

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра мікроелектроніки

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи №9

з дисципліни: «Напівпровідникова електроніка»

Тема роботи: «Дослідження польових транзисторів з керуючим р-п
переходом»

Виконав студент 3-го курсу групи ДП-91

Ремез Сергій Олександрович

(підпис)

(дата здачі)

Перевірів Королевич Любомир Миколайович

(підпис)

(дата здачі)

Київ 2022

1. МЕТА РОБОТИ.

Дослідження польових транзисторів з p - n переходом в якості затвора. Теоретичне вивчення принципу роботи польових транзисторів, практичне визначення фізичних та основних технічних параметрів із їх вольт-амперних характеристик.

2. ЗАВДАННЯ.

1. Вивчити структуру паспортних параметрів польових транзисторів. Ознайомитися із вимірювальним стендом та використовуваними приладами.
2. Зібрати схему для дослідження вольт-амперних характеристик польового транзистора з p - n переходом в якості затвора.
3. Виконати вимірювання сімейства характеристик передачі польового транзистора — залежності струму стоку від напруги затвор-виток: $I_d = f(U_{ds})$, при $U_{gs} = \text{const}$.
4. За отриманими даними побудувати графіки сімейства вихідних ВАХ.
5. Графічно визначити струм стоку насичення $I_{d \text{ sat}}$, напругу стоку насичення $U_{d \text{ sat}}$. Розрахувати крутизну та динамічний опір стоку: — для крутої і для пологої областей вихідних характеристик транзистора, знайти опір каналу r_0 .
6. Провести аналіз результатів досліджень, і зробити висновки з виконаної роботи.

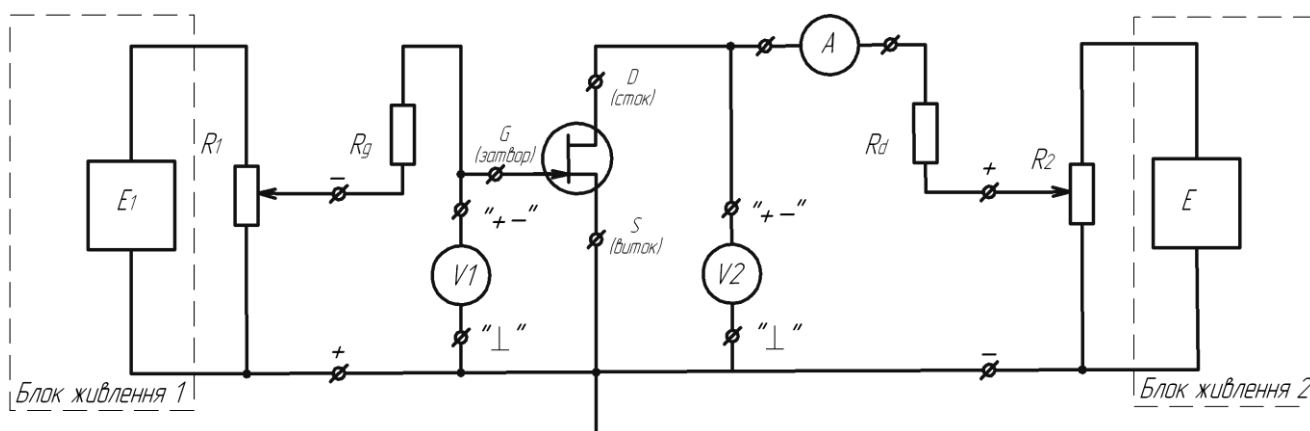


Рис.1. Схема вимірювання вольт-амперної характеристики польових транзисторів із p - n -переходом і n -каналом.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

3.1.Результати вимірювань.

