

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КЕОА

Лабораторна робота 3

Тема

“Дослідження польового МДН транзистора з індукованим n-каналом”

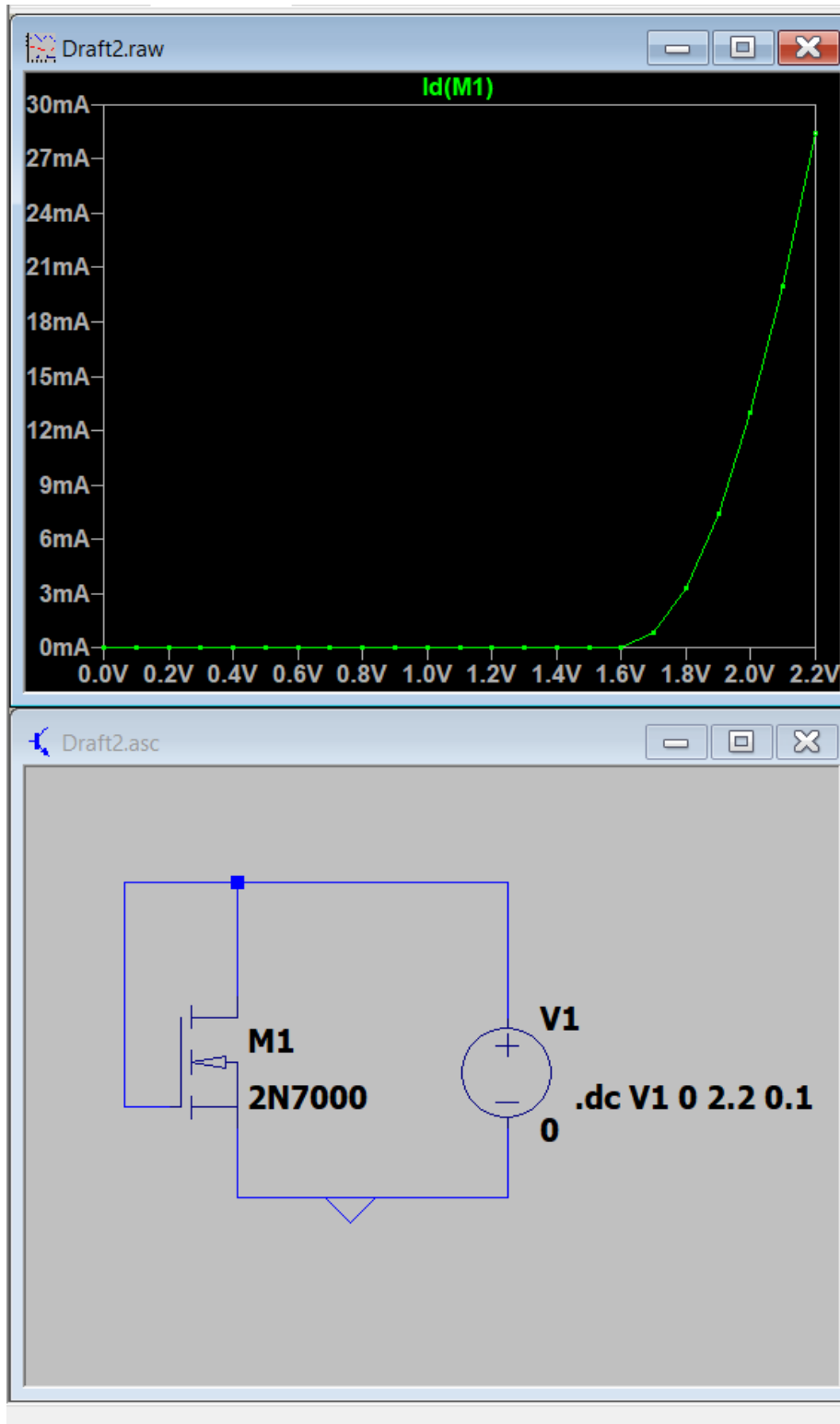
Виконав:
студент II -го курсу ФЕЛ
гр. ДК-92
Загребба А.Я.

Київ – 2021

Досліджувані схеми: польовий транзистор 2N7000, підсилювач на польовому транзисторі 2N7000.

Прилади: Осцилоскоп САГА, УПР-1, мультиметр DT-182, лінійний стабілізатор напруги М212.1.

Схема 1



Данні отримані у ЛТспайс

	U В	I mA
1	0	0
2	0,5	0
3	1	0
4	1,5	0
5	1,6	0
6	1,7	0,9
7	1,8	3,4
8	1,9	7,4
9	2	13,
10	2,1	19,8

