

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-1”

Виконав:

студент групи ДК-71
Сідоренко М.І.

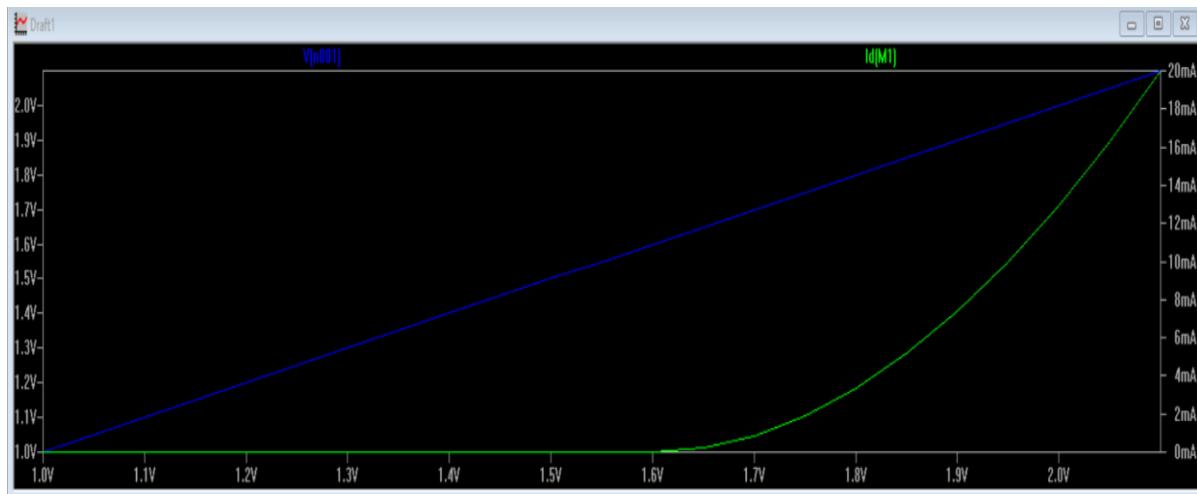
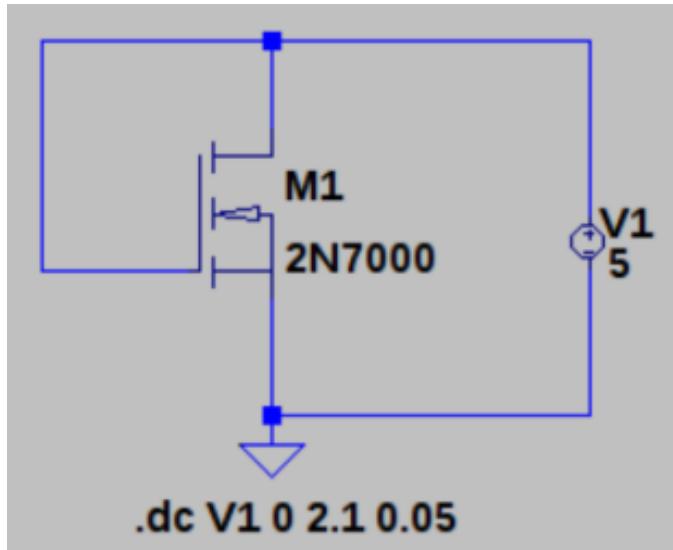
Перевірив:

доц. Короткий Є. В.

Київ – 2019

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

В LTSpice була виконана симуляція згідно до завдання в режимі лінійного підвищення напруги 2.1В.



Для розрахунку порогової напруги оберемо струм стоку 4 мА, який протікає при напрузі на затворі 1,81В. Струм, що в 4 рази більший за нього, тобто, 16,4 мА, протікає при напрузі стоку 2,04В. Тоді порогова напруга буде дорівнювати:

$$U_n = 2U_{zv1} - U_{zv2}$$

$$U_n = 2 * 1,81 - 2,04 = 1,58 \text{ В}$$

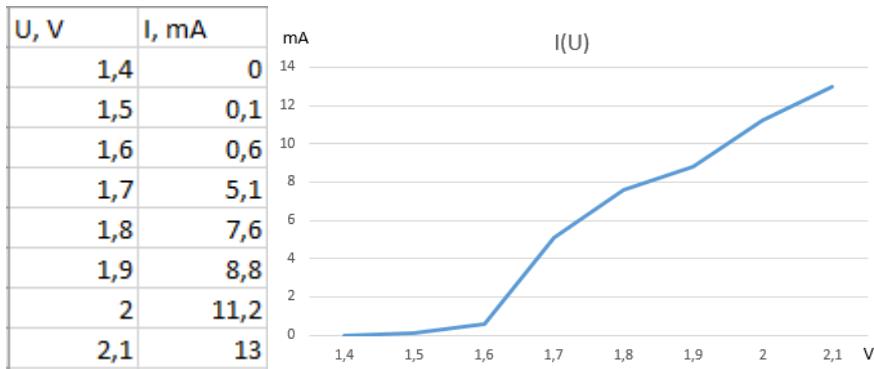
Якщо підставити отриману порогову напругу в формулу $I_c = b / 2(U_{zv} - U_n)^2$, то можна отримати:

$$16 * 10^{-3} = \frac{b}{2} (2,04 - 1,58)^2$$

$$16 * 10^{-3} = \frac{b}{2} 0,2116$$

$$b = \frac{16 * 10^{-3} * 2}{0,2116} = 151,2 * 10^{-3}$$

Вимірювання на реальній схемі



З цих вимірювань можемо зробити висновок, що $U_n = 1,7$ V

Для експериментальних даних коефіцієнт b:

$$I_e = \frac{b}{2} (U_{bb} - U_n)^2$$

$$13 * 10^{-3} = \frac{b}{2} (2.1 - 1.58)^2$$

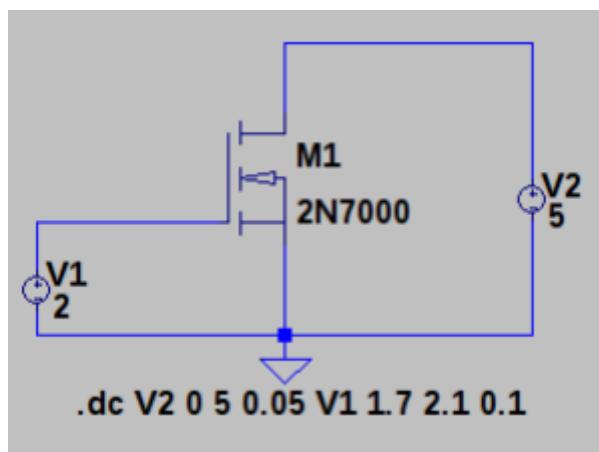
$$13 * 10^{-3} = \frac{b}{2} 0.2704$$

$$b = \frac{0.013 * 2}{0.2704} = 96.2 * 10^{-3}$$

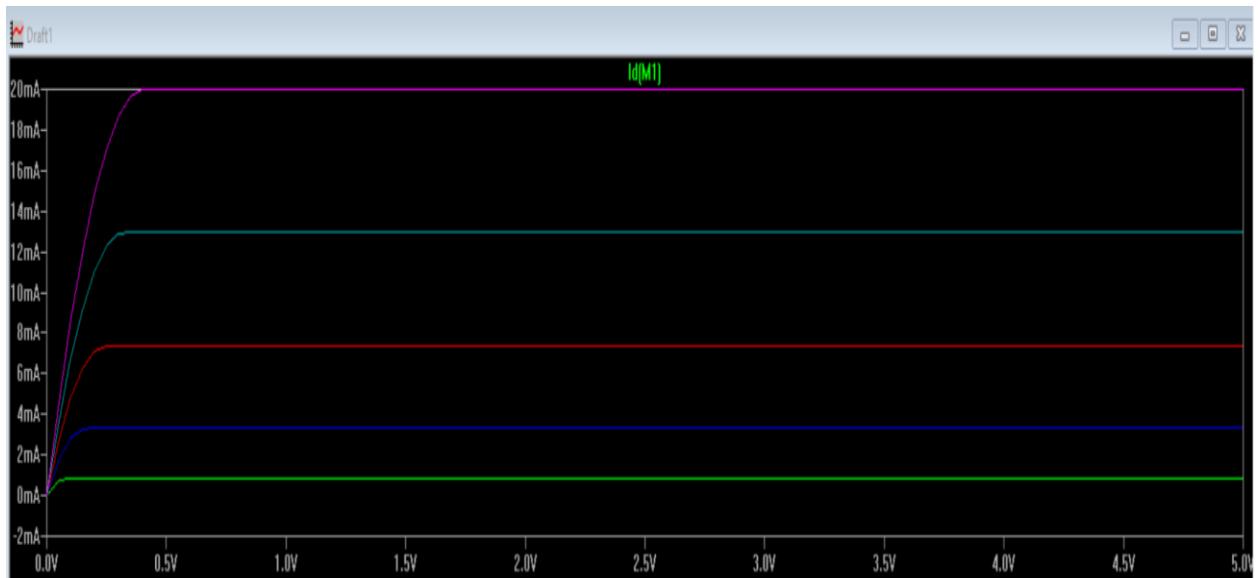
Відхилення у значеннях можна пояснити, тим що технологічні процеси транзисторів дають відхилення передавальної провідності.

