

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 гр. ДК-81

Шунь П. О.

Перевірів:

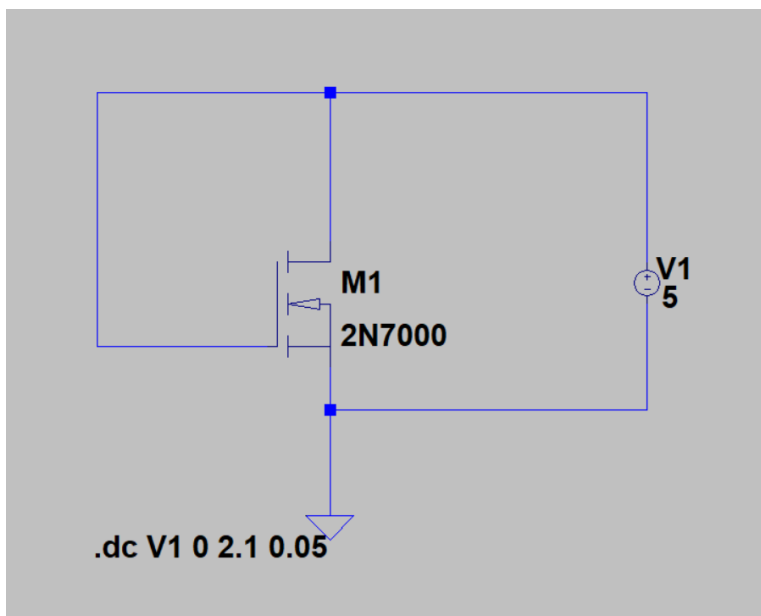
доц. Короткий Є. В.

Київ – 2020

Для вимірів та симуляцій сигналів було використано програму LTspice XVII. Досліджуваний транзистор: 2N7000

### 1. Дослідження залежності $I_c(U_{зв})$ для n-канального польового МДН транзистора 2N7000.

В LTspice XVII була виконана симуляція схеми, поданої в завданні в режимі лінійного підвищення напруги до 2.1 В.



На основі залежності  $I_c(U_{зв})$  було знайдено порогову напругу.

