

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

Якименко О. О.

Перевірив:

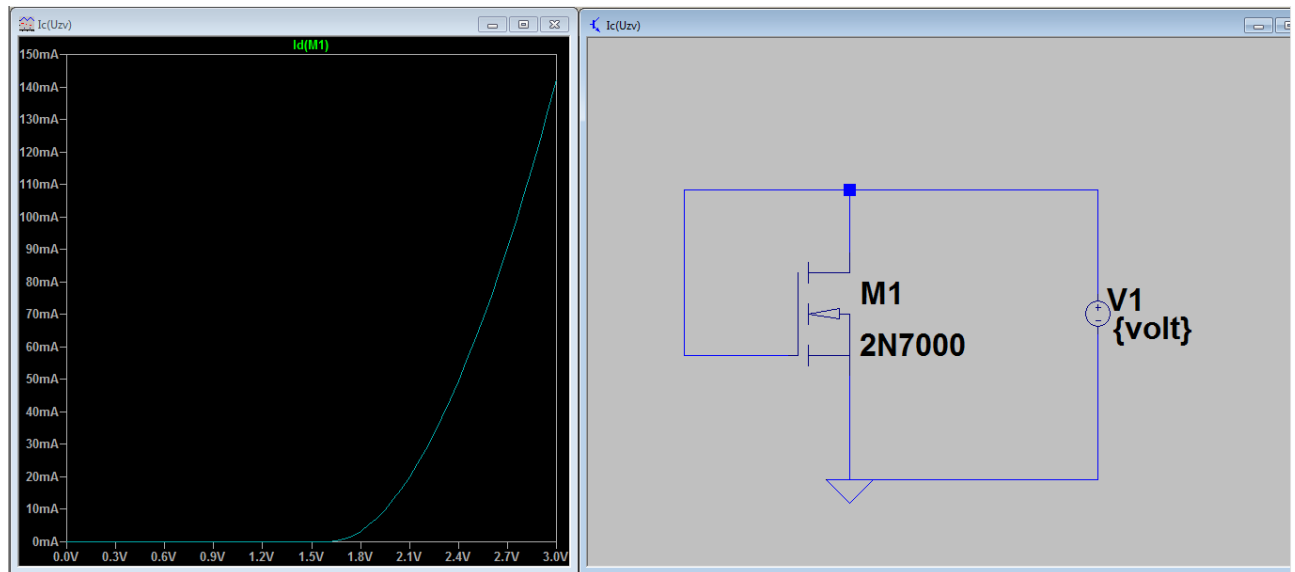
доц. Короткий Є В.

