

# **Дисциплина электроника**

**Лабораторный практикум №7**

**ПО ТЕМЕ: «ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА  
УСИЛИТЕЛИ »**

**Студент: Фам Минь Хиеу**

**Группа: ИУ7-32Б**

**Работу проверил: Оглоблин Д. И.**

**Цель работы** – получить навыки в использовании базовых возможностей программы Microcap и знания при исследовании и настройке усилительных и ключевых устройств на биполярных и полевых транзисторах.

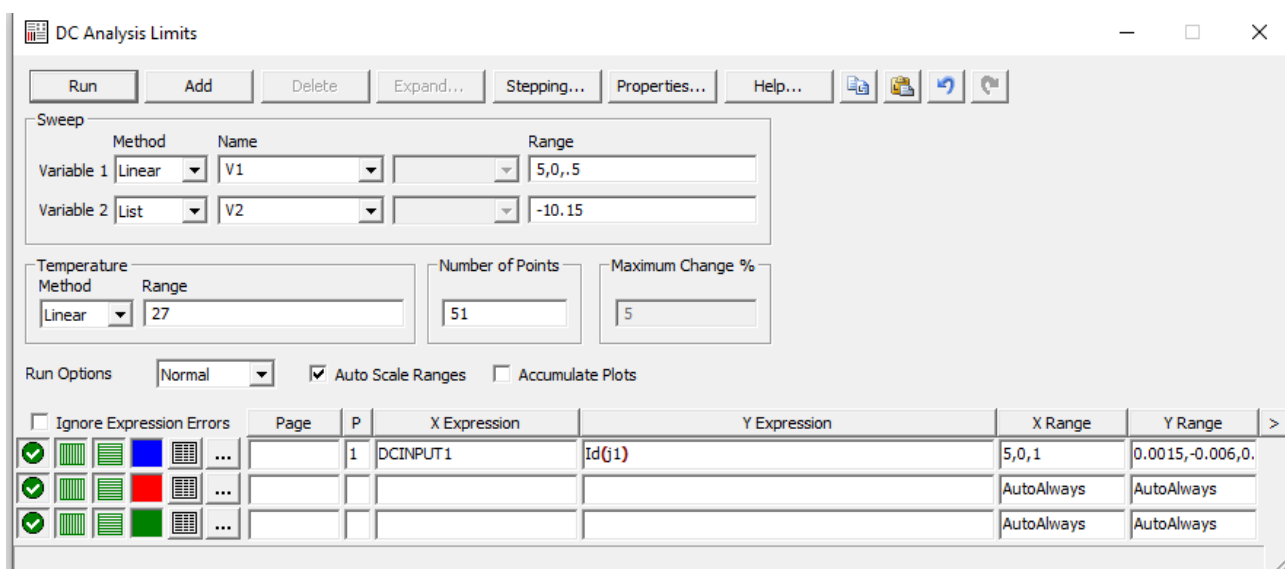
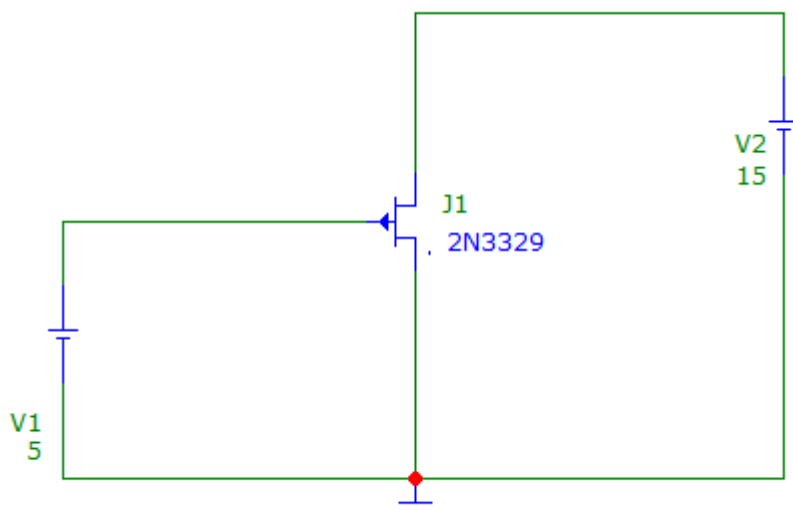
## БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР

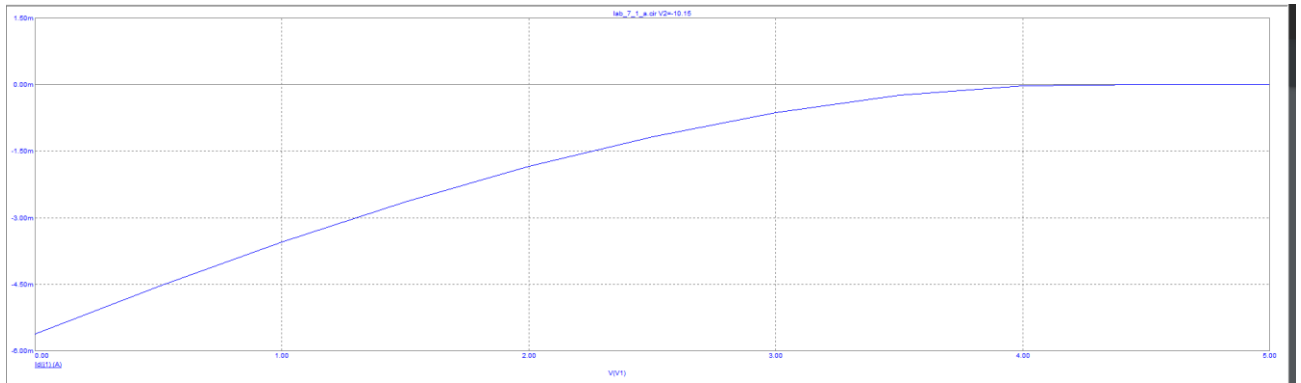
2N3329

IRF540

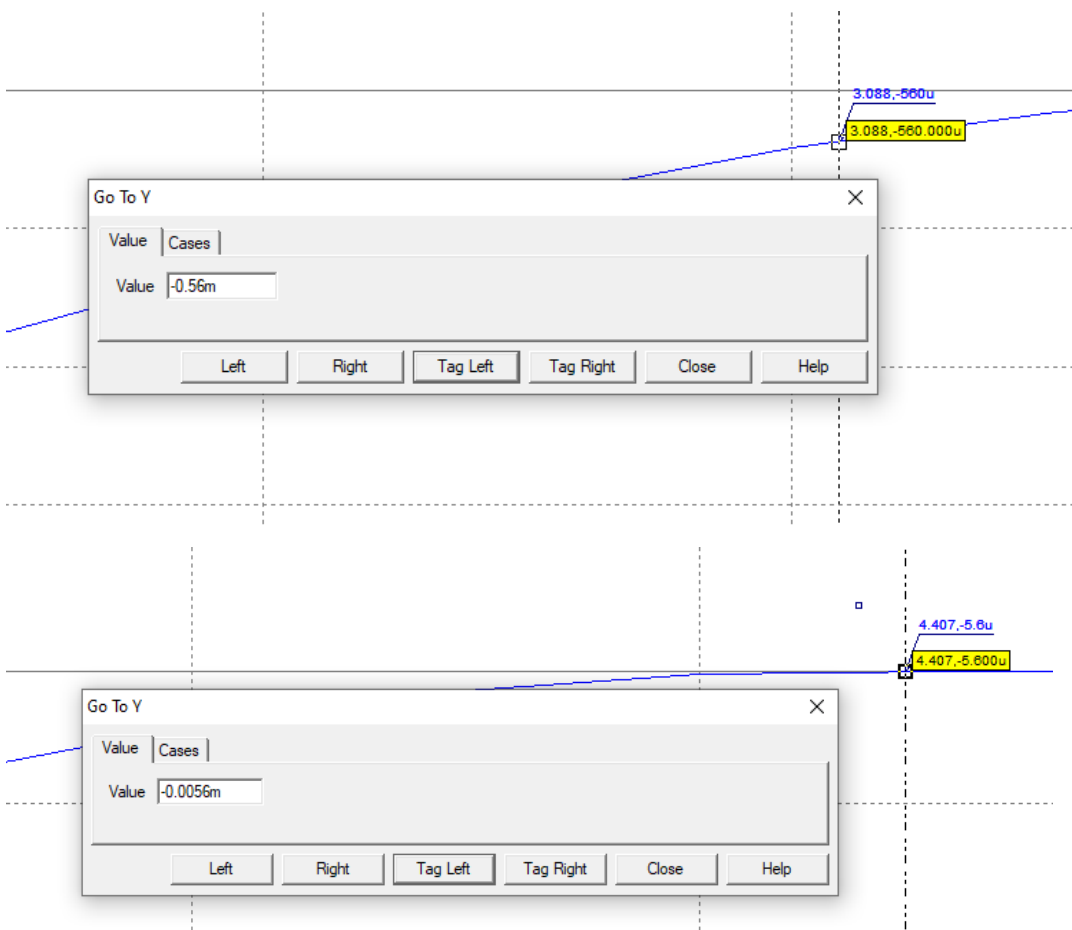
IRF9540

## ЭКСПЕРИМЕНТ 7.





Начальный ток стока  $\approx -5.6$  мА; напряжение, при котором закрывается транзистор (это напряжение, при котором ток стока равен 1/10 исходного)  $\approx 3.04$  В; напряжение отсечки транзистор (это напряжение, при котором ток стока стал не больше 1/1000 исходного)  $\approx 4.33$  В. Рассчитываем максимальную крутизну по формуле:  $S_{max} = 2 \cdot I_{сисх} / |U_{отсечки}| = 2 \cdot (5.6) \text{ мА} / 4.33 \text{ В} \approx 2.58 \text{ мА/В}$ .



Построим выходную характеристику pJFET:

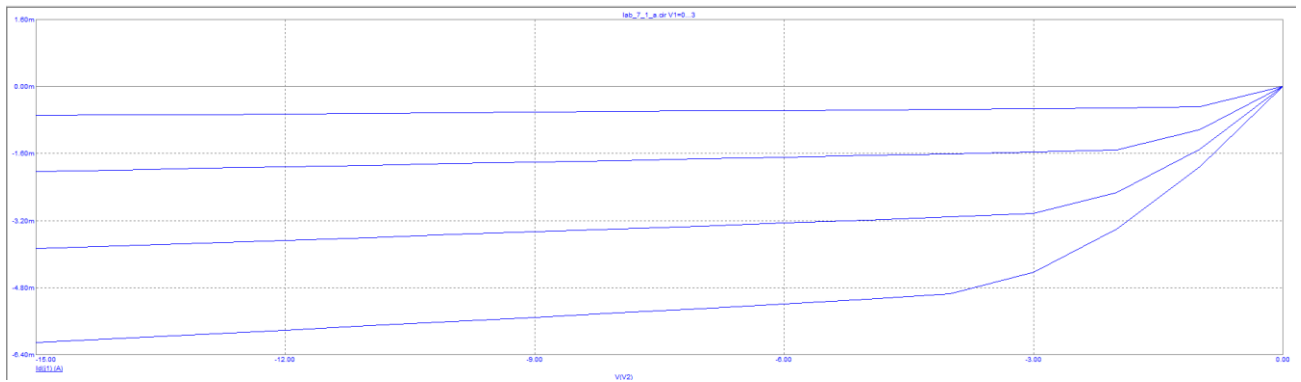
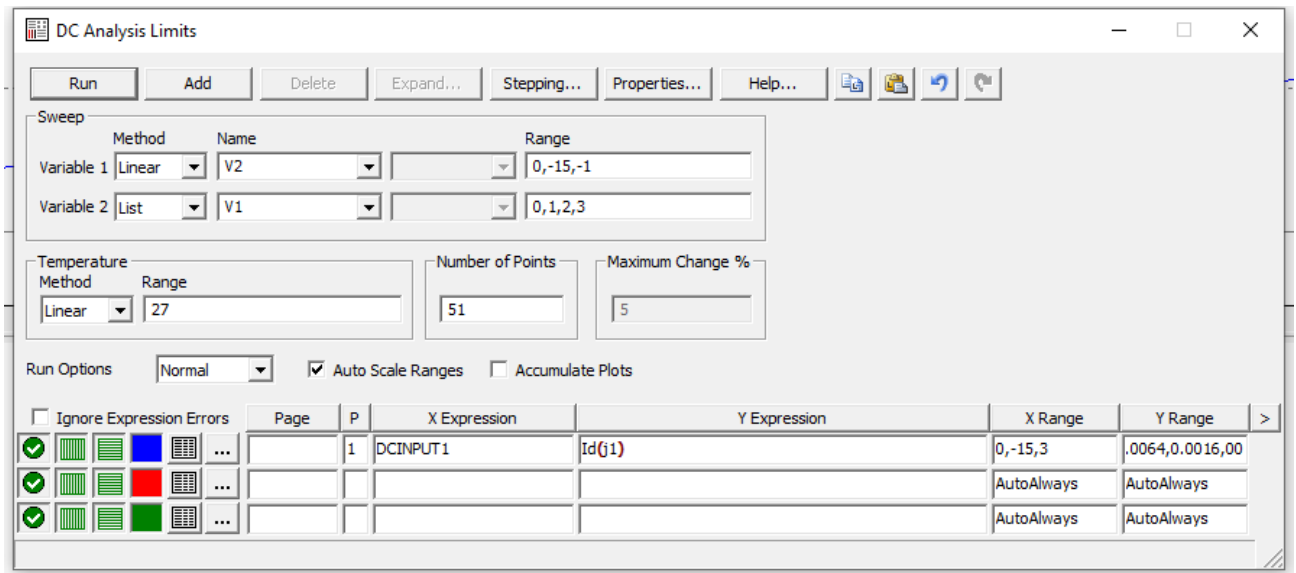
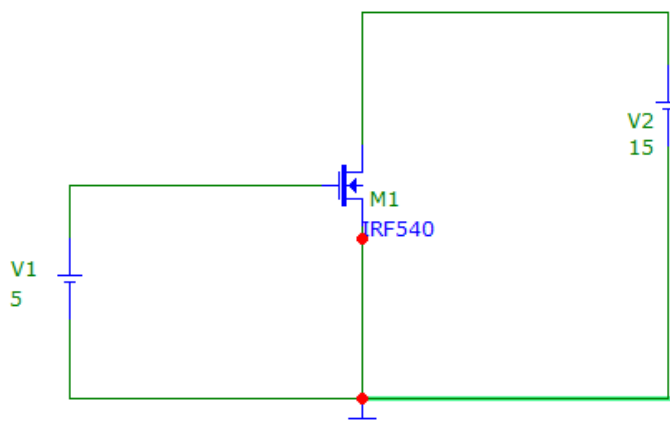


