



IITMO

Лабораторная работа №3

«Исследование характеристик полевого транзистора»

Исследование характеристик полевого транзистора

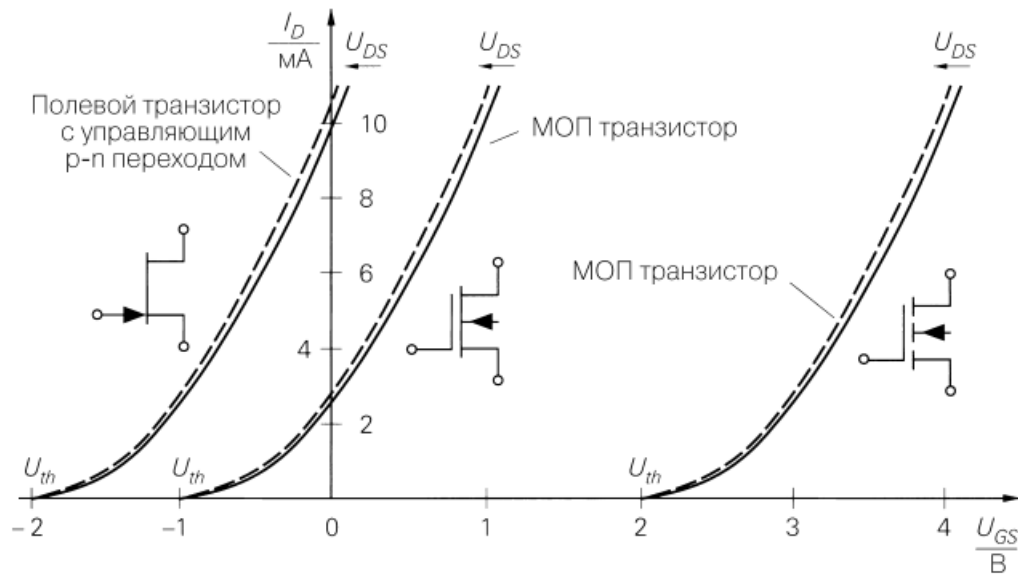


Цель работы – углубленное изучение полевых транзисторов, снятие вольтамперных характеристик полевого транзистора, расчет усилительного каскада с общим истоком, моделирование усилительного каскада в LtSpice.



Исследование характеристик полевого транзистора

Входная (передаточная) характеристика полевого транзистора (зависимость тока стока от напряжения затвор-исток) [1]



Технические характеристики AONR66406 :

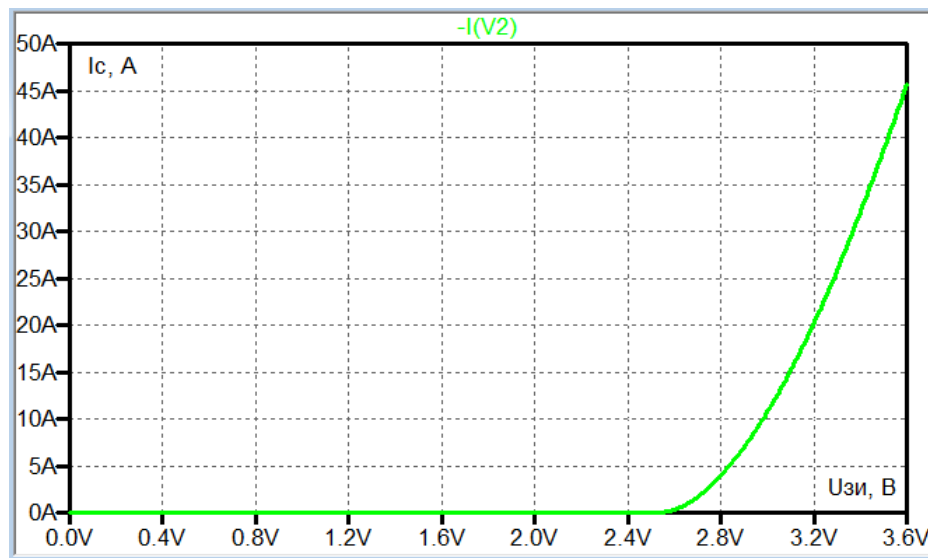
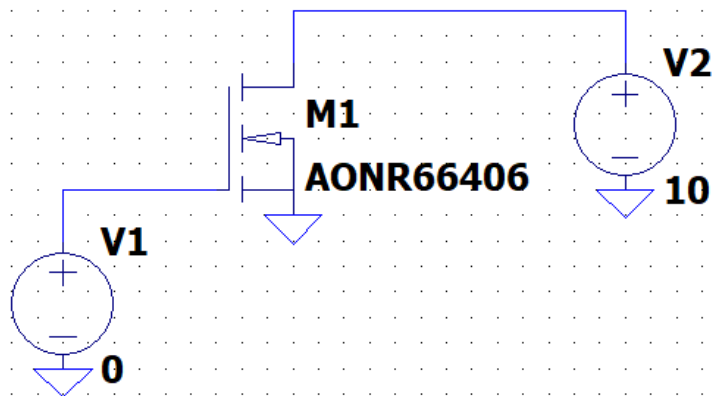
- Ток стока $I_C = 30 \text{ A}$ (I_D);
- Напряжение сток-исток $U_{СИ} = 40 \text{ В}$ (U_{DS})
- Пороговое напряжение затвора $U_{пор} = 1,5 \dots 2,5 \text{ В}$ ($V_{GS(th)}$) - Gate Threshold Voltage
- Рассеиваемая мощность $P = 27 \text{ Вт}$ (P_D)



