

Дисциплина электроника

Лабораторный практикум №7

по теме: «Исследование и настройка усилительных и ключевых устройств на биполярных и полевых транзисторах»

Работу выполнил:

студент группы ИУ7-36

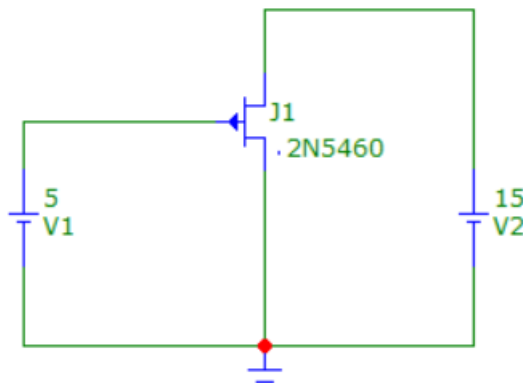
Жаворонкова Алина

Параметры транзисторов

Так как указанного в моем варианте транзистора нет в MicroCap12, было принято решение заменить его на другой библиотечный транзистор. В работе используются транзисторы: модель PJFET 2N5460, NMOS IRF630, PMOS IRF9630.

Эксперимент 7

Строим схему:



Получим передаточную характеристику:

DC Analysis Limits

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

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	5,0,0.5
Variable 2	List	V2	-10,-15

Temperature

Method	Range
Linear	27

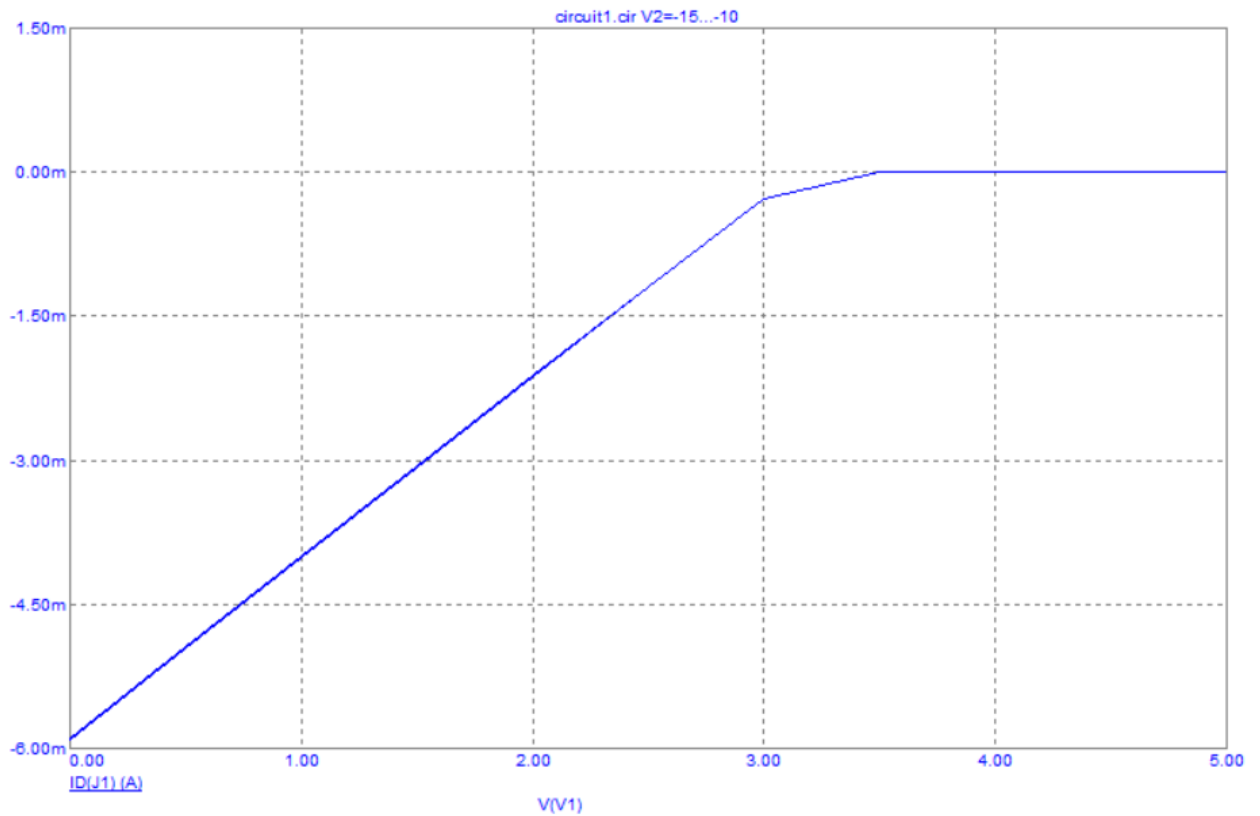
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☐ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

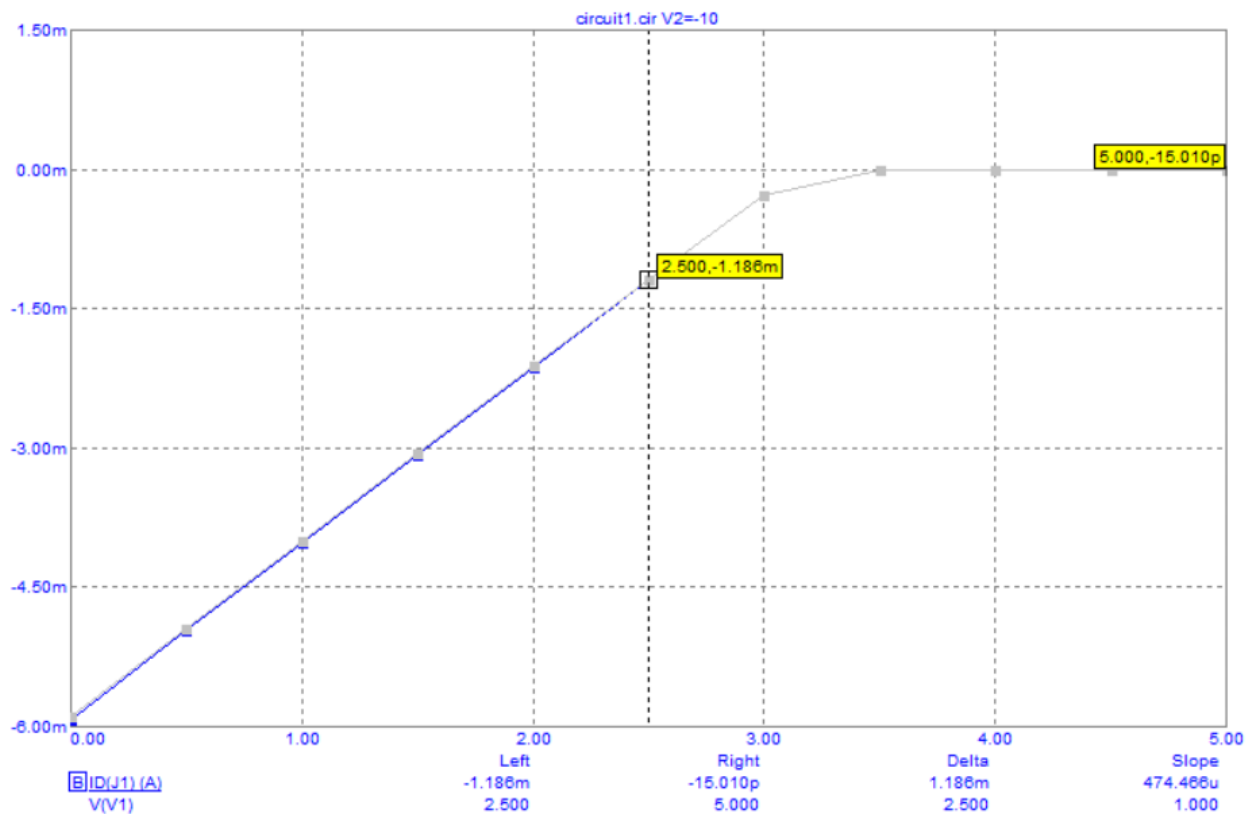
☐ Ignore Expression Errors

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	1	DCINPUT1	ID(J1)	5,0,1	0.0015,-0.006,0