Схема для получения характеристик nMOS:



**DC Analysis Limits**

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

**Sweep**

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	5,0.5
Variable 2	List	V2	10,15

**Temperature**

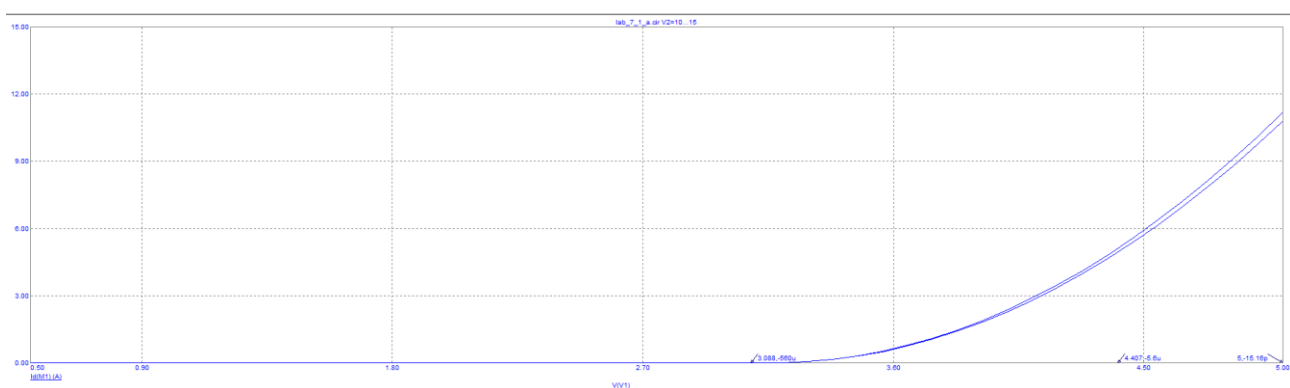
Method	Range
Linear	27

**Number of Points**: 51 **Maximum Change %**: 5

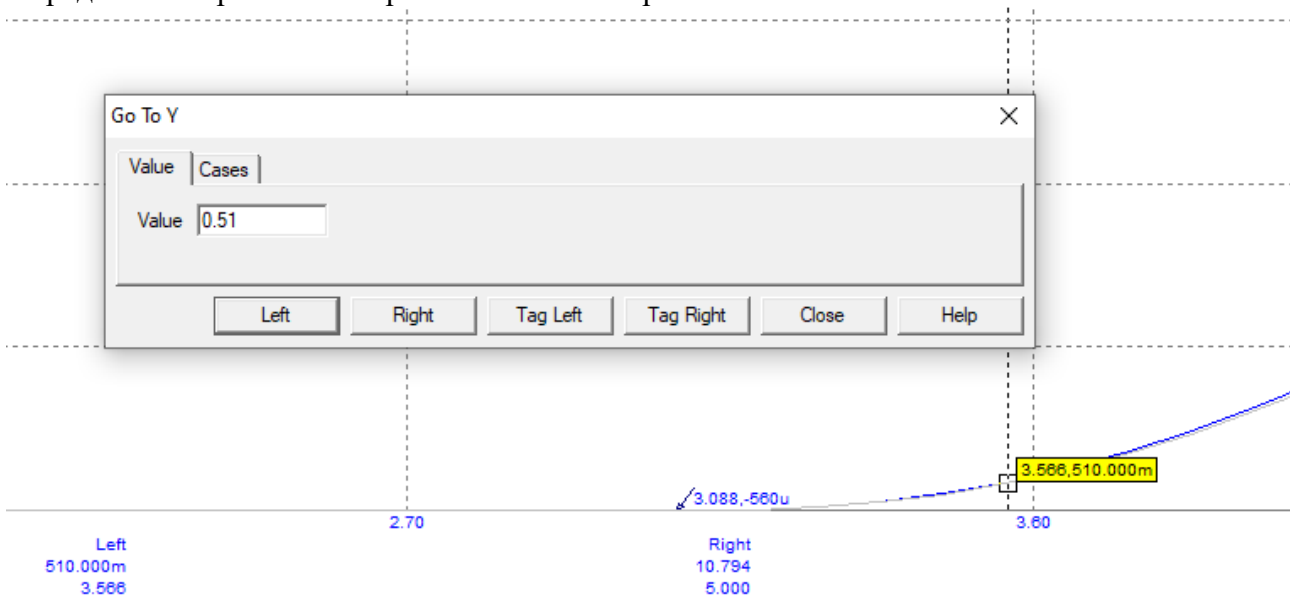
**Run Options**: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