Исследование характеристик полевого транзистора

Передаточная характеристика

.dc V1 0 3.6 0.01

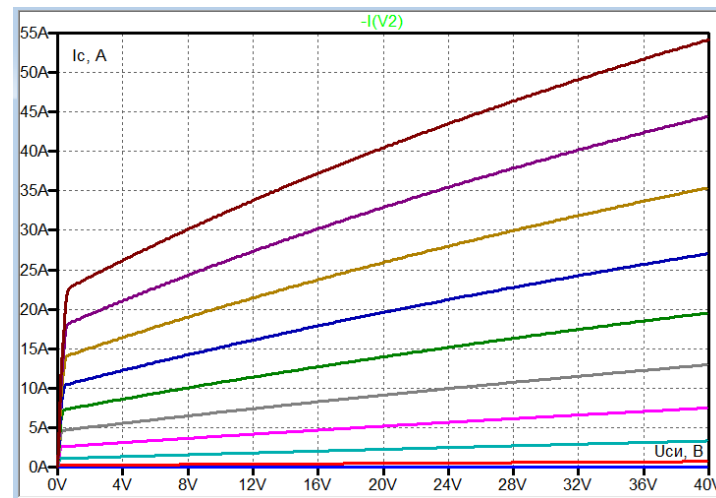
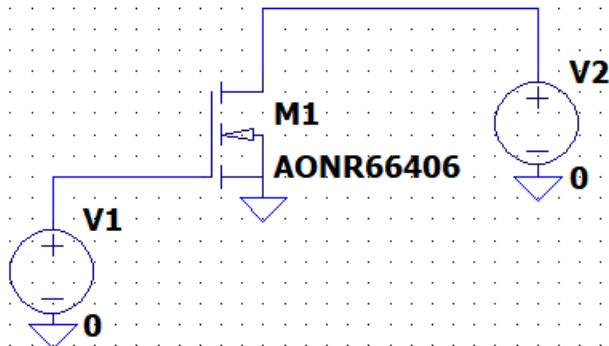


Исследование характеристик полевого транзистора

Семейство выходных ВАХ – зависимость тока стока от напряжения между стоком и истоком при постоянном значении напряжения затвор-исток

