

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

Звіт
З виконання лабораторної роботи №3
з дисципліни “Аналогова електроніка”

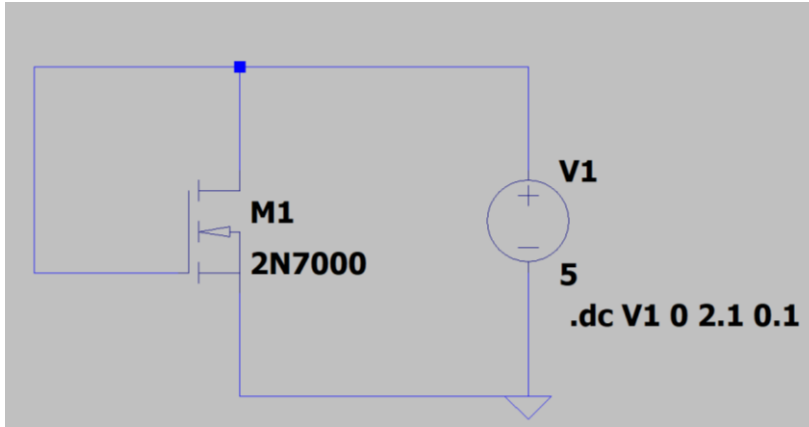
Виконали:
студенти групи ДК-82
Краповницький Є. І.

Перевірив:
доц. Короткий Є В.