$$I_{c1}=3.406 \text{ mA}$$

$$U_{c1}=1.8 \text{ В}$$

$$I_{c2}=3.4*4=13.6 \text{ mA}$$

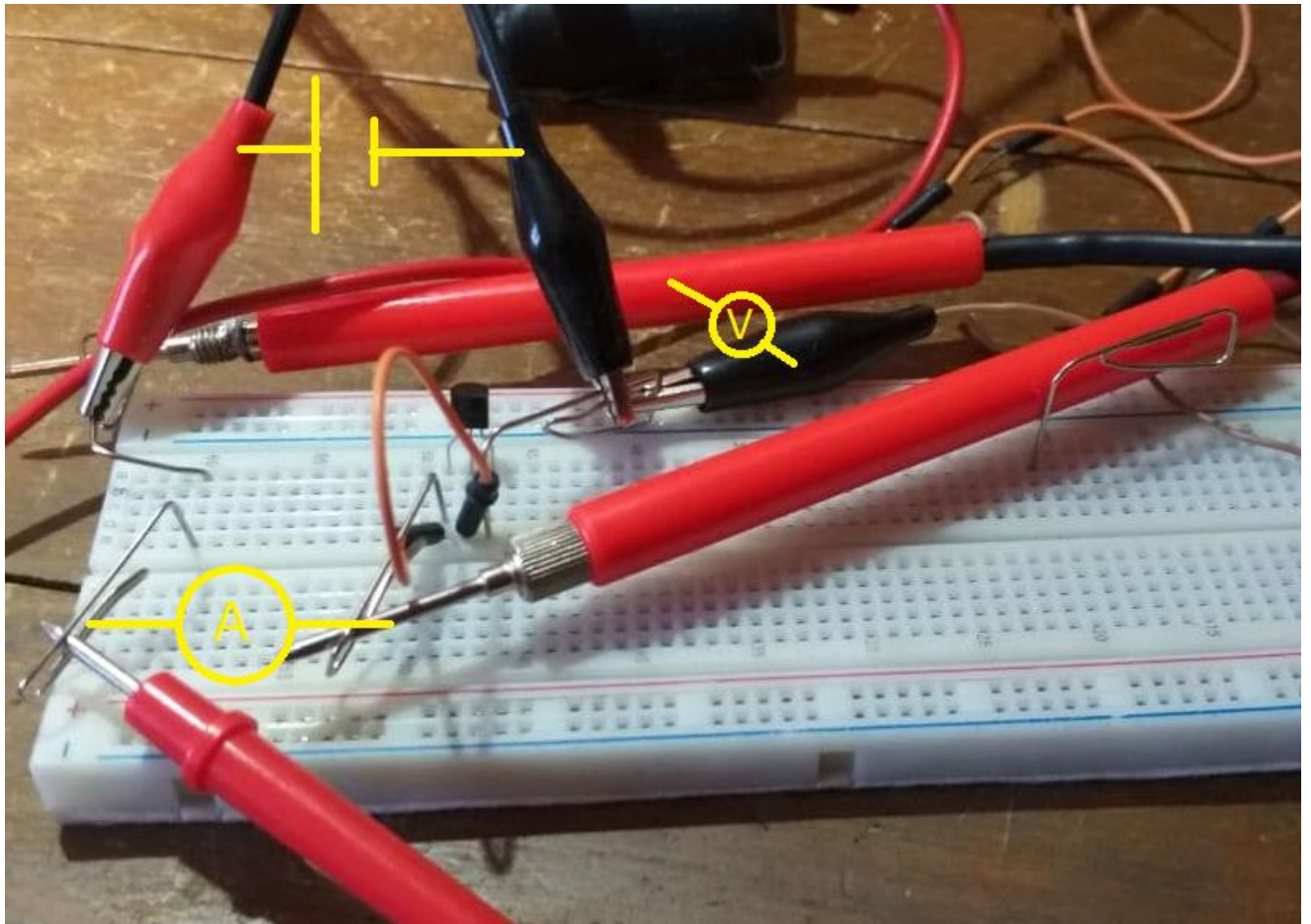
$$U_{c2}=2.0 \text{ В}$$

$$U_{\Pi}=2*1.8-2.0=1.6\text{В}$$

$$b = \frac{2 \cdot I_{c1}}{(U_{3B1} - U_{\Pi})^2}$$

$$b=2*3.4/(1.8-1.6)^2/1000=0.17$$

$$I_c = \frac{0.17}{2} * (U_c - 1.6)^2$$



Данні отримані при реальних вимірюваннях

	U B	I mA
1	0	0
2	0,5	0
3	1	0
4	1,5	0
5	1,6	0
6	1,7	0,25
7	1,8	4,6
8	1,9	6,9
9	2	9,1
10	2,1	15,1