Табл. №3.1. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -0,5 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	0,5	0,45	0,37	0,3	0,26	0,21	0,15	0,11	0,06
$I_D, \text{ мА}$	3,5	3,2	2,85	2,45	2,1	1,75	1,4	1,05	0,7

Табл. №3.2. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -0,6 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	0,56	0,49	0,42	0,35	0,29	0,24	0,18	0,13	0,8	0,3
$I_D, \text{ мА}$	3,45	3,15	2,8	2,45	2,1	1,75	1,4	1,05	0,7	0,4

Табл. №3.3. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -0,7 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	0,56	0,48	0,4	0,32	0,26	0,2	0,14	0,1	0,04
$I_D, \text{ мА}$	3,15	2,7	2,45	2,05	1,75	1,4	1,05	0,7	0,35

Табл. №3.4. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -0,8 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	0,8	0,66	0,54	0,44	0,36	0,29	0,22	0,16	0,1
$I_D, \text{ мА}$	3,4	3,1	2,75	2,45	2,1	1,75	1,4	1,05	0,7

Табл. №3.5. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -0,9 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	0,88	0,7	0,55	0,44	0,34	0,26	0,18	0,12	0,04
$I_D, \text{ мА}$	3	2,7	2,4	2,05	1,7	1,4	1,05	0,7	0,35

Табл. №3.6. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -1,2 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	6	5,1	4,2	3,4	2,6	1,8	1,1	0,5	0,2
$I_D, \text{ мА}$	1,45	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15	1,05	0,85	0,65

Табл. №3.7. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -1,4 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	8,4	7,4	6,4	5,5	4,6	3,8	2,8	2	1	0,2
$I_D, \text{ мА}$	0,48	0,465	0,445	0,43	0,4	0,38	0,355	0,325	0,28	0,2

Табл. №3.8. ВАХ польового транзистора.Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -1,6 \text{ В}$, $T_I = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$U_B, \text{ В}$	9,4	8,4	7,4	6,4	5,4	4,4	3,6	2,6	1,8	0,8
$I_D, \text{ мА}$	0,135	0,13	0,12	0,115	0,11	0,105	0,085	0,08	0,065	0,055

Табл. №3.9. ВАХ польового транзистора. Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -1,8 \text{ В}$, $T_I = 20^\circ \text{C}$:

$U_B, \text{В}$	8,8	7,8	6,8	5,8	4,8	3,8	2,8	1,8	1
$I_D, \text{мА}$	0,024	0,022	0,02	0,018	0,016	0,019	0,012	0,01	0,008

Табл. №3.10. ВАХ польового транзистора. Умови досліджень: схема із спільним витоком, $U_3 = -1,95 \text{ В}$, $T_I = 20^\circ \text{C}$:

$U_B, \text{В}$	9,8	8,8	7,8	6,8	5,8	4,8	3,8	2,8	2	1
$I_D, \text{мА}$	0,006	0,0055	0,04	0,0058	0,003	0,0022	0,002	0,001	0,001	0