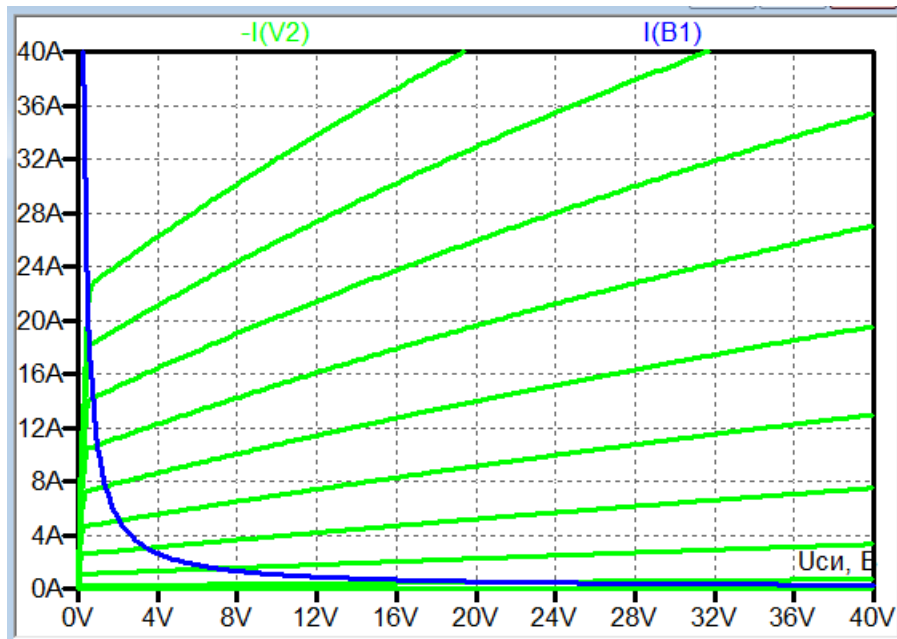


.dc V2 0 40 0.1 V1 2.4 3.4 0.1



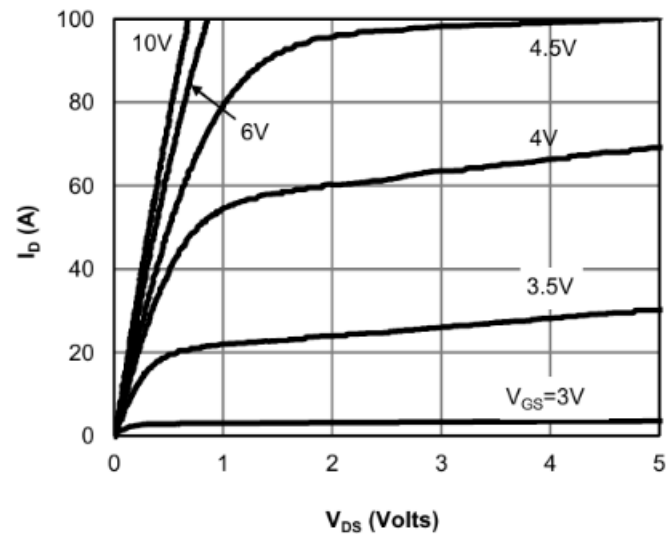
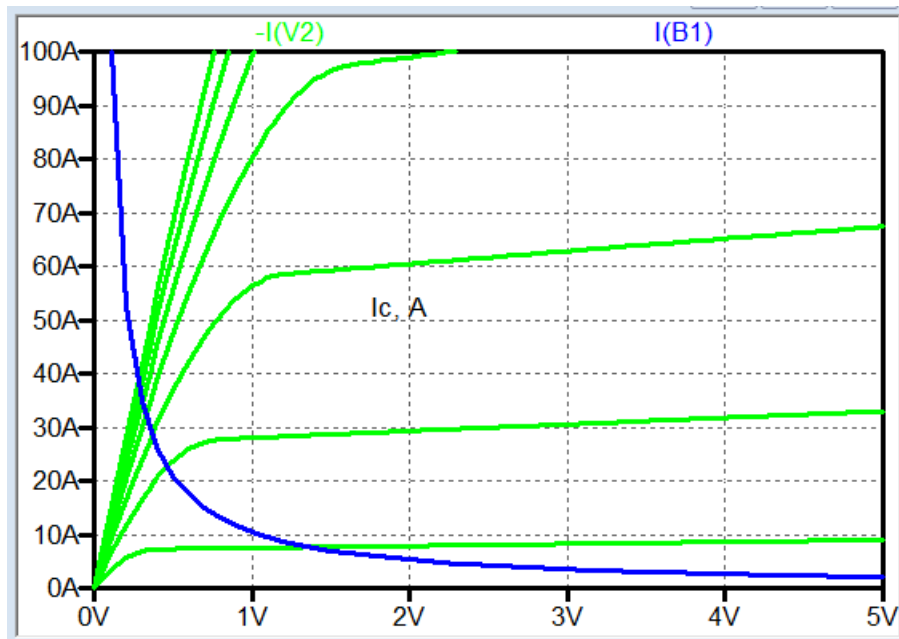
Исследование характеристик полевого транзистора