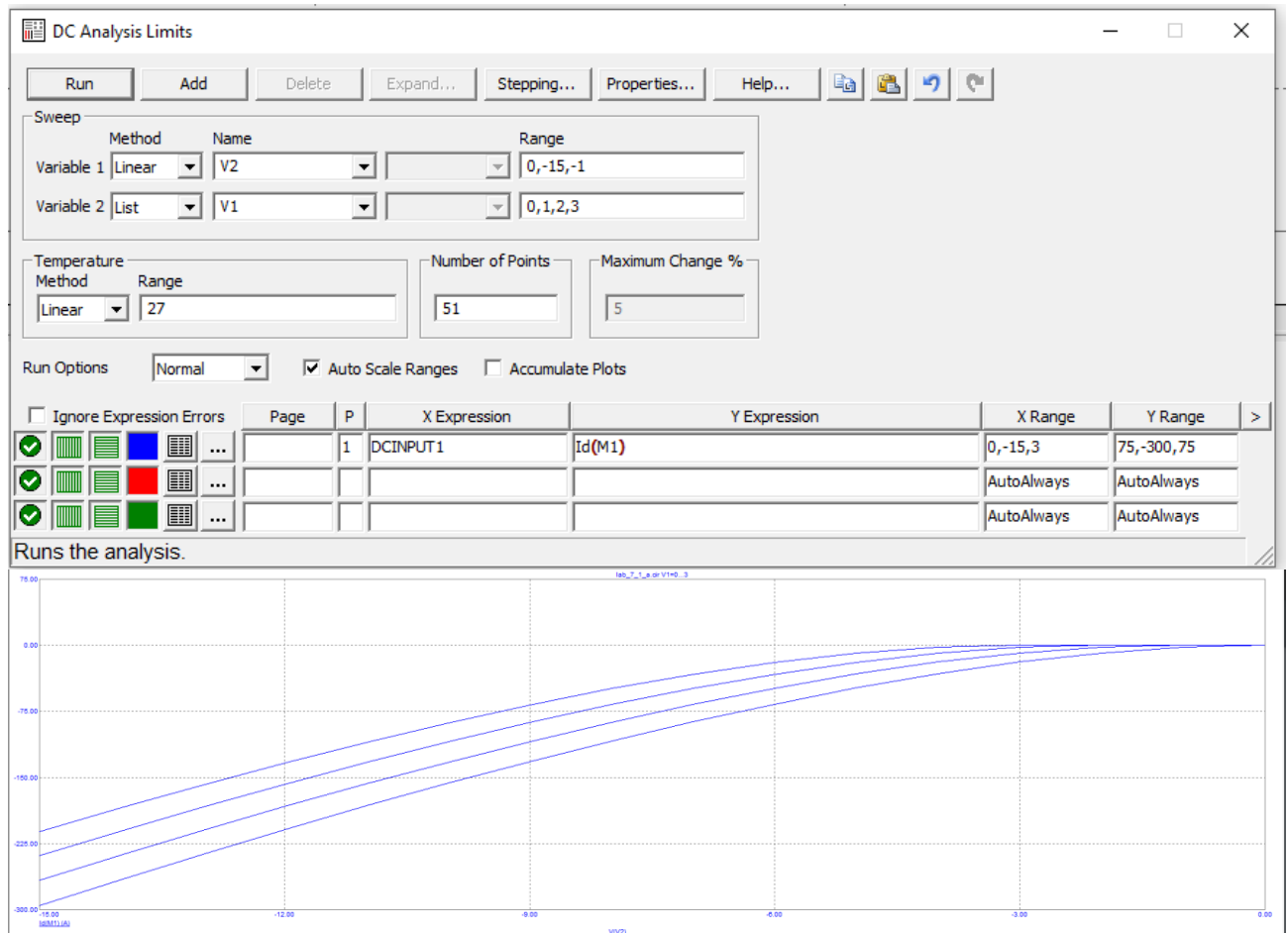
	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	DCINPUT1	Id(M1)	5,0.5,0.9	15,0,3
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways



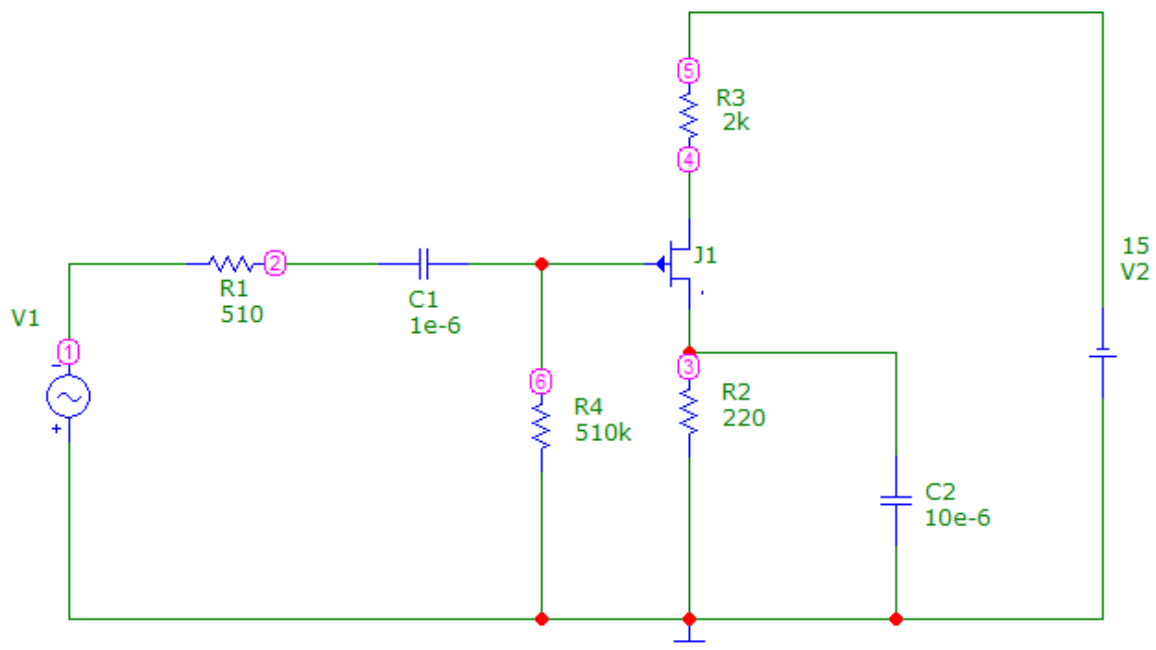
Определим напряжение открытия nMOS. Оно равно 3.56В.



