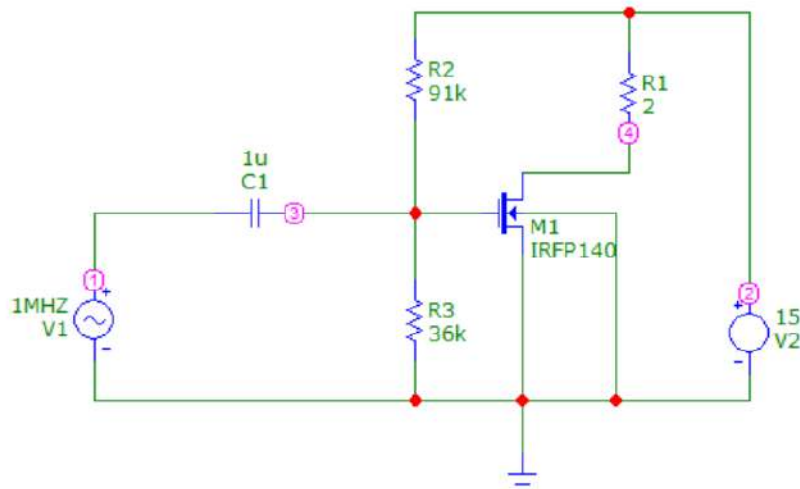
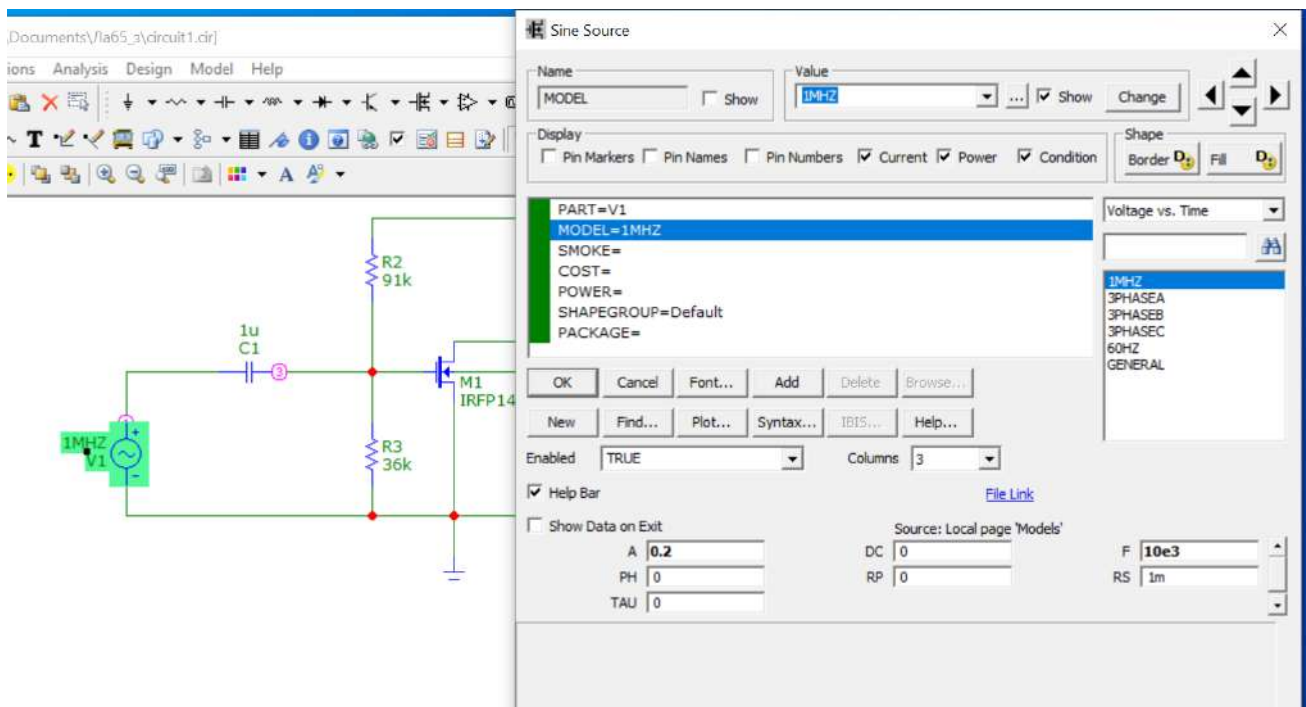