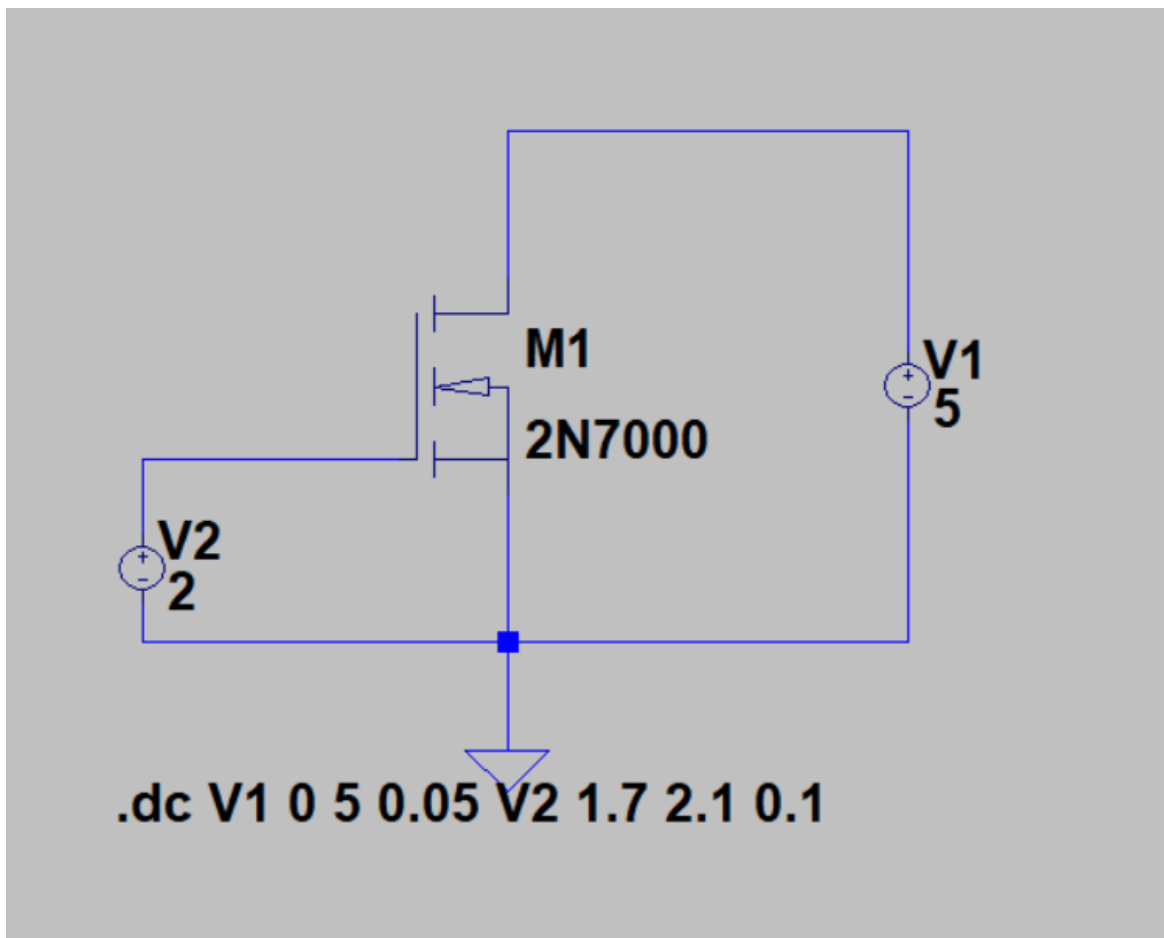
Виміри проводилися при 4 mA та 16 mA згідно з формулою для знаходження порогової напруги:  $U_{п} = 2U_{зв1} - U_{зв2}$ , де  $U_{зв1}$  це напруга при одному значенні струму, в данному випадку 4 mA, а  $U_{зв2}$  це напруга, взята при значенні струму в 4 рази більшому за попереднє.

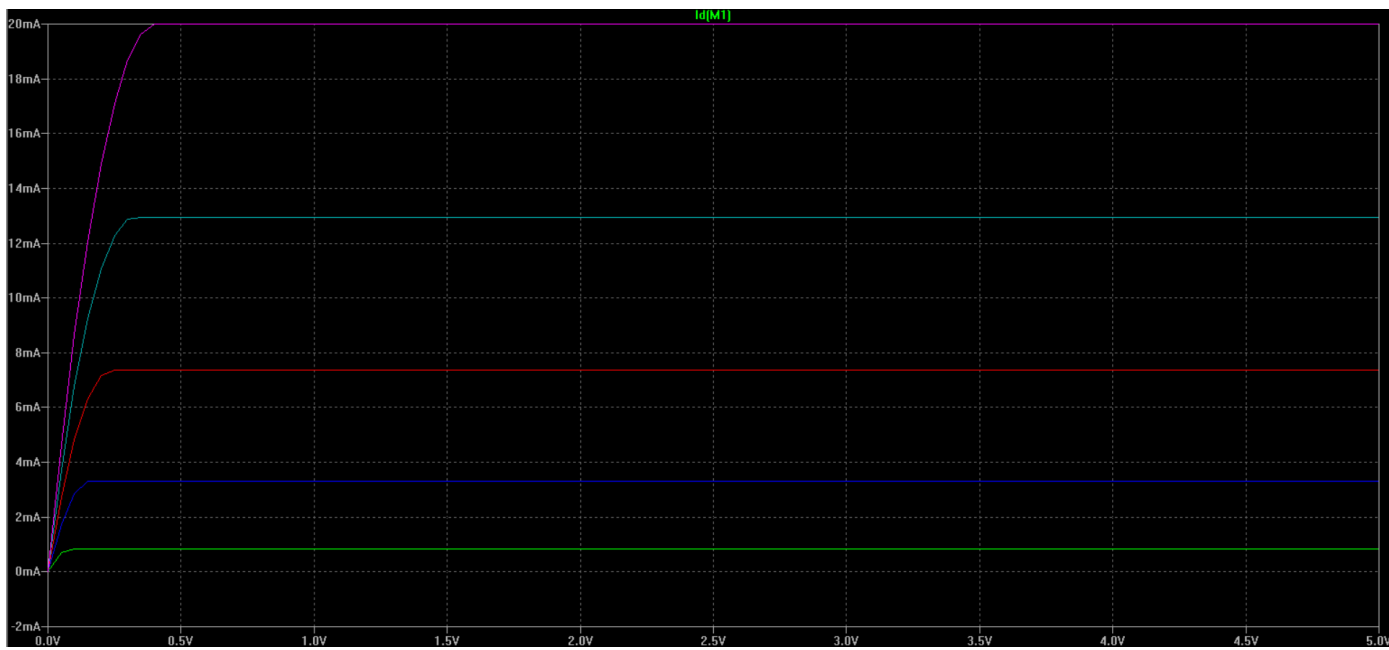
$$U_{п} = 2 \cdot 1.81 - 2.044 = 1.576 \text{ В.}$$