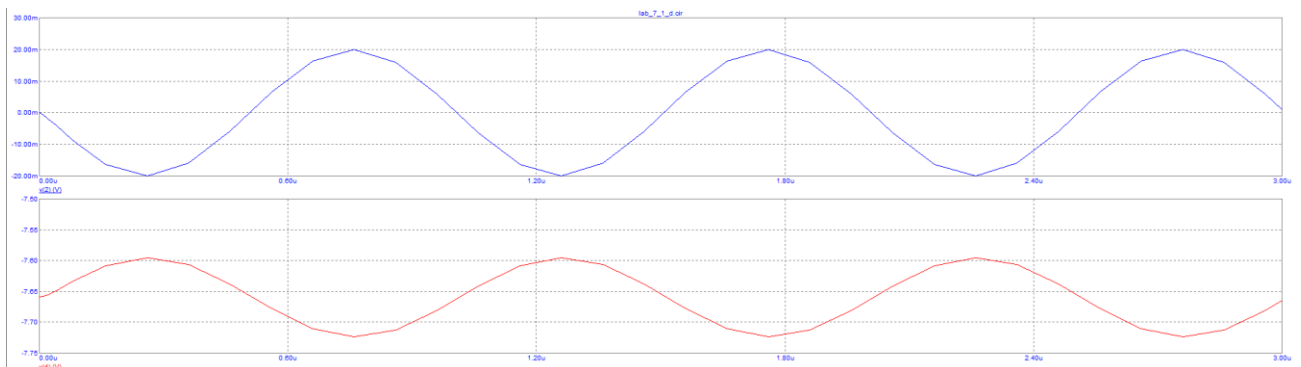
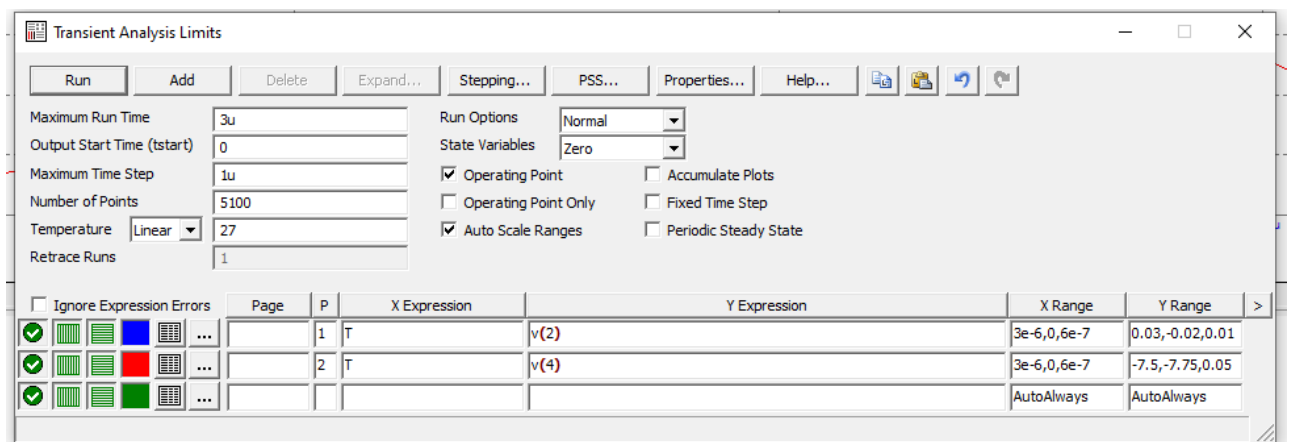
Параметры анализа для получения выходной характеристики nMOS:



Для исследования свойств JFET как усилителя собираем схему, показанную ниже. Подаем на вход гармонический сигнал 20mV частотой 1 кГц.



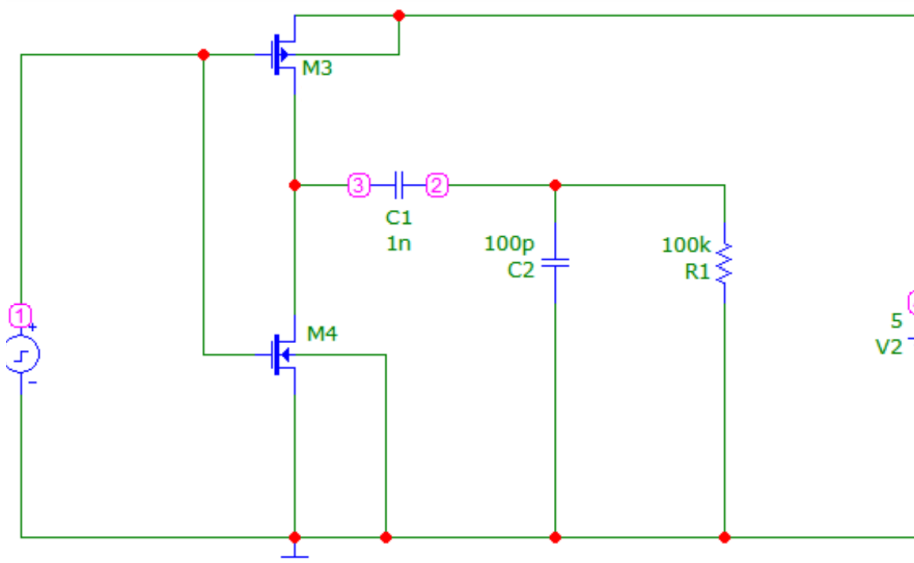
Запускаем временной анализ:



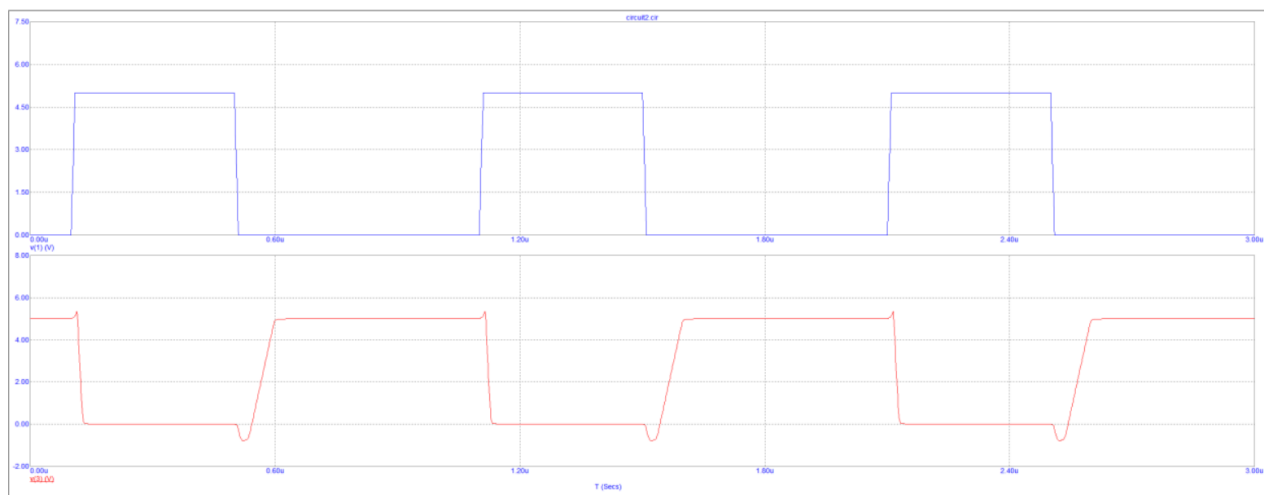
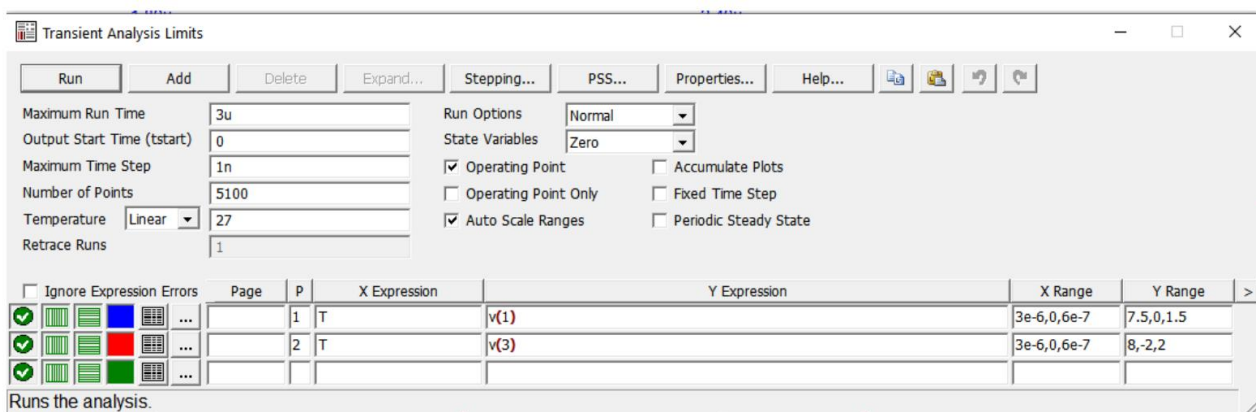
По результату анализа считаем коэффициент усиления по напряжению:  $(-7.59 + 7.72) / 0.04 = 3.25$