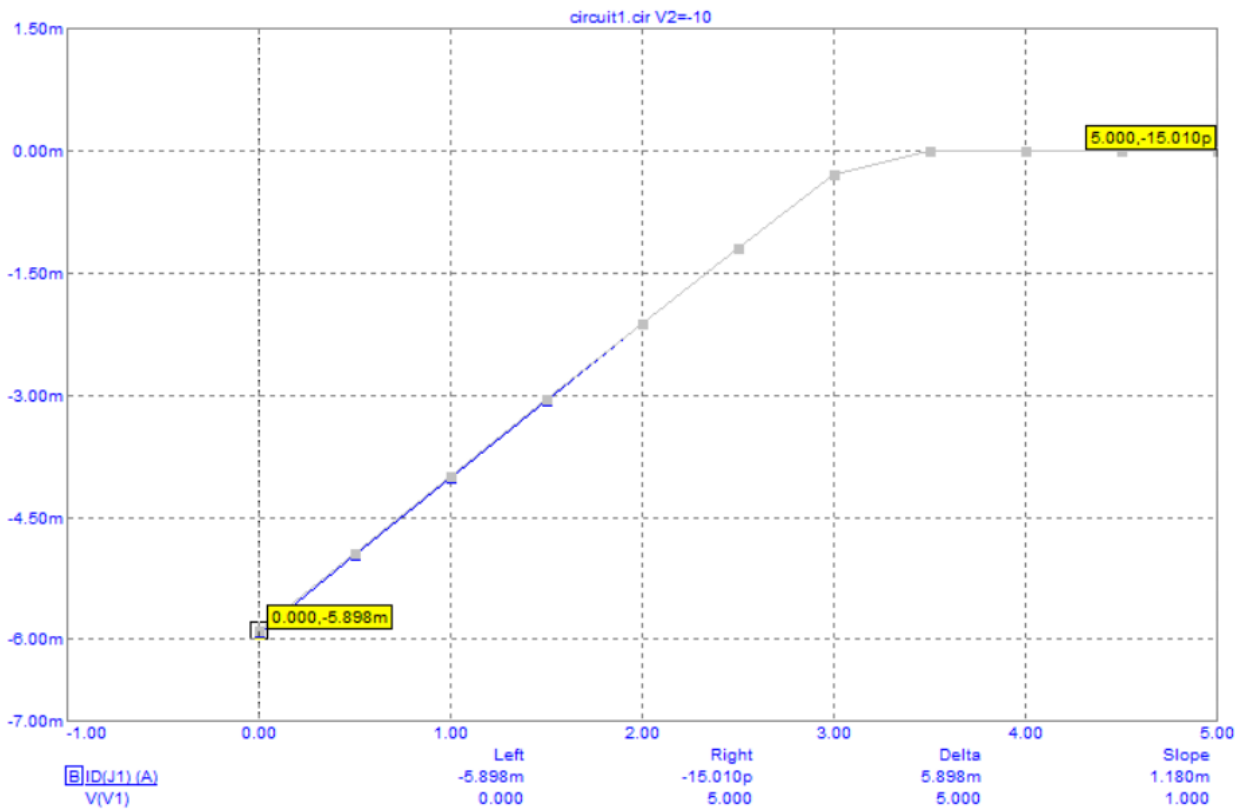


По графику можно определить напряжение отсечки (напряжение, при котором так стока прекращается): $U_{отс} = 2.5 \text{ В}$.

Это хорошо видно на следующем графике:



Начальный ток стока – ток, при котором $U_{зи} = 0$: $I_c = -5.9 \text{ mA}$



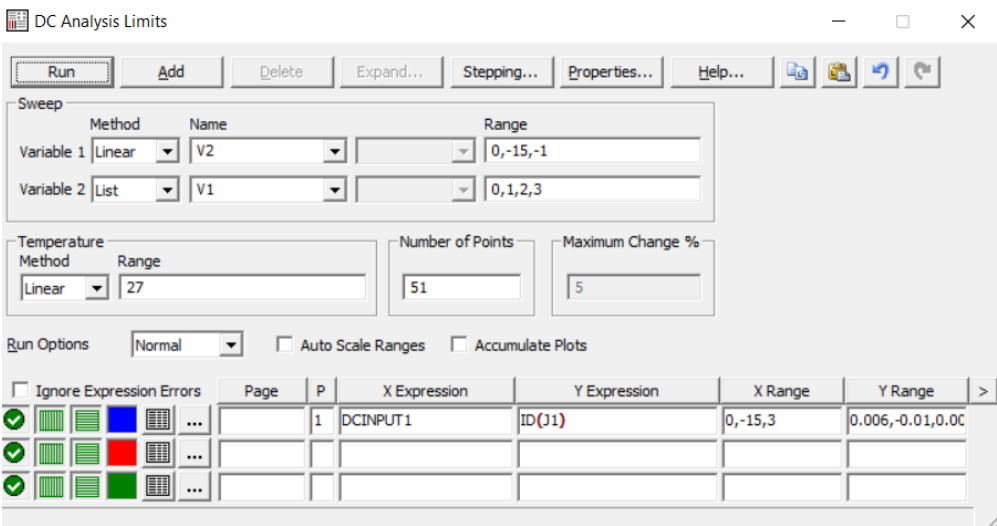
Рассчитаем крутизну:

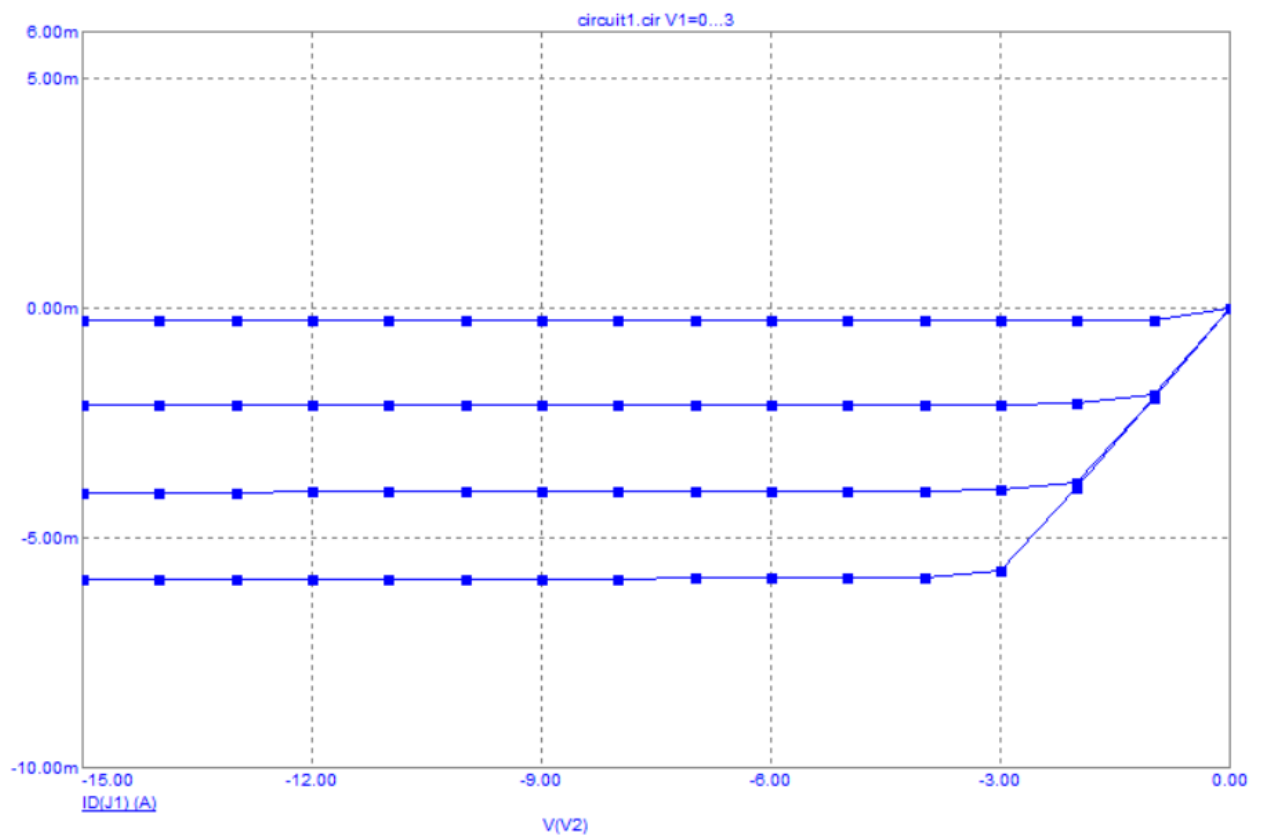
$$U_{orc} := 2.5$$

$$I_c := 5.9 \cdot 10^{-3}$$

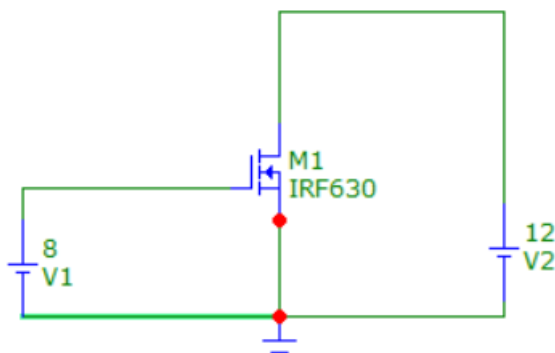
$$S_{max} := \frac{(2 \cdot I_c)}{U_{orc}} = 4.72 \times 10^{-3}$$

Получим выходную характеристику:

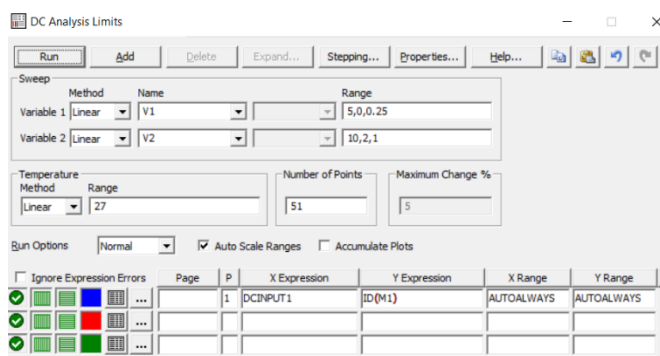


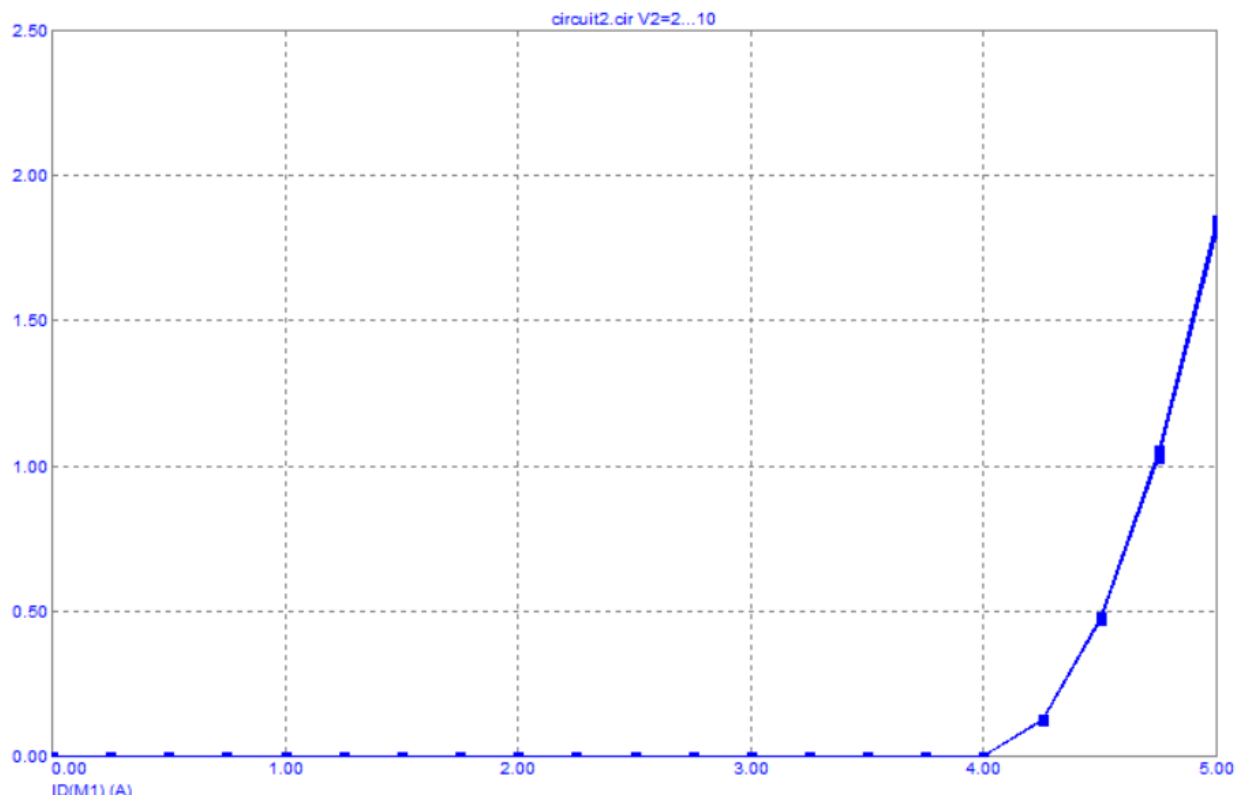


Исследование передаточной и выходной характеристик для транзистора nMOS IRF630. Строим схему:

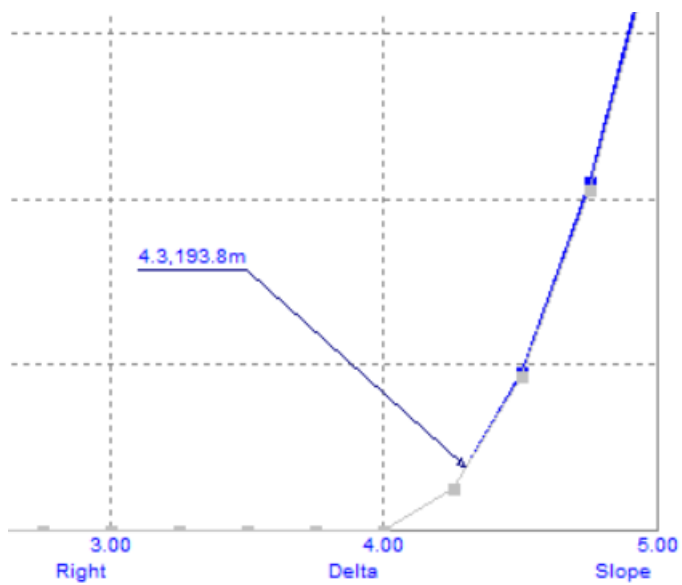


Передаточная характеристика:





Определим напряжение, при котором открывается NMOS = 4.3 В



Выходная характеристика:

DC Analysis Limits

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

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	20,0,2
Variable 2	Linear	V2	5,-5,0.1

Temperature

Method	Range
Linear	27

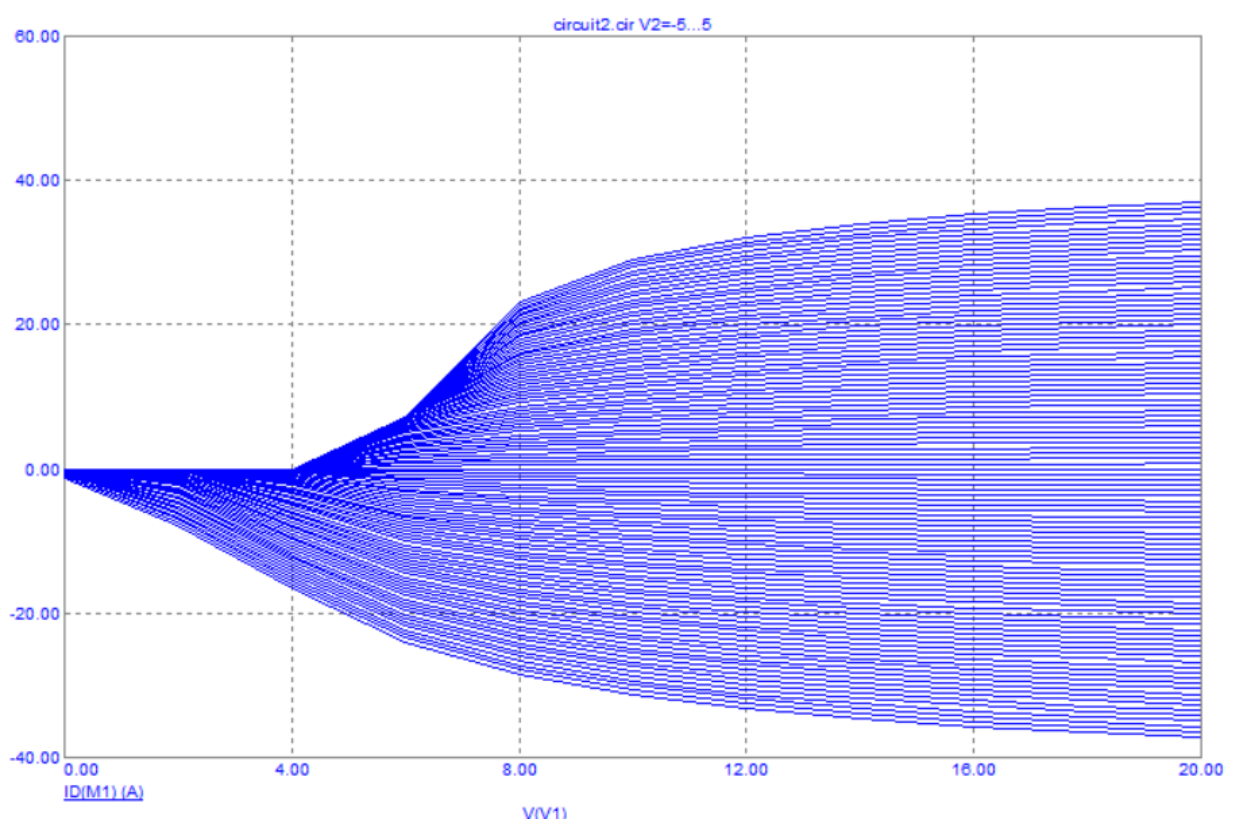
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