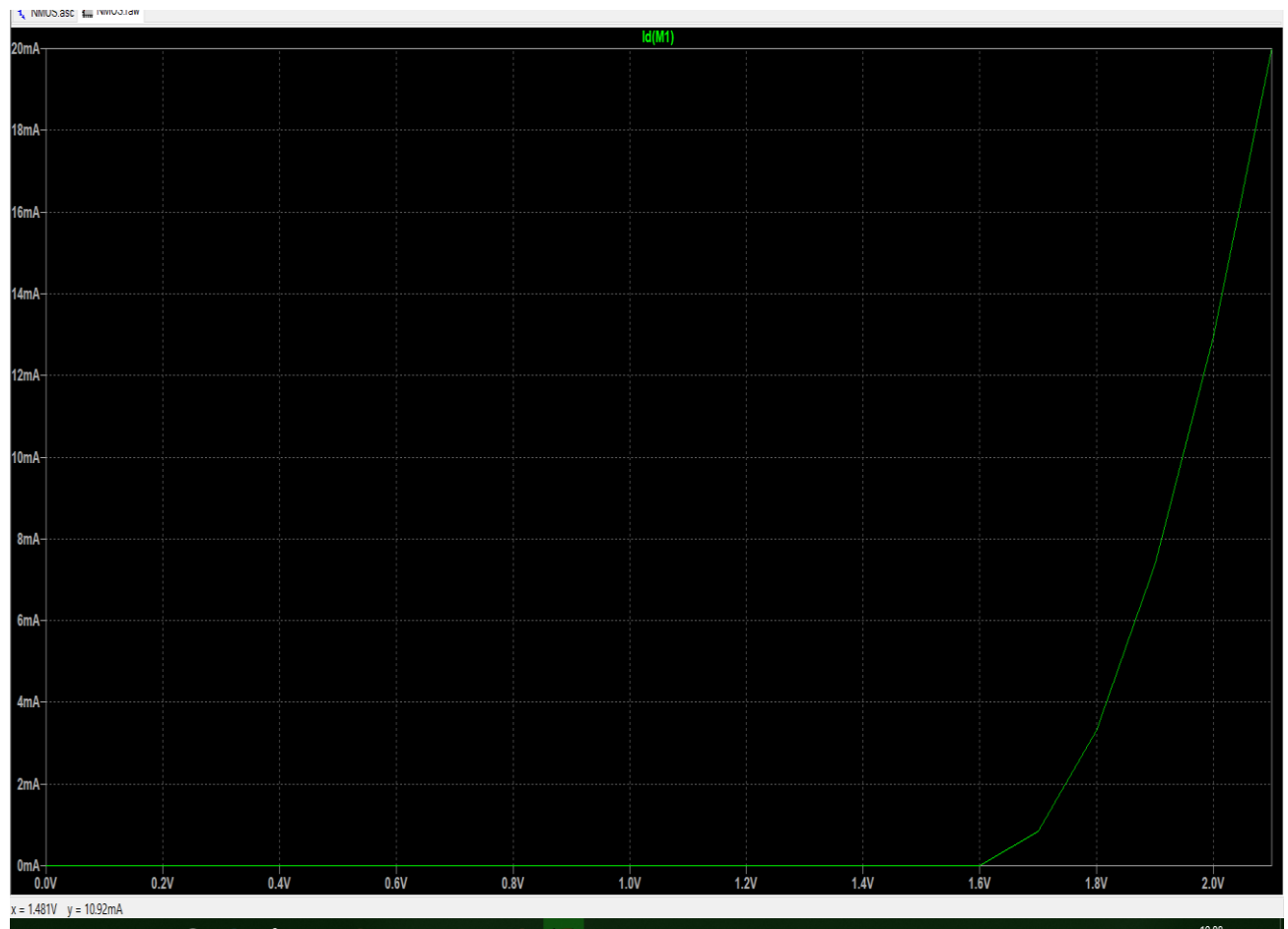
Київ – 2020

1. Дослідження залежності $I_s(U_{зв})$ для n-канального польового МДН транзистора 2N7000

Перевіримо залежність струму стоку від напруги між затвором і витоком для польового МДН транзистора з індукованим n каналом. Побудуємо схему в програмі LTSPICE.



Постійна напруга джерела змінюється від 0В до 2.1В з кроком 0.1В. Вийшов такий графік залежності струму стоку від напруги між затвором і витоком:



Десятьом значенням струму стоку відповідають 10 значень напруги між затвором і витоком як показано в таблиці:

U _{зв} ,В	I _c
0,2	240fA
0,4	441fA
0,6	638fA
0,8	840fA
1	1,04pA
1,2	1,24pA
1,4	1,44pA
1,6	7,27uA
1,8	3,28mA
2	13mA
2,1	20mA

Розрахуємо порогову напругу транзистору. Для цього беремо якійсь струм стоку і відмічаємо відповідну напругу між затвором і витоком. Потім беремо інше значення струму яке в 4 рази більше за попереднє значення і фіксуємо відповідну напругу між затвором і витоком.

За формулою $U_{\pi} = 2U_{зв1} - U_{зв2}$ розраховуємо значення порогової напруги.

Беремо: I_{c1}=5mA->U_{зв1}=1.84В

I_{c2}=20mA->U_{зв2}=2.1В

$$U_{\pi} = 2U_{зв1} - U_{зв2} = 1.84 * 2 - 2.1 = 1.58В$$

Тепер визначимо коефіцієнт b транзистора:

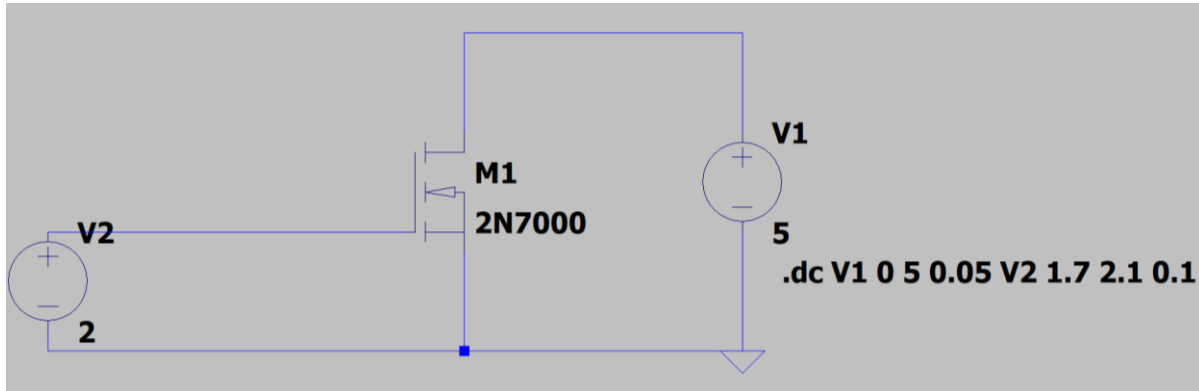
$$I_c = \frac{b}{2} * (U_{зв} - U_{\pi})^2$$