Добавим линию максимальной мощности



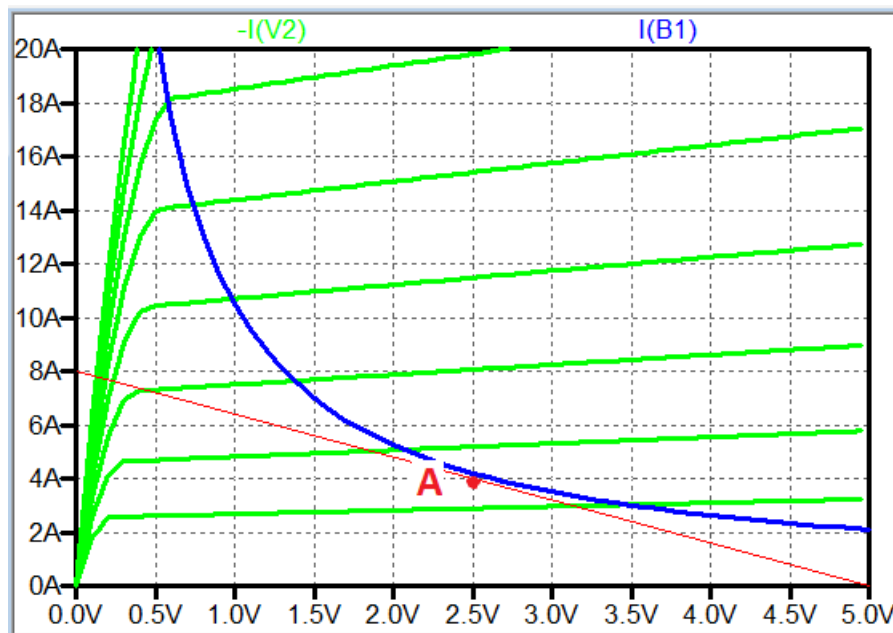
Исследование характеристик полевого транзистора

Сравним результаты с паспортными данными



Исследование характеристик полевого транзистора

На ВАХ в рабочем диапазоне нанесем нагрузочную линию



Выберем рабочую точку (A)

$$U_{\text{СИ}_0} = 2,5 \text{ В};$$

$$I_{C_0} = 4 \text{ А};$$

$$U_{\text{ЗИ}_0} = 2,95 \text{ В}$$

Исследование характеристик полевого транзистора

Зная ток короткого замыкания определяем значение сопротивления резистора в цепи стока

$$R_C = \frac{E_k}{I_{кз}} = \frac{5}{8} = 0,625 \text{ Ом}$$

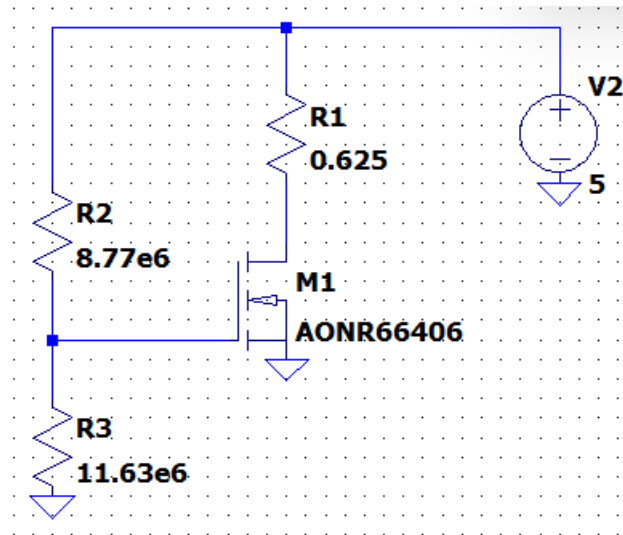
Рассчитаем делитель напряжения R_1 и R_2