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



Також було визначено порогову напругу. Виміри робив при струмі 3мА та 12мА

$$U_{\pi} = 2 * 1,789 - 1,984 = 1,594\text{В}$$

Отримане значення порогової напруги відповідає графіку

Тепер можна знайти b з формули $I_c = \frac{b}{2} (U_{зв} - U_{\pi})^2$

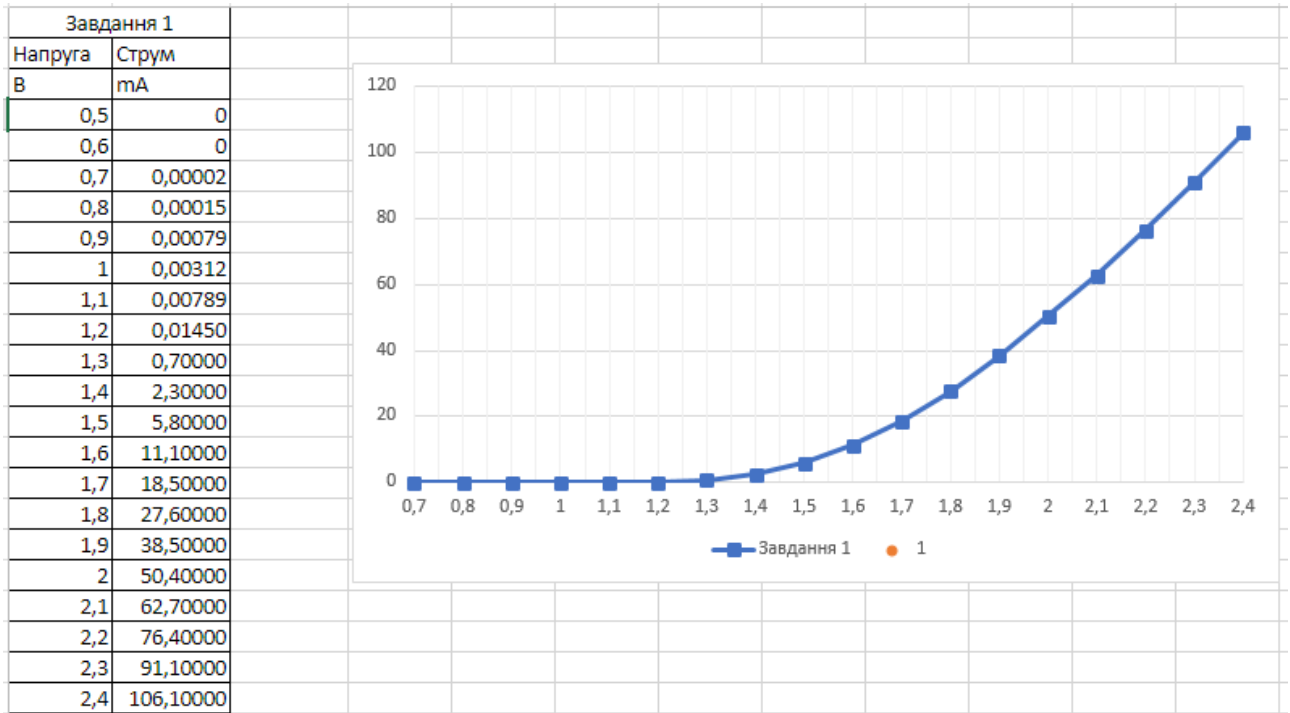
$$b=0.157707$$

Вимірювання з реальним транзистором дали значно інші результати

		mA	U
Розрахунок Uпорогового		3	1,424
		12	1,61
		1,238	
	b	0,1734305	

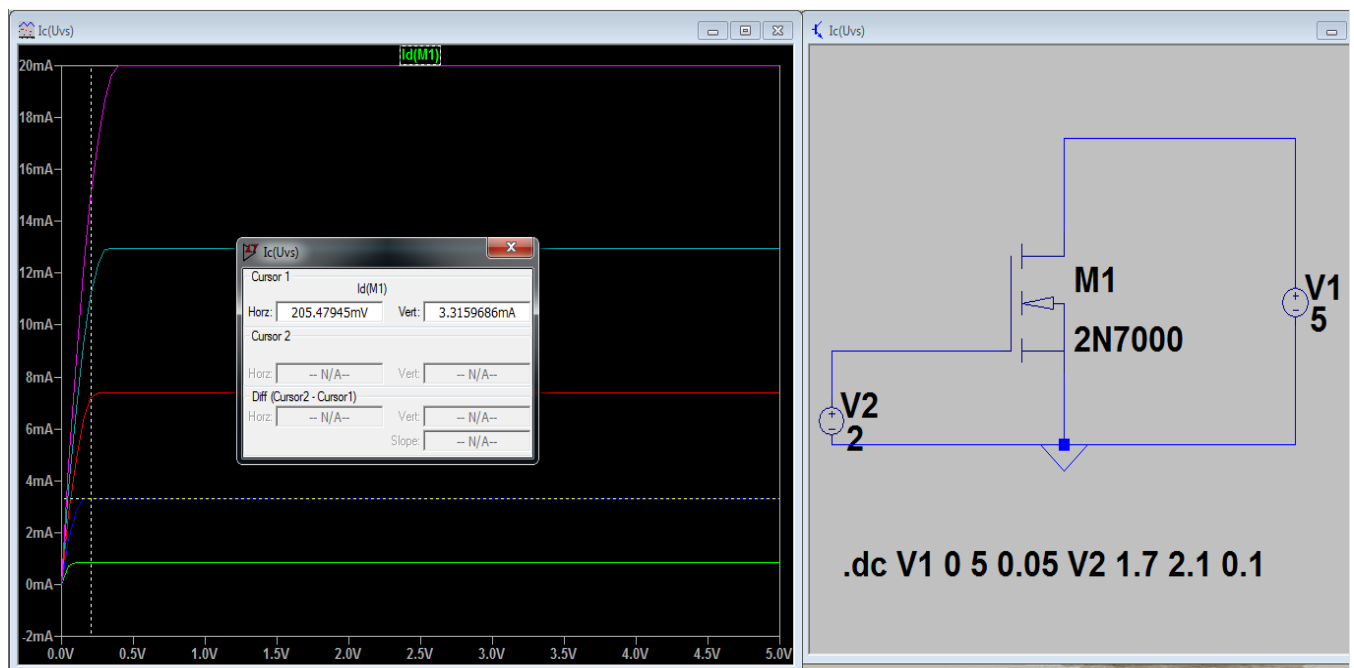
Тому можу зробити висновок, що або модель не точна або при виготовленні транзистора цієї моделі розробники допускають величезні похибки. При виконанні роботи був виявлений транзистор у якого взагалі порогова напруга складала всього 0.8В

Власне таблиця реального транзистора. Характер залежності відповідає теорії.