$$I_{c1} = 2,5 \text{ mA}$$

$$U_{c1} = 1,75 \text{ B}$$

$$I_{c2} = 2,5 * 4 = 10 \text{ mA}$$

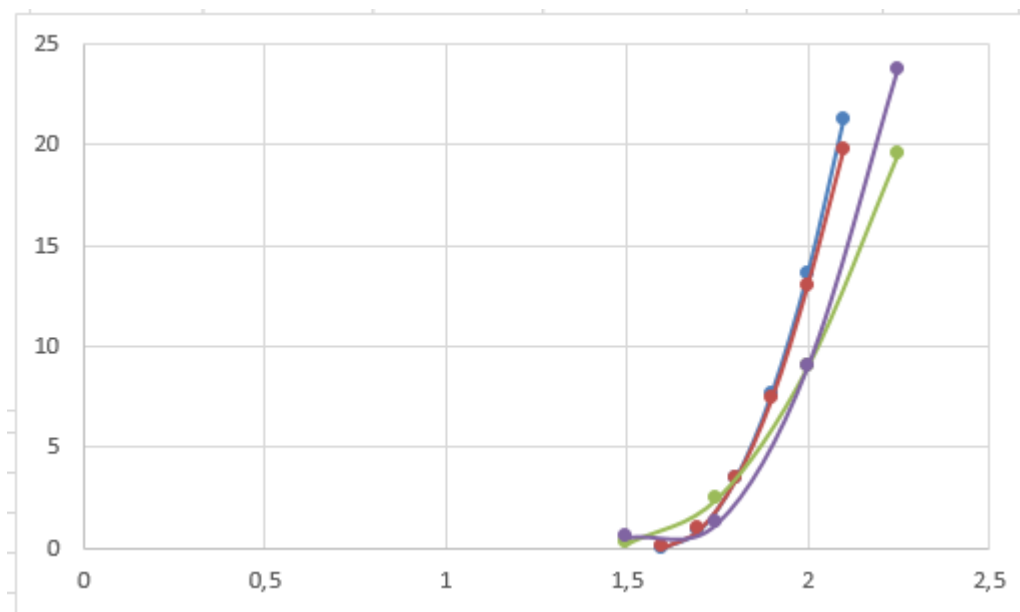
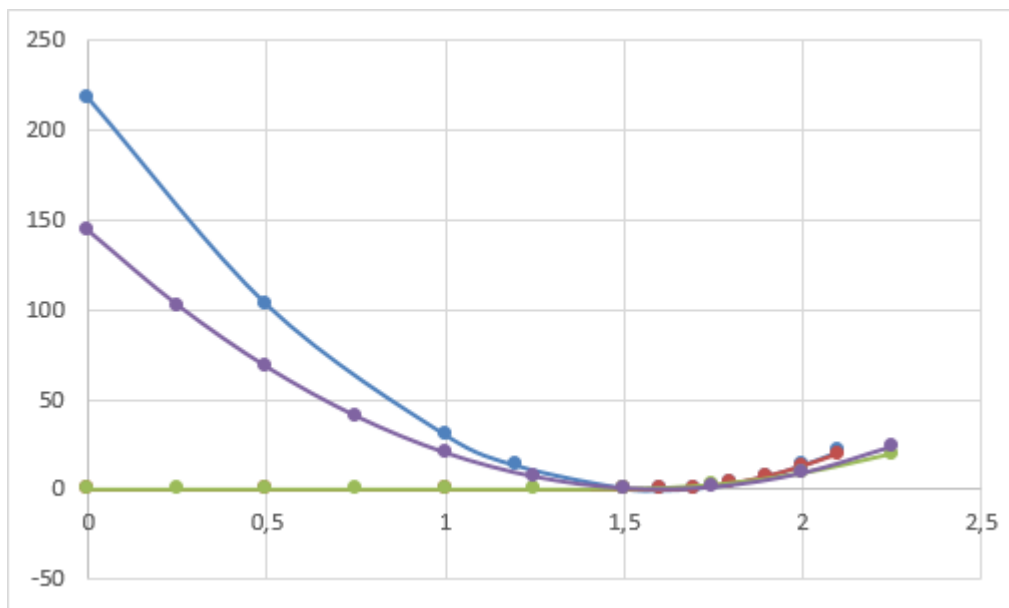
$$U_{c2} = 1,9 \text{ B}$$

$$U_{\Pi} = 2 * 1,75 - 1,9 = 1,6 \text{ B}$$

$$b = \frac{2 \cdot I_{c1}}{(U_{3B1} - U_{\Pi})^2}$$

$$b = 2 \cdot 9 / (2 - 1.6)^2 / 1000 = 18 / 160 = 0.11$$

$$I_c = \frac{0.11}{2} \cdot (U_c - 1.6)^2$$



Синій графік – данні отримані за допомогою формули.

Червоний графік – данні отриманні у ЛТспайс

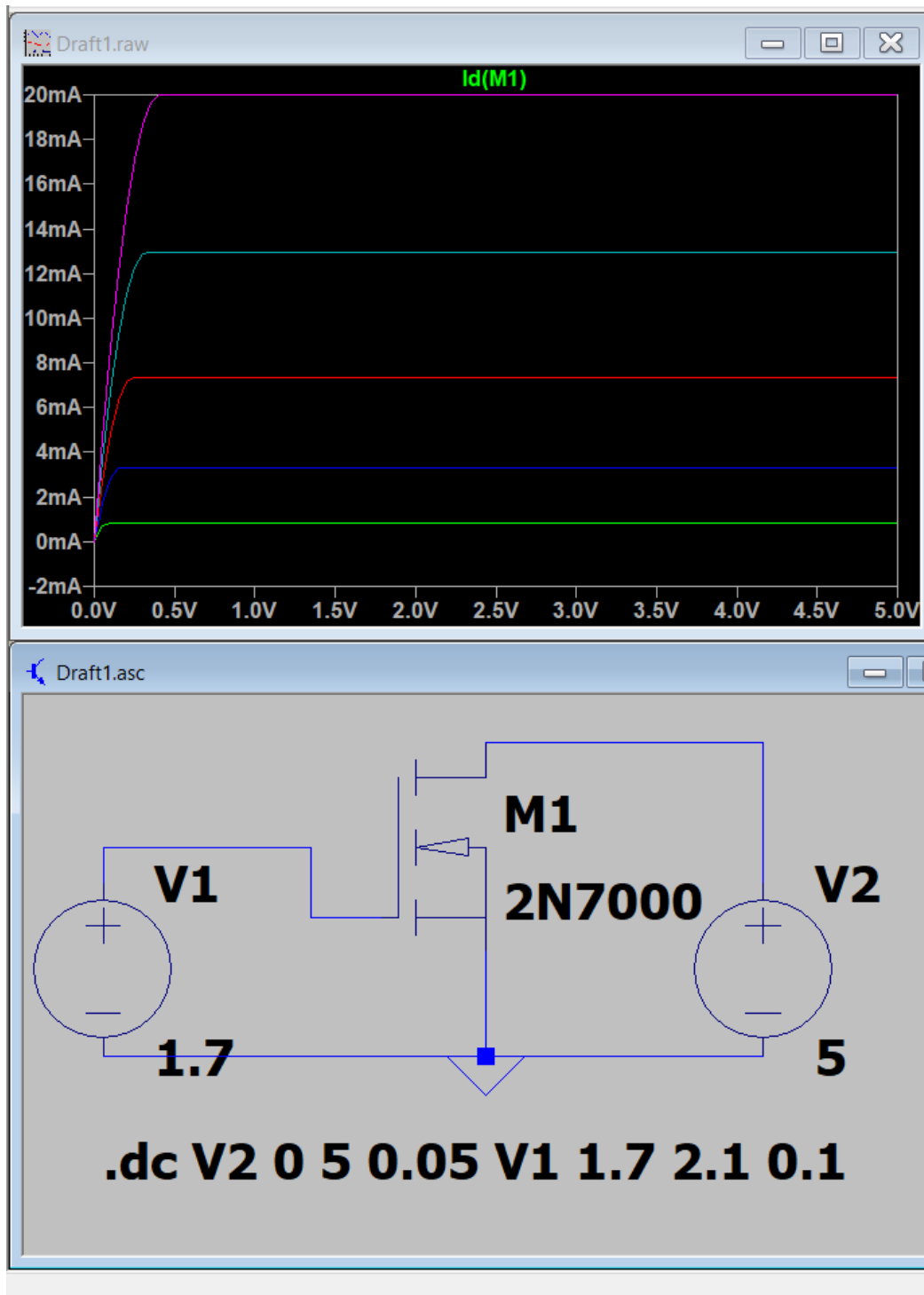
Фіолетовий - данні отримані за допомогою формули, яка отримана по реальним вимірам.