Задаваясь значением $R_1 \parallel R_2 = (0,1 \dots 10) \text{ МОм}$,

$$R_1 = \frac{U_{\Pi}}{U_{3и0}} (0,1 \dots 10) \text{ МОм}$$

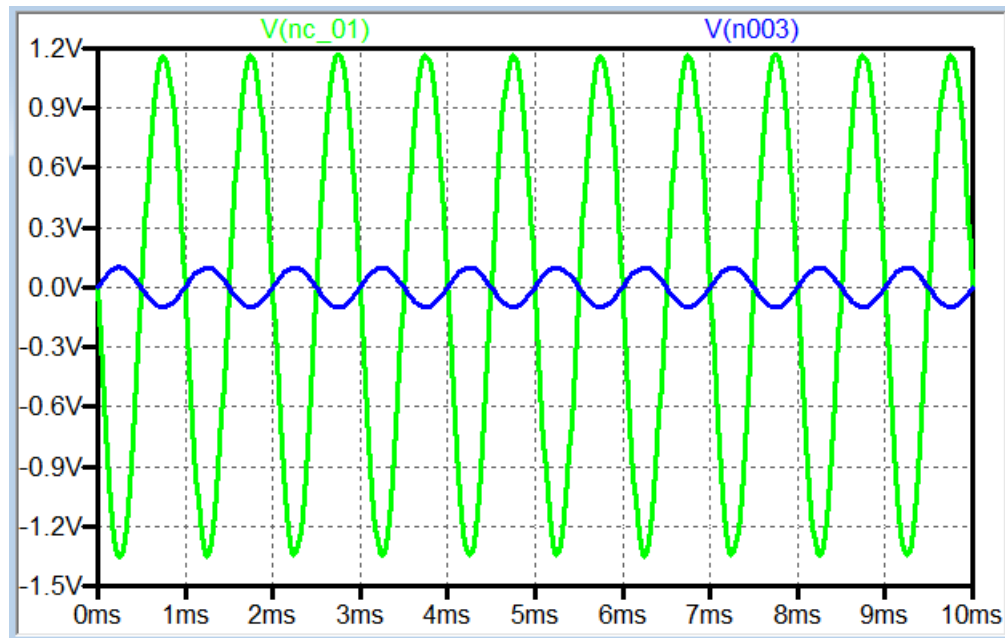
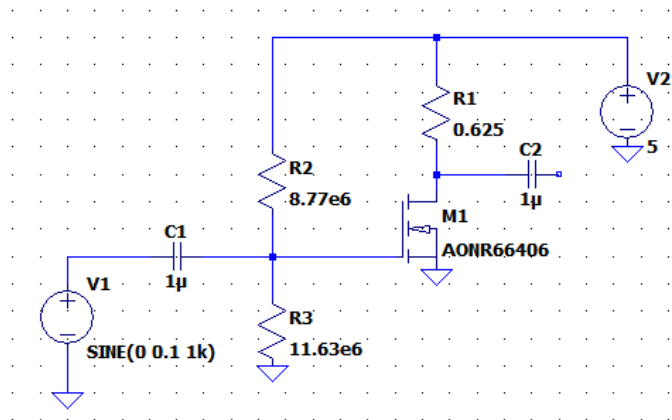
$$R_2 = \frac{U_{3и0}}{U_{\Pi} - U_{3и0}} R_1.$$

$R_1 = 8,77 \text{ МОм}$ и $R_2 = 11,63 \text{ МОм}$.