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

Було проведено симуляцію схеми та побудовано в програмі потрібний графік



виконується умова досягнення струму насичення при $U_{вс} \geq U_{зв} - U_{п}$

Для проведеної симуляції:

1. $U_{зв} = 1,7В$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,109В \geq 1,7В - 1,59В = 0,11В$

2. $U_{зв} = 1,8В$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,205В \geq 1,8В - 1,59В = 0,21В$

3. $U_{зв} = 1,9В$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,294В \approx 1,9В - 1,59В = 0,31В$

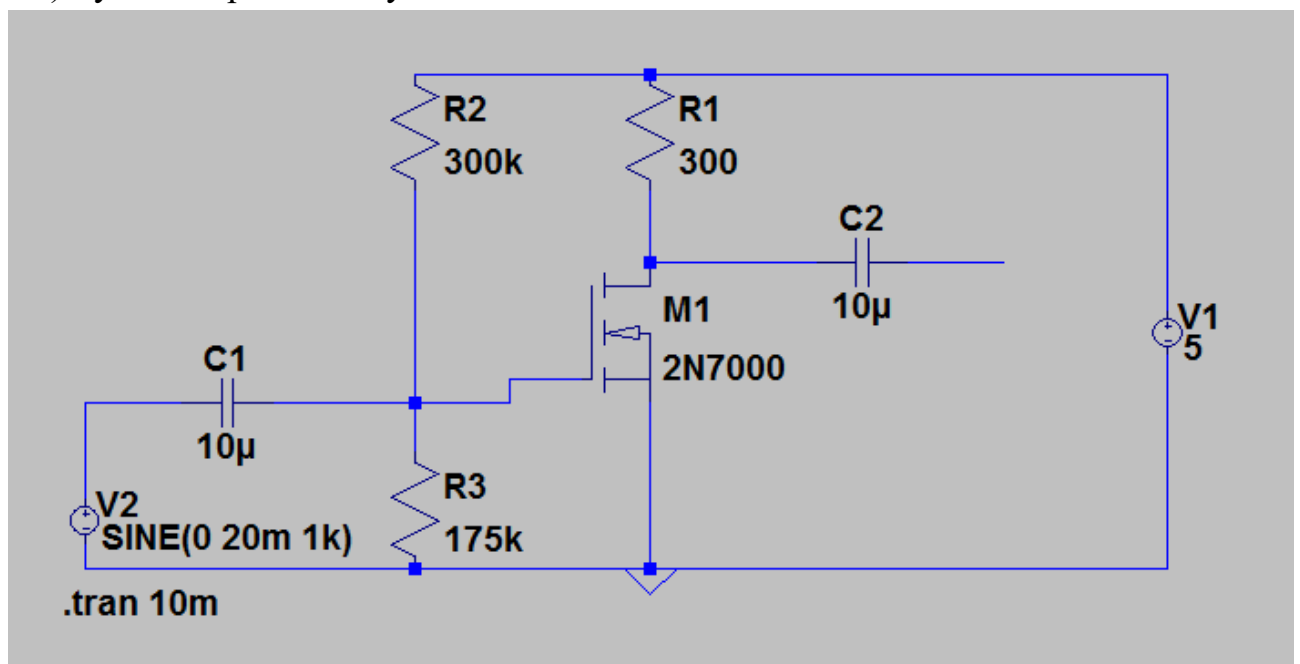
4. $U_{зв} = 2,0В$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,397В \approx 2,0В - 1,59В = 0,41В$

5. $U_{зв} = 2,1В$. Насичення досягнуто при $U_{вс} = 0,452В < 2,1В - 1,59В = 0,51В$

Умова дуже добре виконується для напруг 3В, які ближче до порогової, але чим вища 3В, ти менш точно починала виконуватись умова. Це можна пояснити неточністю моделі.

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

3.1) Було створено схему



Компоненти розраховував за формулами робочої точки. Робочу точку обрав трохи більшу за середнє арифметичне між пороговою напругою та напругою 3В насичення.

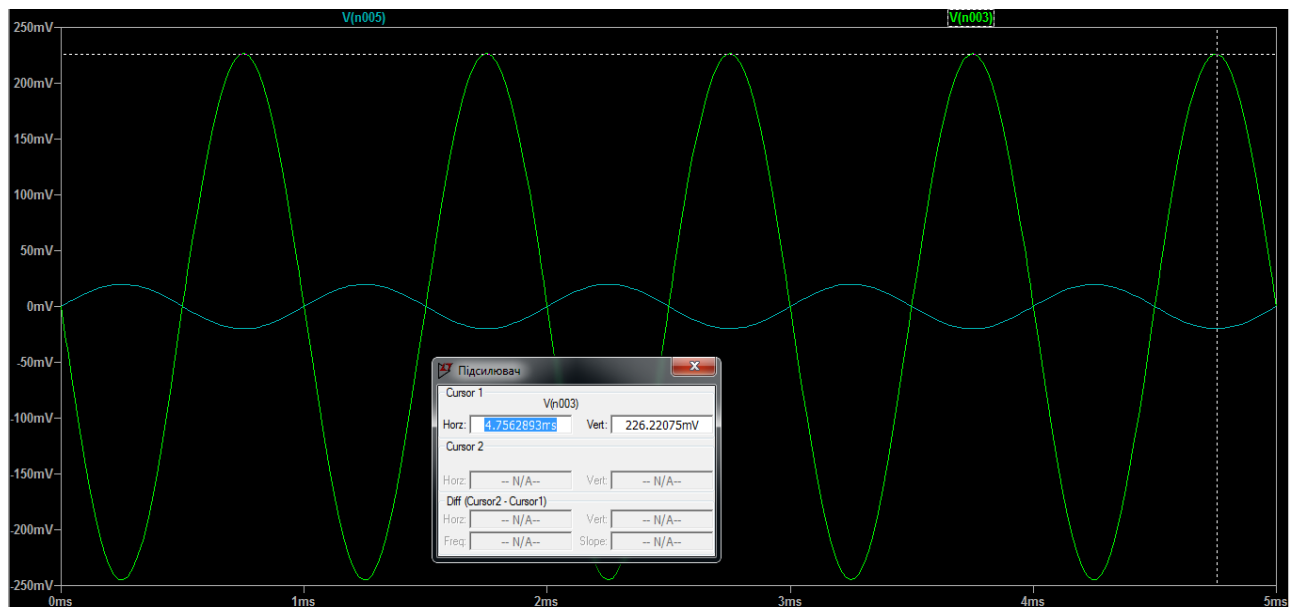
3.2)Робоча точка

$$U_{зв0} = 1,84В$$

$$U_{вс0} = 3,55В$$

$$I_{с0} = 4,8mA$$

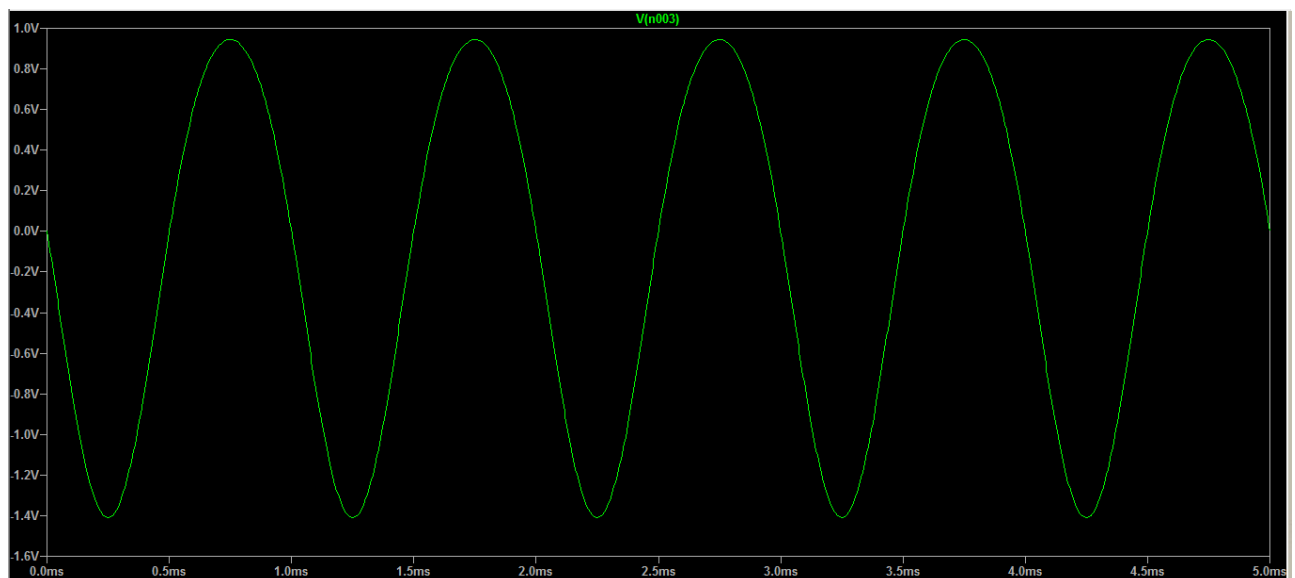
3.3)



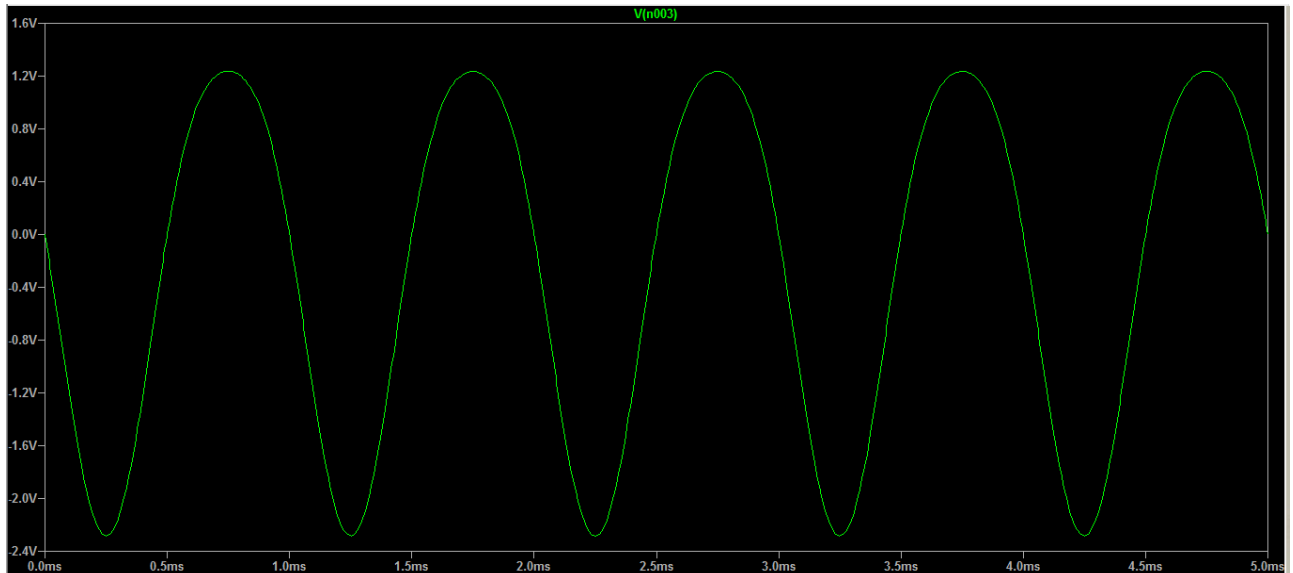
Як видно зі скріна відбувається інверсія та амплітуда 226мВ

$$\text{Отже } K_u = 226/20 = 11.3$$

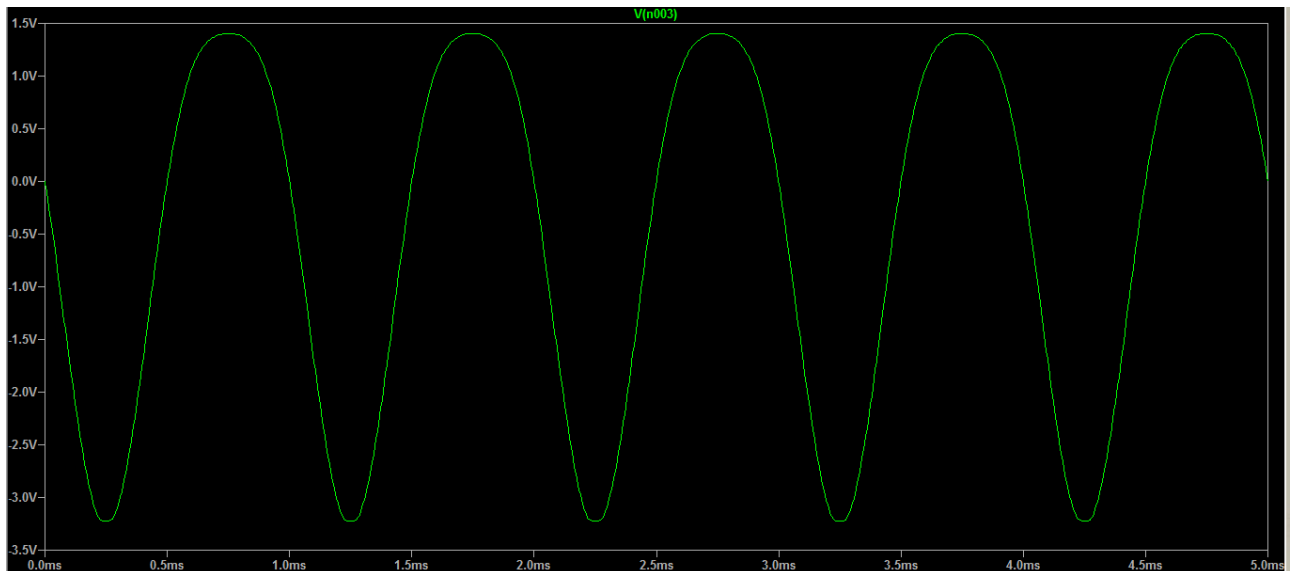
3.4)Спотворення починаються приблизно при входній напрузі 100мВ



Більш помітніше при входу 150мВ



Ну й зовсім погано при 200мВ



3.5)В нас вже є дані по робочій точці, тому, щоб визначити передаточну провідність я змінив резистор R3 на 10кОм відповідно отримав нові дані по робочій точці спокою

$$U_{зв0} = 1,9V$$

$$I_{c0} = 7,72mA$$

Тепер маю достатньо інформації для визначення g_m

$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зв}} = \frac{2,92 * 10^{-3}}{0,06} = 48.67 \text{ мС}$$

Також можна визначити за іншою формулою $g_m = b \cdot (U_{зв0} - U_{п}) = 37.5 \text{ мС}$.
Значення вийшли доволі близькі, тому з урахуванням похибок все добре.

3.5) Тепер визначення

$$K_u = -300 \cdot 48.67 \cdot 10^{-3} = -14.6$$

$$K_u = -300 \cdot 37.5 \cdot 10^{-3} = -11.2$$

К_u яке використало розрахунок передаточної провідності за другою формулою виявилось ідентичним з даними з симуляцією.

Реальна схема

Все теж саме було реалізовано в на реальній схемі, але оскільки порогова напруга в транзисторі 1.238В довелося зменшити робочу точку, відповідно змінились номінали компонентів схеми

$$R_1 = 500 \text{ Ом}$$

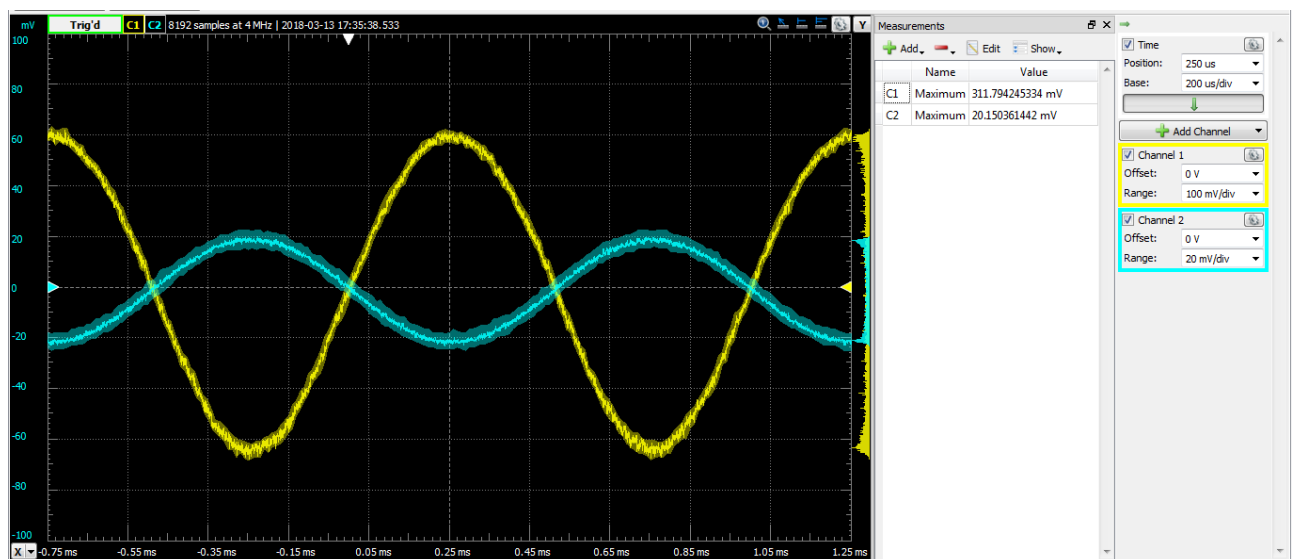
$$R_2 = 300 \text{ кОм}$$

$$R_3 = 120 \text{ кОм}$$

3.2)

раб точка		
Істока	3,2	mA
U _{вс}	3,2	V
U _{зв}	1,3	V

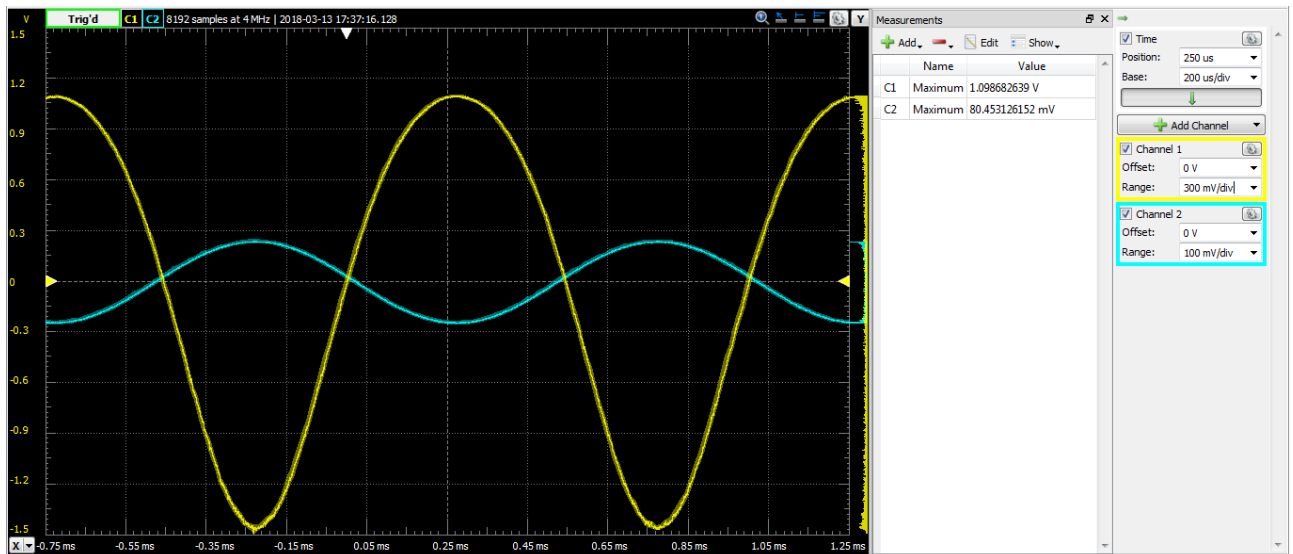
3.3)



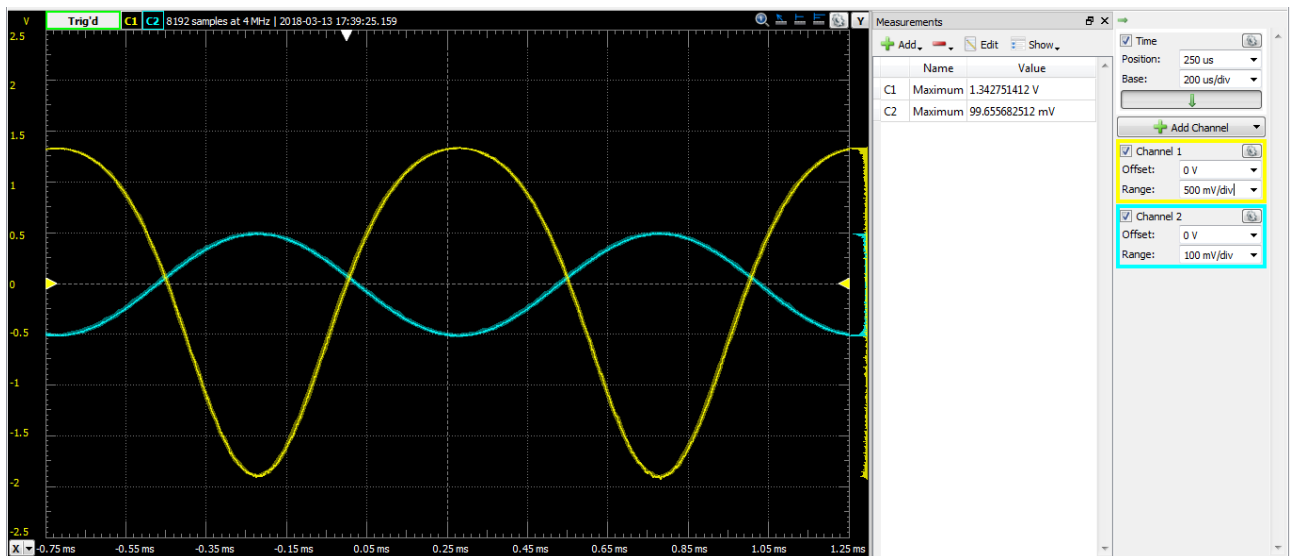
К_u практичне=311/20=15.55, що трохи більше ніж в симуляції

3.4) Нижче зазначені вхідні напруги.

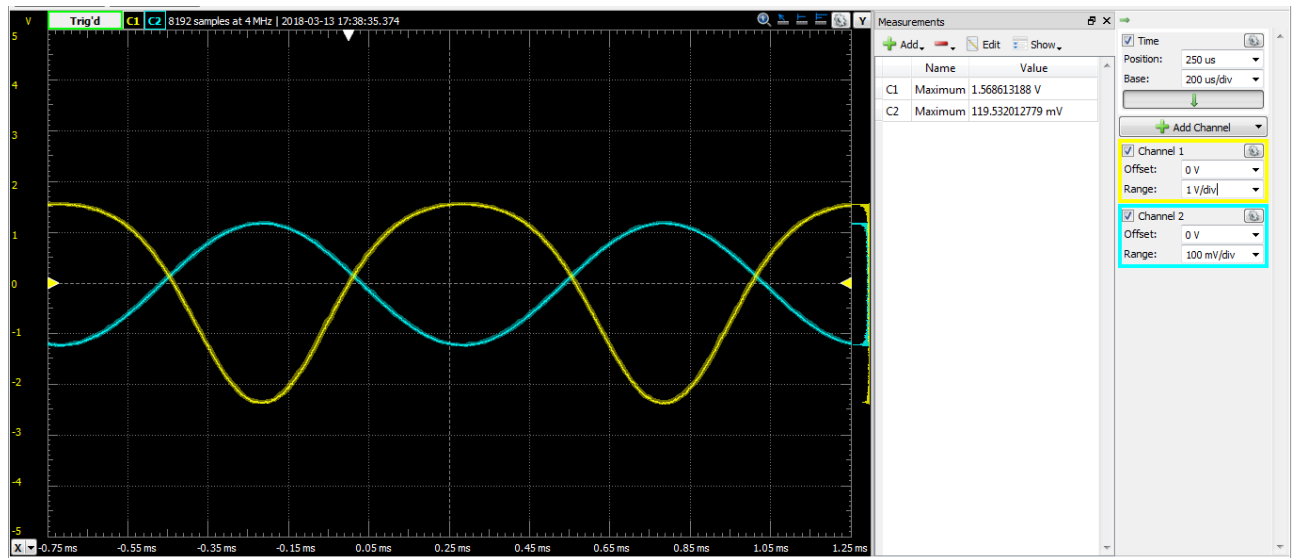
Блакитне це вхід, а жовте це вихід



Початок спотворень 80мВ



спотворення при 100мВ



помітні спотворення при 120мВ

3.5)Визначення K_u та g_m за формулою $g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зв}}$

задание 3.5			
Істоку	0,0009 A	0,0021 A	
Uзв	1,32 V	1,39 V	
gm	0,017143		
kU	-8,571429		

Висновок

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