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

Провели симуляцію даної схеми



Результат симуляції:

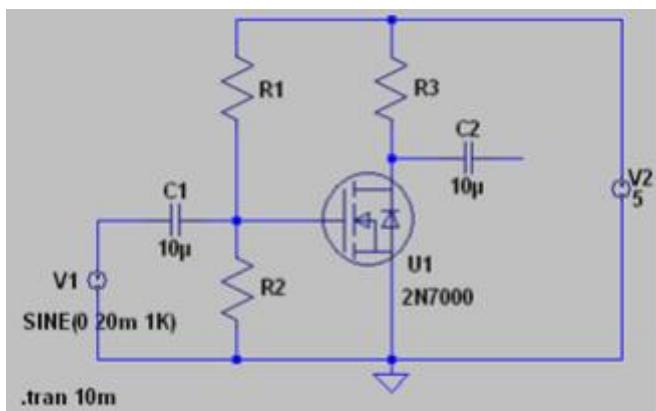


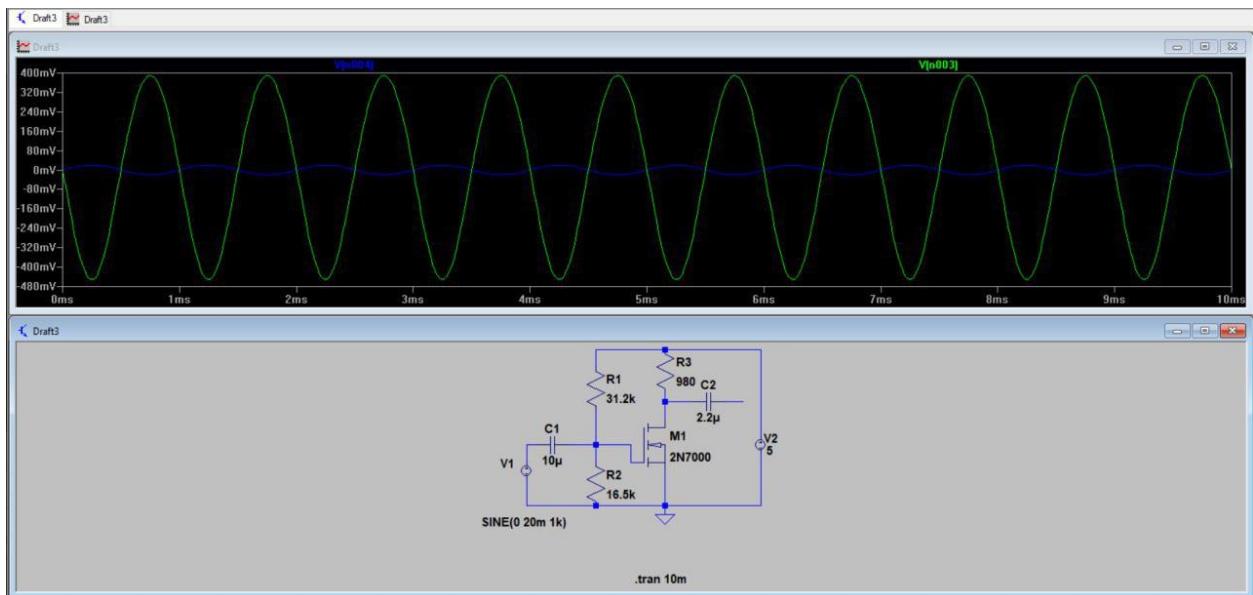
Перевіримо, чи виконується умова досягнення струму насиження каналу при $U_{\text{bc}} \geq U_{\text{zv}} - U_{\text{p}}$ для проведеної симуляції:

1. $U_{\text{zv}} = 1,7\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{\text{bc}} = 0,1\text{В} \approx 1,7\text{В} - 1,58\text{В} = 0,12\text{В}$
2. $U_{\text{zv}} = 1,8\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{\text{bc}} = 0,18\text{В} \approx 1,8\text{В} - 1,58\text{В} = 0,22\text{В}$
3. $U_{\text{zv}} = 1,9\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{\text{bc}} = 0,25\text{В} \approx 1,9\text{В} - 1,58\text{В} = 0,32\text{В}$
4. $U_{\text{zv}} = 2,0\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{\text{bc}} = 0,34\text{В} \approx 2,0\text{В} - 1,58\text{В} = 0,42\text{В}$
5. $U_{\text{zv}} = 2,1\text{В}$. Насичення досягнуто при $U_{\text{bc}} = 0,43\text{В} \approx 2,1\text{В} - 1,58\text{В} = 0,52\text{В}$