Зелений графік - данні отримані при реальних вимірах

З графіків можна зробити вивід, що формула досить точно описує струм після відкриття транзистора.

В якості джерела напруги було використано УПР-1, для виміру струму мультиметр DT-182, в якості вольтметра Осцилоскоп САГА.

Схема 2



$$0,1 > 1,7 - 1,6 = 0,1$$

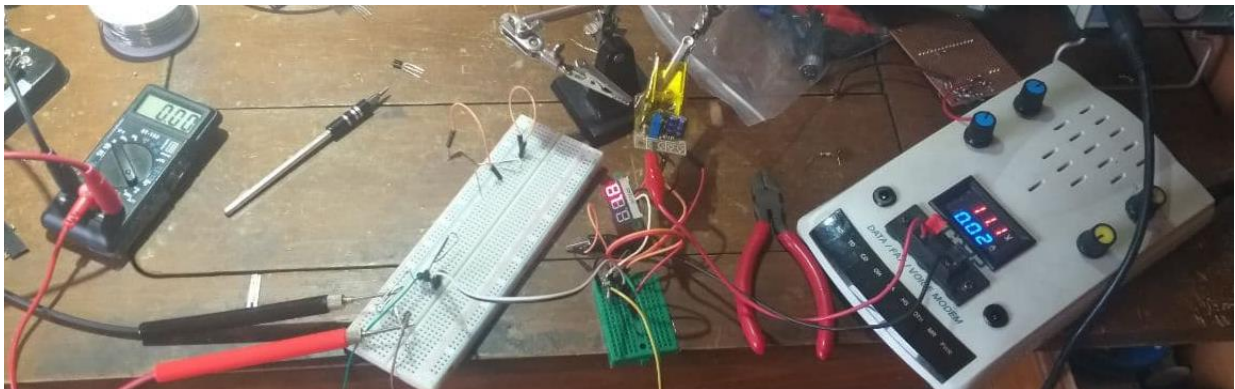
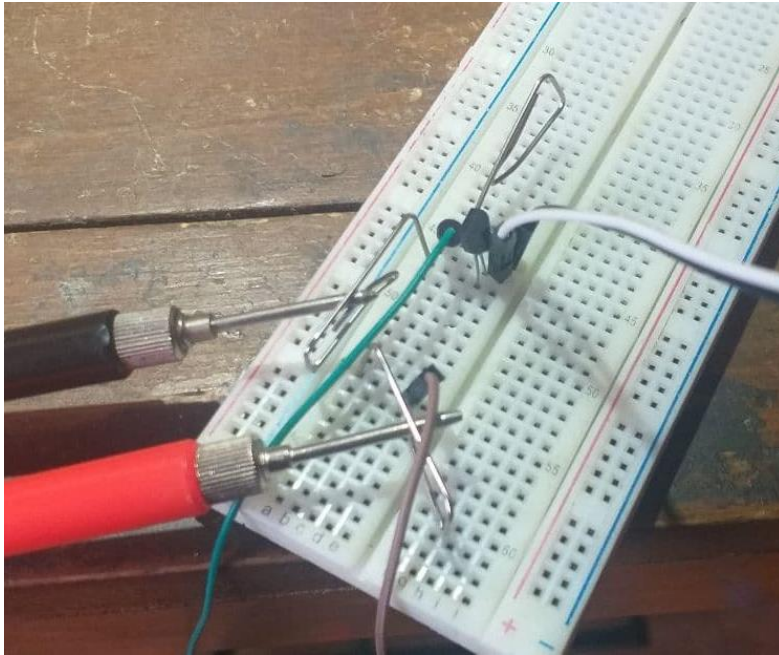
$$0,2 \geq 1,8 - 1,6 = 0,2$$

