

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 “Схемотехніка аналогової та цифрової радіоелектронної апаратури - 1”

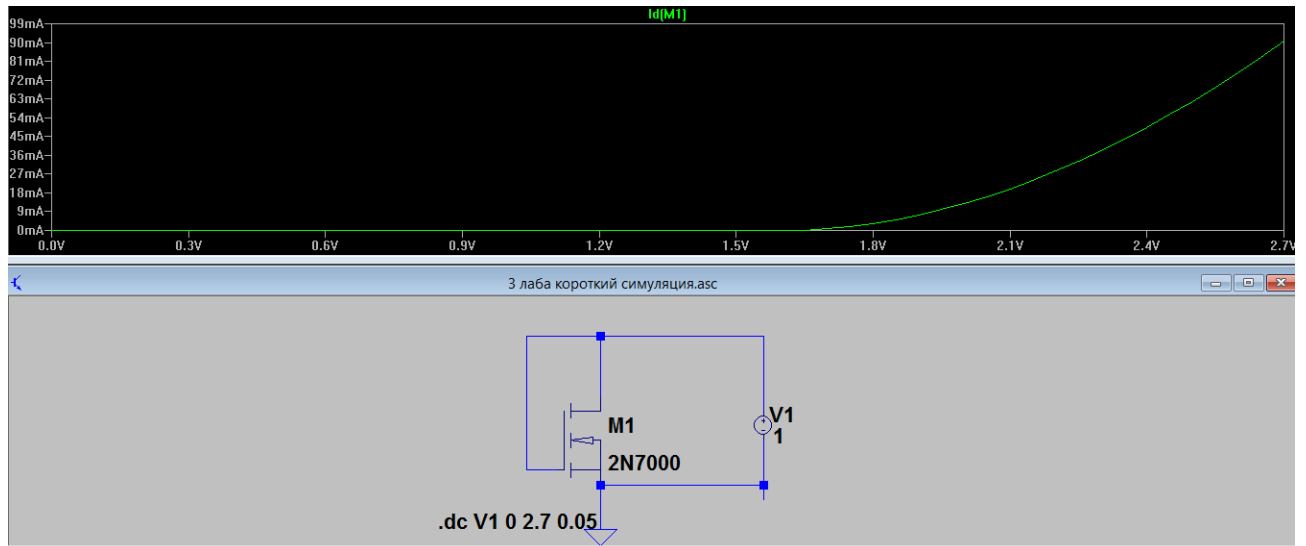
Виконав:  
студент групи ДК-61  
Бабіч С.О.  
Перевірів:  
доц. Короткий Є.В.

Київ – 2018

## Для вимірів та генерацій сигналів було використано плату Analog Discovery2

Транзистор 2N7000

1. Дослідження залежності  $I_c(U_{зв})$  для n-канального польового МДН транзистора В симуляції було зроблено модуляцію схеми згідно до завдання в режимі лінійного підвищення напруги 3В. Отримав залежність, яка повністю відповідає теоретичним очікуванням



Розрахунок  $U_p$  було знайдено на струмі 3mA та 12 mA.

$$U_p = 2 * 1,78 - 1,98 = 1,57V$$

Отримане значення порогової напруги відповідає графіку

Знаходимо  $b$  з формули  $I_c = b/2 (U_{зв} - U_p)^2$  звідси

$$b = 0.157707$$

Вимірювання з реальним транзистором.

Знову беремо значення напруги на 3.5mA та 16mA. Прийшлося взяти струми максимально підходящі для подальших розрахунків.

