зи} = 0$ В по формуле:

$$S = \frac{I_{c.2} - I_{c.1}}{U_{зи.2} - U_{зи.1}} = \frac{3.30 \text{ мА} - 2.48 \text{ мА}}{0,1 \text{ В} - (-0,1) \text{ В}} = 4.1 \text{ мСм}$$

3.2 Получение зависимости сопротивления канала полевого транзистора от напряжения затвор-исток

Для получения зависимости сопротивления канала полевого транзистора от напряжения затвор-исток нужно подключить схему на рисунке 3.2.1.

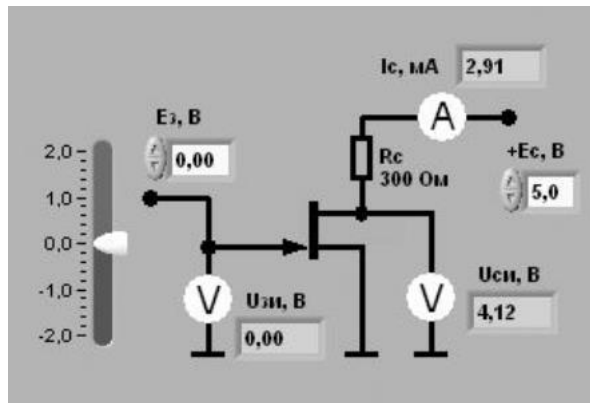


Рисунок 3.2.1 – Схема подключения полевого транзистора для исследования зависимости сопротивления канала

График зависимости сопротивления канала R_K полевого транзистора от напряжения затвор-исток $U_{зи}$ представлен на рисунке 3.2.2.

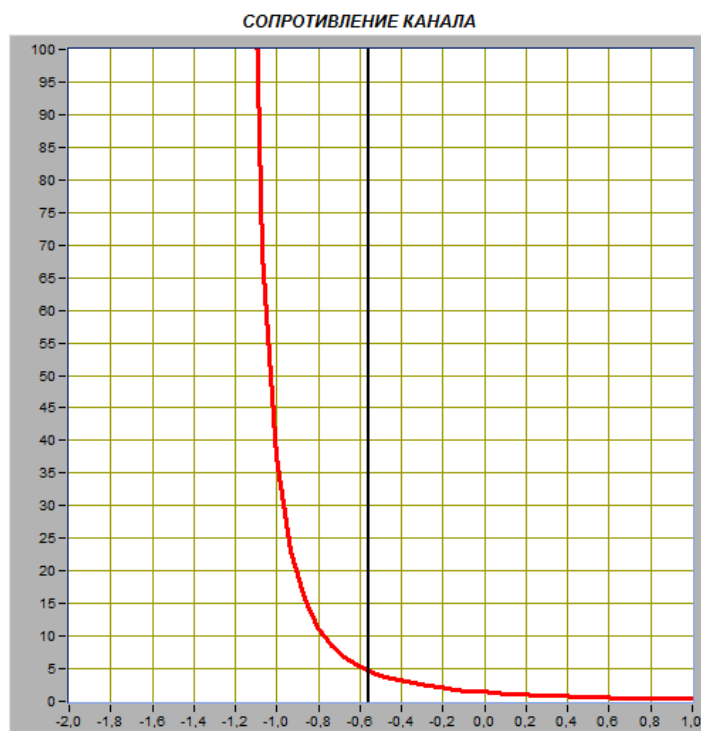


Рисунок 3.2.2 – График зависимости сопротивления канала R_K полевого транзистора от напряжения затвор-исток $U_{зи}$

Изменяя напряжение источника ЭДС затвора E_3 , установим значение тока стока I_C примерно равным 0,01 мА. Получим значение сопротивления $R_{к.макс} = 368.2$ кОм, соответствующее напряжению $U_{зи.отс} = -1.19$ В (закрытое состояние транзистора).

Изменяя напряжение источника ЭДС затвора, установим значение напряжения затвор-исток равным 0 В. Получим значение сопротивления $R_{к.мин} = 1.4$ кОм, соответствующее напряжению $U_{зи} = 0$ В (открытое состояние транзистора).

3.3 Получение семейства выходных характеристик полевого транзистора в схеме с общим истоком

На рисунке 3.3.1 представлены графики зависимостей тока стока I_C от напряжения сток-исток $U_{си}$, полученные при плавном изменении напряжения на стоке транзистора от 0 до 10 В и фиксированных значениях напряжения источника ЭДС затвора $U_{зи} = -1,5$ В; $-1,0$ В; $-0,5$ В; 0 В; $+0,5$ В.