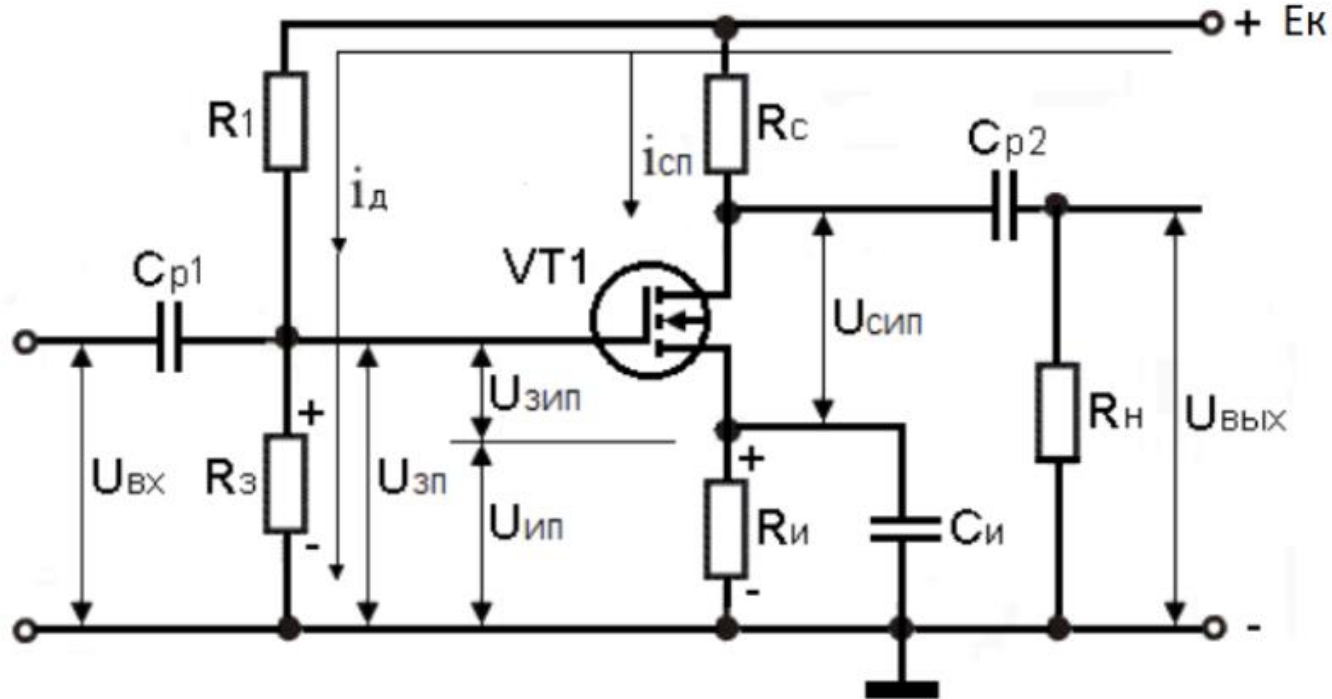


Исследование характеристик полевого транзистора

Проводим исследование разработанной схемы

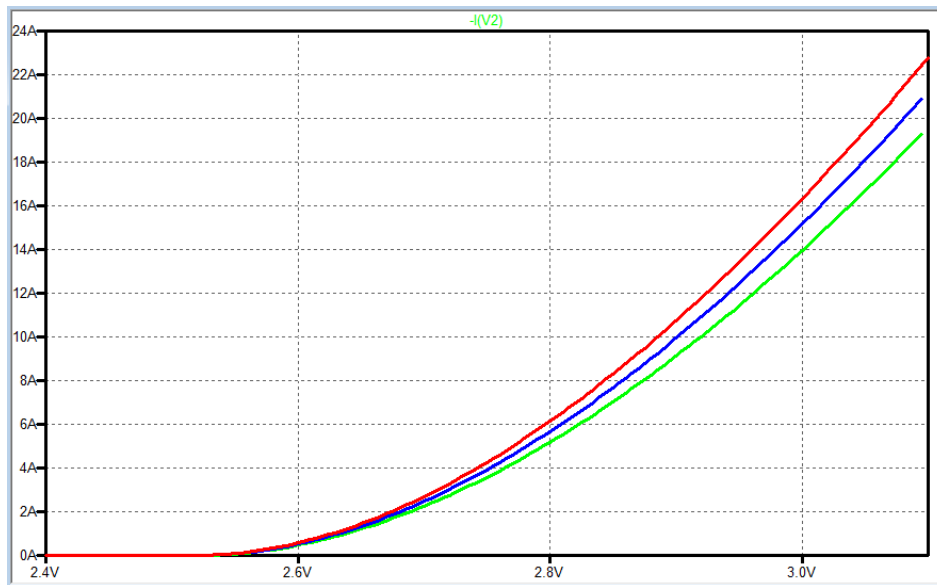


Усилительный каскад с ОИ с ООС по току



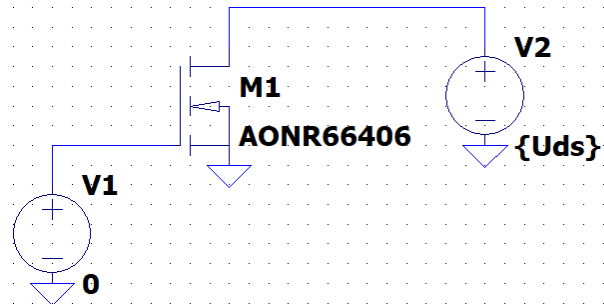
Усилительный каскад с ОИ с ООС по току

Передаточная характеристика полевого транзистора AONR66406 при различных напряжениях сток-исток



.dc V1 0 3.1 0.01

.step param Uds 20 28 4

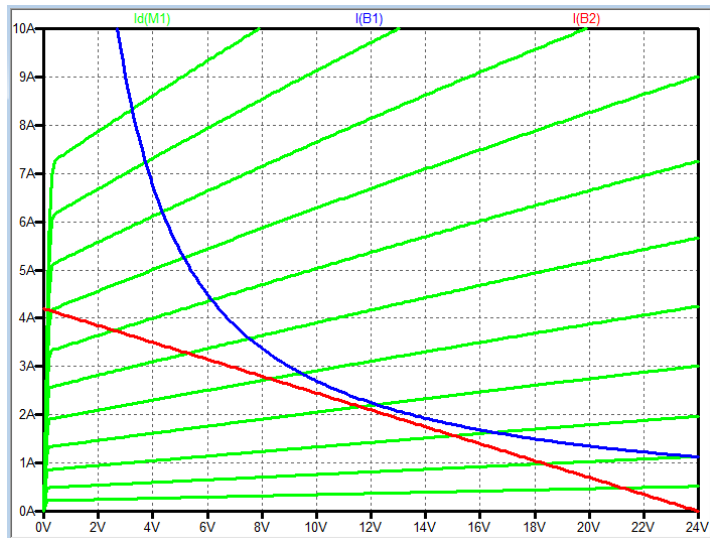


$U_{ПОР} - ???$

Усилительный каскад с ОИ с ООС по току

Выберем значение напряжение источника питания в пределах

$$E_K = (0,5...0,9)U_{СИ_{max}} = 24 \text{ В}$$



$$I_{C_{КЗ}} = \frac{E_K}{R_{И} + R_C}$$

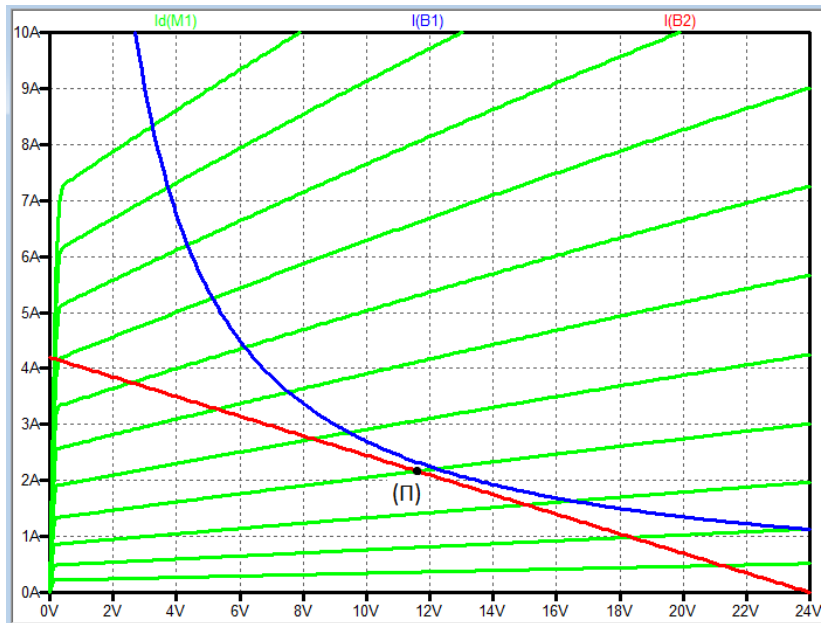
$$I_{C_{КЗ}} = 4,2 \text{ А}$$

$$R_{И} + R_C = \frac{24}{4,2} = 5,71 \text{ Ом}$$

Обычно выбирают величину падения напряжения на $R_{И}$ порядка $(0,1...0,3) E_K$.
Т.о. зададим $R_C = 5 \text{ Ом}$, $R_{И} = 0,5 \text{ Ом}$.

Если внутреннее сопротивление транзистора R_i известно, то значение R_C можно выбрать в соответствии с соотношением $R_C = (0,05...0,15) R_i$

Усилительный каскад с ОИ с ООС по току



Точка покоя (режим работы по постоянному току):

$$I_{C\Pi} = 2,16 \text{ A}$$

$$U_{C\Pi\Pi} = 11,56 \text{ B}$$

$$U_{3\Pi\Pi} = 2,72 \text{ B}$$

Усилительный каскад с ОИ с ООС по току

Расчет делителя напряжения

$$U_3 = \frac{R_3 E_K}{R_1 + R_3}$$

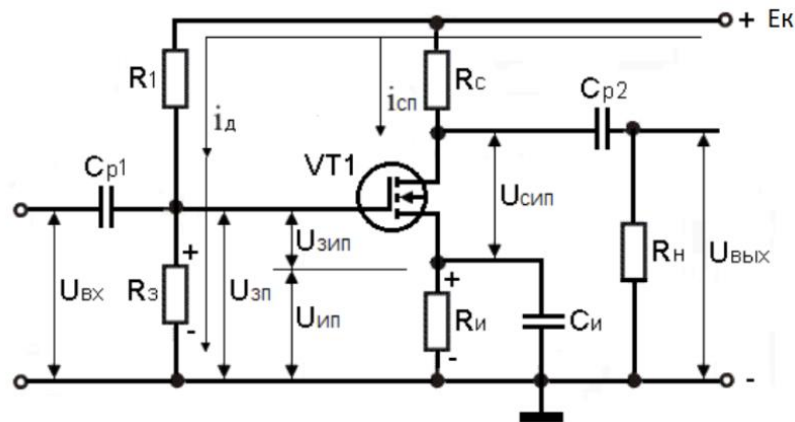
$$U_3 = U_{3ИП} + U_{СИП} = U_{3ИП} + I_{СП} R_{И}$$

$$\frac{R_3 E_K}{R_1 + R_3} = U_{3ИП} + I_{СП} R_{И}$$

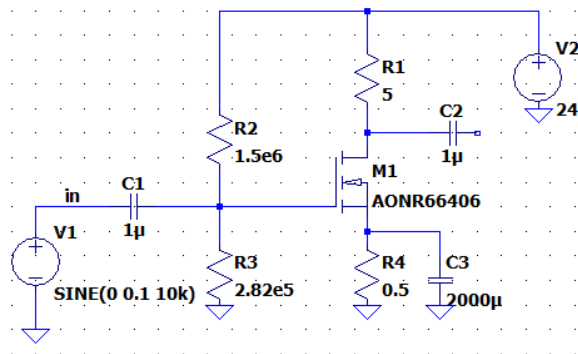
$$\frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{U_{3ИП} + I_{СП} R_{И}}{E_K}$$

Откуда можно найти R_1 и R_3 , например задав
 $R_1 = 1 \dots 2 \text{ МОм}$

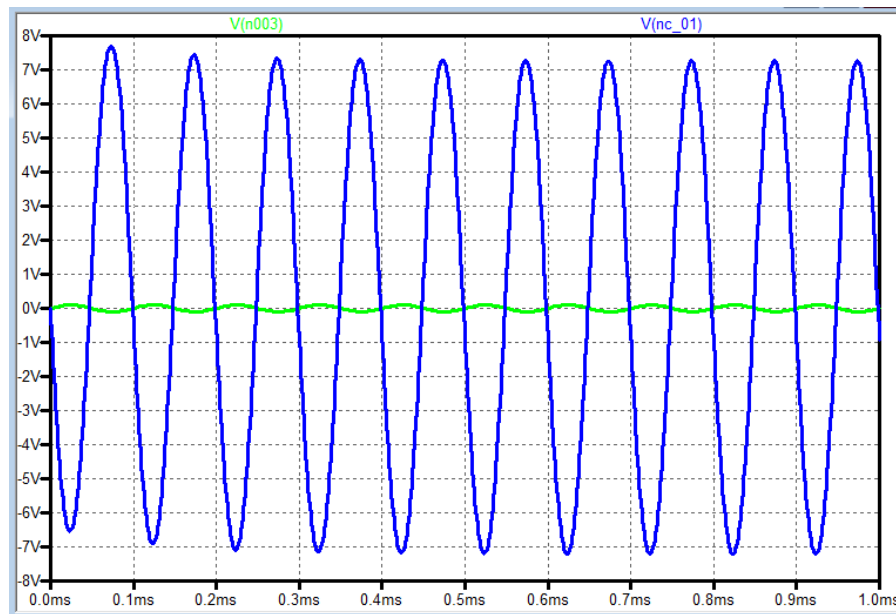
Тогда $R_3 = 0,28 \text{ МОм}$



Усилительный каскад с ОИ с ООС по току



$K_U - ???$



Практическое исследование



1. После сборки схемы проверить режим работы по постоянному току.
2. Исследовать работу схемы при подаче гармонического входного сигнала, частота 1...10 кГц.
3. Снять осциллограмму максимального по амплитуде неискаженного выходного сигнала.
4. Исследовать влияние величины емкости разделительного и шунтирующего конденсаторов на работу схемы.
5. Рассчитать коэффициенты усиления по напряжению.
6. Снять амплитудно-частотную характеристику усилительного каскада.

1. Принципиальные электрические схемы исследуемых устройств.
2. Расчеты элементов схем.
3. Таблицы расчетных значений и результатов измерений.
4. Экспериментальные характеристики
5. Выводы.



Список использованных источников



1. **Титце У., Шенк К.** Полупроводниковая схемотехника. 12е изд. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.: ил.
2. **Забродин Юрий Сергеевич.** Промышленная электроника: учебник для ВУЗов. — М.: Высш. школа, 1982.
3. **Асмолов Геннадий Иванович, Рожков Валентин Михайлович, Лобов Олег Павлович.** Усилительные схемы в системах транспортной телематики. — М.: МАДИ, 2015.
4. **Ежков Ю. С.** Справочник по схемотехнике усилителей //М.: ИП РадиоСофт. — 2002.

**Спасибо
за внимание!**

it's **MO** *re than a*
UNIVERSITY

Nikolay_A_Nikolaev@gmail.com