$$0,3 \geq 1,9 - 1,6 = 0,3$$

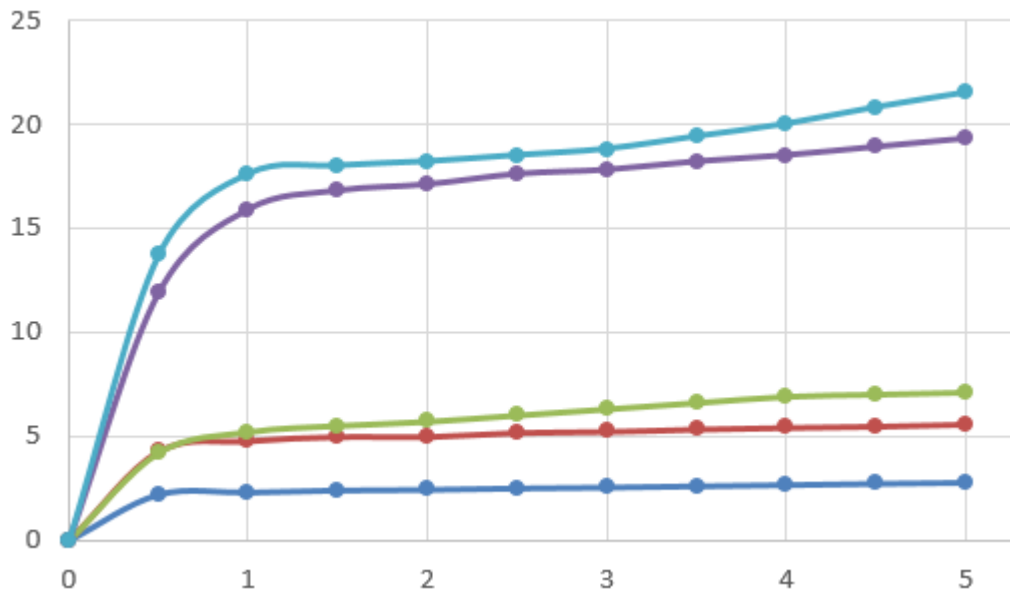
$$0,4 \geq 2 - 1,6 = 0,4$$

$$0,45 < 2,1 - 1,6 = 0,5$$

При напругах $U_{зв}=1,7, 1,8, 1,9, 2$ струм перестає рости при $U_{вс}=U_{зв} - U_{п}$, а при $U_{зв}=2,1$ на $0,05V$ раніше, на мій погляд причиною цього стала не дуже точна модель транзистора у ЛТспайс.



	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
1,7	0	2,2	2,3	2,4	2,43	2,5	2,54	2,6	2,66	2,72	2,77
1,8	0	4,3	4,8	5	5	5,2	5,25	5,36	5,44	5,5	5,6
1,9	0	4,21	5,2	5,5	5,7	6	6,3	6,6	6,9	7	7,1
2	0	11,9	15,9	16,8	17,1	17,6	17,8	18,2	18,5	18,9	19,3
2,1	0	13,7	17,6	18	18,2	18,5	18,8	19,4	20	20,8	21,5



Виміри зроблені практично.