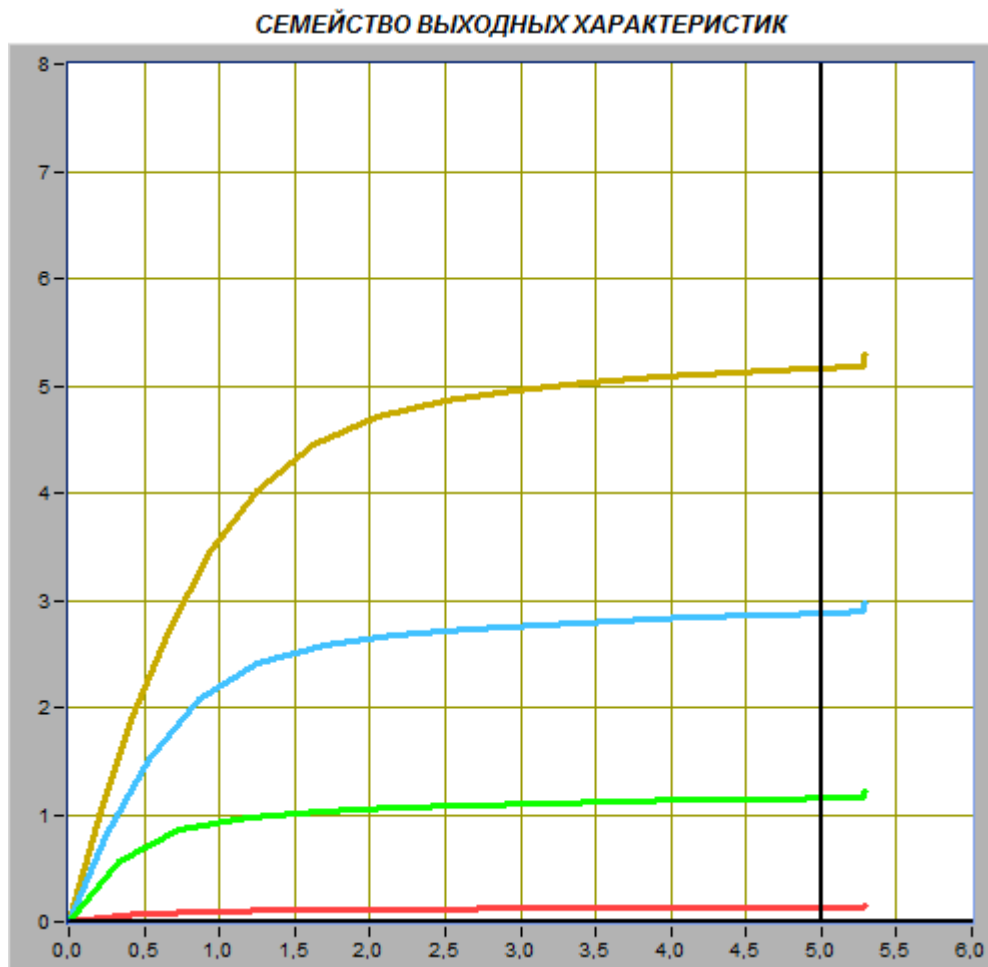


Рисунок 3.3.1 – Графики зависимостей тока стока I_C от напряжения сток-исток $U_{си}$

Получим соответствующие значения ток стока I_C , при фиксированном напряжении сток-исток, равном $U_{СИ} = 5$ В.

Color	$U_{СИ}$, В	I_C , мА
Blue	- 1.5	0
Red	-1.0	0.13
Green	- 0.5	1.14
SkyBlue	0	2.88
Yellow	0.5	5.16

Определим крутизну передаточной характеристики транзистора S при изменении напряжения затвор-исток в диапазоне от $-0,5$ В до $0,5$ В по формуле:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{ЗИ}} = \frac{5,16 - 1,14 \text{ мА}}{0,5 - (-0,5) \text{ В}} = 4,02 \text{ мСм}$$

Построим на графике выходных характеристик транзистора линию нагрузки по двум точкам: точка $E_C = 5$ В на оси абсцисс и точка $I_C = E_C/R_C = 2,645$ мА на оси ординат. График представлен на рисунке 3.3.2.