$$U_p = 2 * 1.4 - 1.6 = 1.2V$$

Знаходимо  $b$  з формули  $I_c = b/2 (U_{зв} - U_p)^2$

$$b = 0.15$$

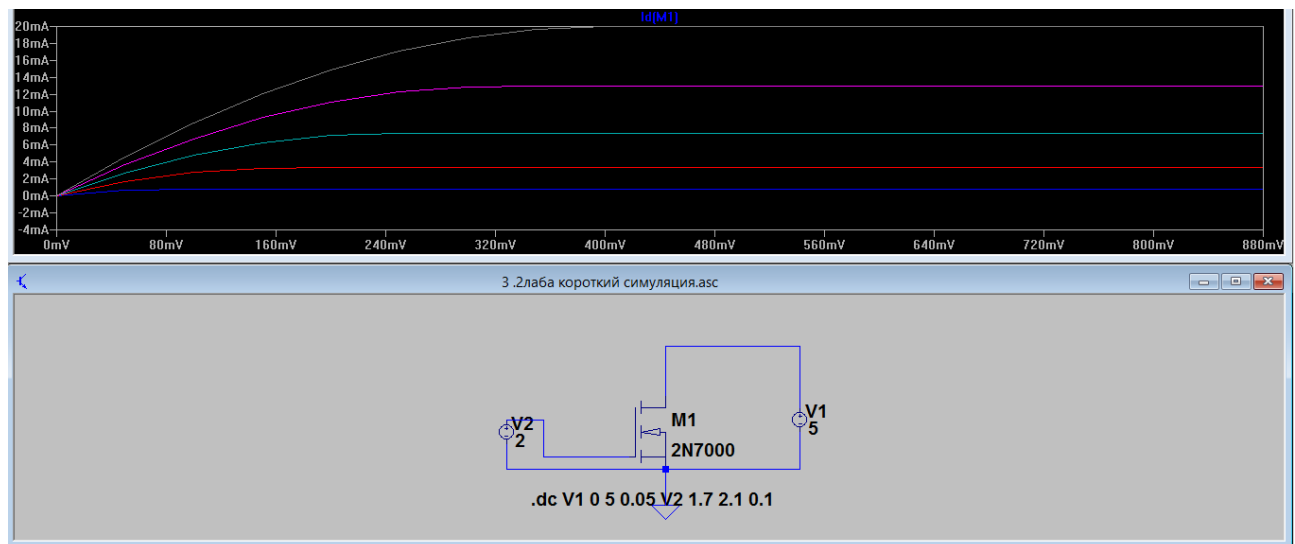
Можна по розрахунках зробити висновок що модель точна, але якщо взяти для реальної моделі транзистора відповідні до умови струми, можна побачити що значення будуть відрізнятися, бо на показник реальної моделі транзистора впливають фактори які непередбачені в симуляції. Такі як габаритні розміри та конструкції.

Таблиця реального транзистора. Характер залежності відповідає теорії.

Uзв V	Ic mA
1,10	0,05
1,2	0,3
1,30	1,2
1,40	3,52
1,50	8,6
1,60	16,5
1,70	28
1,80	43
1,90	61

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

Було проведено симуляцію схеми та побудовано в програмі потрібний графік



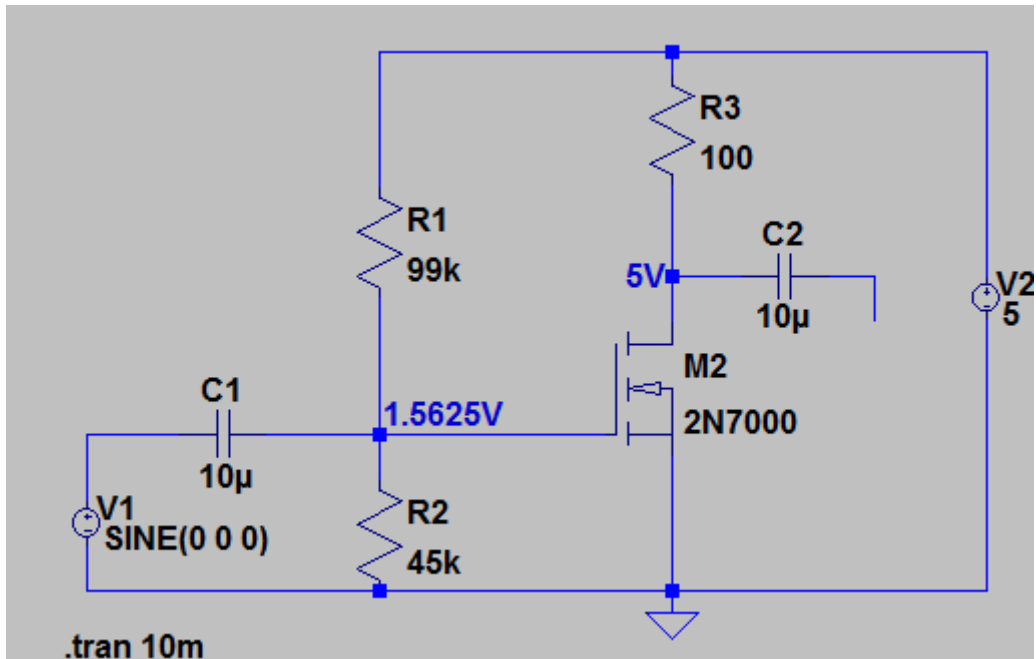
Для проведеної симуляції:

1.  $U_{зв} = 1,7V$ . Насичення досягнуто при  $U_{bc} = 0,109V \geq 1,7V - 1,63V = 0,07V$
2.  $U_{зв} = 1,8V$ . Насичення досягнуто при  $U_{bc} = 0,196V \geq 1,8V - 1,63V = 0,21V$
3.  $U_{зв} = 1,9V$ . Насичення досягнуто при  $U_{bc} = 0,260V \approx 1,9V - 1,63V = 0,27V$
4.  $U_{зв} = 2,0V$ . Насичення досягнуто при  $U_{bc} = 0,368V \approx 2,0V - 1,63V = 0,37V$
5.  $U_{зв} = 2,1V$ . Насичення досягнуто при  $U_{bc} = 0,450V$

Умова добре виконується для напруг 3В які ближче до порогової. Чим далі тим значення тим менш точно виконується умова.

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

3.1) Було створено схему



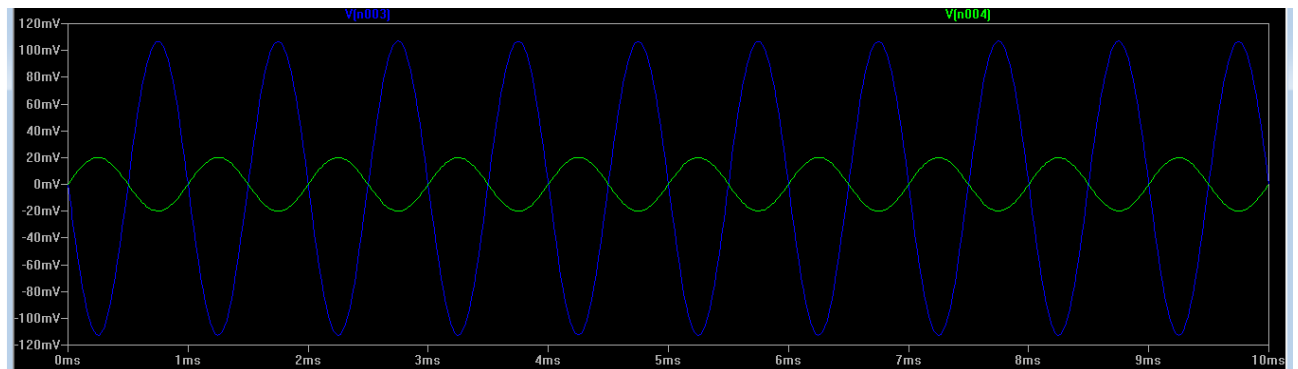
3.2)Робоча точка  $R2 = 65K$   $R1 = 100K$

$U_{зв0} = 1,95V$

$U_{вс0} = 4V$

$I_{с0} = 10mA$

3.3

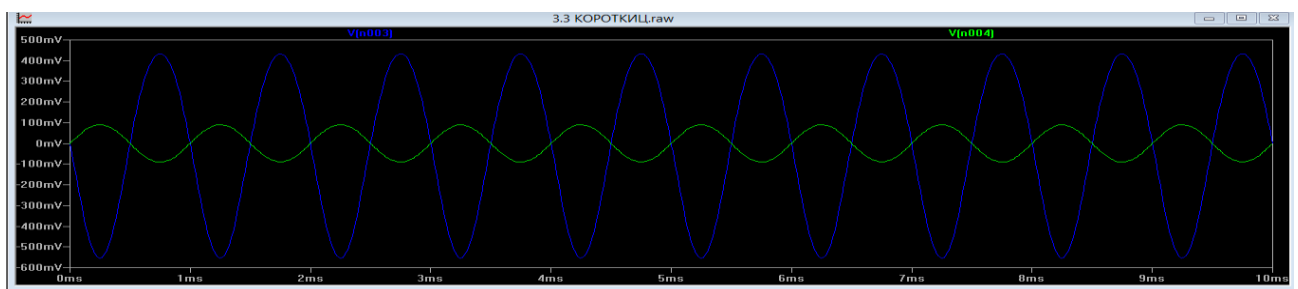


Відбувається інверсія та амплітуда 106mV

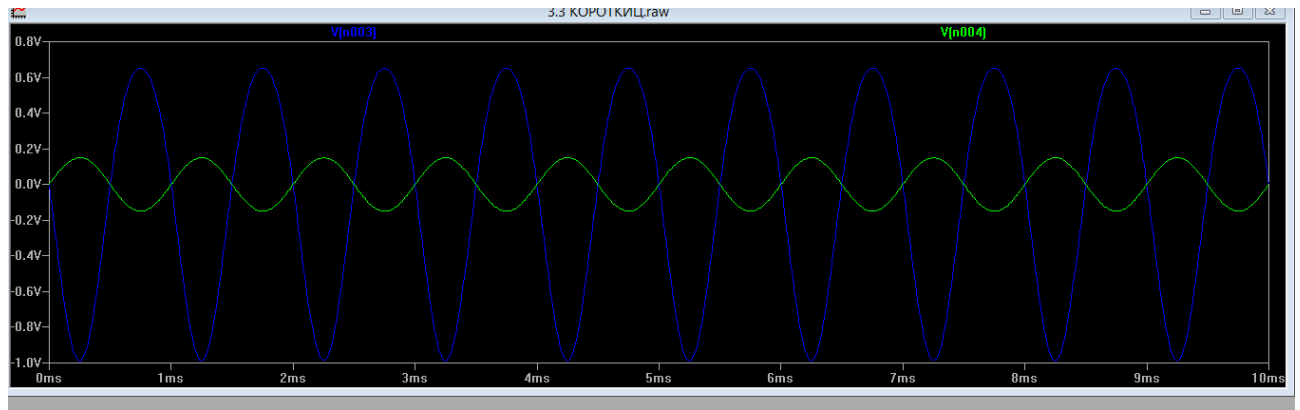
Отже  $K_u = 108/20 = 5.5$

5.4

Початок спотворень на 90mV



Краще спостерігається на 150mV



3.5)В нас вже є дані по робочій точці, тому, щоб визначити передаточну провідність я змінив резистор R2 на 6кОм відповідно отримав нові дані по робочій точці спокою

$$U_{зв0} = 2.05V$$

$$I_{c0} = 18.3mA$$

Тепер маю достатньо інформації для визначення  $g_m$

$$g_m = \Delta I_c / \Delta U_{зв} = 8.3 * 10^{-3} / 0.1 = 83 \text{ мС}$$

Також можна визначити за іншою формулою  $g_m = b \cdot (U_{зв0} - U_p) = 63 \text{ мС}$ .

Значення вийшли доволі близькі, тому з урахуванням похибок все добре.

3.5)Тепер визначення

$$K_u = -100 * 83 * 10^{-3} = -8.3$$

$$K_u = -100 * 63 * 10^{-3} = -6.3$$

$K_u$  яке використало розрахунок передаточної провідності за другою формулою виявилось ідентичним з даними з симуляцією

Все теж саме було реалізовано в на реальній схемі

$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 100k \text{ кОм}$$

$$R_3 = 45k \text{ кОм}$$

Експериментальним шляхом було знайдено робочу точку.(шляхом зміни опоры резистора R2)

$$3.2) U_{зв} = 1.56V$$

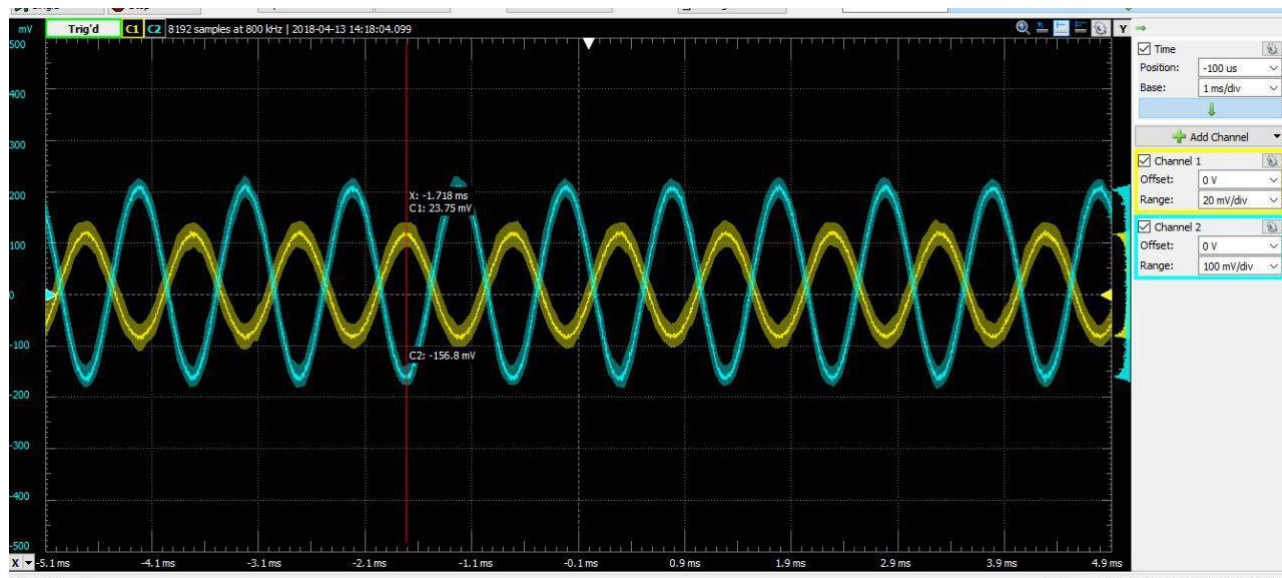
$$U_{вс} = 3.5V$$

$$I_c = 14mA$$

Струм стору знайдений експериментально зійшовся з теоретичним.