$0.5 > 1.7 - 1.6$

$0.5 > 1.8 - 1.6$

$0.5 > 1.9 - 1.6$

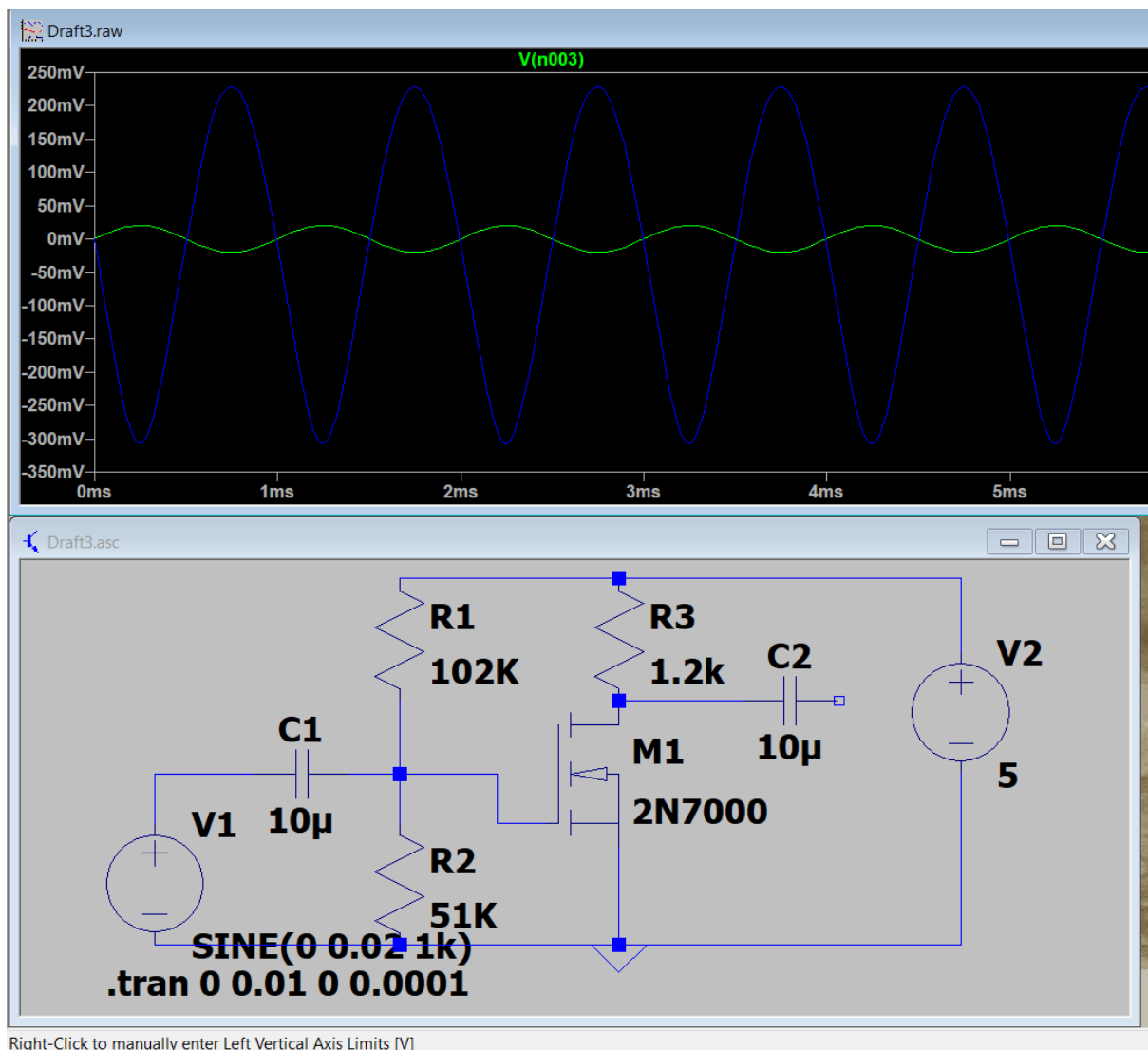
$1 > 2 - 1.6$

$1 > 2.1 - 1.6$

Шаг для V2, був взятий 0,5, а не 0,05, так як точність вимірювальних приладів не дозволяла взяти шаг менше.

Генератором напруги $U_{вс}$ виступає УПР1, в якості генератора напруги виступає $U_{зв}$ лінійний стабілізатор напруги М212.1, після якого підключено подільник напруги. Струм вимірювався за допомогою мультиметра DT-182.