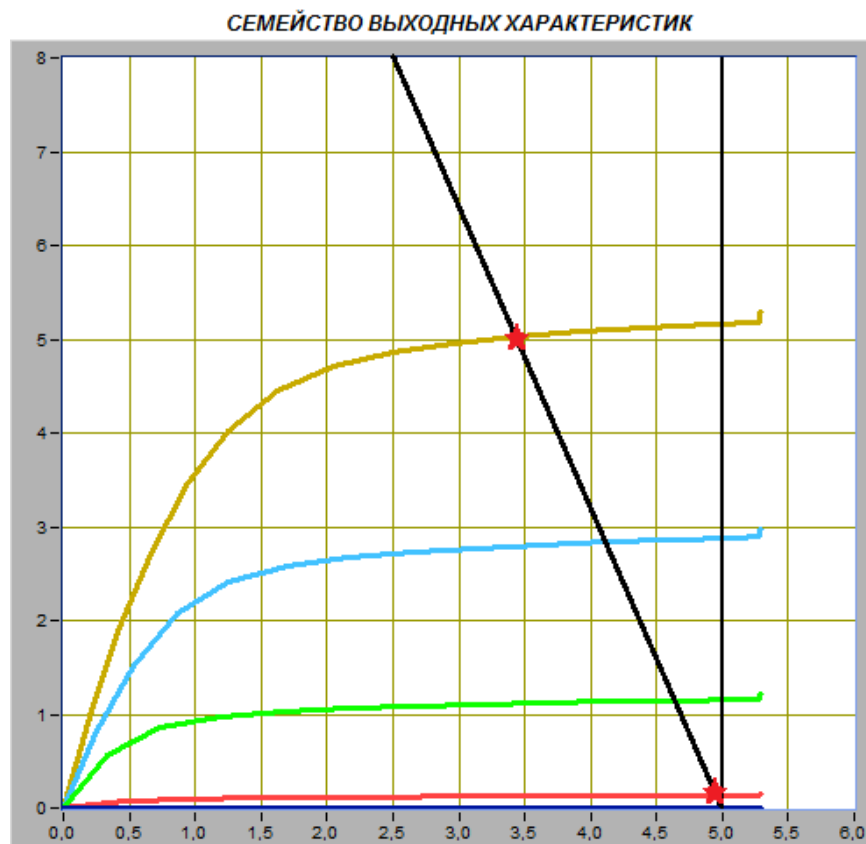


Рисунок 3.3.2 – Линия нагрузки на графике выходных характеристик

Оценим границы активного режима транзисторного каскада, которые определяются координатами ($I_{C.макс}$, $U_{си.мин}$ и $I_{C.мин}$, $U_{си.макс}$) точек пересечения линии нагрузки с выходными характеристиками, полученными, соответственно, при значениях напряжения затвор-исток $-1,0$ В и $+0,5$ В.

Тогда $I_{C.мин} = 0,13$ мА, $I_{C.макс} = 5,16$ мА, $U_{си.мин} = 3.24$ В, $U_{си.макс} = 4.91$ В.

Вычислим ток стока $I_C^* = I_{C.макс} - I_{C.мин} = 2.645$ мА для средней точки активного режима, и определим по передаточной характеристике соответствующее значение напряжения затвор-исток $U_{зи}^* = -0.08$ В.

3.3 Исследование работы транзисторного каскада с общим истоком

Установим амплитуду напряжения источника входного гармонического напряжения $u_{вх.т} = 0$ В, и величину напряжения источника ЭДС стока $E_C = 5$ В.

В ходе измерений, можно заметить, что расчетная нагрузочная прямая совпадает с прямой, построенной компьютером. Из этого следует, что мы достаточно точно выполнили расчеты и верно построили нагрузочную прямую.

Установим напряжение источника ЭДС затвора E_3 , равное значению $U_{зи}^* = -0.08$ В, полученному ранее в пункте 3.3. Измерим параметры статического режима транзисторного усилителя с общим истоком.

Таблица 1 – Параметры статического режима транзисторного усилителя с общим истоком.

$U_{зи}$, В	I_C , мА	$U_{си}$, В
-0.08 В	2.51 мА	4.22 В

Плавно увеличивая амплитуду входного сигнала $u_{вх.т}$, получим максимальный неискаженный выходной сигнал. Полученные сигналы представлены на рисунке 3.5 и рисунке 3.6. В ходе проделанных измерений, мы сопоставили осциллограммы. По ним видно, что они находятся в противофазе.

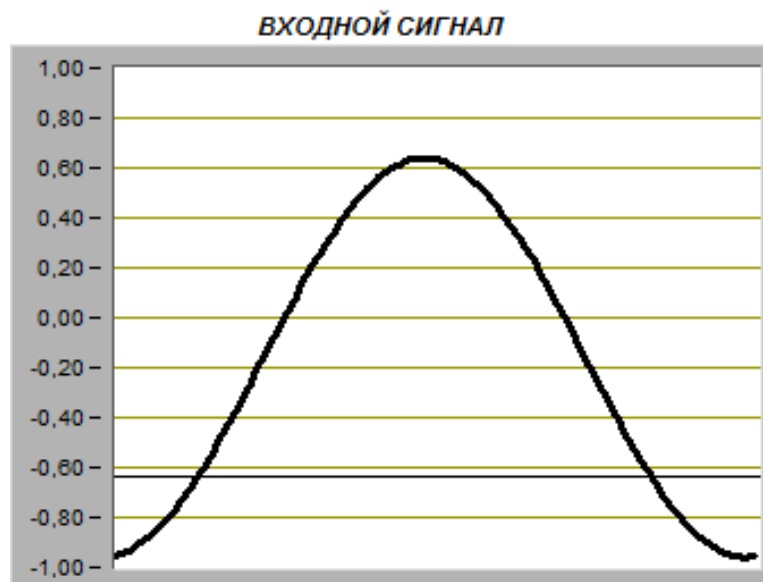


Рисунок 3.5 – Осциллограмма входного сигнала

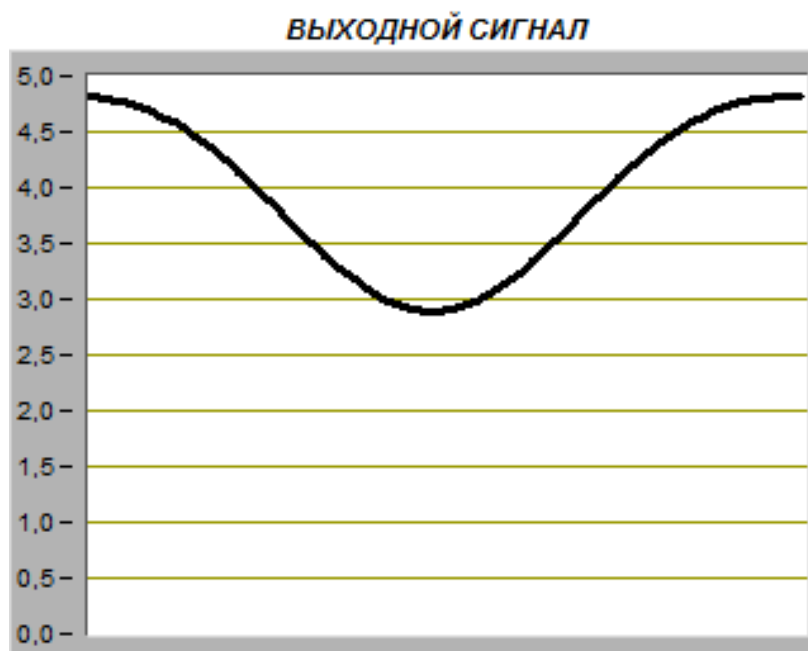


Рисунок 3.6 – Осциллограмма выходного сигнала

Измерим значения амплитуд входного $U_{ВХ}$ и выходного $U_{ВЫХ}$ сигналов. Получим амплитуду $U_{ВХ.М} = 0,7$ В и амплитуда $U_{ВЫХ.М} = 0,835$ В. Используя полученные значения амплитуды входного и выходного сигналов, определим коэффициент усиления транзисторного каскада по формуле:

$$K_u = U_{ВЫХ.М} / U_{ВХ.М} = 1,19$$

Вычислите коэффициент усиления транзисторного каскада по формуле:

$$K_y = S * R_c = 1.206$$

S – значение крутизны, полученное в пункте 3.3.

При расчете коэффициента усиления мы пренебрегли точностью значения сопротивления цепи. Таким образом, учитывая пренебрежения, а также погрешности и округления, расчетное значение коэффициента усиления получилось приблизительно равно измеренному.

Исследуем, как влияет положение рабочей точки на работу транзисторного каскада с общим истоком. Меняя напряжение источника ЭДС затвора E_z , и изменяя значение напряжения затвор-исток примерно на 30% от величины $U_{зи*}$, полученной в пункте 3.3, сначала в сторону увеличения (рисунок 3.7 и рисунок 3.8), а затем в сторону уменьшения (рисунок 3.9 и рисунок 3.10).

