

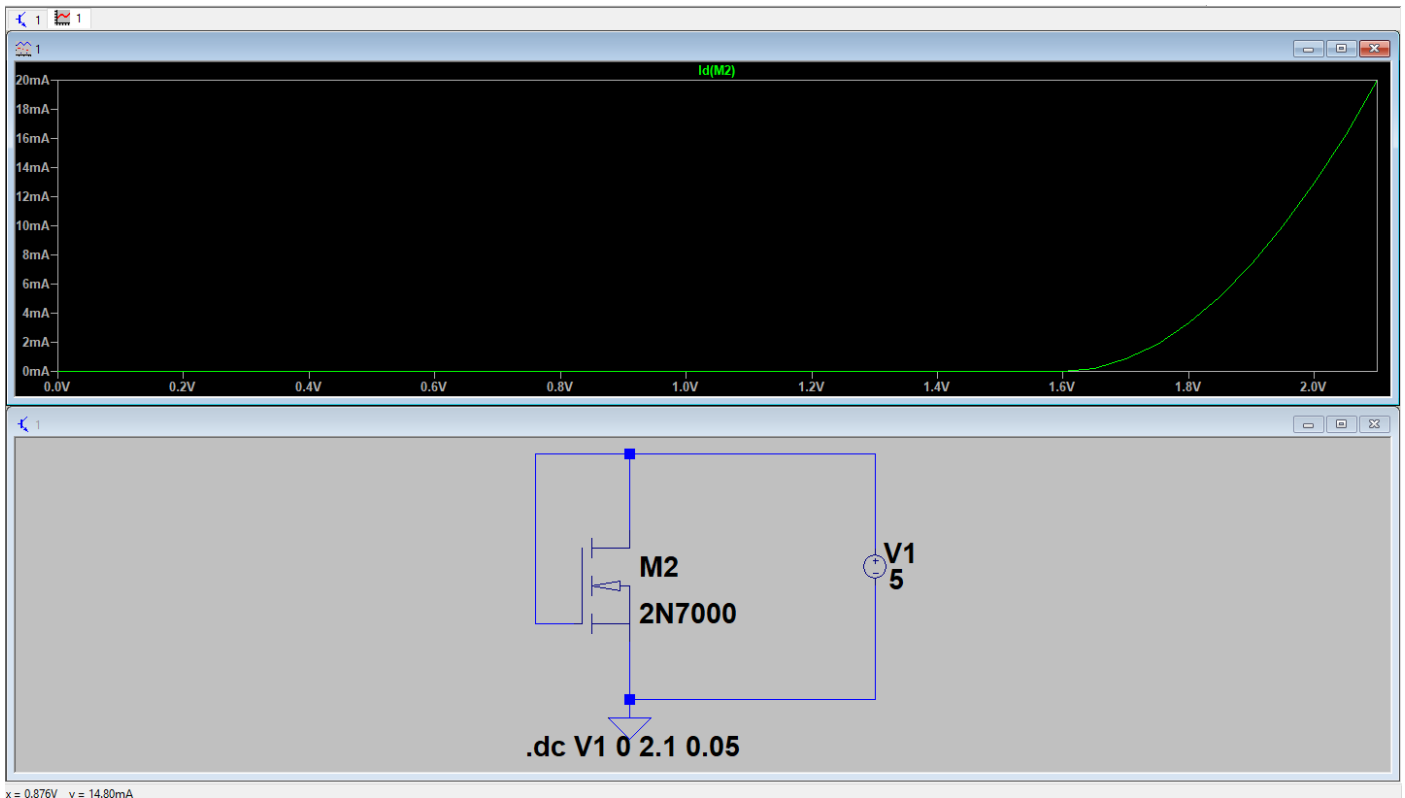
Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

Звіт
З виконання лабораторної роботи №3
з дисципліни “Аналогової електроніки”

Виконав:
студент групи ДК-62
Салім М. С.
Перевірив:
доц. Короткий Є В.

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

- а. Було проведено симуляцію роботи моделі польового МДН транзистора 2N7000 в режимі лінійного підвищення напруги затвор-виток та отримано таку залежність струму стоку:



Для розрахунку порогової напруги обрали струм стоку 4 мА, який протікає при напрузі на затворі 1.8В.

Струм, що в 4 рази більший за нього - 16 мА, протікає при напрузі стоку 2В.

Тоді розрахована порогова напруга буде рівна :

$$U_{\pi} = 2U_{зв1} - U_{зв2}$$
$$U_{\pi} = 2 * 1,8 - 2 = 1,6В,$$

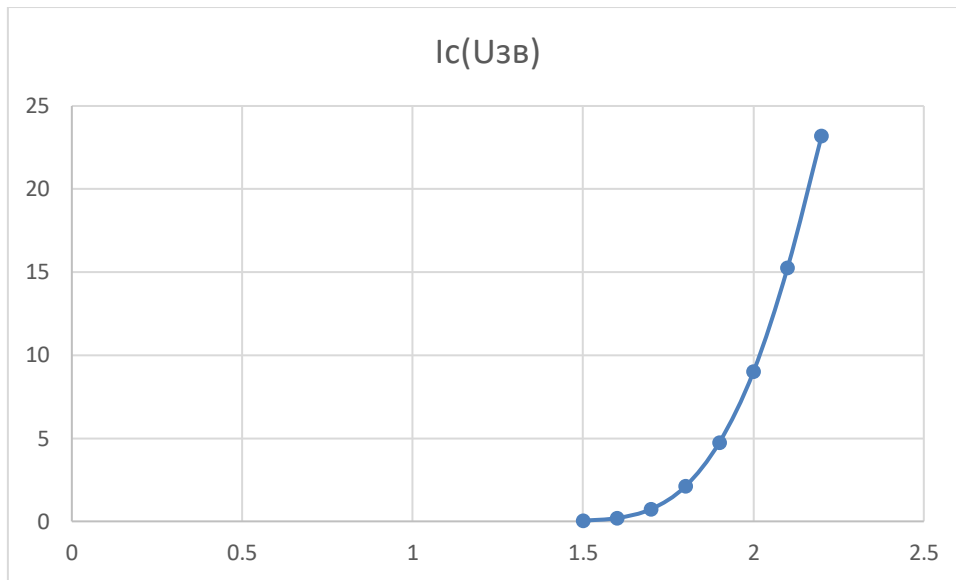
що цілком відповідає графіку залежності.

Якщо підставити отриману порогову напругу в формулу $I_c = \frac{b}{2}(U_{зв} - U_{\pi})^2$, то бачимо, що:

$$b = \frac{16 * 10^{-3} * 2}{0,16} = 200 * 10^{-3}$$

- б. Залежність, отримана на реальній схемі

$U_{зв}, В$	$I_c, мА$
1,5	0,04
1,6	0,2
1,7	0,74
1,8	2,1
1,9	4,75
2	9
2,1	15,25
2,2	23,2



Аналізуючи залежність можна побачити, що істотний струм стоку починає протікати при напрузі 1,5÷1,6В, а залежність досить непогано апроксимується квадратичною функцією, що в цілому відповідає теорії.

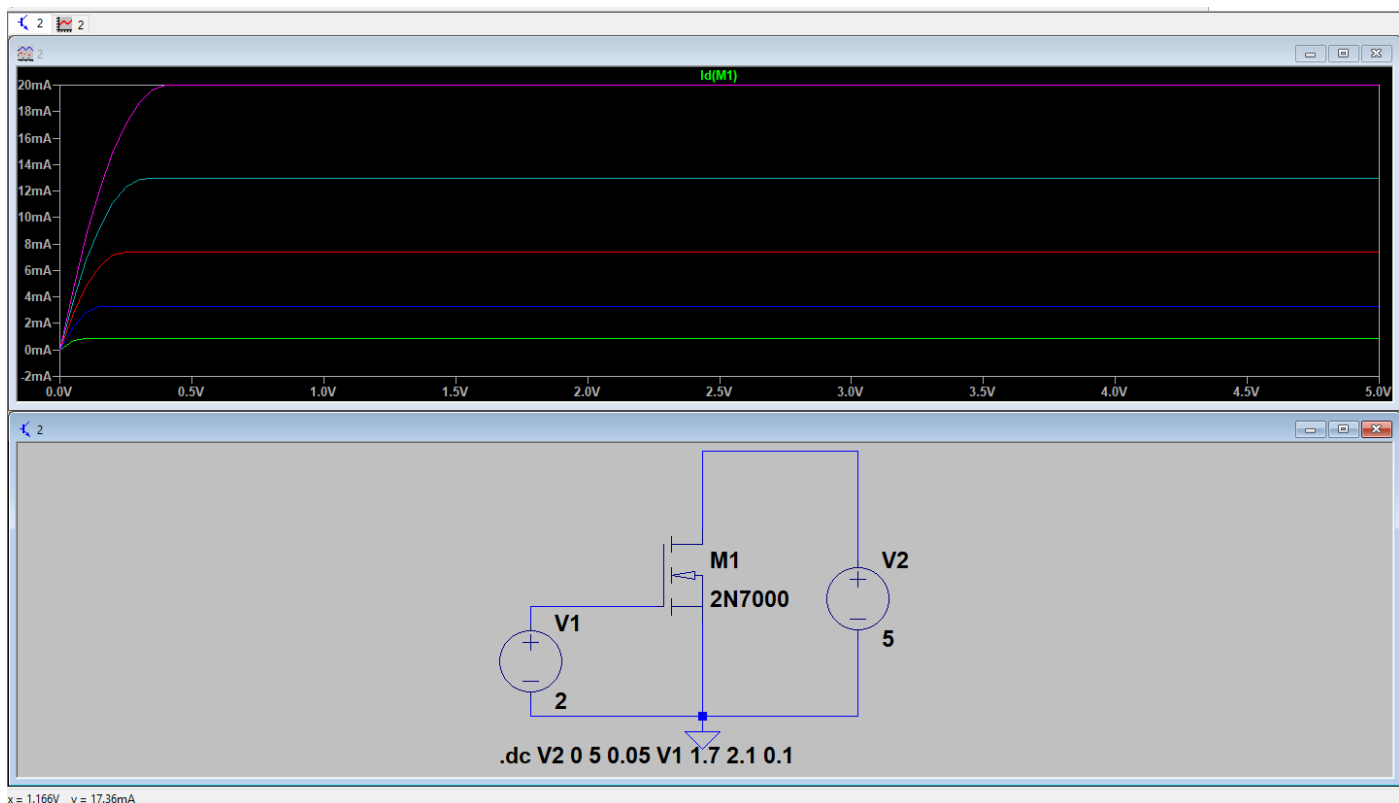
Якщо підставити експериментальні дані в формулу $I_c = \frac{b}{2}(U_{zv} - U_n)^2$, то бачимо, що:

$$b = \frac{9 * 10^{-3} * 2}{0,16} = 112,5 * 10^{-3}$$

Отримана величина одного порядку з теоретичними розрахунками, тому модель можна вважати вірною.

$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{zv}} = \frac{23,16 * 10^{-3}}{0,7} = 33 \text{ мС}$$

2. Дослідження залежності $I_c(U_{zs})$ для n-канального польового МДН транзистора 2N7000
Було проведено симуляцію схеми:



1. $U_{зв} = 1,7\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,109\text{В} \geq 1,7\text{В} - 1,59\text{В} = 0,11\text{В}$
2. $U_{зв} = 1,8\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,205\text{В} \geq 1,8\text{В} - 1,59\text{В} = 0,21\text{В}$
3. $U_{зв} = 1,9\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,294\text{В} \approx 1,9\text{В} - 1,59\text{В} = 0,31\text{В}$
4. $U_{зв} = 2,0\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,397\text{В} \approx 2,0\text{В} - 1,59\text{В} = 0,41\text{В}$
5. $U_{зв} = 2,1\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,452\text{мВ} < 2,1\text{В} - 1,59\text{В} = 0,51\text{В}$

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

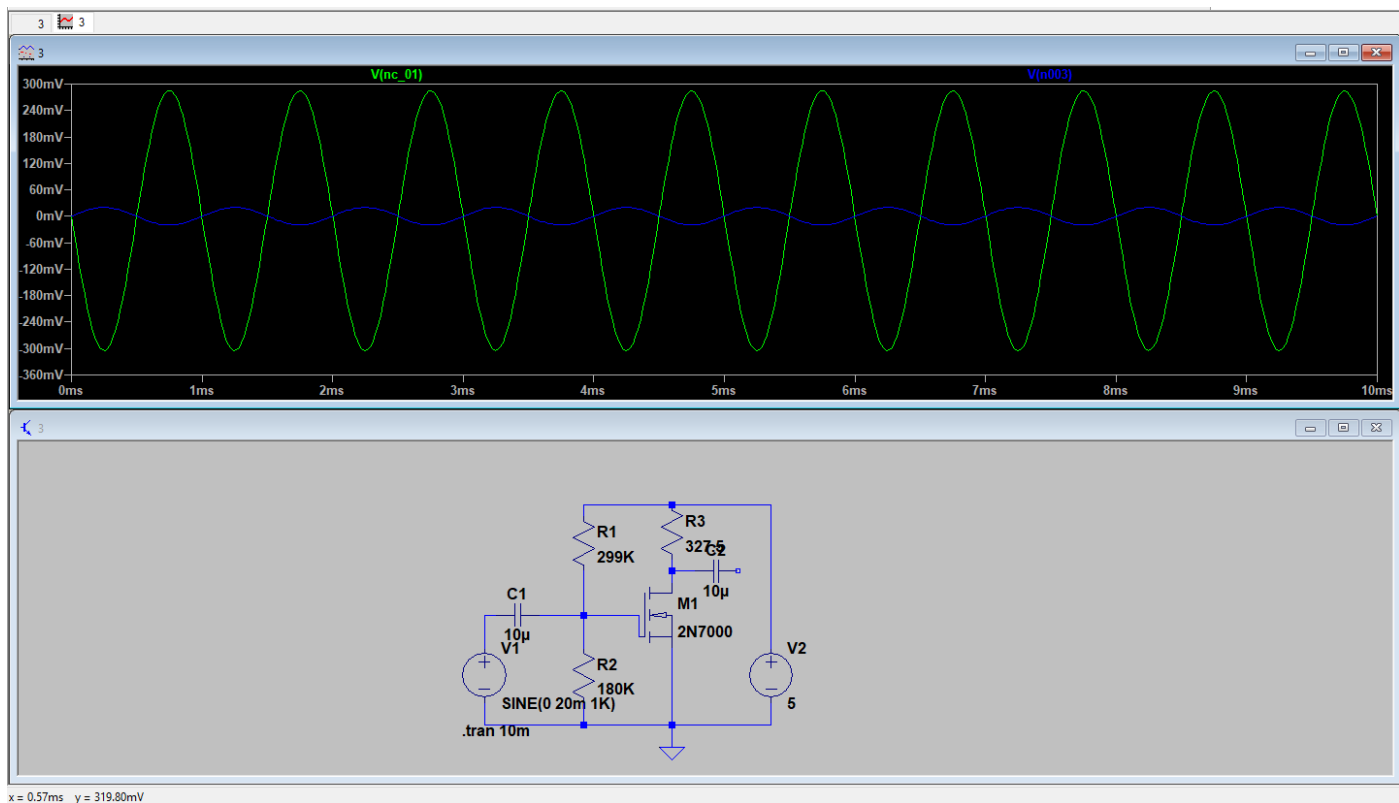
- а. Було проведено симуляцію схеми підсилювача з загальним витоком з наступними параметрами компонентів:

$$R1 = 299 \text{ кОм}$$

$$R2 = 180 \text{ кОм}$$

$$R3 = 327,5 \text{ Ом}$$

$$C1 = C2 = 10 \text{ мкФ}$$



На виході підсилювача при синусоїдальному вхідному сигналі амплітудою 20 мВ нелінійних спотворень немає, це свідчить про коректний підбір робочої точки.

Результати, отримані на реальній схемі:

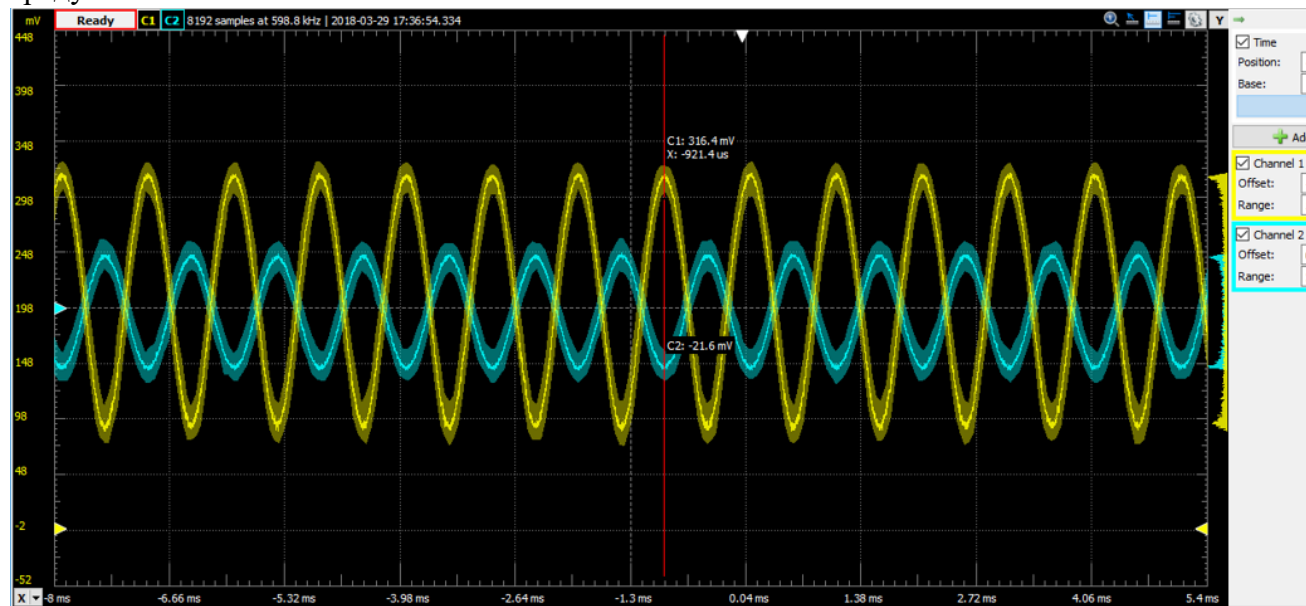
- б. Для перевірки робочої точки напругу генератора сигналу була виставлена на нульовий рівень. Отримали такі параметри робочої точки спокою:

$$U_{зв0} = 1,85\text{В}$$

$$U_{вс0} = 3,44\text{В}$$

$$I_{с0} = 4,6\text{мА}$$

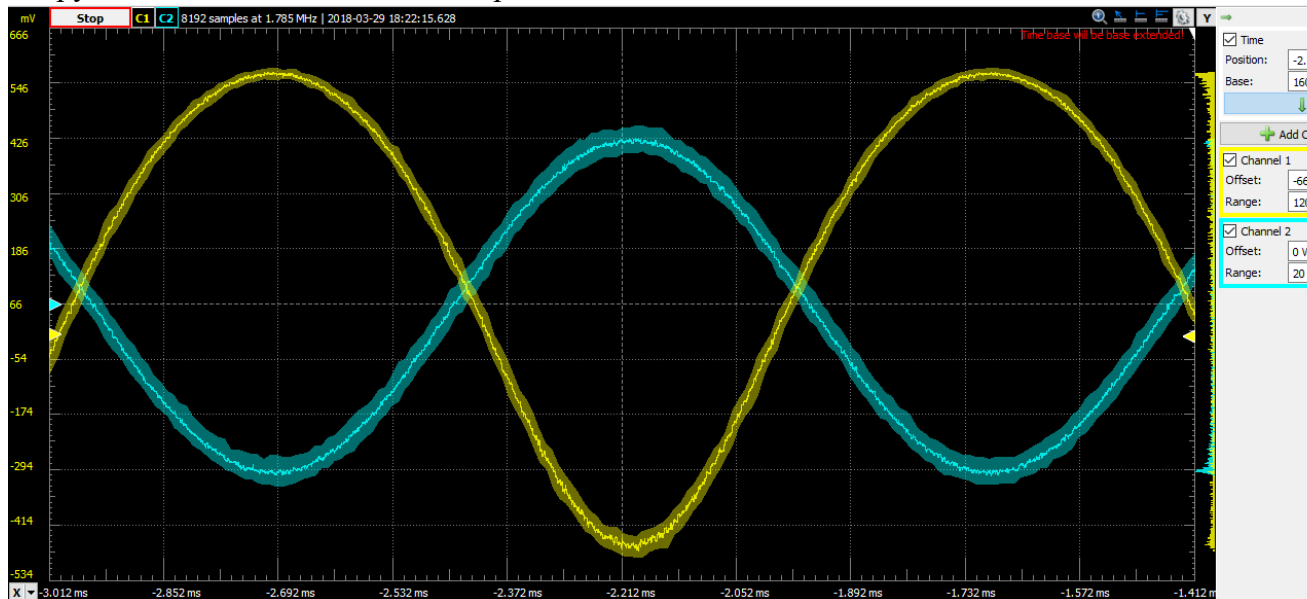
- с. На вхід підсилювача подали сигнал, аналогічний вхідному в симуляції. На виході отримали синусоїдальний сигнал без нелінійних спотворень, обернений по фазі на 180 градусів:



Коефіцієнт підсилення за напругою визначили за формулою:

$$K_U = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{-316 \text{ мВ}}{20 \text{ мВ}} = -15,8$$

- d. Для знаходження максимальної амплітуди вхідного сигналу напругу на вході підвищували до тих пір, поки на виході не з'явилися нелінійні спотворення. Такою напругою виявилась 50 мВ. Спотворення мали такий вигляд:



- e. Для експериментального визначення передавальної провідності робочу точку транзистора змістили на 0,1В шляхом включення до резистору R2 послідовно додатковий резистор на 20 кОм. Струм спокою виріс з 4,6 мА до 9мА. Тоді $\Delta U_{зв} = 0,1\text{В}$, а $\Delta I_c = 4,4\text{мА}$.

$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зв}} = \frac{4,4 * 10^{-3}}{0,1} = 48 \text{ мС}$$

Передавальну провідність також можна розрахувати за формулою $g_m = b \cdot (U_{зв0} - U_{п})$:

$$g_m = b(U_{зв0} - U_{п}) = 112,5 * 10^{-3} * (1,85 - 1,6) = 38 \text{ мС}$$

Тоді теоретичний коефіцієнт підсилення за напругою:

$$K_U = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = -g_m R_3 = -48 * 10^{-3} * 323 = -15,5$$

Отримане число майже збігається з експериментальними даними.

Висновки

Під час проведення даної лабораторної роботи було досліджено поведінку польового транзистору в різних режимах роботи. Також було складено та досліджено схему підсилювача з загальним витоком і досліджено його роботу при різних вхідних параметрах. Всі схеми були змодельовані в симуляторі LTspice. Порівнюючи результати симуляції та експерименту можна підтвердити коректність виконання роботи. Похибки можна списати на похибку у вимірюванні, спотворенням сигналу, неякісним з'єднанням елементів на монтажній платі, тощо.