Отримане значення порогової напруги відповідає графіку. Тепер знайдемо значення  $b$  формули:  $I_c = \frac{b}{2} (U_{зв} - U_{п})^2$

$$b = 0.1461$$

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





Перевіримо, чи виконується умова для зупинки росту струму стоку:

За формулою струм насичення перестане зростати за умовою, що  $U_{вс} > U_{зв} - U_{п}$ . Перевіримо:

$$0.136 > 1.7 - 1.576 = 0.124 \text{ В.}$$

$$0.230 > 1.8 - 1.576 = 0.224 \text{ В.}$$

$$0.336 > 1.9 - 1.576 = 0.324 \text{ В.}$$

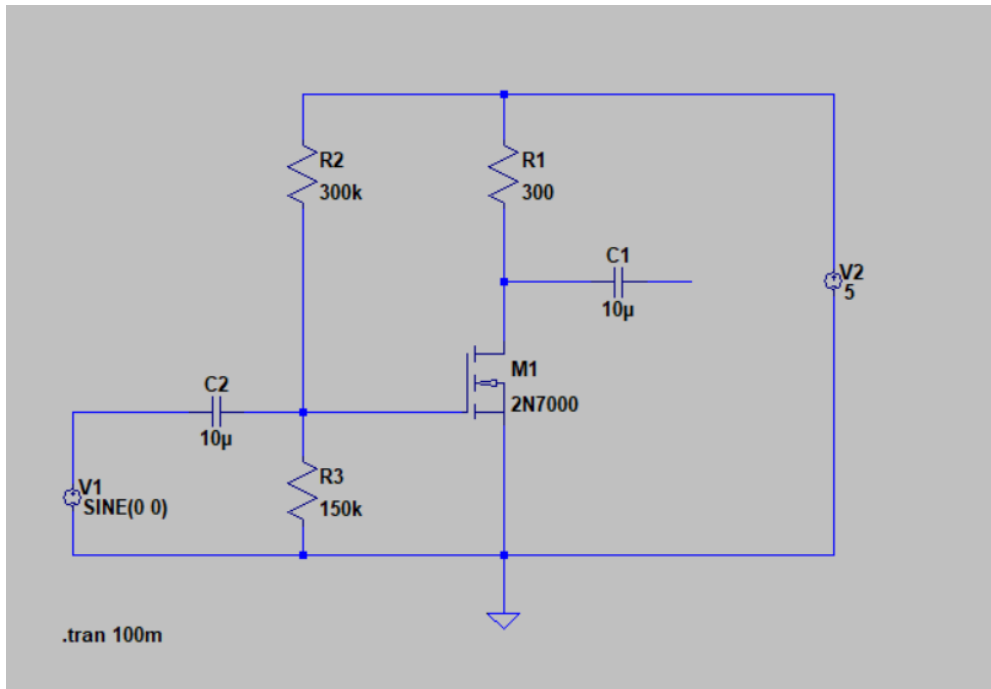
$$0.444 > 2.0 - 1.576 = 0.424 \text{ В.}$$