$$I_{стеор} = U_{R3} / R_3 = 1.48 / 100 = 14mA.$$

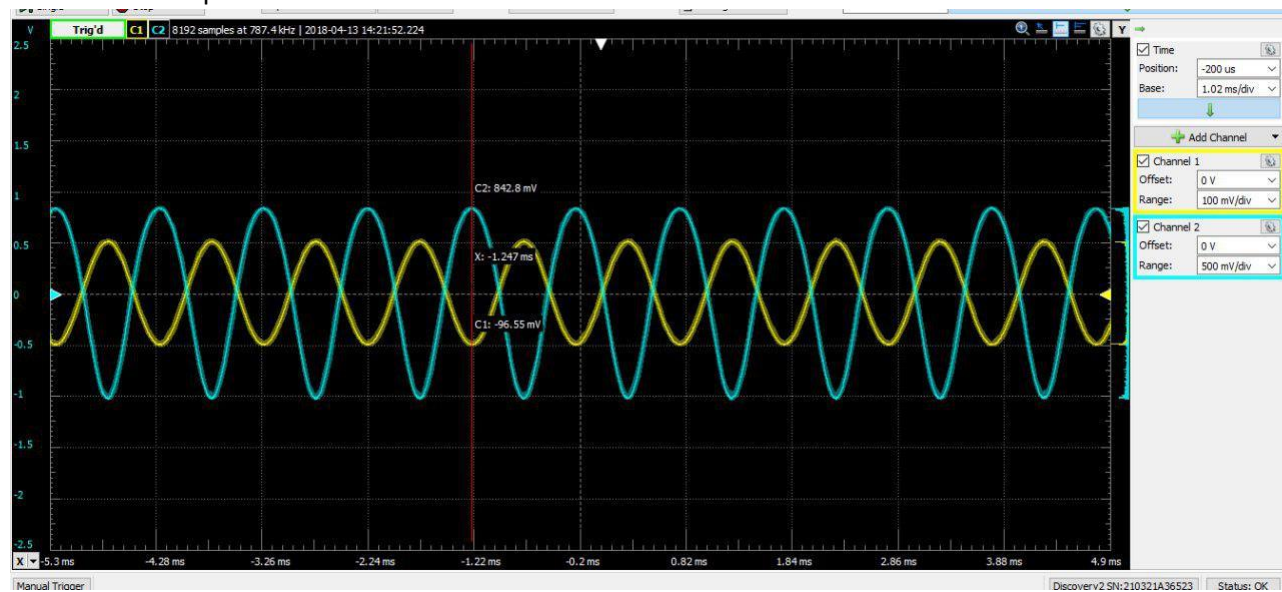
3.3)



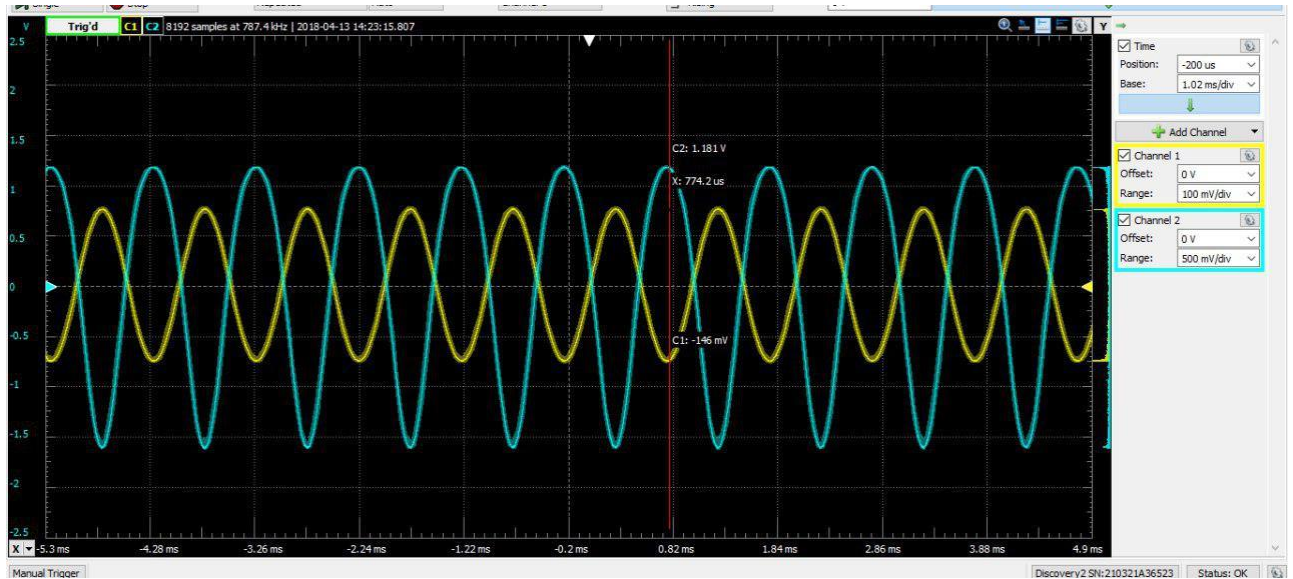
$K_u = 156/23 = 6.7$  що трохи більше ніж в симуляції

3.4)

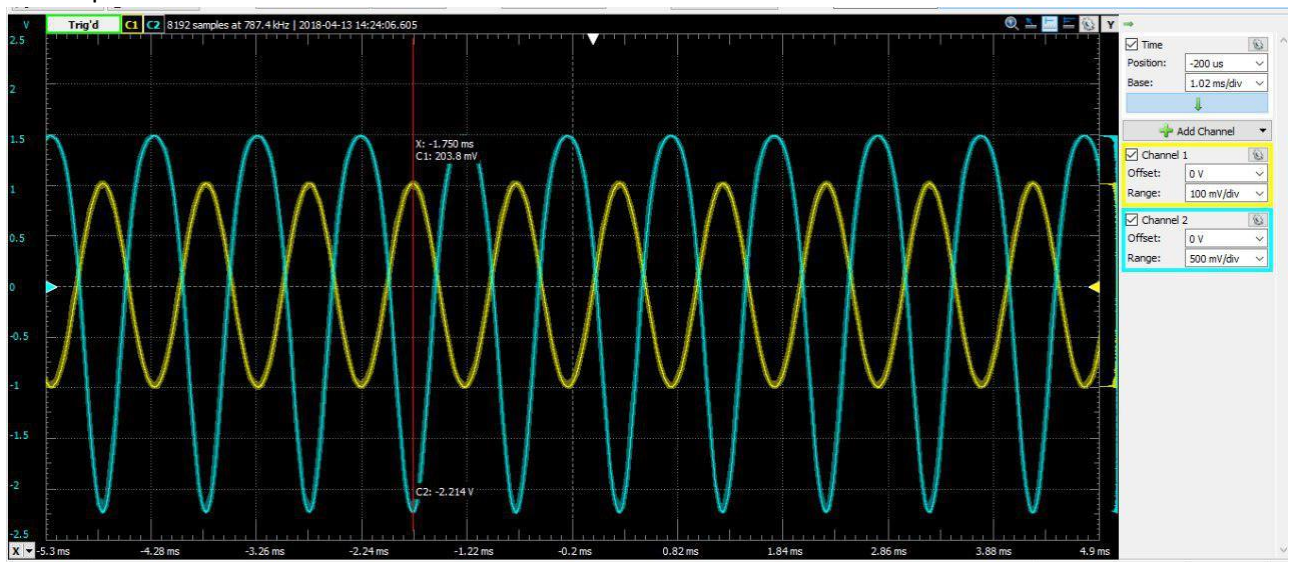
Початок спотворень 100мВ



спотворення 150мВ



спотворення 200мВ



3.5)Визначення  $K_u$  та  $g_m$  за формулою

$$g_m = \Delta I_c / \Delta U_{зв}$$

$$U_{зв1} = 1.75V$$

$$U_{Bc1} = 3.35V$$

$$I_c = 19mA$$

Тепер маю достатньо інформації для визначення  $g_m$

$$g_m = \Delta I_c / \Delta U_{зв} = 0.5 \cdot 10^{-3} / 0.9 = 55 \text{ мС}$$

$$\text{Також можна визначити за іншою формулою } g_m = b \cdot (U_{зв0} - U_p) = 61 \text{ мС.}$$

Значення вийшли доволі близькі, тому з урахуванням похибок все добре.

3.5)Тепер визначення

$$K_u = -100 \cdot 55 \cdot 10^{-3} = -5.5$$

$$K_u = -100 \cdot 61 \cdot 10^{-3} = -6.1$$

## Висновок

Отже, в цій лабораторній роботі ми дослідили польовий транзистор у всіх режимах, визначили основні параметри. Взагалом з деякими похибками теорія відповідає дійсності. Похибки можна пояснити неточними моделями та не дуже якісними транзисторами.