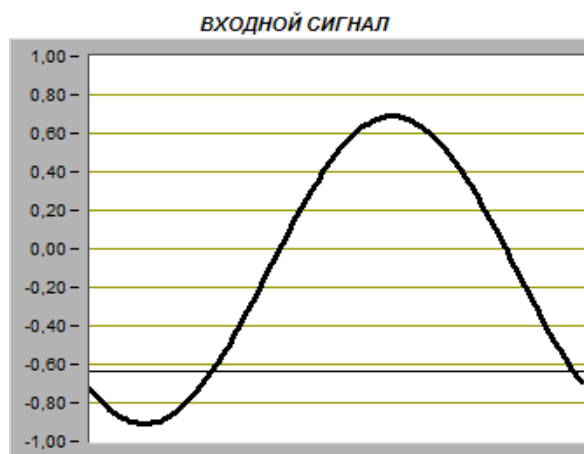


Рисунок 3.7 – Осциллограмма входного сигнала

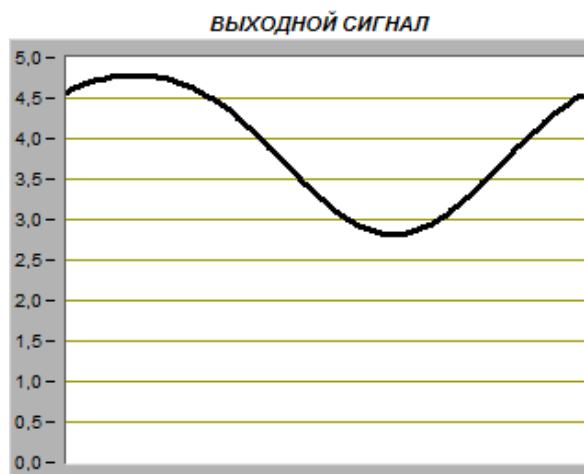


Рисунок 3.8 – Осциллограмма выходного сигнала

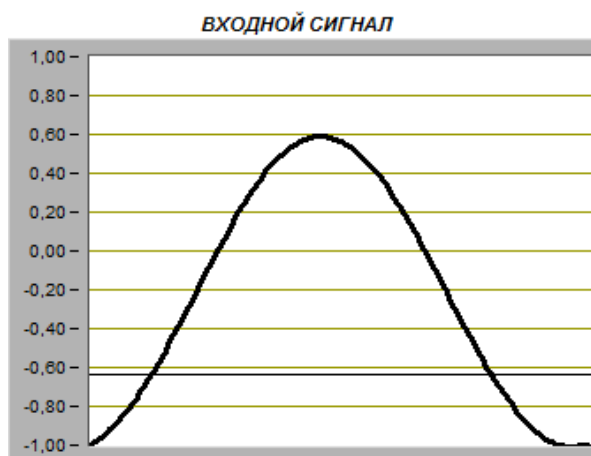


Рисунок 3.9 – Осциллограмма входного сигнала

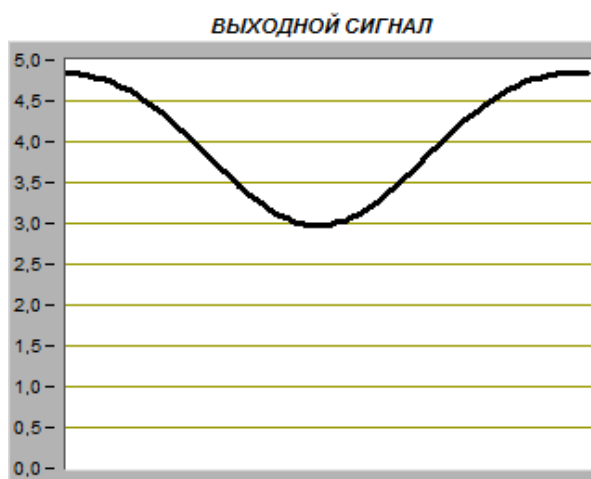


Рисунок 3.10 – Осциллограмма выходного сигнала

Амплитуда выходного сигнала меняет свое положение, из-за того, что меняется положение рабочей точки. Смещение рабочей точки также влияет на смещение выходного сигнала.

3 ВЫВОДЫ

В ходе выполнения лабораторной работы были исследованы характеристики полевого транзистора, а именно, определены коэффициент передачи транзистора по постоянному току, передаточной характеристики полевого транзистора в схеме с общим истоком, получена зависимость сопротивления канала полевого транзистора от напряжения затвор-исток, получено семейство выходных характеристик полевого транзистора в схеме с общим истоком, исследована работа транзисторного каскада с общим истоком.