Схема 3



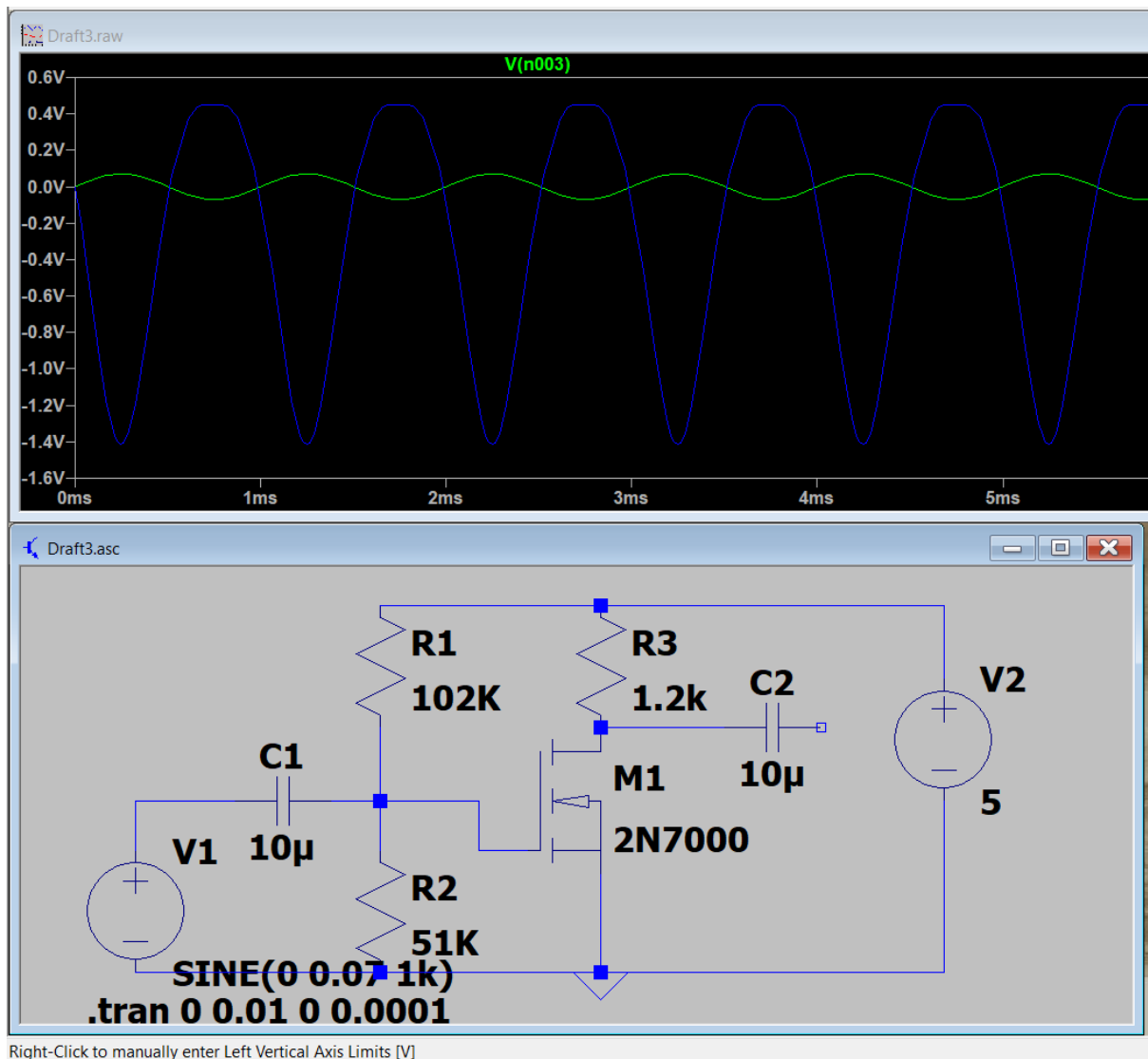
Амплітуда на вході – 20мВ

Амплітуда на виході – 264мВ

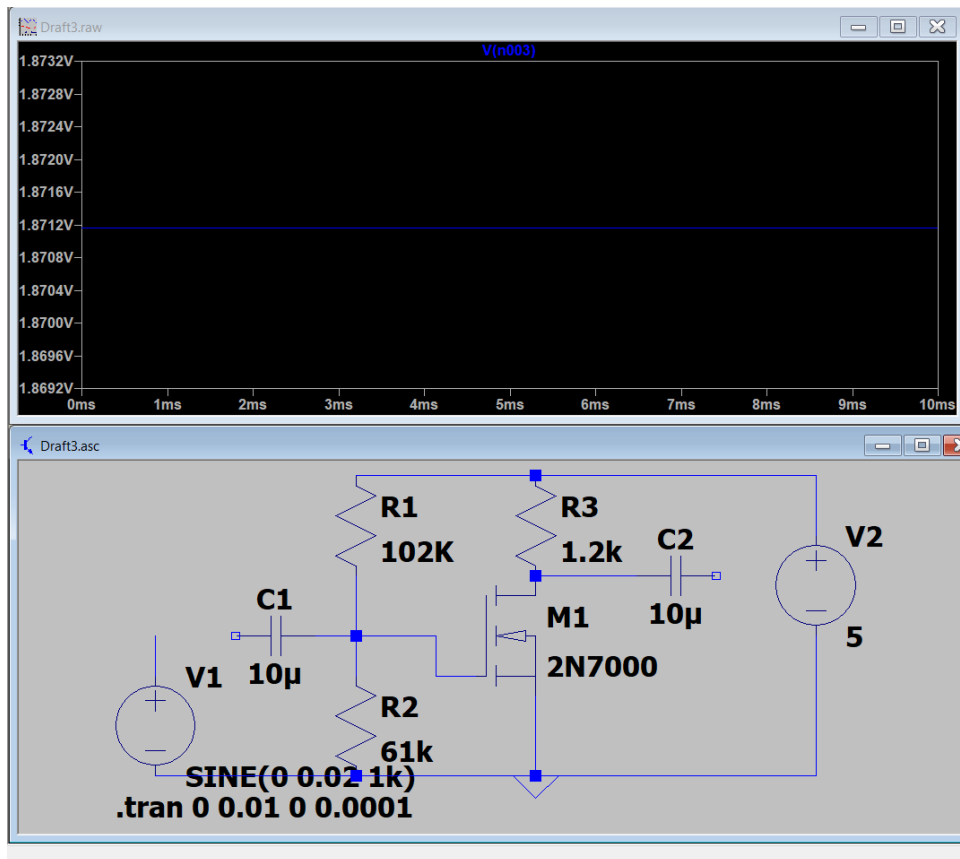
$K_u = -264/20 = -13.2$

$I_{c0} = 0.4\text{mA}$

$U_{зв0} = 1.7\text{В}$



При амплітуді вхідного сигналу 70мВ, на виході з'являються спотворення сигналу.



$$U_{зв1}=1,9В$$

$$I_{c1}=4mA$$

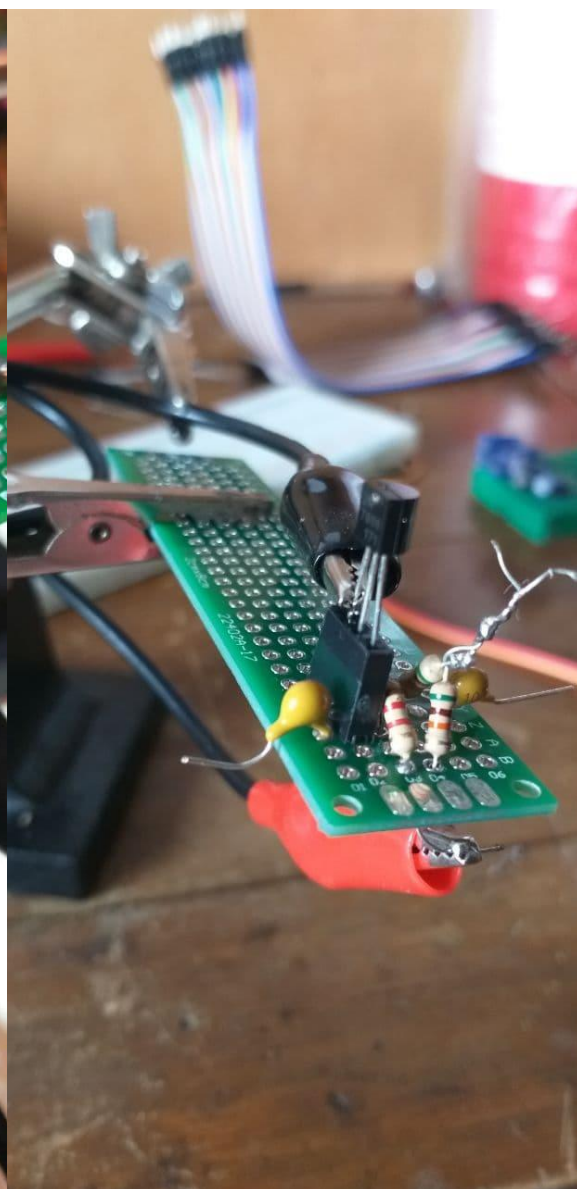
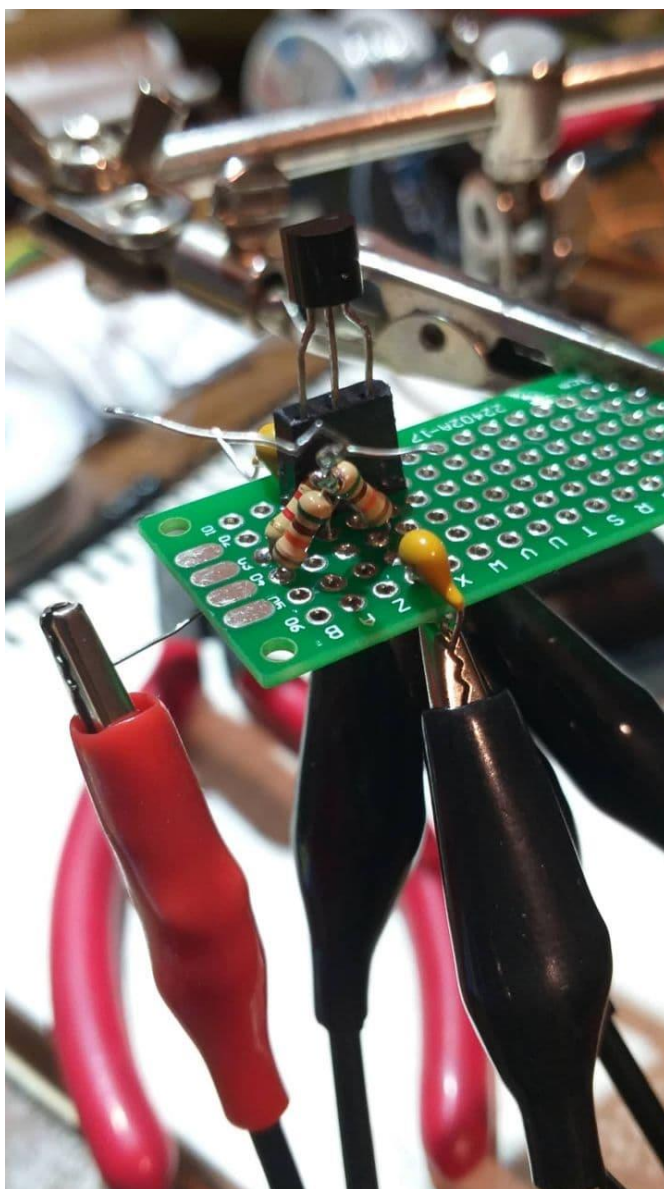
$$\Delta I_c=4-0,4=3,6mA$$

$$g_m=3,6/(0,2048*1000)=0,017$$

$$g_m=b*(U_{зв0}-U_{\Pi})=0,17*(1,7-1,6)=0,017$$

$$K_u=-1200*0,017=-17$$

Теоретично розрахований коефіцієнт не зійшовся з виміряним на практиці. Причиною цього на мій погляд стали округлення та не точне встановлення курсорів.



Як виглядає схема зібрана у житті



Вхідний і вихідний сигнал

Амплітуда на вході – 20мВ

Амплітуда на виході – 175мВ

$K_u = -175/20 = -8,75$

$I_{c0} = U_{r3}/R_3 = 0,5/1200 = 0,00042 = 0,42\text{mA}$

$U_{зв0} = 1,7\text{В}$

Зсув по фазі не маю змоги показати, так як є тільки одноканальний осцилограф.



При входній амплітуді 80мВ, на виході починаються спотворення сигналу. (На фото спотворення при 90мВ, так як на фото не видно спотворення при 80)

Тепер резистор R3 я заміню на резистор опором 61k

$$U_{зв0}=1,9В$$

$$I_{c1}=4,6/1200*1000=3.83mA$$

$$\Delta I_{c1}=3.83-0.42=3.41mA$$

$$g_m=3.41/(0.2*1000)=0.017$$

$$g_m=b*(U_{зв0}-U_{п})=0,11*(1,7-1,6)=0,011$$

$$K_u=-1200*0.011=-13.2$$

$$K_u = -1200 \cdot 0.017 = -20.46$$

Теоретично розрахований коефіцієнт не зійшовся з виміряним на практиці. Причиною цього на мій погляд стала мала точність вимірвальних приладів, паразитні характеристики елементів та заокруглення.

В якості генератора сигналу та блока живлення виступає УПР-1, для виведення сигналу використовувався осцилоскоп САГА. Для заміру струму стоку, я вимірював напругу на резисторі R3, після чого за законом Ома знаходив струм. Оскільки цей резистор підключено послідовно з стоком транзистора їх струм рівний.

Висновок: Під час виконання цієї лабораторної, я знайшов U_p транзистора, U_p розраховане за даними отриманими у ЛТспайс та розраховане за даними отриманими при реальних вимірюваннях. Розрахував коефіцієнт b для реального транзистора та для моделі у ЛТспайс, b вийшов трохи різний, я вважаю, причиною цього стали паразитні характеристики з'єднань, недостатня точність приладів, та не ідеальність самого транзистора (я проводив виміри на 3х транзисторах, у лабораторну вніс найбільш близькі до теоретичних).

Також я перевіряв, що транзистор повністю відкривається при $U_{вс} > U_{зв} - U_p$.

При дослідженні третьої схеми я вирахував коефіцієнт підсилення, для схеми у ЛТспайс та зібраної у житті, він вийшов різний. Теоретичний та практичний у ЛТспайс вийшов різним через заокруглення. Теоретичний та практичний коефіцієнт підсилення житті вийшов різним через паразитні характеристики. Коефіцієнти підсилення при реальних вимірах та при вимірах у ЛТспайс вийшли різними через не ідеальність елементів. g_m при підрахунку різними формулами у реальних вимірах вийшов через неточність вимірів.