Тоді:

$$b = \frac{I_c * 2}{(U_{зв} - U_{\pi})^2} = \frac{20 * 10^{-3} * 2}{(2.1 - 1.58)^2} = 0.148$$

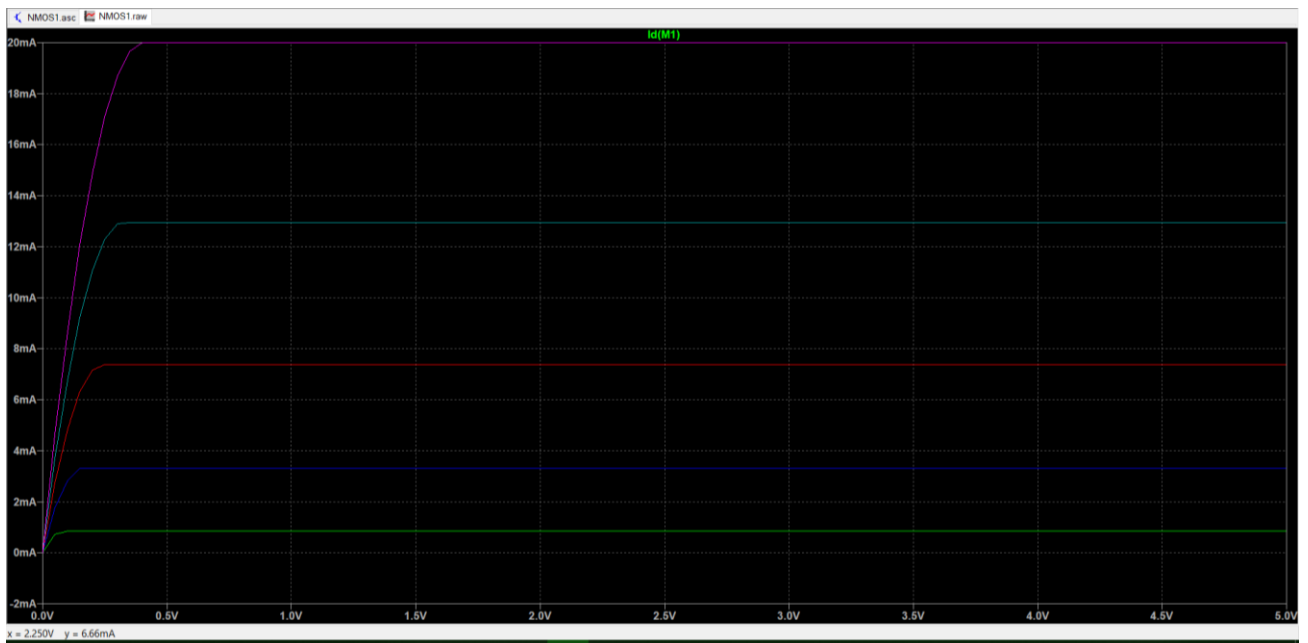
2. Дослідження залежності $I_c(U_{bc})$ для n-канального польового МДН транзистора 2N7000

Складемо наступну схему:



U_{GS} змінюємо від 1.7 до 2.1В з кроком 0.1. U_{DS} змінюємо від 0 до 5В з кроком 0.05.