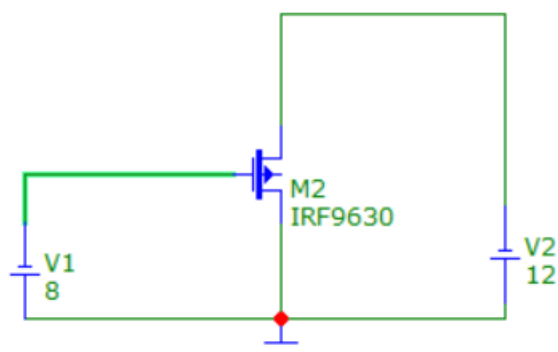
☐ Ignore Expression Errors

	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	DCINPUT1	ID(M1)	AUTOALWAYS	AUTOALWAYS
<input checked="" type="checkbox"/>						
<input checked="" type="checkbox"/>						

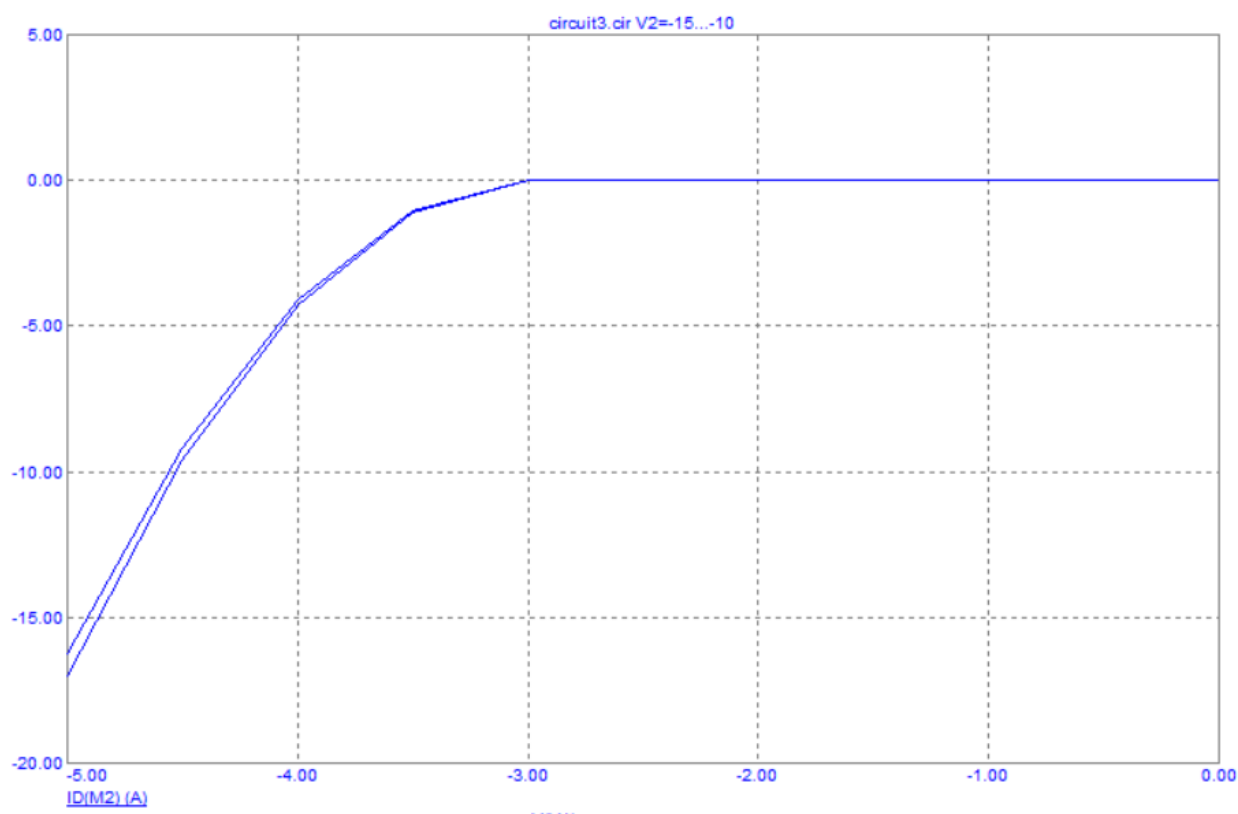


Здесь мы видим от 0 до 8 – крутая область, за ней – область насыщения.

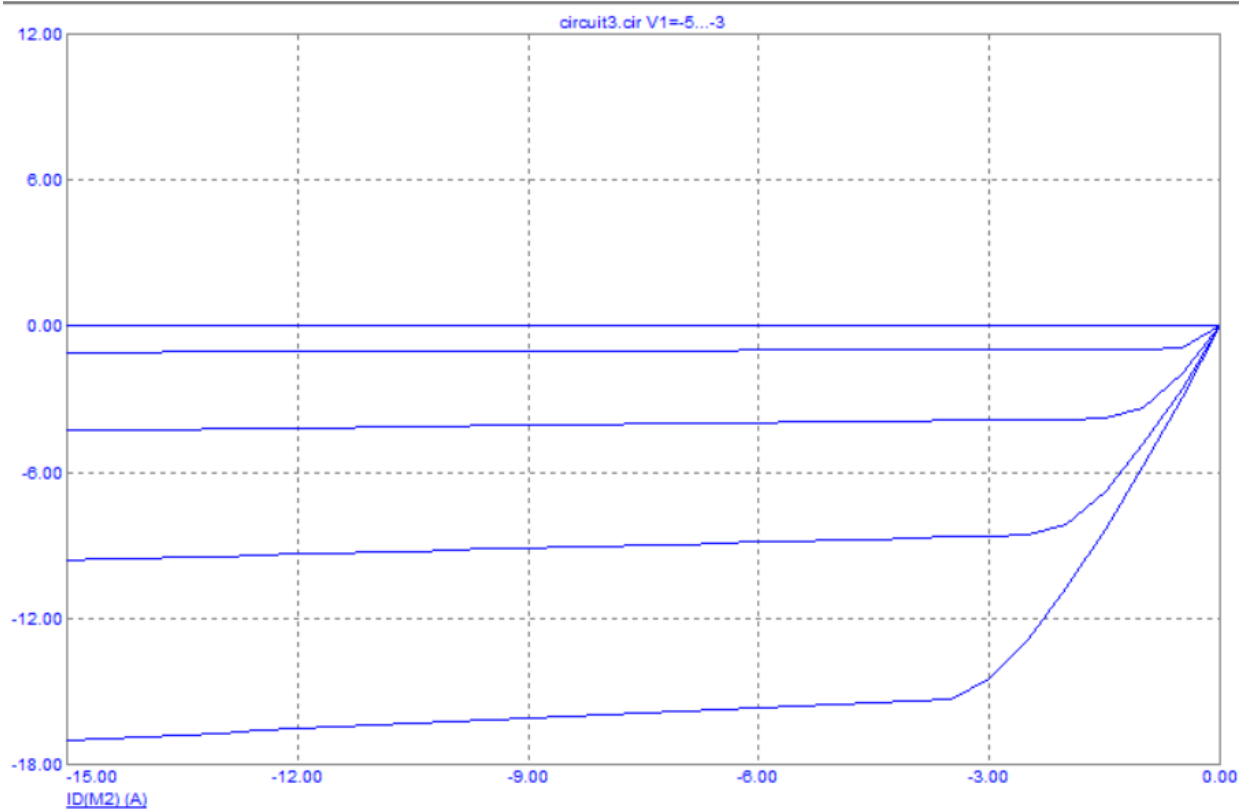
Исследование передаточной и выходной характеристик для транзистора pMOS IRF9630. Строим схему