Практическая часть

Построила схему

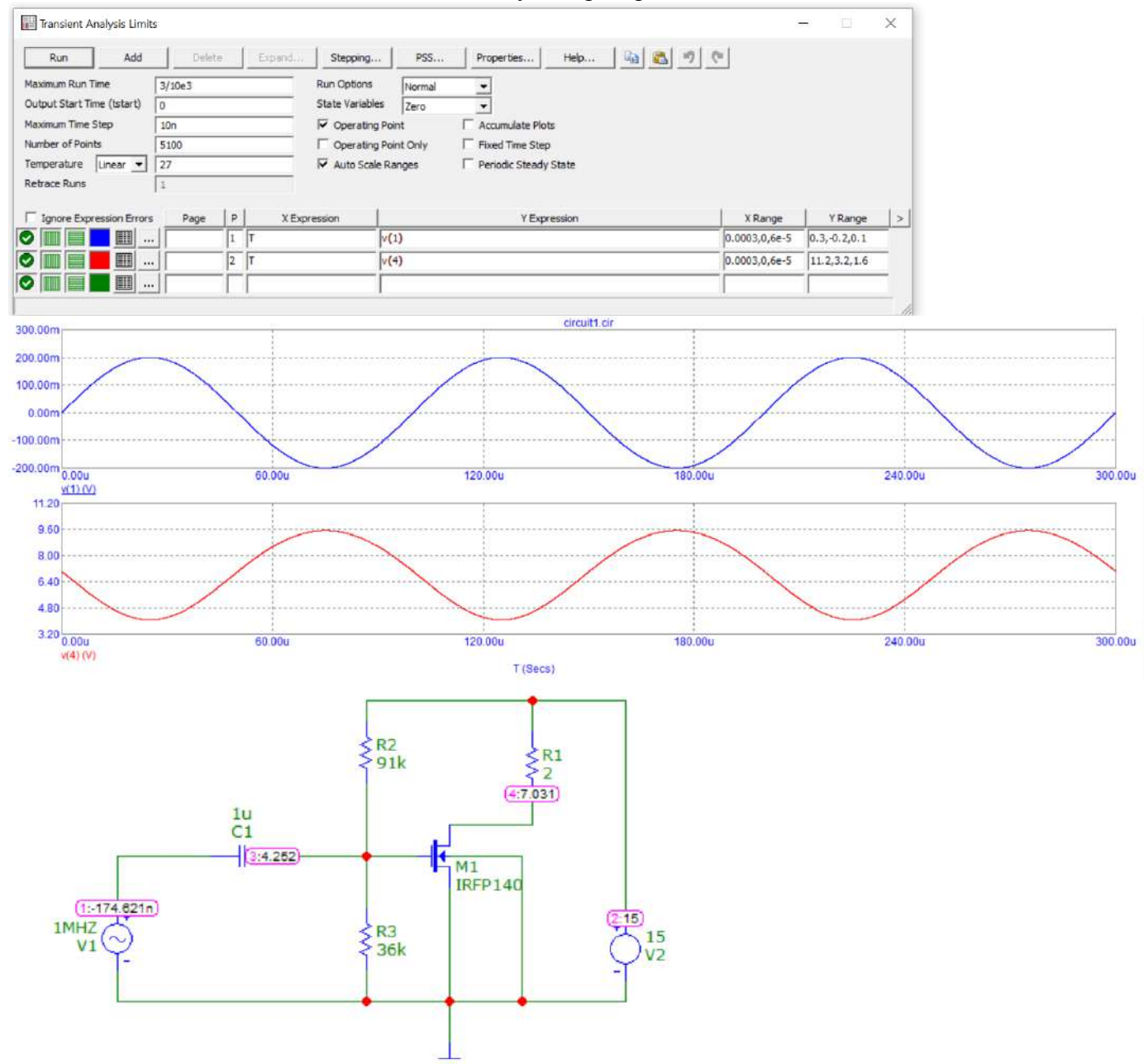


Выставила характеристики генератора



Построила графики в точках 1 и 4

Указала 3 делить 10e3, так как такая частота у генератора



Коэффициент усиления по напряжению:

$$400\text{mA} / (9.5 - 4) \text{ mA} = 400\text{mA} / 5.5\text{mA} = 72$$

Коэффициент усиления по току:

$$U(4) / R1 = 7.031 / 2 = 3.52$$

$$U(3) / R3 = 4.252 / 36000 = 1\text{e-}4$$

$$\text{Итого: } 3.52 / 1\text{e-}4 = 35200$$

Меняю частоту генератора на 1 МегГерц

The image shows a circuit simulation setup in LTspice. The main window displays a circuit diagram with a 1MHz sine wave source, a 1uF capacitor, a 3.4252 ohm resistor, a 91k resistor, a 36k resistor, and an IRFP14 MOSFET. The 'Sine Source' window is open, showing the frequency set to 1MHz. The 'Transient Analysis Limits' window is also open, showing the maximum run time set to 3/1e6 and the number of points set to 5100.