$$0.533 > 2.1 - 1.576 = 0.524 \text{ В.}$$

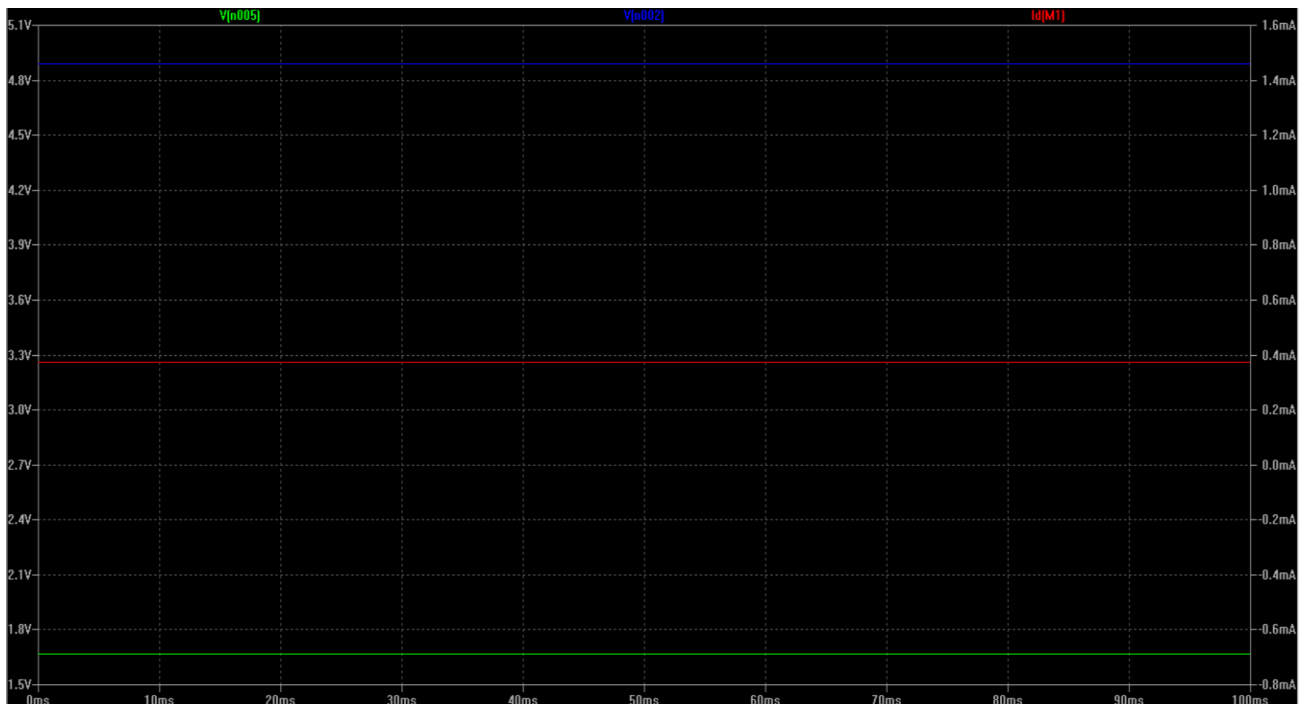
Умови виконано, в розрахунках може бути неточність через похибку курсора.

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

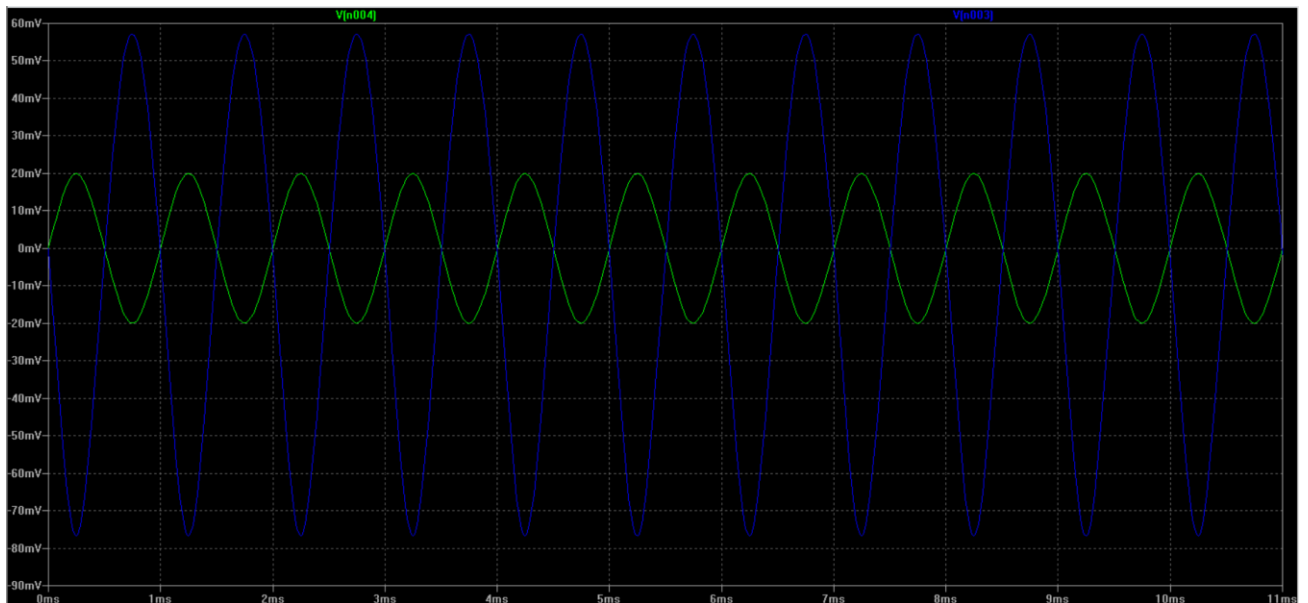
Згідно з методичними вказівками, виміряємо параметри робочої точки спокою (генератор синусоїдального сигналу вимкнено).



$U_{B0} = 1.66 \text{ V}$ .  $U_{C0} = 4.895 \text{ V}$ .  $I_{C0} = 0.37 \text{ mA}$