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

Провели симуляцію даної схеми





Виміри реальної схеми:

Параметри робочої точки:

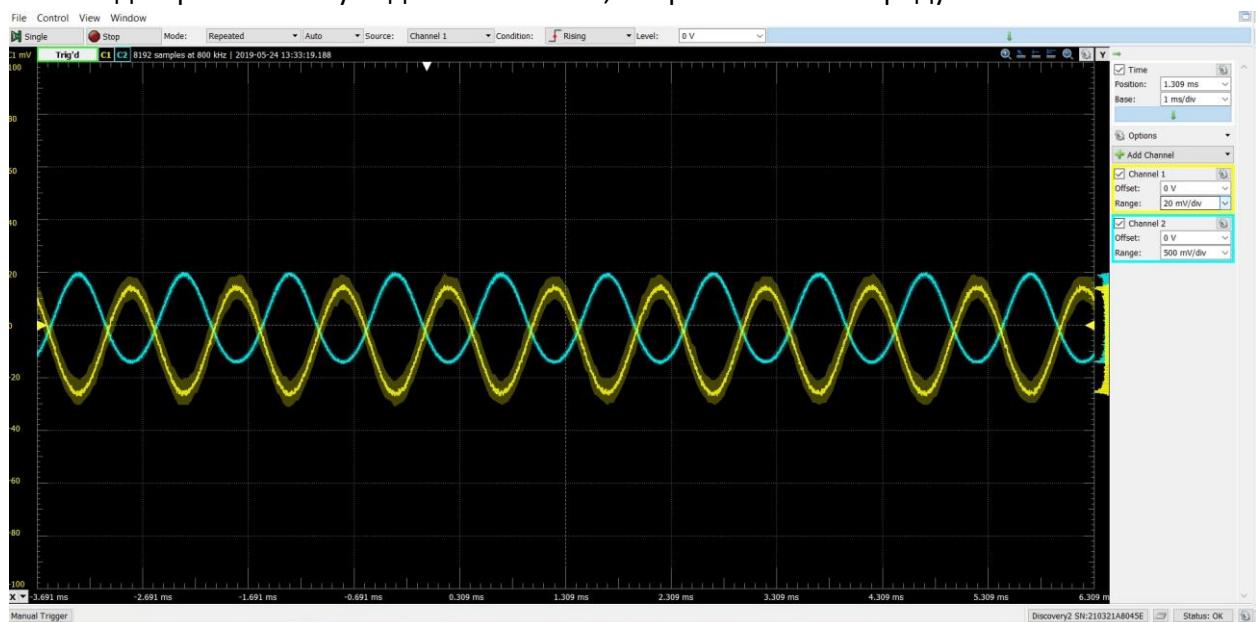
$$U_{3B0} = 1.7 \text{ V}$$

$$U_{3B1} = 1.9 \text{ V}$$

$$I_C0 = 4.1 \text{ mA}$$

На вхід підсилювача подали сигнал.

На виході отримали синусоїdalний сигнал, обернений на 180 градусів.



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

$$K_u = \frac{608.1}{-26} = -23.4$$

Для експериментального визначення передавальної провідності робочу точку транзистора змістили на 0,2В. Струм спокою виріс з 4.1 мА до 9.5 мА. Тоді $\Delta U_{\text{зв}} = 0,2\text{В}$, а $\Delta I_c = 5.4\text{мА}$.

$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{\text{зв}}} = \frac{5,4}{0,2} = 0,027$$

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

$$K_u = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} = - g_m * R_3 = -0.027 * 1000 = -27$$

Ки експериментальне та теоретичне, майже співпадають.

Висновок

У даній лабораторній роботі ми дослідили залежність $I_c(U_{\text{зв}})$, $I_c(U_{\text{вс}})$ та підсилювач з загальним витоком для n-канального польового МДН транзистора 2N7000.

Можна сказати що транзистор 2n7000 має досить великі допуски, що зумовлені технологією виробництва, (Up коливається від 0.8 В до 3В), для такого створити правильну модель для симуляції надзвичайно важко, тому деякі параметри, що ми визначали не співпадали.