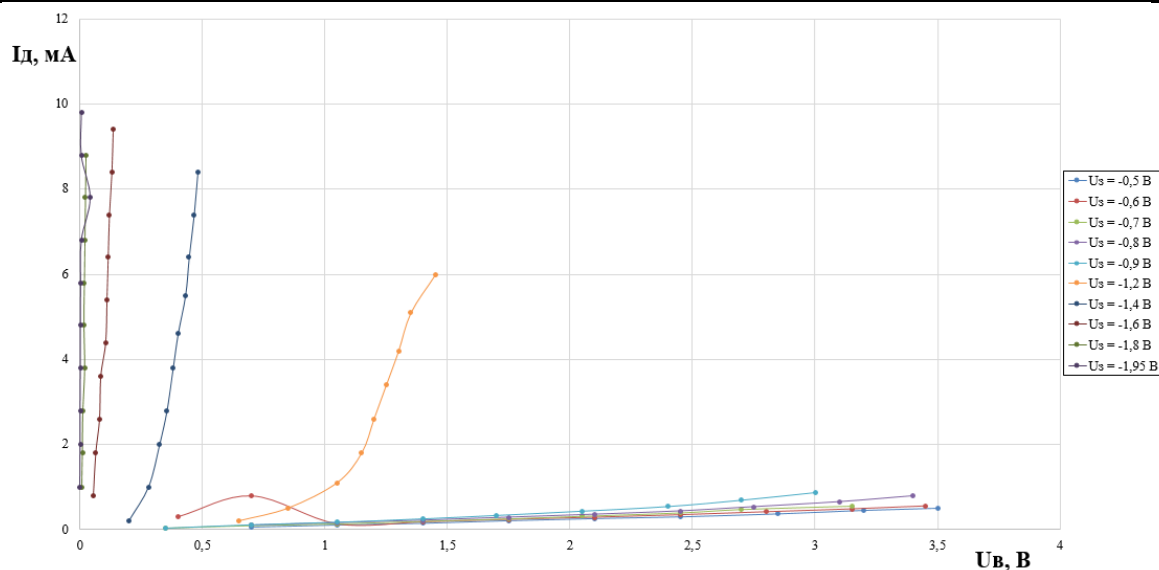


Рис.2: Загальна ВАХ характеристика сімейства польового транзистора.

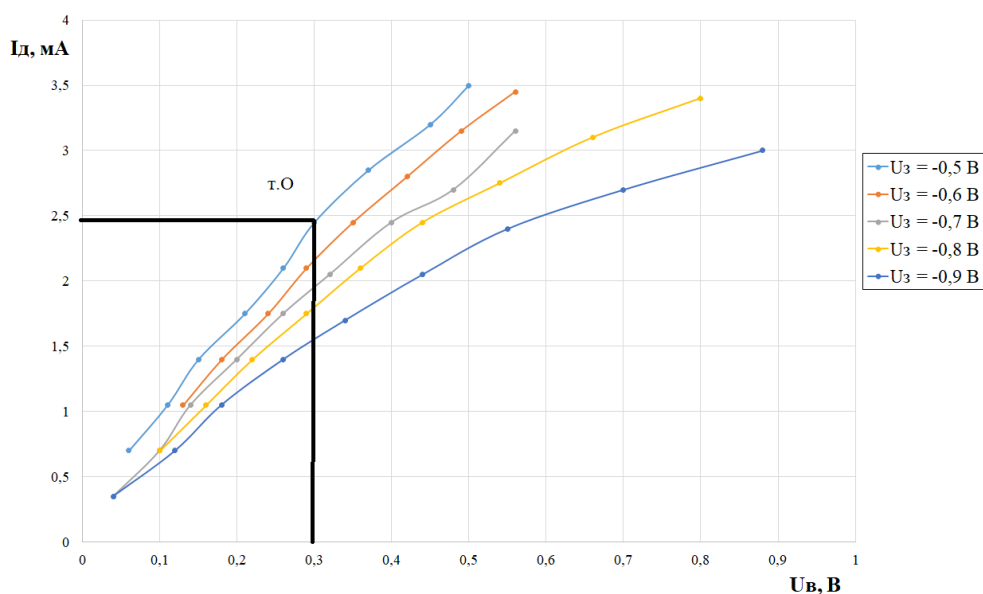


Рис.3: Графік для більш вертикальних ВАХ сімейства польового транзистора.

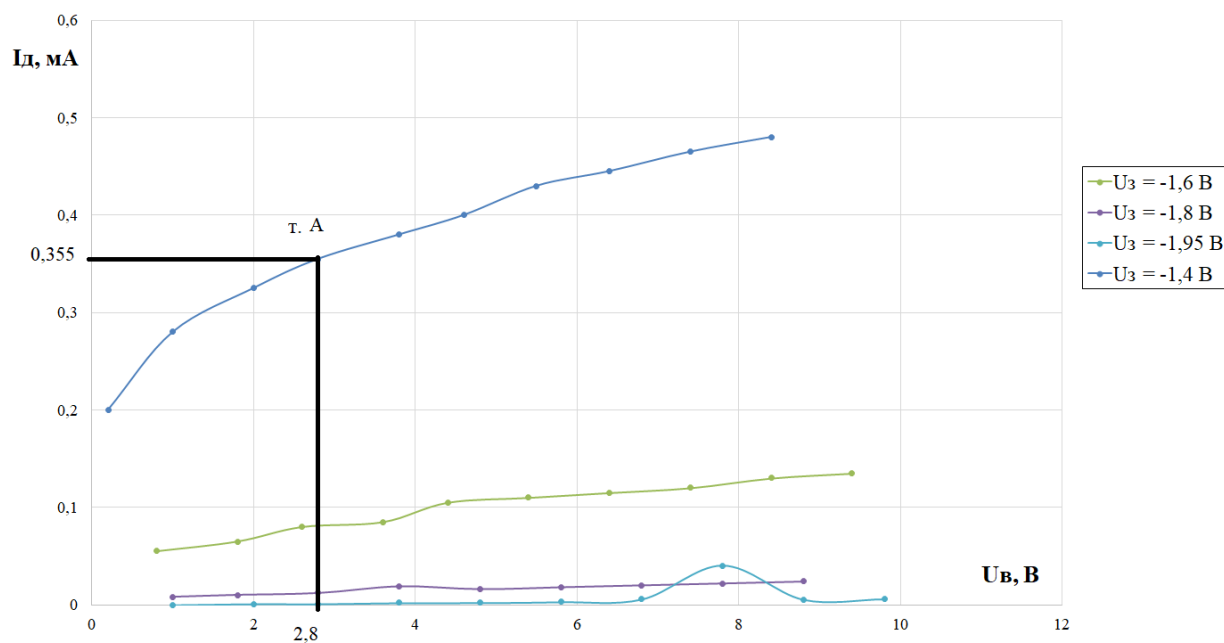


Рис.4: Графік для більш горизонтальних ВАХ сімейства польового транзистора.

4. РОЗРАХУНКИ

4.1. Із вольт-амперних характеристик визначимо параметри для характеристик при напругах:

$$U_3 = -0,5 \text{ В:}$$

Лінійна область: струм: 2,49 мА, напруга: 0,3 В.

Крутизна та динамічний опір стоку в пологій ділянці в т.О:

$$r_{c2} = \frac{dU_2}{dI_2} = \frac{0,3-0,28}{2,49-2,35} \cdot 10^3 = 142,8 \text{ Ом},$$

$$S_2 = \frac{1}{r_{c2}} = 7 \frac{\text{мА}}{\text{В}};$$

$$U_3 = -1,4 \text{ В:}$$

Ділянка насичення: струм: 0,355 мА, напруга: 2,8 В;

Крутизна та динамічний опір стоку в пологій ділянці в т.А:

$$r_{c4} = \frac{dU_4}{dI_4} = \frac{2,8-1,3}{0,355-0,288} \cdot 10^3 = 4225 \text{ Ом},$$

$$S_4 = \frac{1}{r_{c4}} = 2 \frac{\text{мА}}{\text{В}};$$

Канальний струм:

$$r_0 = \frac{2,49}{2,8} \cdot 10^3 = 0,9 \text{ кОм}.$$

5. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВИСНОВКИ З ВИКОНАНОЇ РОБОТИ.

Табл.5.1: Таблиця розрахованих параметрів транзистора

Параметр	$r, \text{Ом}$	$S, \text{мА/В}$
т.О($U_3 = -0,5 \text{ В}$)	$142,8 \pm 1,1$	$7 \pm 0,6$
т.А ($U_3 = -1,4 \text{ В}$)	$4225 \pm 0,94$	$2 \pm 0,34$

У ході виконання лабораторної роботи визначили технічні параметри з ВАХ польових транзисторів. Визначили, що шириною області збіднення можна керувати, прикладаючи до затвора напругу.

При прикладенні зворотної напруги область збіднення розширюється і перекриває більшу частину каналу, при певному значенні зворотної напруги область збіднення повністю перекриває канал і транзистор переходить у закритий стан.