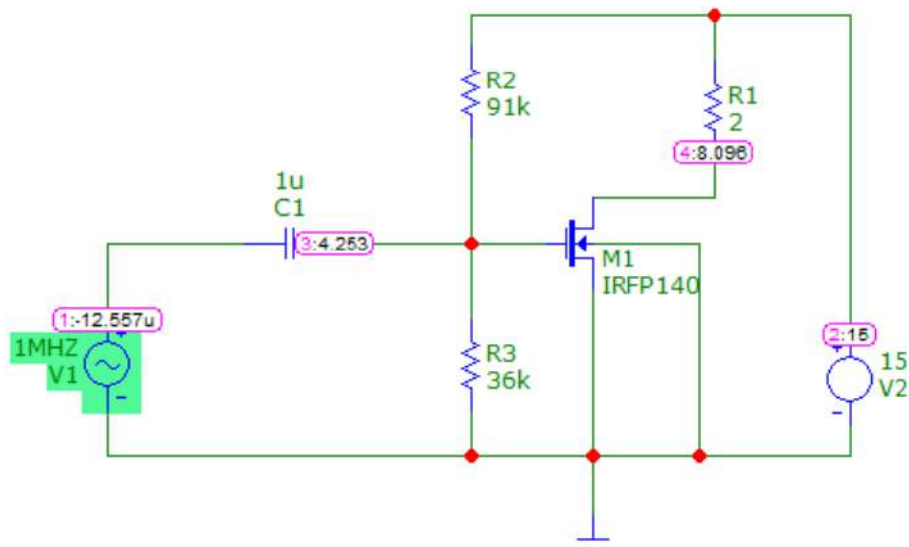
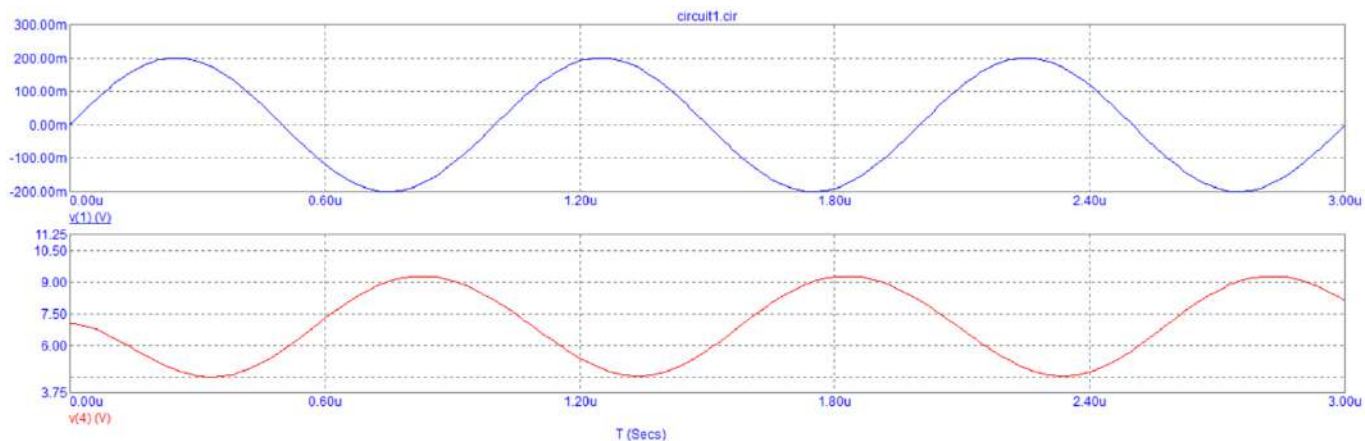
Sine Source Properties:

- Name: MODEL
- Value: 1MHz
- Display: ☐ Pin Markers ☐ Pin Names ☐ Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition
- Shape: ☒ Border ☒ Fill
- PART=V1
- MODEL=1MHz
- SMOKE=
- COST=
- POWER=
- SHAPEGROUP=Default
- PACKAGE=
- Enabled: ☒ TRUE
- Columns: 3
- Help Bar: ☒
- Show Data on Exit: ☐
- Source: Local page 'Models'
- DC: 0
- PH: 0
- TAU: 0
- F: 1e6
- RS: 1m

Transient Analysis Limits:

- Run:
- Maximum Run Time: 3/1e6
- Output Start Time (tstart): 0
- Maximum Time Step: 10n
- Number of Points: 5100
- Temperature: Linear 27
- Retrace Runs: 1
- Run Options: Normal
- State Variables: Zero
- ☒ Operating Point ☐ Accumulate Plots
- ☐ Operating Point Only ☐ Fixed Time Step
- ☒ Auto Scale Ranges ☐ Periodic Steady State

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
1	T	v(1)	0.0003,0,6e-5	0.3,-0.2,0.1	
2	T	v(4)	0.0003,0,6e-5	11.2,3.2,1.6	



Коэффициент усиления по напряжению:
 $400\text{mA}/(9.2-4.5)\text{mA} = 400\text{mA}/4.7\text{mA} = 85$

Коэффициент усиления по току:
 $U(4) / R1 = 8.096 / 2 = 4.048$
 $U(3) / R3 = 4.2523 / 36000 = 1\text{e-}4$
 Итого: $4.048 / 1\text{e-}4 = 40480$

Теоретическая часть

Полевой транзистор с изолированным затвором MOSFET.

Затвор электрически изолирован от проводящего канала полупроводника слоем диэлектрика. Благодаря этому, у транзистора очень высокое входное сопротивление (у некоторых моделей оно достигает 10^{17} Ом). Принцип работы этого типа полевого транзистора также основан на влиянии внешнего электрического поля на проводимость канала. Транзистор состоит из четырех основных частей: истока, затвора, стока и базы. Базу обычно соединяют с истоком, в результате чего образуется диод между стоком и истоком, который иногда не указывается в схемах, но всегда присутствует.

Устройство МДП-транзистора (MOSFET) с индуцированным каналом.

На подложке полупроводника с электропроводностью Р-типа (для транзистора с N-каналом) созданы две зоны с повышенной электропроводностью N-типа. Все это покрывается тонким слоем диэлектрика, обычно диоксида кремния SiO_2 . Сквозь диэлектрический слой проходят металлические выводы от областей N-типа, называемые стоком и истоком. Над диэлектриком находится металлический слой затвора. Иногда от подложки также идет вывод, который замыкают с истоком.

Подключим напряжение любой полярности между стоком и истоком. Электрический ток не пойдет, поскольку между зонами N^+ находится область Р, не пропускающая электроны.

Если подать на затвор положительное напряжение относительно истока $U_{зи}$, возникнет электрическое поле. Оно будет выталкивать положительные ионы (дырки) из зоны Р в сторону подложки. В результате под затвором концентрация дырок начнет уменьшаться, и их место займут электроны, притягиваемые положительным напряжением на затворе. Когда $U_{зи}$ достигнет своего порогового значения, концентрация электронов в области затвора превысит концентрацию дырок. Между стоком и истоком сформируется тонкий канал с электропроводностью N-типа, по которому пойдет ток $I_{си}$. Чем выше напряжение на затворе транзистора $U_{зи}$, тем шире канал и, следовательно, больше сила тока. Такой режим работы полевого транзистора называется режимом обогащения - чем больше напряжение, тем больше ток.

Работа МДП-транзистора (MOSFET) со встроенным каналом N-типа.

Подключим к транзистору напряжение между стоком и истоком $U_{си}$ любой полярности. Оставим затвор отключенным ($U_{зи} = 0$). В результате через канал пойдет ток $I_{си}$, представляющий собой поток электронов, зависящий от материала канала.

Далее, подключим к затвору отрицательное напряжение относительно истока. В канале возникнет поперечное электрическое поле, которое начнет выталкивать электроны из зоны канала в сторону подложки. Количество электронов в канале уменьшится, его сопротивление увеличится, и ток $I_{си}$ уменьшится. При повышении отрицательного напряжения на затворе, уменьшается сила тока. Такое состояние работы транзистора называется режимом обеднения – чем больше напряжение (по абсолютной величине) – тем меньше ток.

Если подключить к затвору положительное напряжение, возникшее электрическое поле будет притягивать электроны из областей стока, истока и подложки.

Канал расширится, его проводимость повысится, и ток $I_{си}$ увеличится. Транзистор войдет в режим обогащения. Формально, МДП-транзистор со встроенным каналом способен работать в двух режимах - в режиме обеднения и в режиме обогащения.