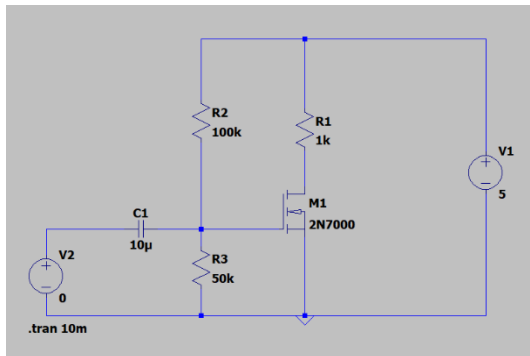
У результаті було отримано сімейство вихідних статичних характеристик транзистора.



Зростання струму відповідає тріодному режиму роботи транзистора, а коли струм перестає збільшуватись-режим насичення. Бачимо що при збільшенні напруги між затвором і витоком збільшується напруга насичення. Для входу транзистора в режим насичення напруга між витоком і стоком повинна бути більше ніж напруга насичення. Сімейство графіків підтверджує теоретичні очікування.

3. Дослідження підсилювача з загальним витоком на польовому МДН транзисторі 2N7000

Складемо наступну схему:

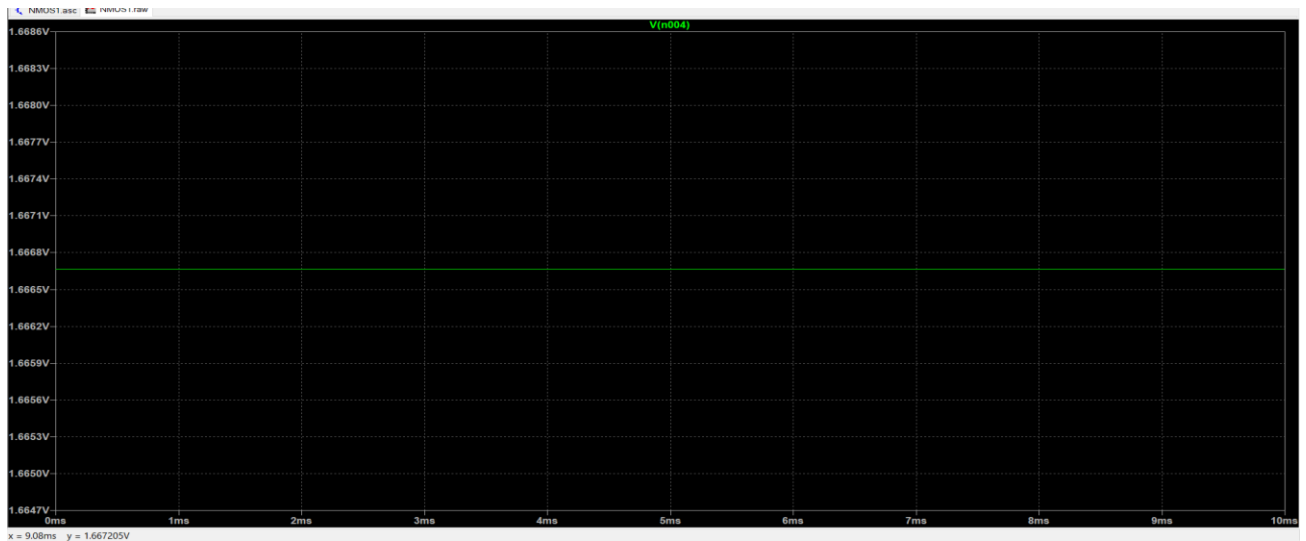


Параметри схеми:

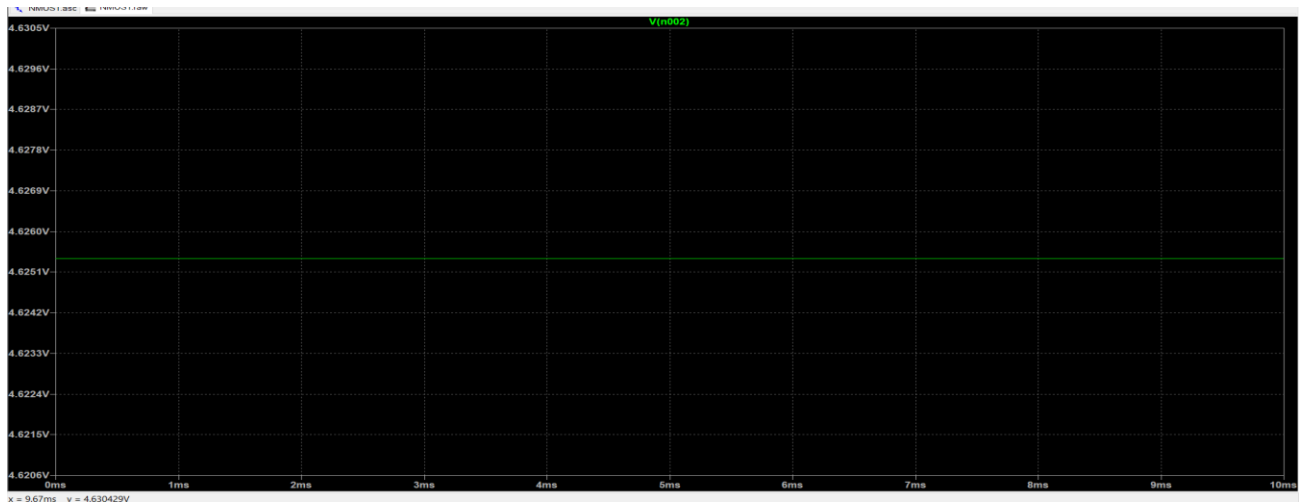
$R3=50k\Omega$; $R1=1k\Omega$; $R2=100k\Omega$; $C=10\mu F$

Визначемо параметри робочої точки спокою підсилювача:

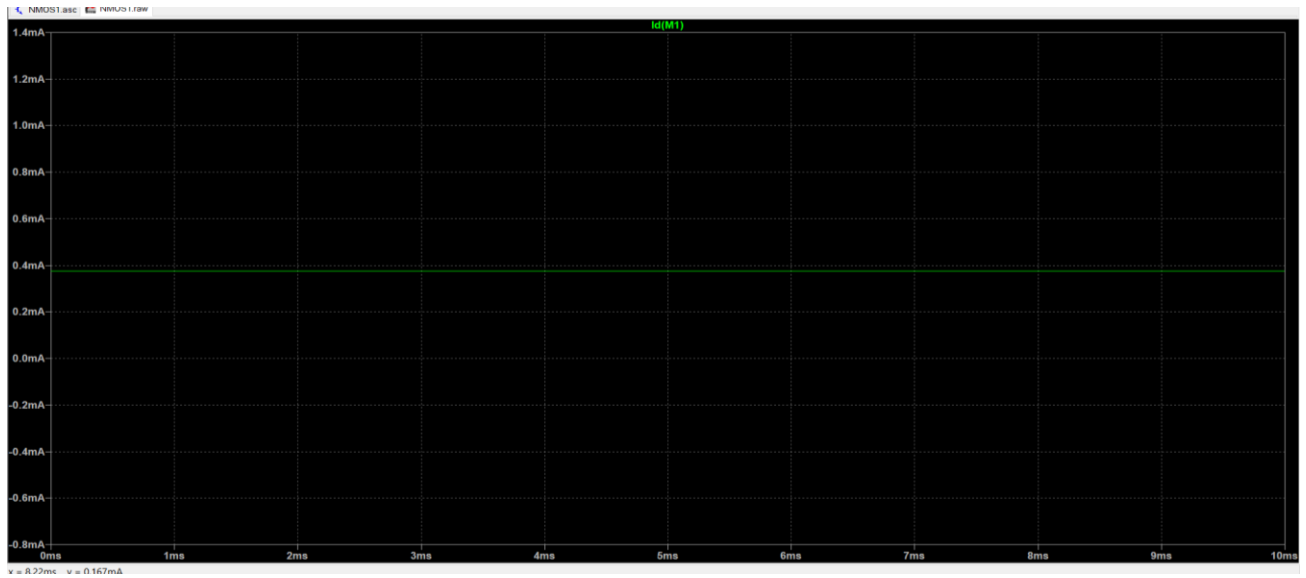
$$U_{зв0} = 1.66V$$



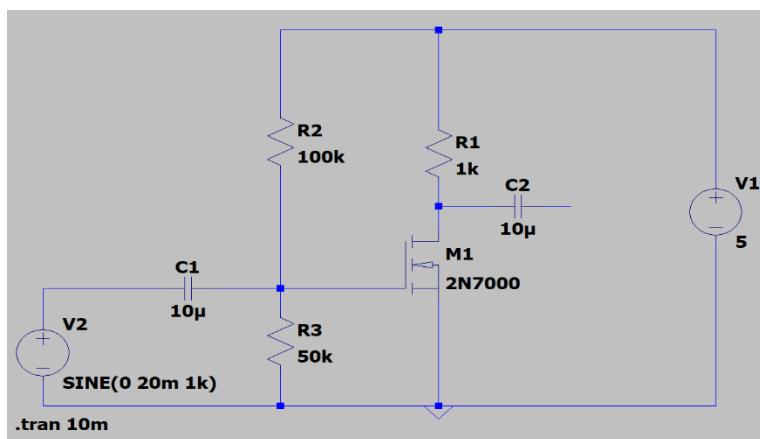
$$U_{вс0} = 4.63V$$



$$I_{c0} = 0.375\text{mA}$$

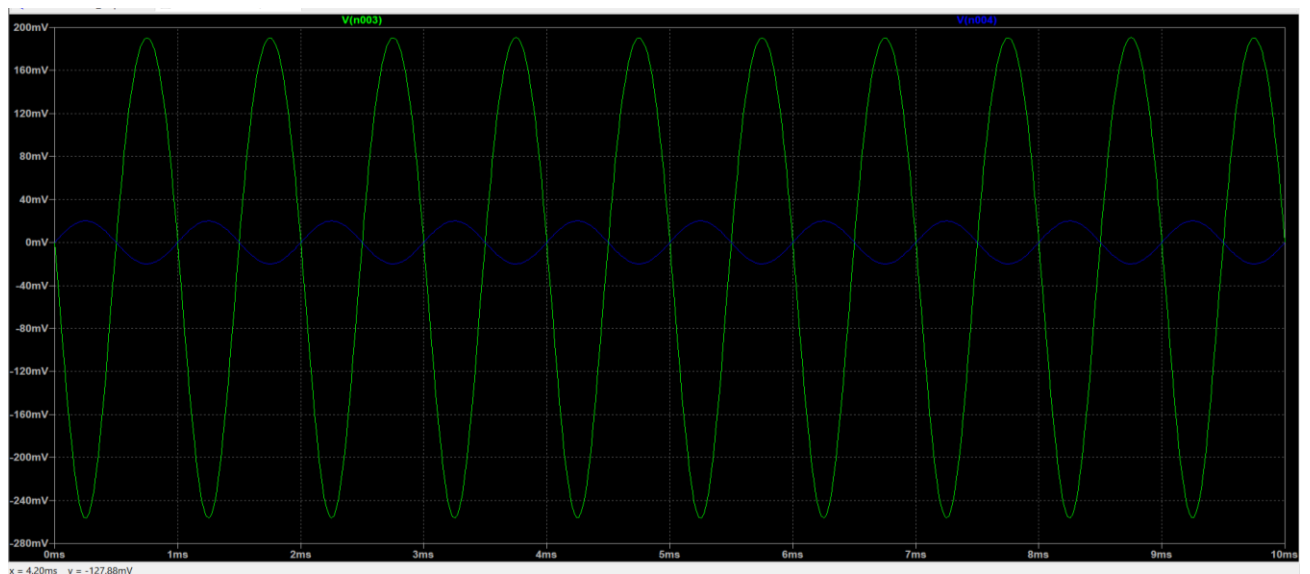


Потім складемо наступну схему:



$R3=50\text{k}\Omega$; $R1=1\text{k}\Omega$;
 $R2=100\text{k}\Omega$; $C1=C2=10\mu\text{F}$

Напруга на виході та на вході:



Бачимо що вихідний сигнал інвертований відносно вхідного. Тепер розрахуємо коефіцієнт передачі за напругою.

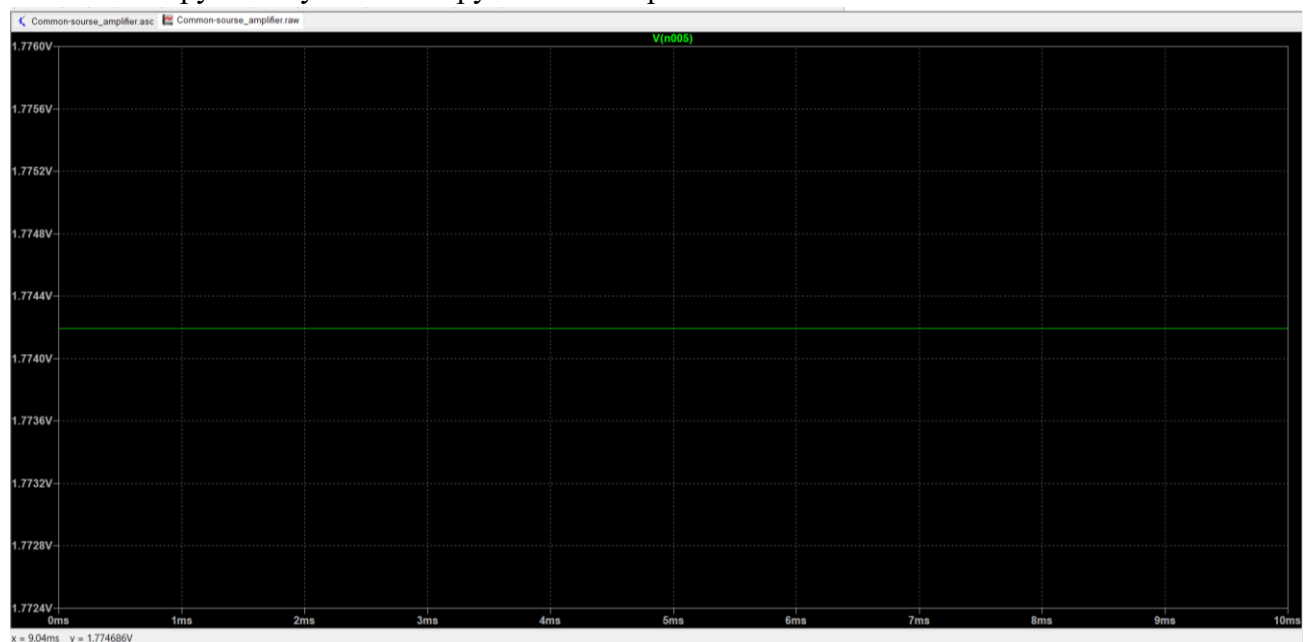
$$K_u = \frac{U_{\text{вих макс}}}{U_{\text{вх макс}}} = \frac{255.8}{20} = 12.79$$

Бачимо що, коли амплітуда вхідного сигналу доходить до 20мВ, вершини сінусоїд трохи обрізаються. Це свідчить про початок спотворень сигналу.