Входная характеристика:

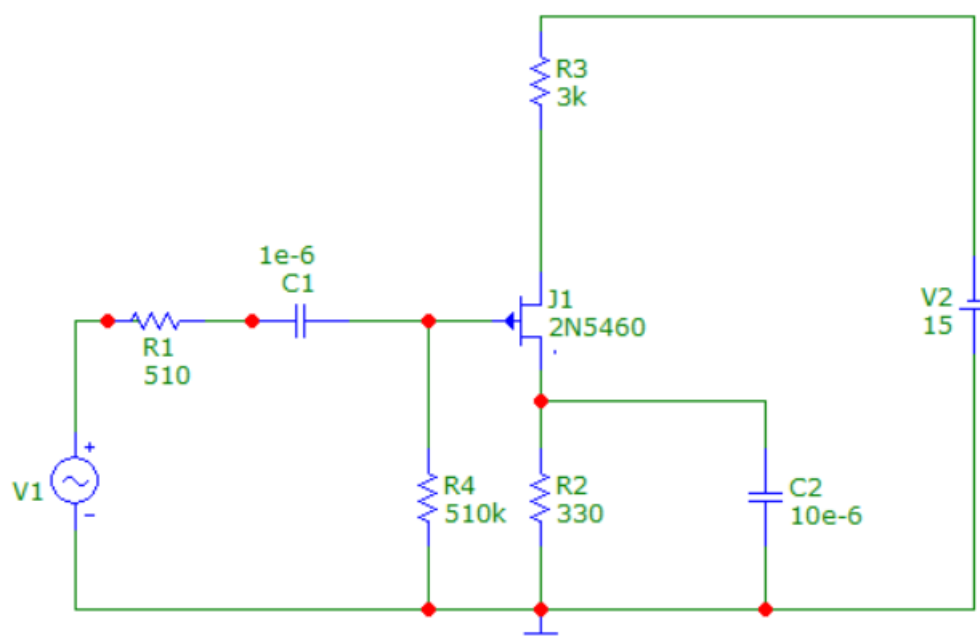


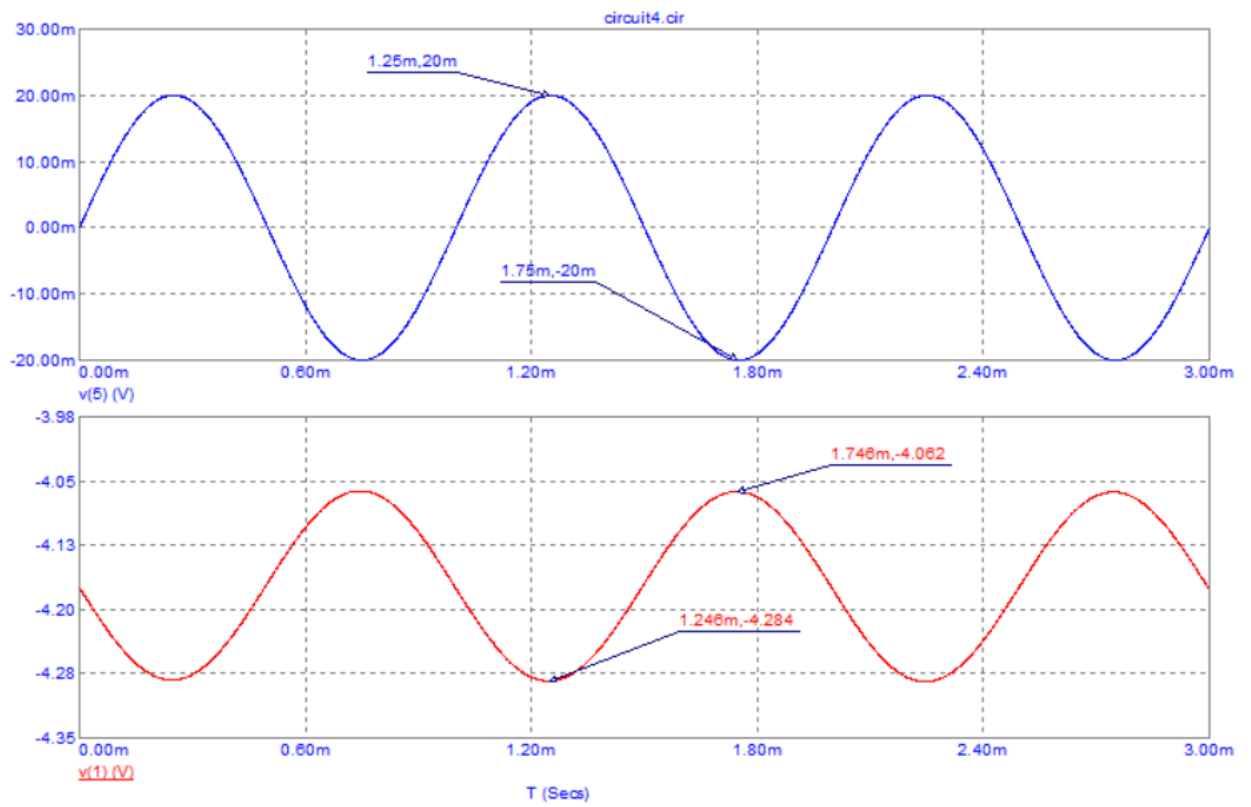
Выходная характеристика:



Здесь мы видим от -3 до 0 – крутая область, перед ней – область насыщения.

JFET схема с общим истоком и цепью автосмещения:



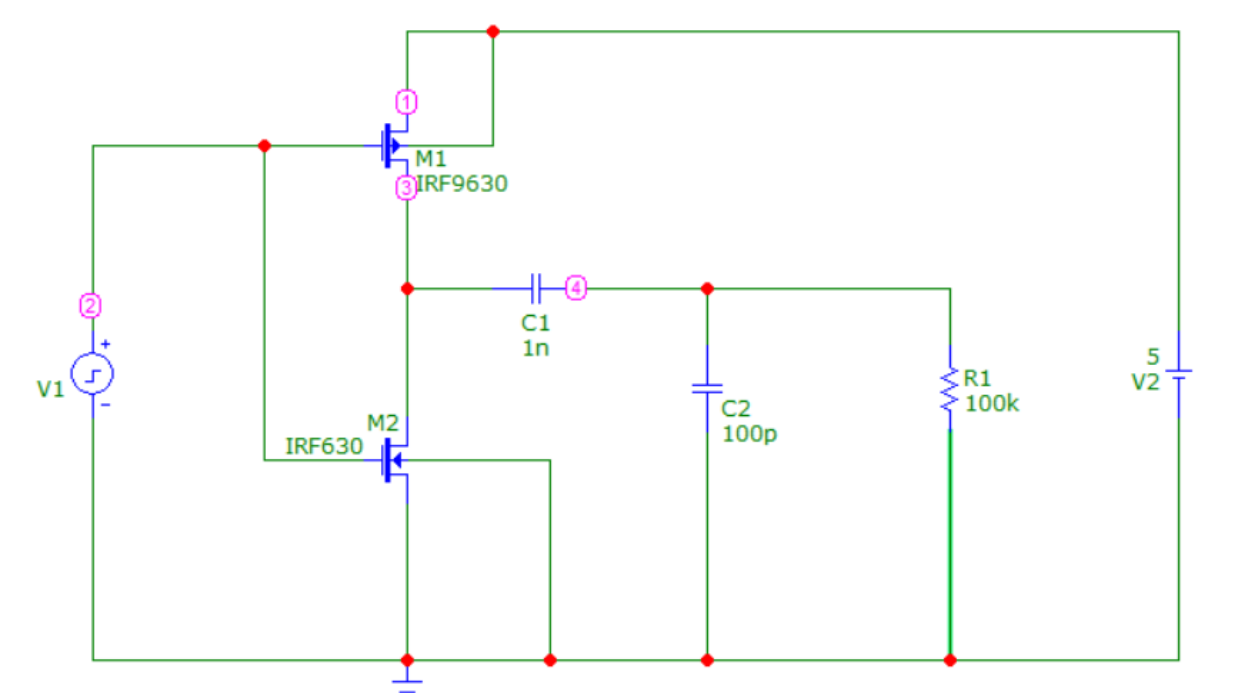


Коэффициент усиления по напряжению:

$$K = (-4.062 + 4.284) / (20m + 20m) = 0.222 / 0.04 = 5.55$$

Эксперимент 8

Схема для оценки быстродействия инвертора:



Параметры временного анализа:

Transient Analysis Limits

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

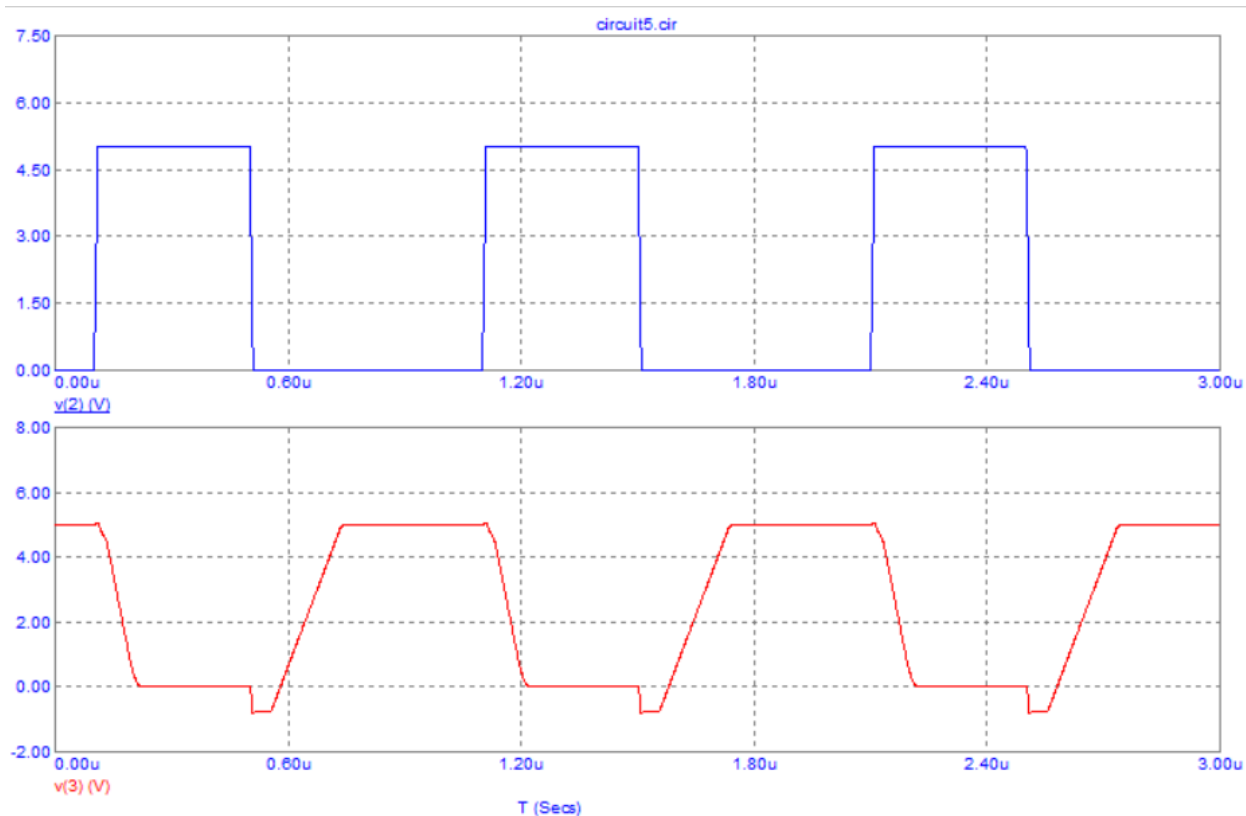
Maximum Run Time: 3u
Output Start Time (tstart): 0
Maximum Time Step: 1n
Number of Points: 5100
Temperature: Linear
Retrace Runs: 1

Run Options: Normal
State Variables: Zero

☒ Operating Point
☐ Operating Point Only
☒ Auto Scale Ranges

☐ Accumulate Plots
☐ Fixed Time Step
☐ Periodic Steady State

Ignore Expression Errors	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>	1	T	v(2)	3e-6,0,6e-7	8,-2,2	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	T	v(3)	3e-6,0,6e-7	8,-2,2	



По полученным графикам определяем среднее время задержки по уровню 0.5
 $= (65.3 + 158.6) / 2 = 111.95$ нс. Полученное время составляет 111.95 нс / 400
 нс $\approx 28\%$ от средней длительности входного сигнала.

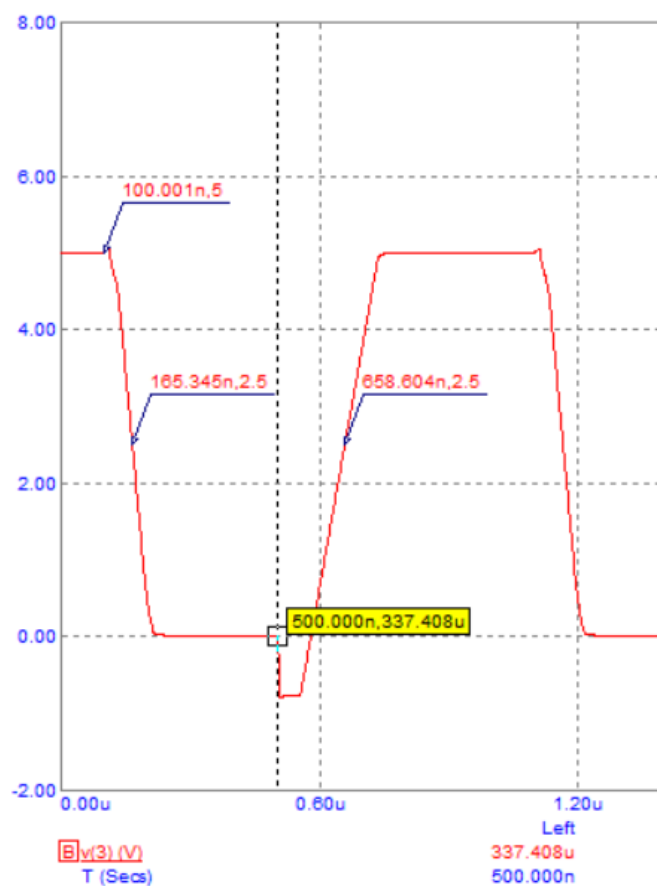
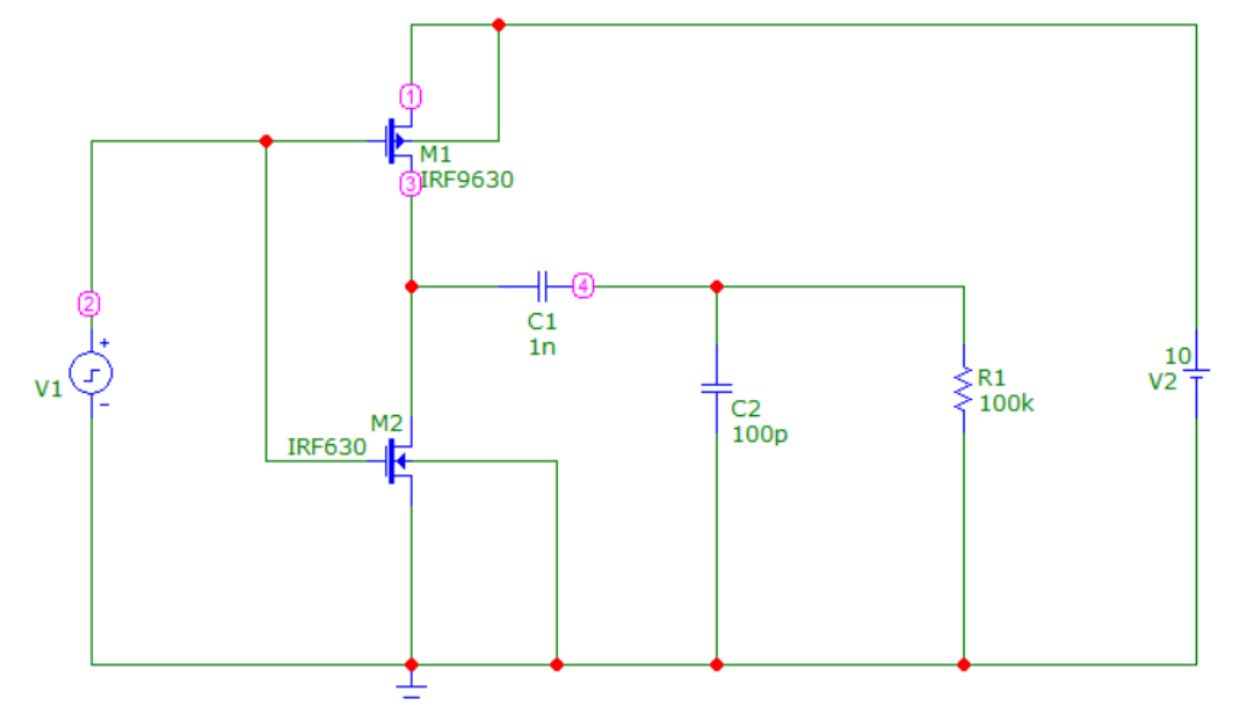


Схема для получения передаточных характеристик:



Построим передаточные характеристики:

DC Analysis Limits

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

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	10,0,.05
Variable 2	Linear	V2	10,6,.2

Temperature

Method	Range
Linear	27

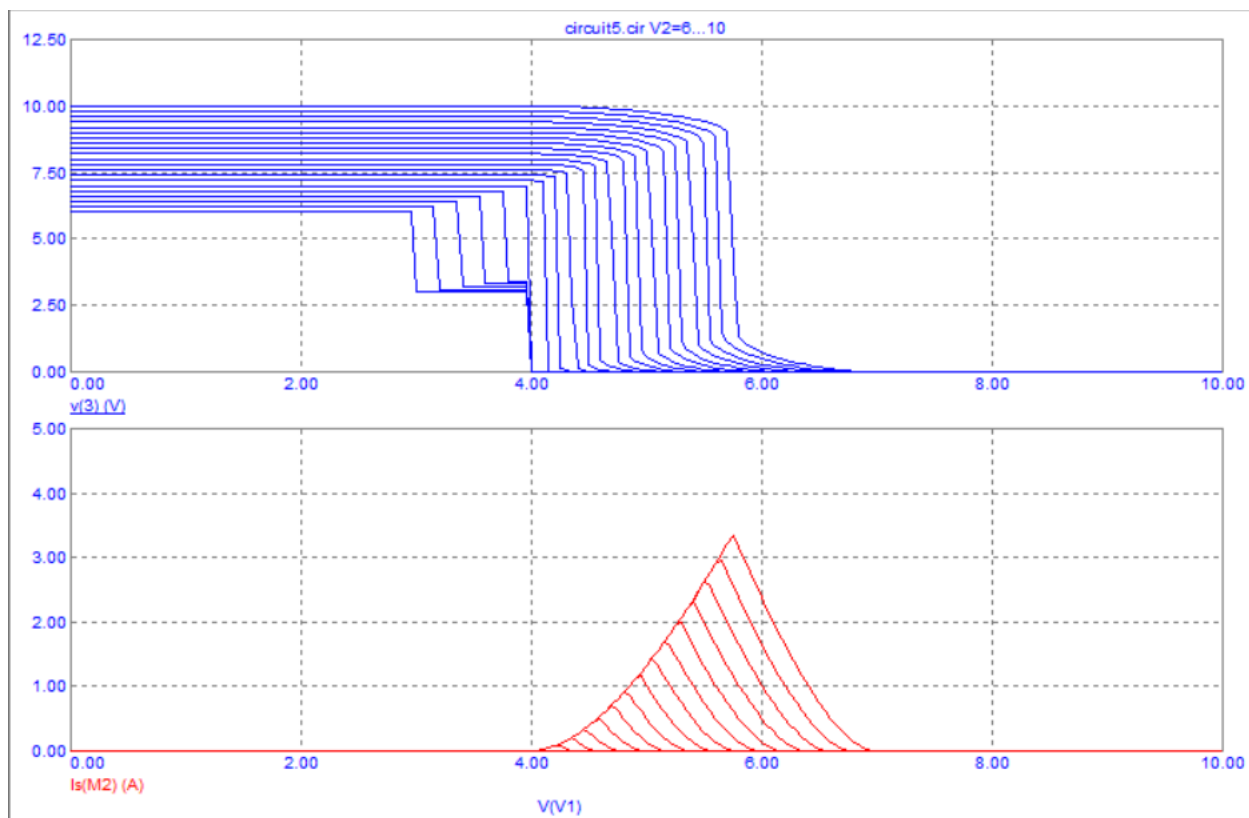
Number of Points: 5100

Maximum Change %: 5

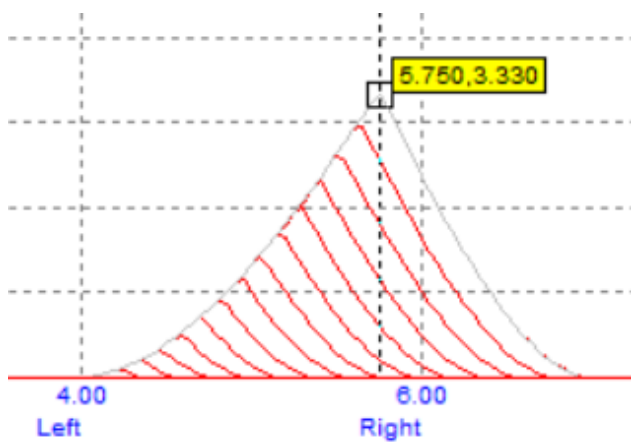
Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

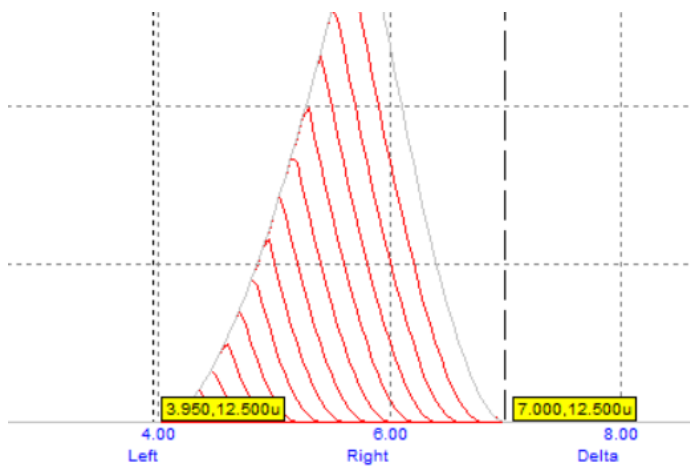
Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	1	DCINPUT1	v(3)	Auto	Auto
2	2	DCINPUT1	Is(M2)		



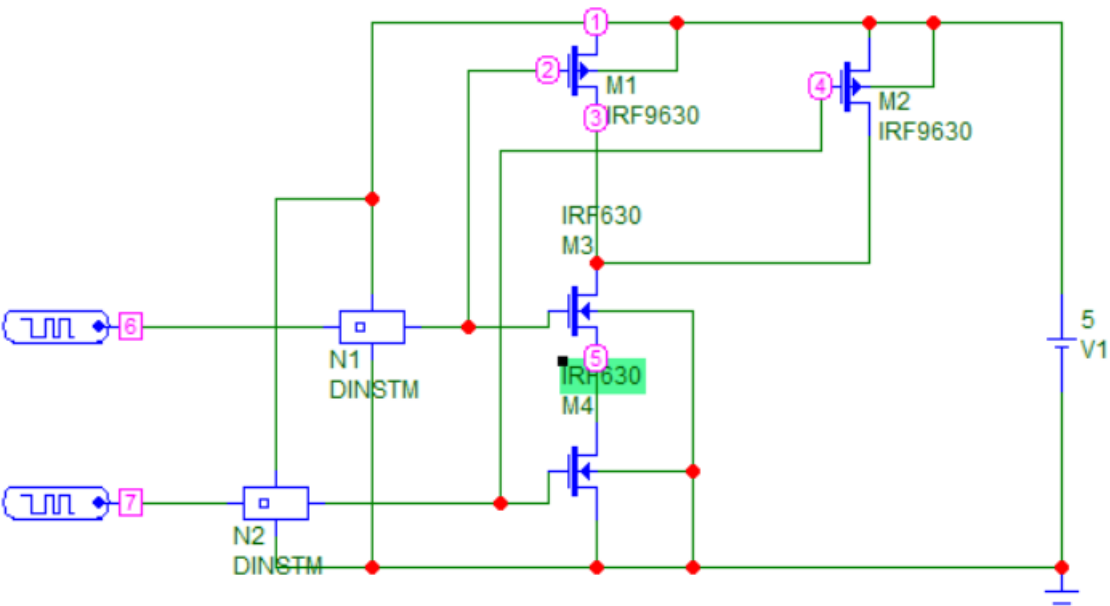
Определим максимальный ток:



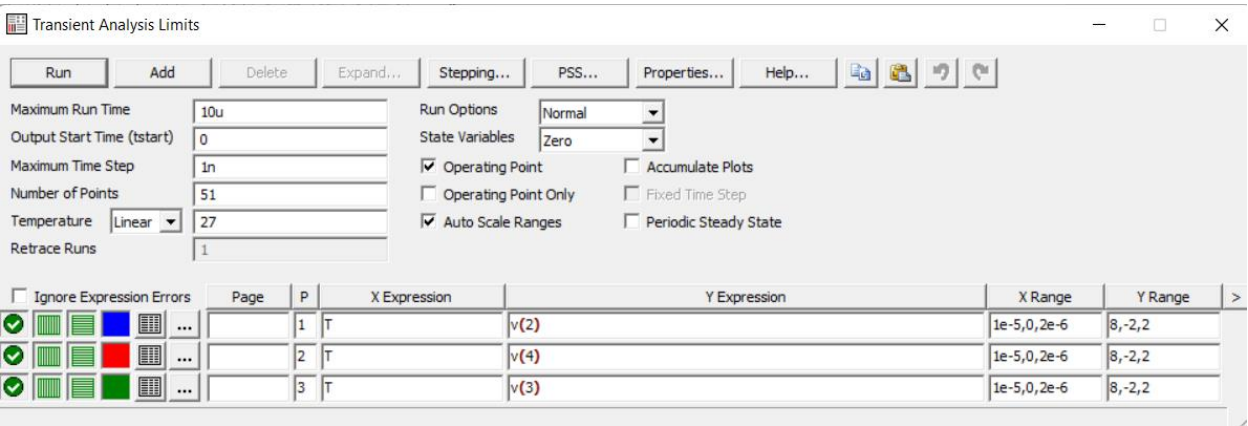
Определим напряжения, при которых открываются транзисторы:

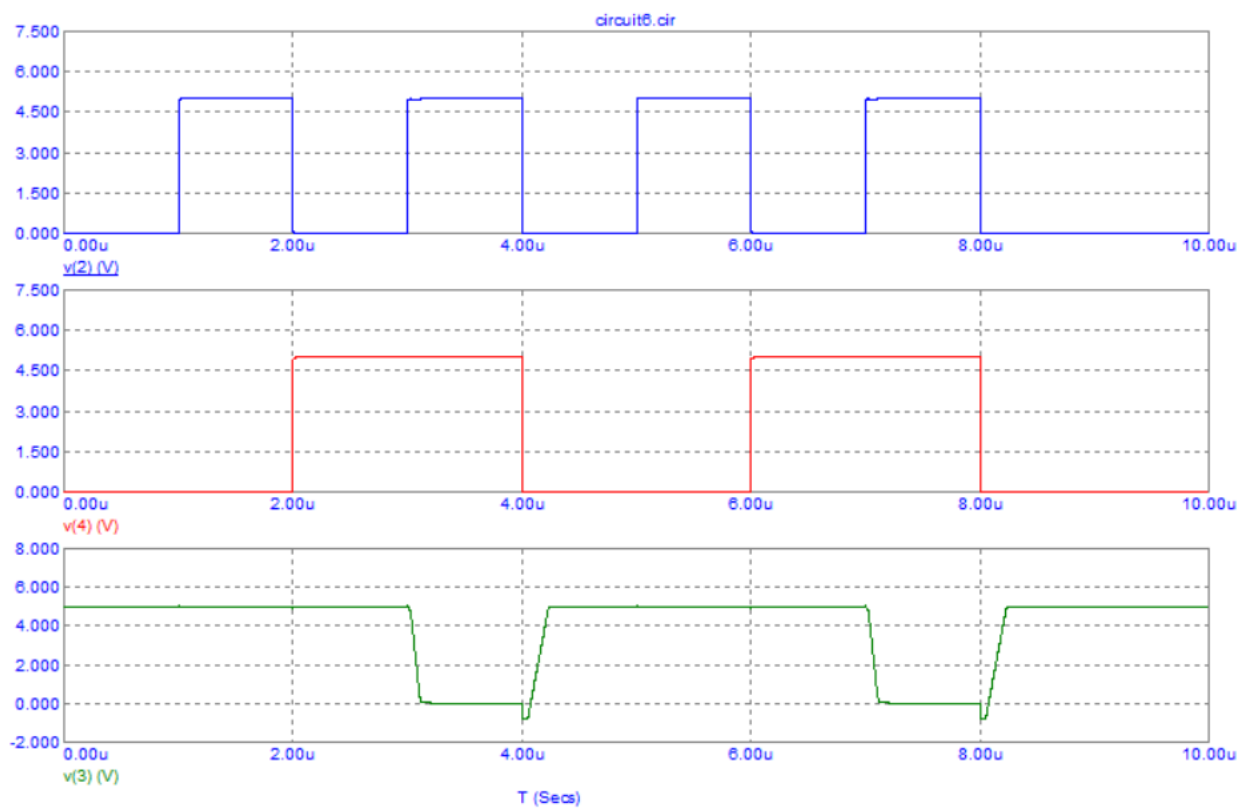


Для исследования логического элемента 2И-НЕ строим схему выходной сигнал равен единице тогда и только тогда, когда хотя бы один из входных сигналов равен 0:

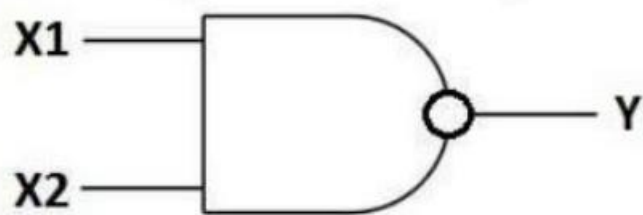


Запускаем временной анализ:





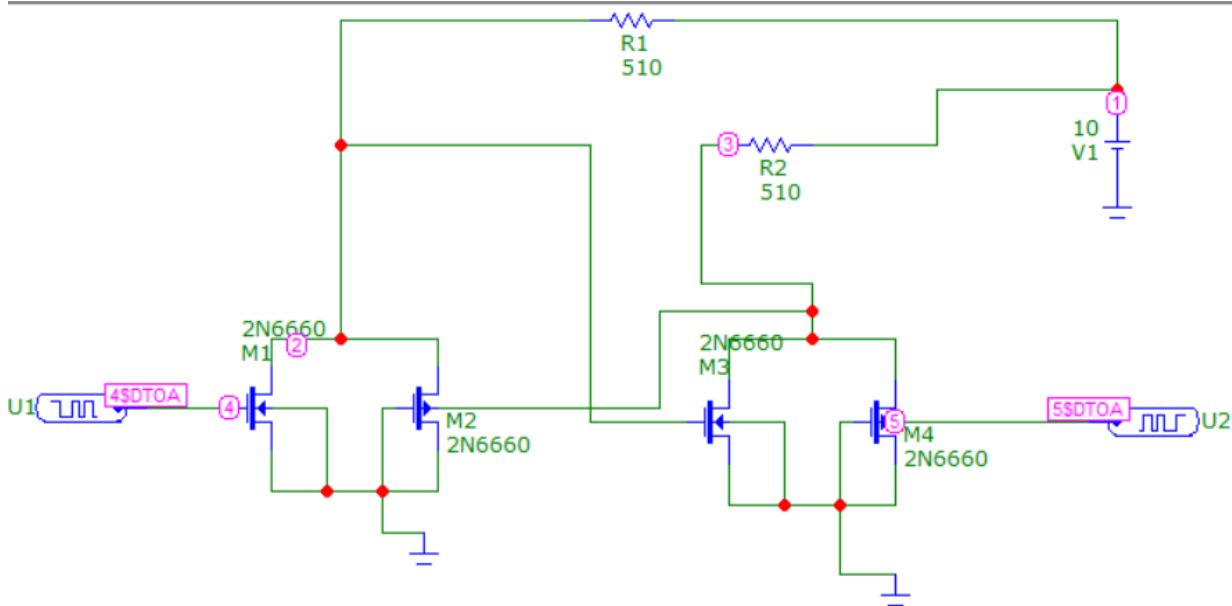
Обозначение и таблица истинности логического элемента 2И-НЕ:



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

Эксперимент 9

Соберем схему триггера:



Запустим временной анализ:

