

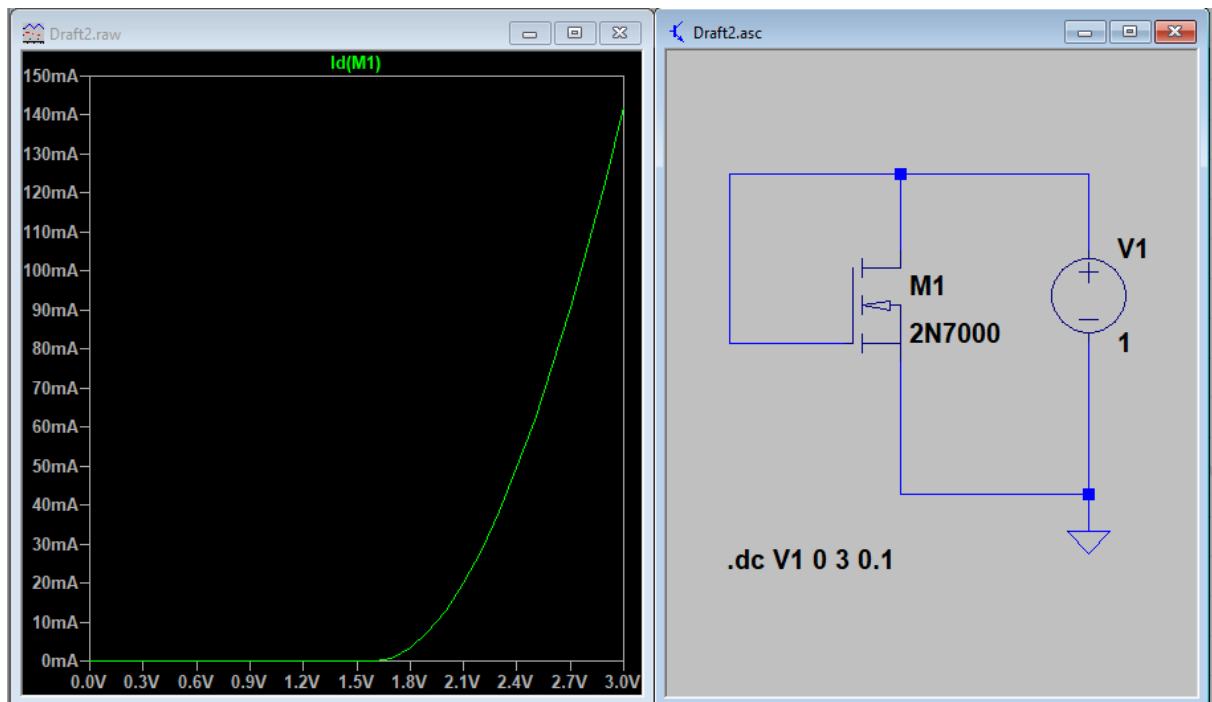
Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури

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

Виконав:
студент групи ДК-62
Сергієнко А.В.

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 оберемо струм стоку 20 мА, який протікає при напрузі на затворі 2.1В.

Струм, що в 4 рази більший за нього, тобто, 80 мА, протікає при напрузі стоку 2,62В.

Тоді порогова напруга буде дорівнювати:

$$U_{\pi} = 2U_{зв1} - U_{зв2}$$

$$U_{\pi} = 2 * 2,1 - 2,62 = 1,58\text{В},$$

що цілком відповідає графіку залежності.

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

$$80 * 10^{-3} = \frac{b}{2}(2,62 - 1,58)^2$$

$$80 * 10^{-3} = \frac{b}{2}1,0816$$

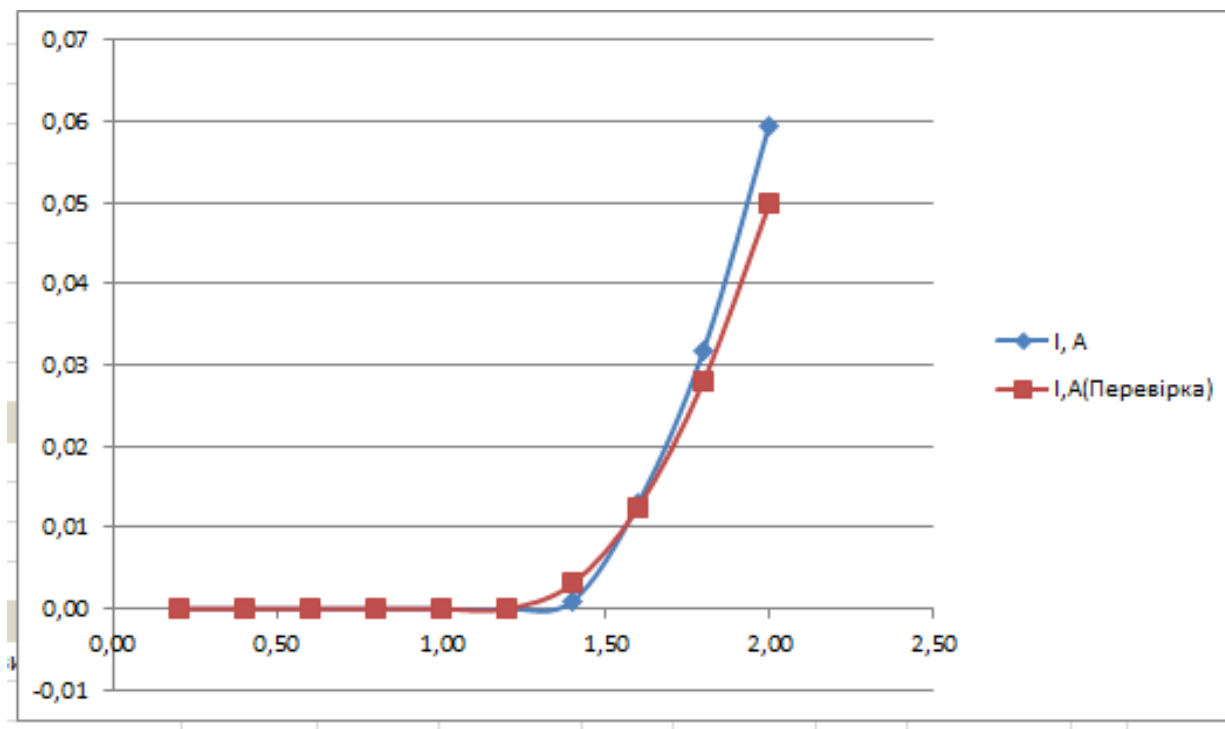
$$b = \frac{80 * 10^{-3} * 2}{1,0816} = 147,9 * 10^{-3}$$

б. Таку ж залежність було відзнято на реальному транзисторі. Отримали такі результати:

Виміри	Перевірка	Похибка, %	gm(по графіку)	(U1 = 1.8, U2= 1.6)
Uзв, V	I, A		Червоний графік	Синій
0,20	0,00	0,000000	0,08	0,09
0,40	0,00	0,000000		
0,60	0,00	0,000000		
0,80	0,000000	0,000000		
1,00	0,000004	0,000000		
1,20	0,000016	0,000000		
1,40	0,000955	0,003111		
1,60	0,012900	0,012444		
1,80	0,031800	0,028000		
2,00	0,059500	0,049778		

Затвор-виток	сток	порогове	коєф транзистора
Uзв, V	Iс, A	Uп, V	b
1,50	0,007000	1,20	0,15556
1,80	0,028		0,15556

На малюнку наведено графік отриманої залежності:



З залежності видно, що істотний струм стоку починає протікати при напрузі 1,5÷1,7В, а залежність досить непогано апроксимується квадратичною функцією, що в цілому відповідає очікуванням. Похибку в визначенні порогової напруги може бути викликана технологічними особливостями виготовлення польових транзисторів – порогова напруга для деяких транзисторів може коливатися в межах 0,5÷5В.

Для експериментальних даних коефіцієнт b :

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

$$7 * 10^{-3} = \frac{b}{2} (1,5 - 1,2)^2$$

$$7 * 10^{-3} = \frac{b}{2} 0,09$$

$$b = \frac{7 * 10^{-3} * 2}{0,09} = 155,62 * 10^{-3}$$

Отримали величину яка майже сходиться з теоретичними даними, тому модель можна вважати вірною. Відхилення можна пояснити так само: технологічні процеси у деяких транзисторів дають відхилення передавальної провідності до 5 разів.

Нажаль, для кривих, отриманих в лабораторії, умова $U_{вс} \geq U_{зв} - U_n$ не виконується, так як порогова напруга транзистору, на якому проводився вимір, відрізняється від порогової напруги транзистору, що був використаний у першому завданні.

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

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

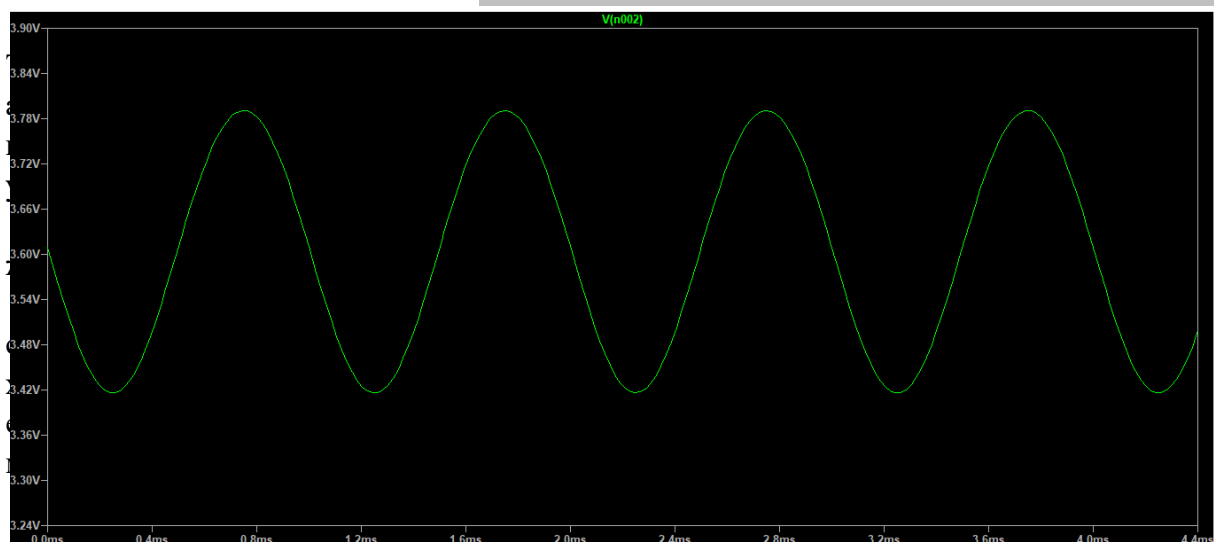
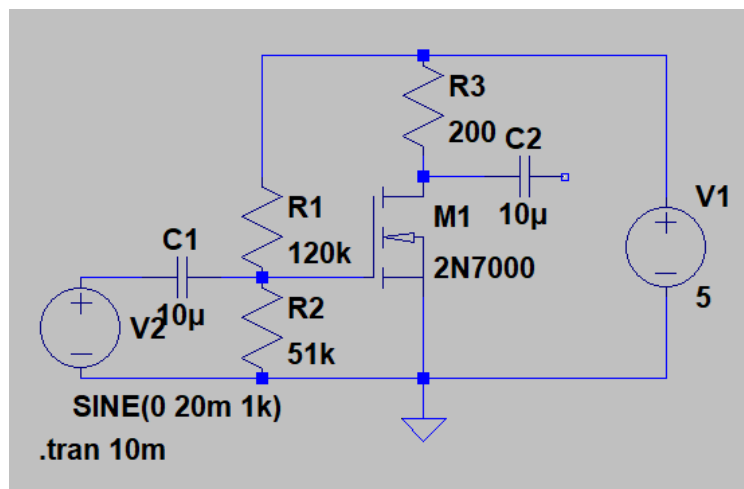
$R1 = 120 \text{ кОм}$

$R2 = 51 \text{ кОм}$

$R3 = 200 \text{ Ом}$

$C1 = C2 = 10 \text{ мкФ}$

На виході підсилювача при синусоїдальному входному сигналі амплітудою 20 мВ нелінійних спотворень не відбувається, що свідчить про коректний підбір робочої точки.



у було складено в лабораторії та досліджено при таких же вхідних сигналах. Отримали наступні результати:

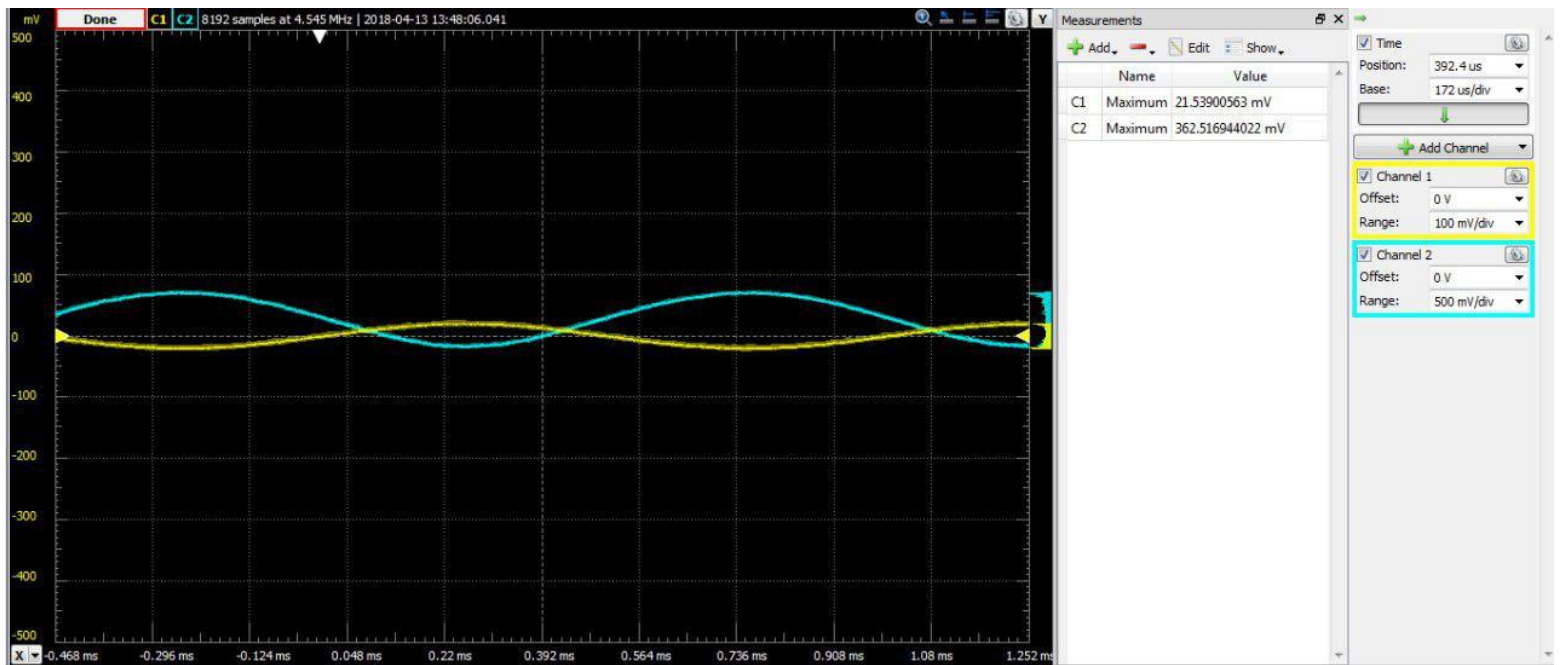
- б. Для перевірки робочої точки напругу генератора сигналу виставили рівною нулю. Отримали такі параметри робочої точки спокою:

$$U_{зв0} = 1,46\text{В}$$

$$U_{вс0} = 3,67\text{В}$$

$$I_{с0} = 5,2\text{мА}$$

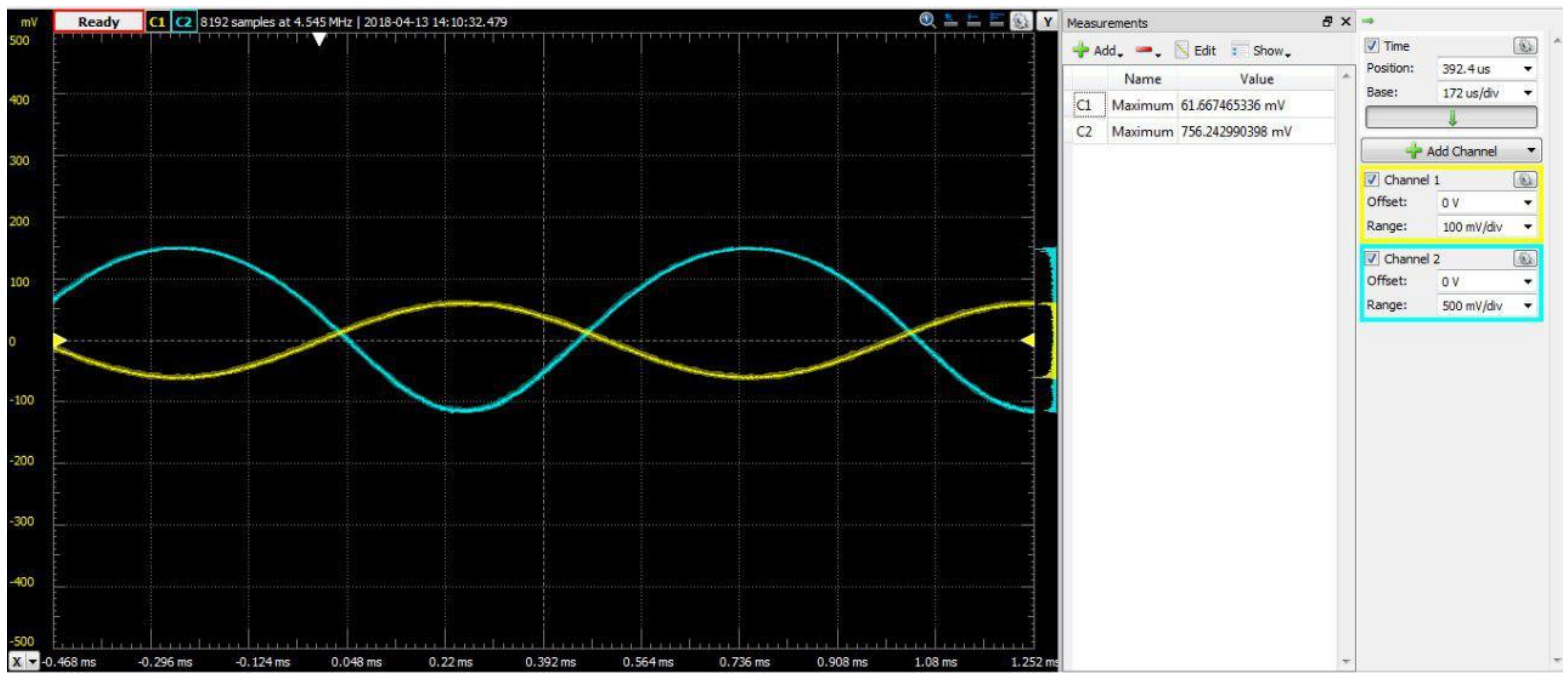
- с. На вхід підсилювача подали сигнал, аналогічний вхідному в симуляції. На виході отримали синусоїдальний сигнал без нелінійних спотворень, обернений по фазі на 180 градусів:



Коефіцієнт підсилення за напругою визначили як відношення амплітуди вихідного сигналу до амплітуди вхідного:

$$K_U = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{-362 \text{ мВ}}{21 \text{ мВ}} = -16,8$$

- 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÷80 мВ. Спотворення виглядали так:



- е. Для експериментального визначення передавальної провідності робочу точку транзистора змістили на 0,14В шляхом включення до резистору R2 послідовно додатковий резистор на 4 кОм. Струм спокою виріс з 5,2 мА до 11,5 мА. Тоді $\Delta U_{зв} = 0,09\text{В}$, а $\Delta I_c = 5,8\text{мА}$.

$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зв}} = \frac{5,8 * 10^{-3}}{0,09} = 63 \text{ мС}$$

З технічної документації на 2N7000 g_m має складати мінімум 100 мС, а ми отримали 63 мС, що можна списати на загальну похибку вимірювання. Та недосконалість моделі транзистора та умов його використання.

Зі знайденої передавальної провідності можна знайти теоретичний коефіцієнт підсилення за напругою:

$$K_U = \frac{U_{вих}}{U_{вх}} = -g_m R_3 = -63 * 10^{-3} * 200 = -12,6$$

Отримали число яке відносно близьке до експериментально визначеного.

Висновки

В даній лабораторній роботі провели експериментальне дослідження поведінки польового транзистору в різних режимах роботи: відзняли статичну вихідну та передавальну характеристики, розрахували коефіцієнт b , порівняли їх з даними симуляцій. Також було складено схему підсилювача з загальним витоком і досліджено його роботу при різних вхідних параметрах. Експериментально та теоретично визначили коефіцієнт підсилення та передавальну провідність.

Отримані результати мають похибку, і її можна списати на не ідеальність умов дослідження, та не ідеальність моделі транзистора(в дата шиті характеристики для транзистора не змінюються, а в реальному транзисторі характеристики відрізняються від ідеальних, бо кожен транзистор відрізняється від попереднього)