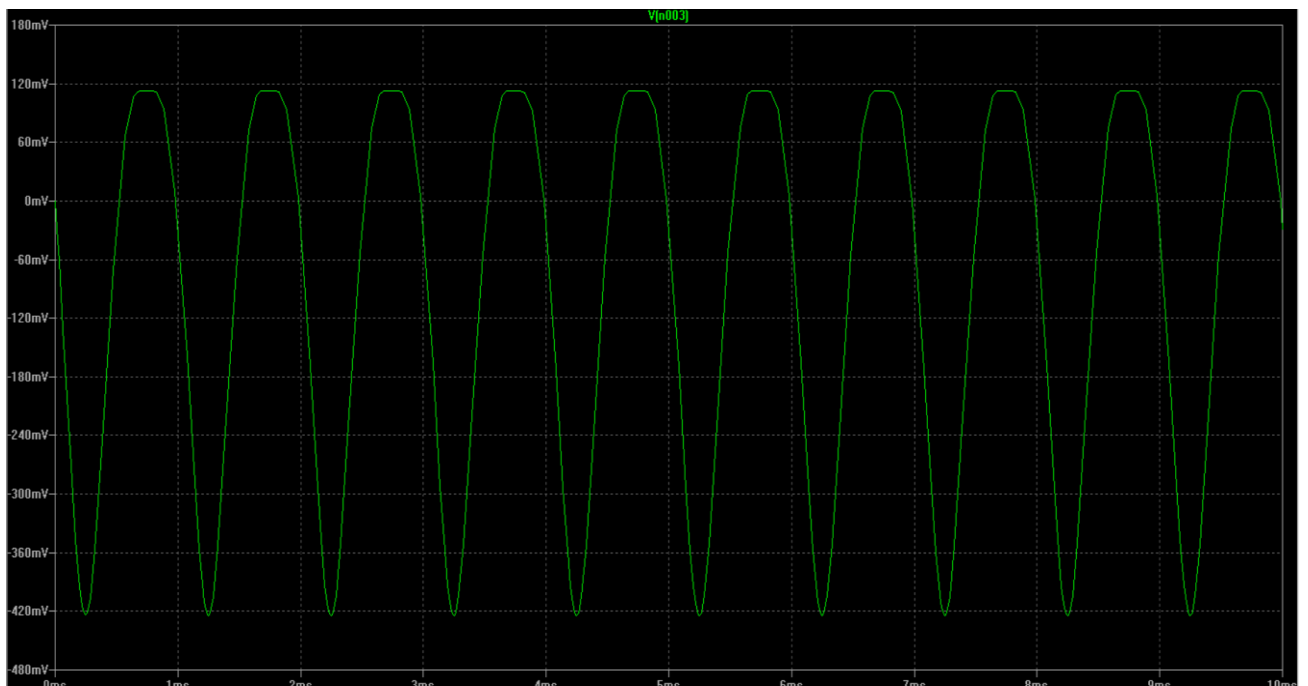
Далі подамо гармонійний синусоїдальний сигнал з амплітудою 20 мВ і частотою 1 кГц. Схема та ж.



На графіку ми можемо спостерігати посилений та зсунутий по фазі сигнал на виході схеми. Знайдемо коефіцієнт підсилення:

$$K_u = 57/20 = 2.85$$

При амплітуді гармонійного сигналу 80 мВ сигнал на виході починає спотворюватись і приймає такий вигляд:



Далі я збільшив опір резистора R3 на 10 кОм, цим самим збільшивши напругу  $U_{зв}$  на  $(1,74 - 1,66 = 0,08 \text{ В})$ , тобто  $\Delta U_{зв} = 0,08 \text{ В}$ . Струм стоку в такому випадку дорівнює 1,6 мА, тобто  $\Delta I_{c1} = 1,6 - 0,37 = 1,23 \text{ мА}$ .

Тепер знайдемо передаточну провідність  $g_m = \frac{\Delta I_{c1}}{\Delta U_{зв}} = \frac{1,23 \cdot 10^{-3}}{0,08} = 0,0153$

Перевіримо правильність розрахунків:  $g_m = b \cdot (U_{зв0} - U_{п}) =$   
 $= 0,1461 (1,66 - 1,576) = 0,0123$ .

Розрахуємо теоретичний коефіцієнт підсилення за напругою:

$$K_u = -R_3 \cdot g_m = -300 \cdot 0,0123 = -3,69$$

Розрахований коефіцієнт підсилення приблизно збігається з отриманим під час симуляції, ураховуючи похибки, можна рахувати, що розрахунки правильні.

**Висновок:** в даній лабораторній роботі провели експериментальне дослідження поведінки польового транзистору в різних режимах роботи: відзняли статичну вихідну та передавальну характеристики, розраховали коефіцієнт крутизни  $b$ , порівняли їх з даними симуляції. 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.