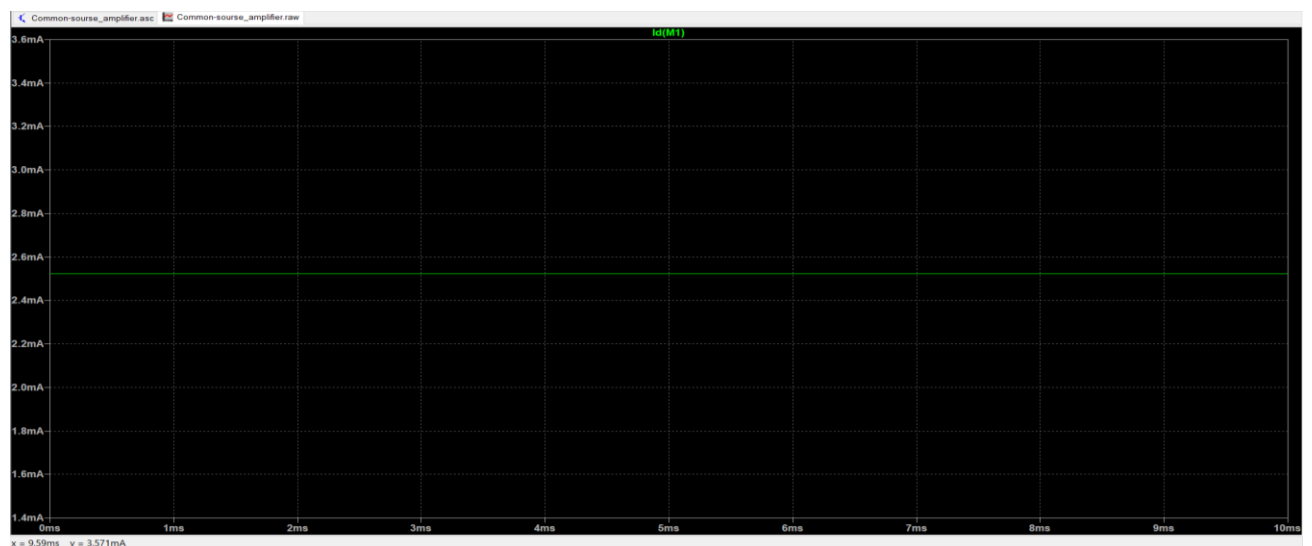
Тепер визначемо передаточну провідність підсилювача за формулою

$$g_m = \frac{\Delta I}{\Delta U}$$

Для цього ми трохи збільшемо напругу між затвором і витоком і побачимо як при цьому зміниться струм стоку. Нова напруга між затвором і витоком. $\Delta U = 0.114\text{В}$.



Новий струм стоку:



$$\Delta I = 2.145 \text{ мА}$$

Тоді

$$g_m = \frac{2.145 \cdot 10^{-3}}{0.114} = 0.018.$$

Передавальну провідність також розрахуємо за формулою:

$$g_m = b(U_{зв} - U_{п}) = 0.148 \cdot (1.66 - 1.58) = 0.011$$

$$\text{Тоді } K_{u \text{ теор}1} = g_{m1} \cdot R_1 = 0.018 \cdot 1000 = 18.$$

$$K_{u \text{ теор}2} = g_{m2} \cdot R_1 = 0.011 \cdot 1000 = 11.$$

Бачимо що K_u розрахований за другою формулою є більш точним, якщо порівнювати з експериментальним значенням.

Висновок

В цій лабораторній роботі я дослідив основний режим роботи МДН транзистора в аналогових схемах-а саме режим насичення. В схемі підсилення бачимо, що при максимально правильному виборі робочою точки спокою вихідний сигнал майже не буде спотворений, але він завжди буде інвертований відносно вхідного. Також я провів розрахунки таких параметрів транзистора як порогова напруга та коефіцієнт b .