## ЭКСПЕРИМЕНТ 8.

Схема для оценки быстродействия инвертора:



## Параметры временного анализа:



По полученным графикам определяем среднее время задержки по уровню 0.5 =  $(22 + 71) / 2 = 46.5$  нс. Полученное время составляет  $46.5 \text{ нс} / 400 \text{ нс} \approx 11.6\%$  от средней длительности входного сигнала.

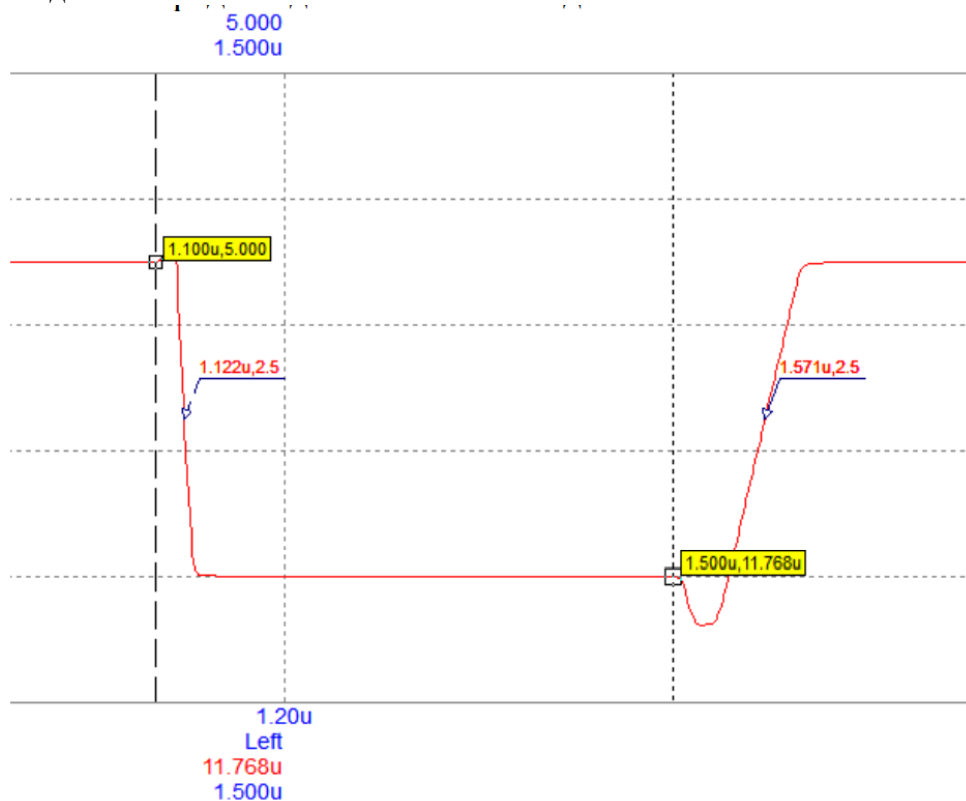
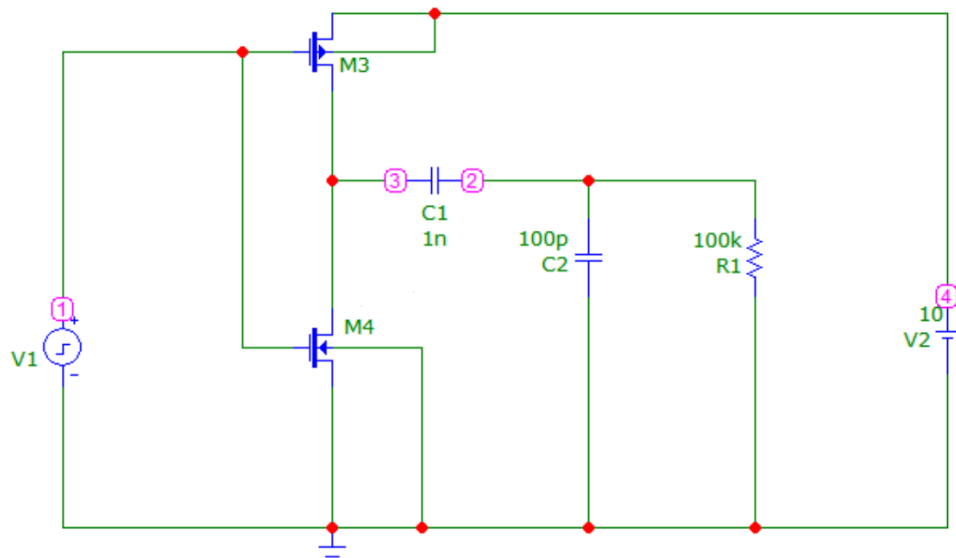
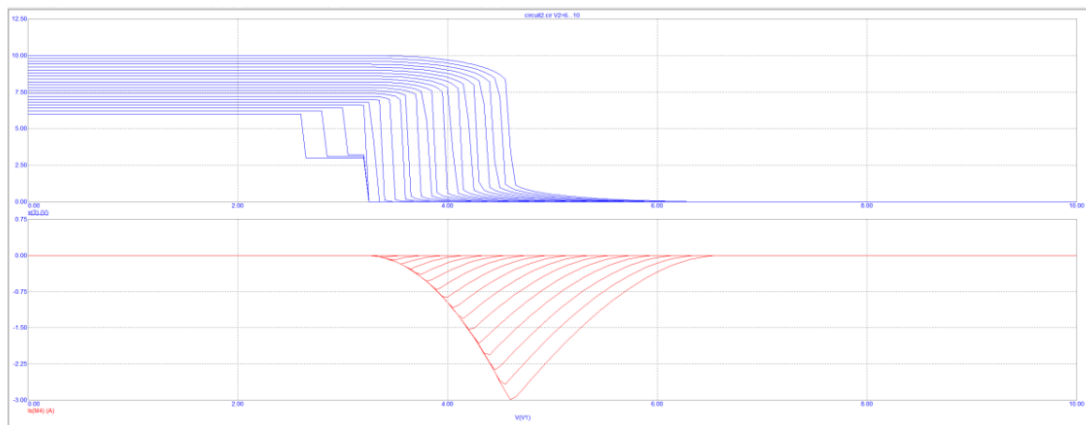
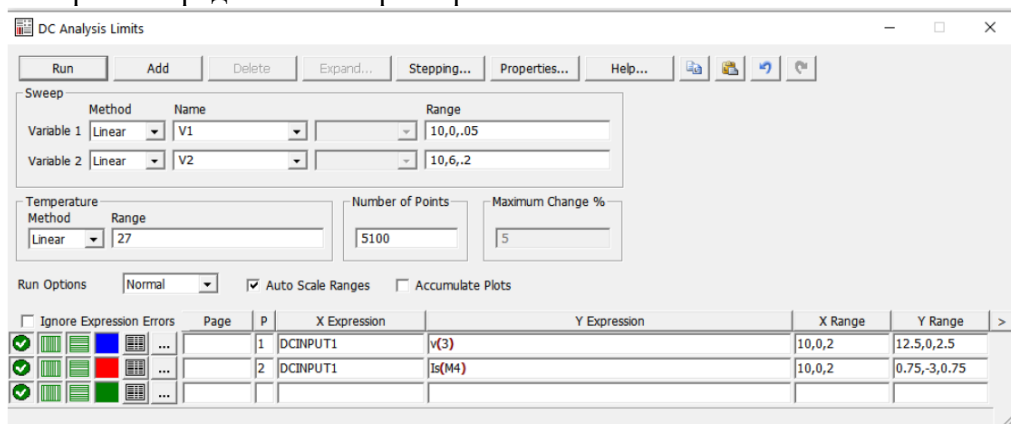


Схема для получения передаточных характеристик:

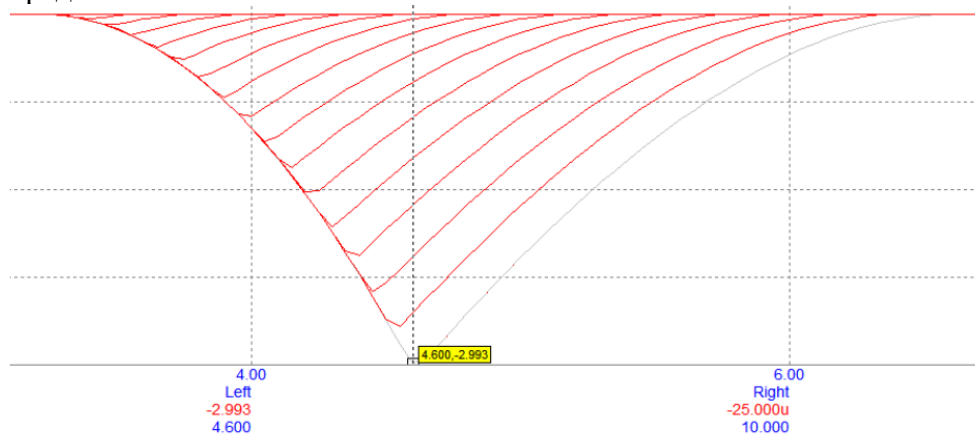




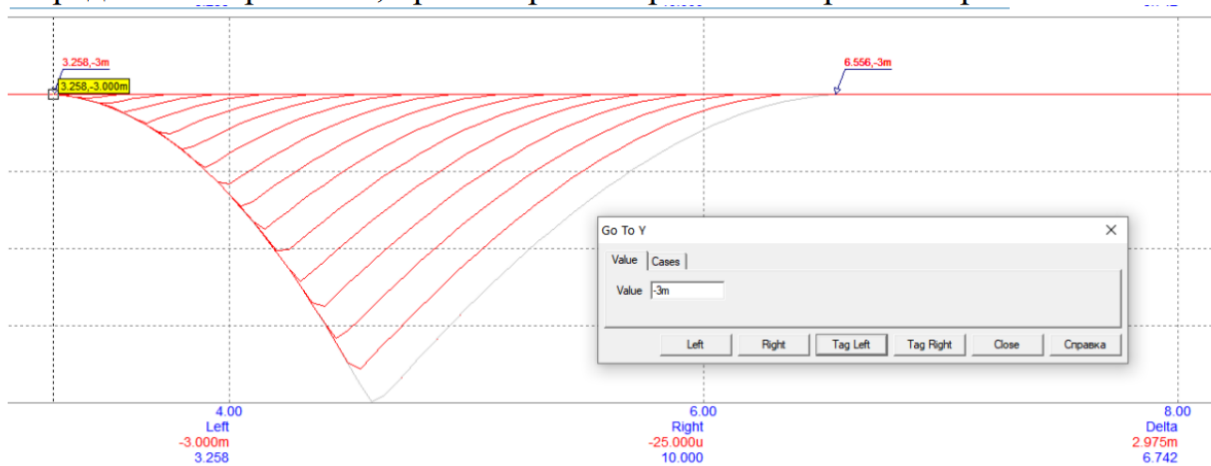
Построим передаточные характеристики:



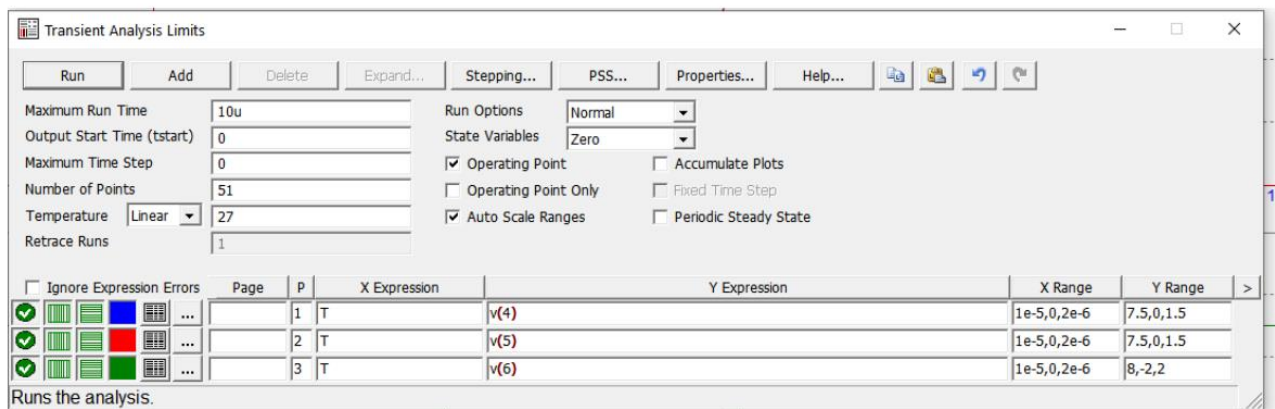
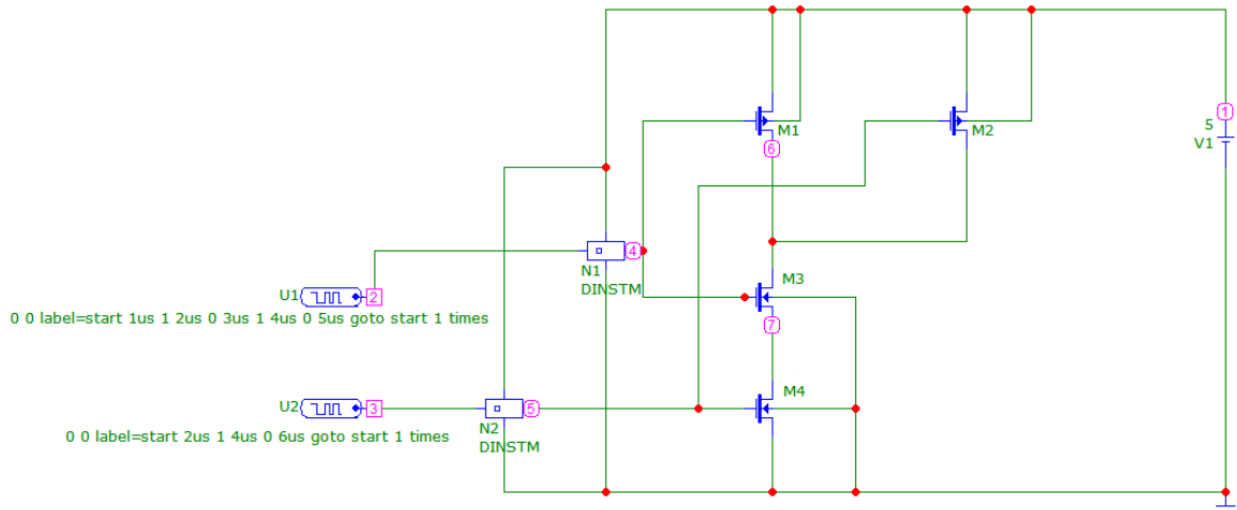
Определим максимальный ток:

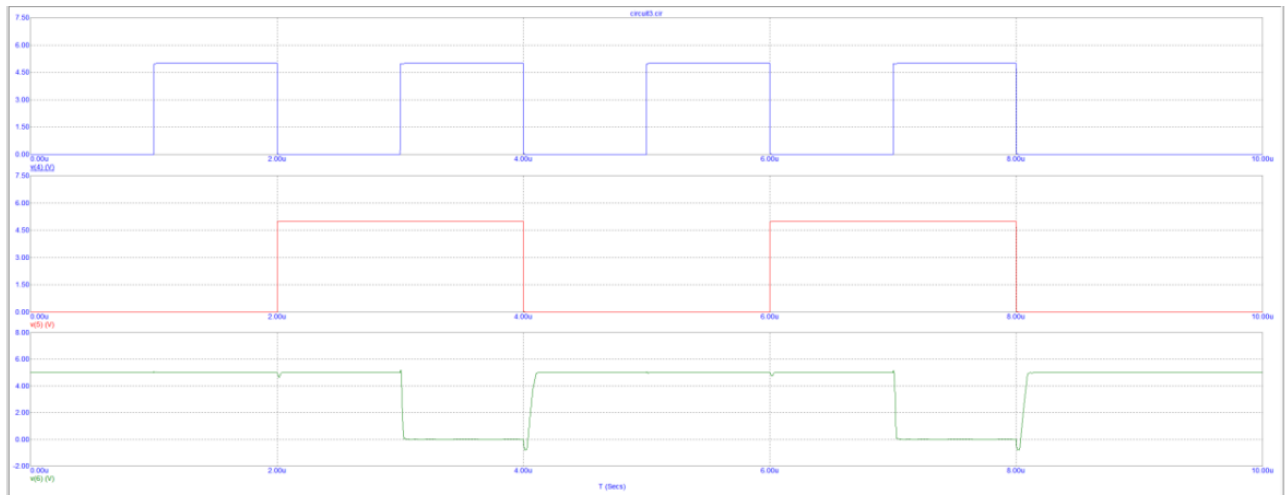


Определим напряжения, при которых открываются транзисторы:



Отличие полученных характеристик от идеальных можно объяснить тем, что транзисторы в задании комплементарны лишь условно. Для исследования логического элемента 2И-НЕ строим схему выходной сигнал равен единице тогда и только тогда, когда хотя бы один из входных сигналов равен 0:





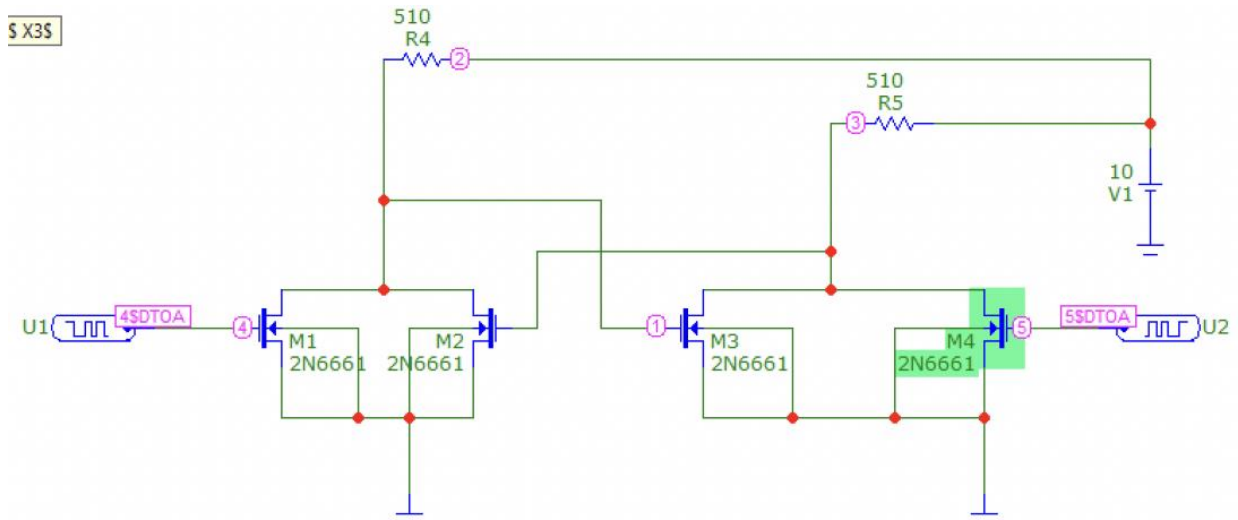
Обозначение и таблица истинности логического элемента 2И-НЕ:



Вход X1	Вход X2	Выход Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

## ЭКСПЕРИМЕНТ 9.

Схема триггера с транзистором из пособия:



Результат временного анализа:



Схема с транзистором по варианту:

