

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**ЗВІТ**  
**ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №4**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВАХ ТРАНЗИСТОРІВ**

Київ 2021

УДК 001.006 (004.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: О.А. Хомишин

I-72            Звіт до лабораторної роботи №4. Дослідження ВАХ транзисторів./  
укл. О.А. Хомишин. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 11 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі Multisim™

УДК 001.006 (004.21)

ББК 73Ц

© Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 2021

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	5
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА .....	6
2.1. Біполярний транзистор.....	6
2.2. Польовий транзистор.....	8
ВИСНОВКИ.....	10
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	11

## ВСТУП

Звіт про дослідження ВАХ транзисторів: 11 с., 8 рис..

Мета роботи: дослідити вихідні характеристики транзисторів різних типів.

Об'єктом дослідження є транзистори: біполярний, польовий..

Предмет дослідження: теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування транзисторів.

Методи дослідження: 1) одержання зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, що працює в режимі характериографа, 2) побудова сімейства ВАХ шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму  $I_k$ , що відповідають певним значенням напруги  $U_{ке}$  (для певної сили струму бази  $I_b$  або напруги  $U_{бе}$ ) для біполярного транзистора та певної кількості значень сили струму стоку  $I_c$ , що відповідають певним значенням напруги  $U_{св}$  (для певних значень напруги між затвором і витоком  $U_{зв}$ ) для польового транзистора, подання результатів вимірів у вигляді графіків.

ТРАНЗИСТОРИ, P-N ПЕРЕХІД, БІПОЛЯРНИЙ ТРАНЗИСТОР, ПОЛЬОВИЙ ТРАНЗИСТОР, ВАХ ТРАНЗИСТОРІВ, MULTISIM.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

**Транзистор** – керований нелінійний елемент, на основі якого можна створювати підсилювачі електричних сигналів.

**Біполярний транзистор** – напівпровідниковий прилад з двома р-п-переходами, що взаємодіють між собою, та трьома виводами, підсилювальні властивості якого зумовлені явищами інжекції (введення) та екстракції (вилучення) неосновних носіїв заряду. Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) біполярного транзистора – це залежність сили струму колектора  $I_k$  від напруги між колектором та емітером  $U_{ке}$  при певному значенні струму бази  $I_b$  (або напруги між базою та емітером  $U_{бе}$ ) в схемі зі спільним емітером.

**Польовий (уніполярний) транзистор** – це напівпровідниковий прилад, підсилювальні властивості якого зумовлені струмом основних носіїв, що течуть по провідному каналу, провідність якого керується зовнішнім електричним полем. Вихідна ВАХ польового транзистора – це залежність сили струму стоку  $I_c$  від напруги між стоком та витокom  $U_{cv}$  при певному значенні напруги між затвором та витокom  $U_{зв}$ .

**Польовий транзистор з керувальним електродом** – це польовий транзистор, керування струмом основних носіїв у якому здійснюється за допомогою р-п-переходу, зміщеного у зворотному напрямі.

## РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Біполярний транзистор.

На рисунку 1 зображена схема, яку було змодельовано для дослідження властивостей біполярного транзистора. Тут було використано резистори номіналами 10 та 510 Ом, а також 5 та 51 кОм, а також потенціометр з максимальним значенням опору в 1 кОм, батареєю на 12 В, випрямлювальний діод та сам досліджуваний біполярний транзистор. Все це живилося від генератора сигналів, який видавав синусоїду частотою 1 Гц та амплітудою 10 В. Для вимірювань було використано мультиметр в режимі вольтметра та осцилограф в режимі характериографа.

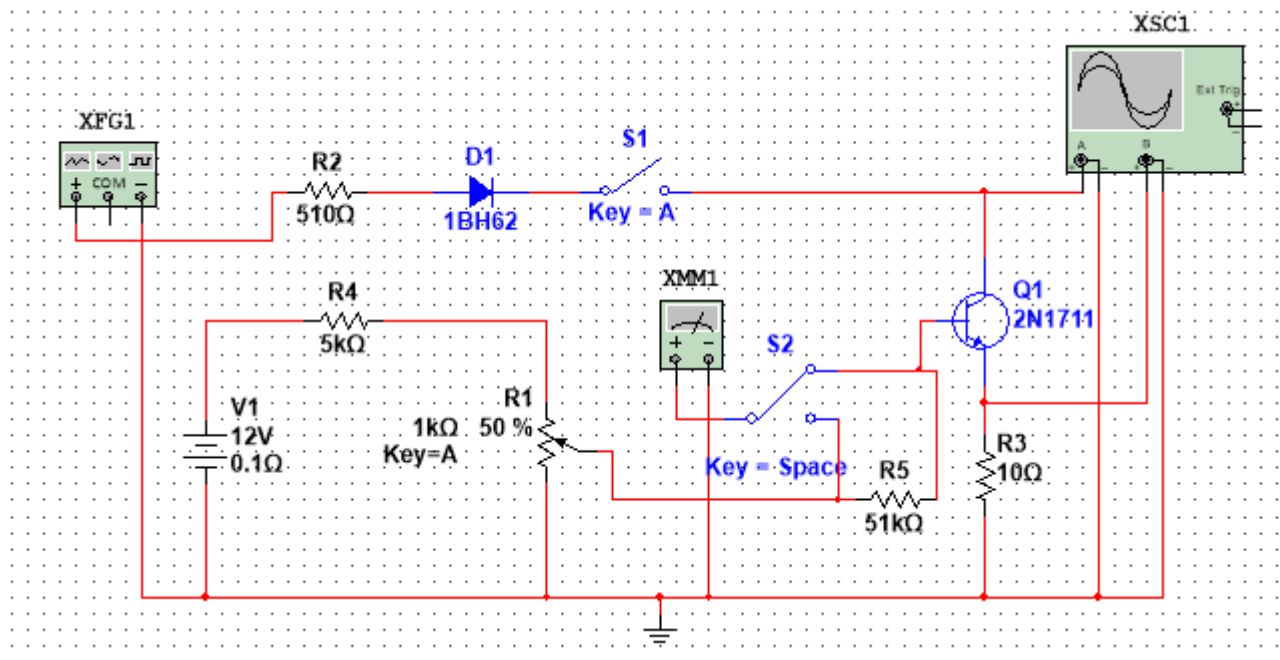


Рисунок 1. Схема під'єднання біполярного транзистора.

При потенціометрі 30% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував (7,5  $\pm$  0,5) пВ. При потенціометрі 30% та ключі при ньому положенням вниз вольтметр показував (0,6  $\pm$  0,1) пВ. При потенціометрі 50% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував (1,7  $\pm$  0,1) нВ. При потенціометрі 50% та ключі при ньому положенням вниз вольтметр показував (0,7  $\pm$  0,1) пВ. При потенціометрі 90% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував (25  $\pm$  1) нВ. При потенціометрі 90% та ключі при ньому положенням вниз вольтметр показував (0,2  $\pm$  0,1) пВ.

На рисунках 2, 3 та 4 наведені отримані на екрані осцилографа ВАХ транзистора за різних значень опору на потенціометрі (30, 50 та 90%) та при ключі в нижньому положенні. На рисунку 4 ми можемо бачити, що транзистор почав працювати несправно, отже ми досягли його межі.

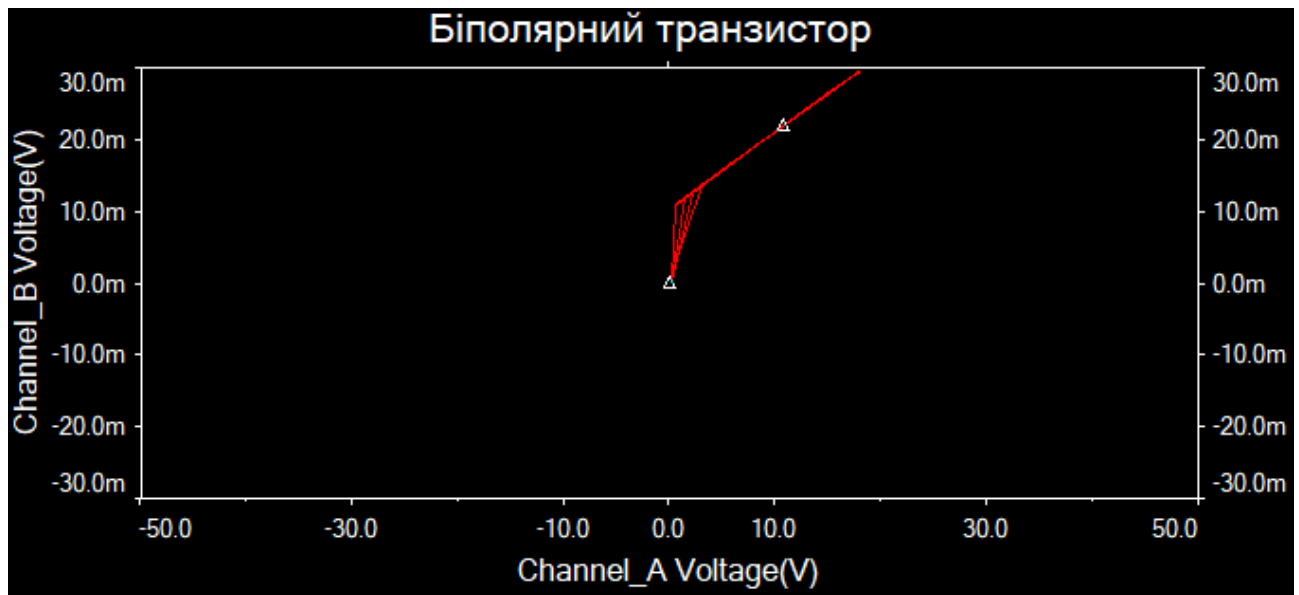


Рисунок 2. ВАХ біполярного транзистора при потенціометрі на 30%.

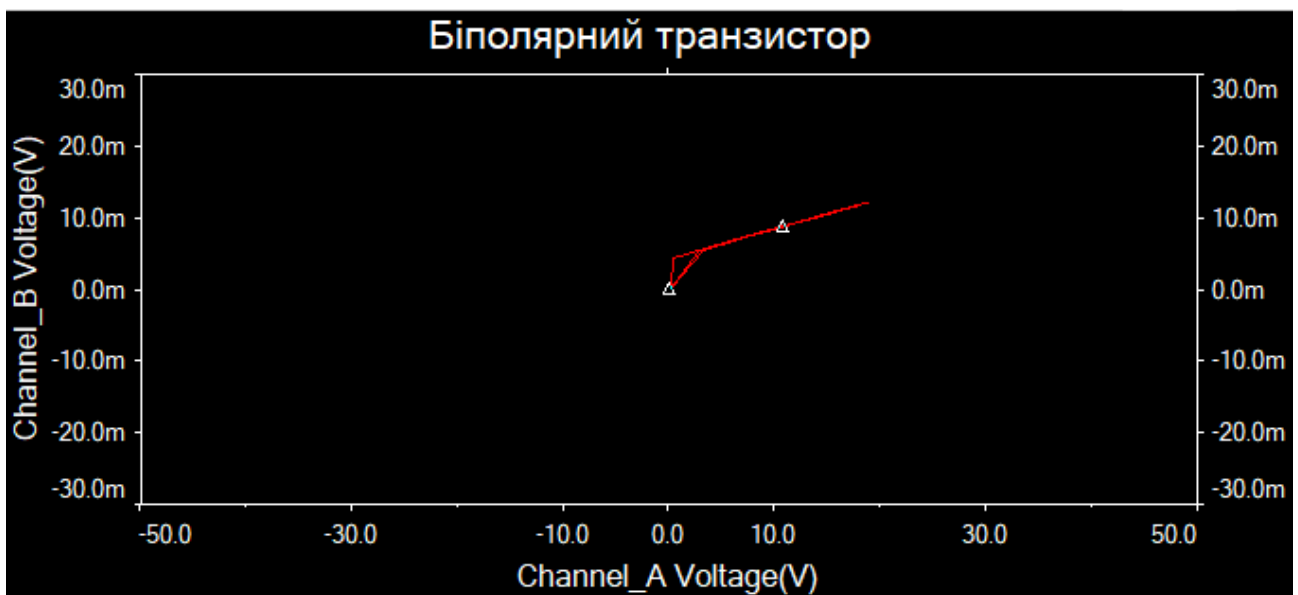


Рисунок 3. ВАХ біполярного транзистора при потенціометрі на 50%.

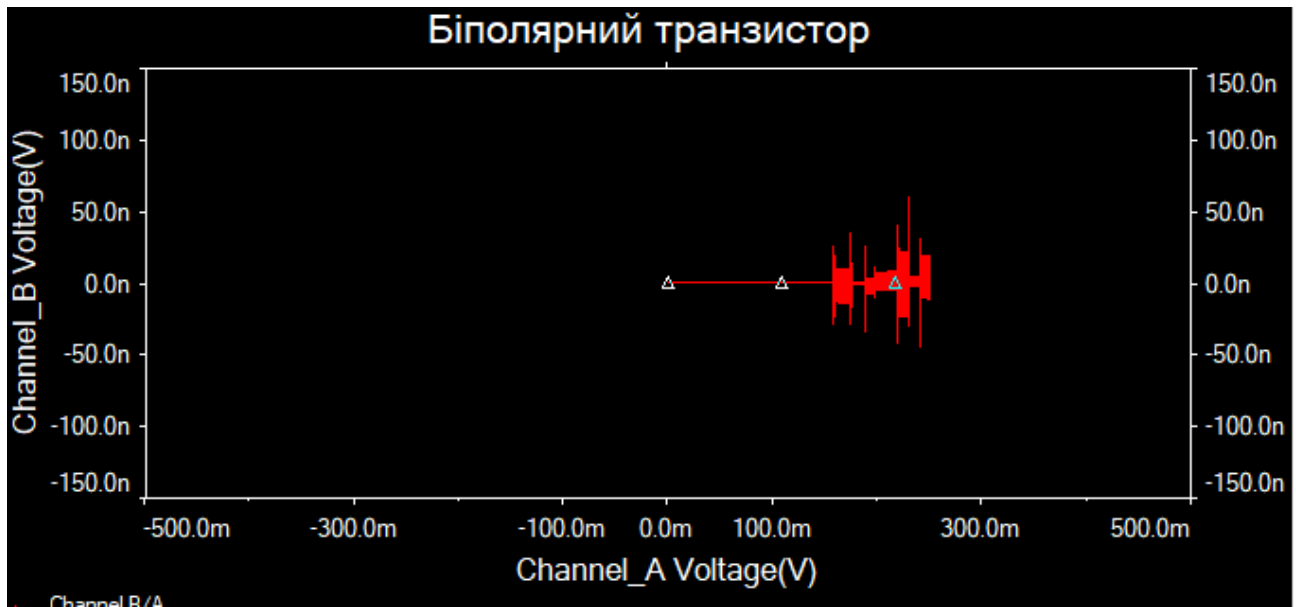


Рисунок 4. ВАХ біполярного транзистора при потенціометрі на 90%.

## 2.2. Пільовий транзистор.

На рисунку 5 зображена схема, змодельована для дослідження властивостей польового транзистора. Тут ми використали резистори номіналами 10 та 510 Ом, також 1 кОм, також потенціометр з максимальним значенням опору в 1 кОм, батарею на 12 В, випрямлювальний діод та сам досліджуваний біполярний транзистор. Все це живилося від генератора сигналів, який видавав синусоїду частотою 1 Гц та амплітудою 10 В. Для вимірювань ми використовували мультиметр в режимі вольтметра та осцилограф в режимі характериографа.

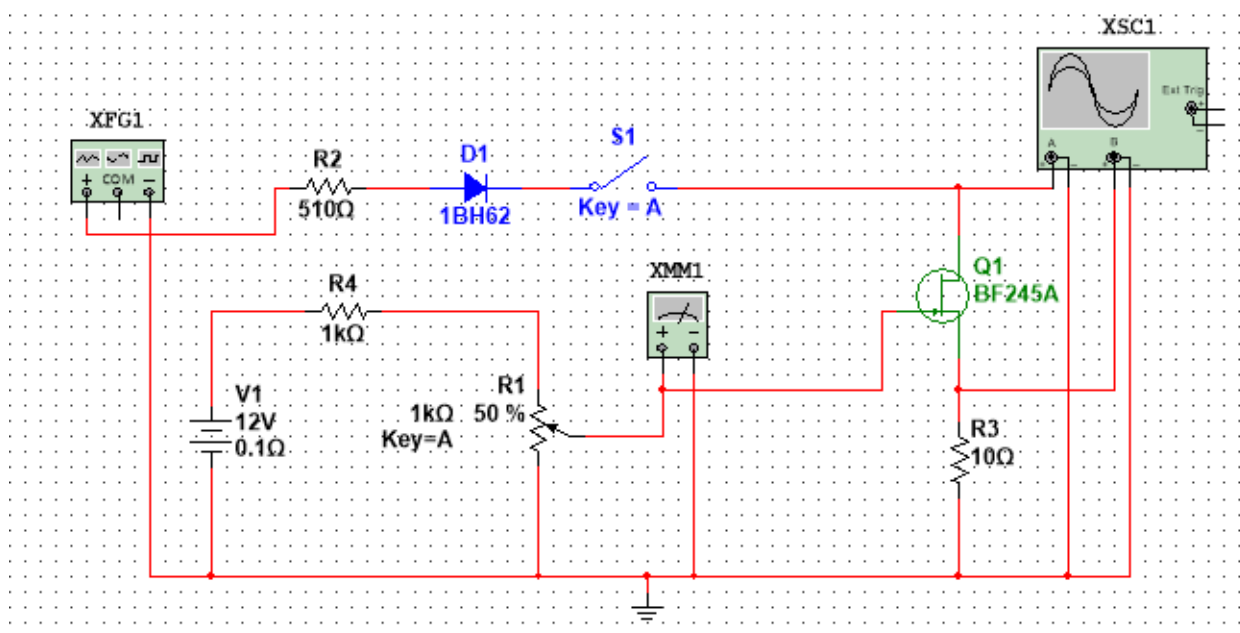


Рисунок 5. Схема під'єднання польового транзистора.



При потенціометрі 30% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував 728 мВ. При потенціометрі 50% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував 705 мВ. При потенціометрі 90% та ключі при ньому положенням вгору вольтметр показував 565 мВ.

На рисунках 6, 7 та 8 наведені отримані на екрані осцилографа ВАХ транзистора за різних значень опору на потенціометрі (30, 50 та 90%)

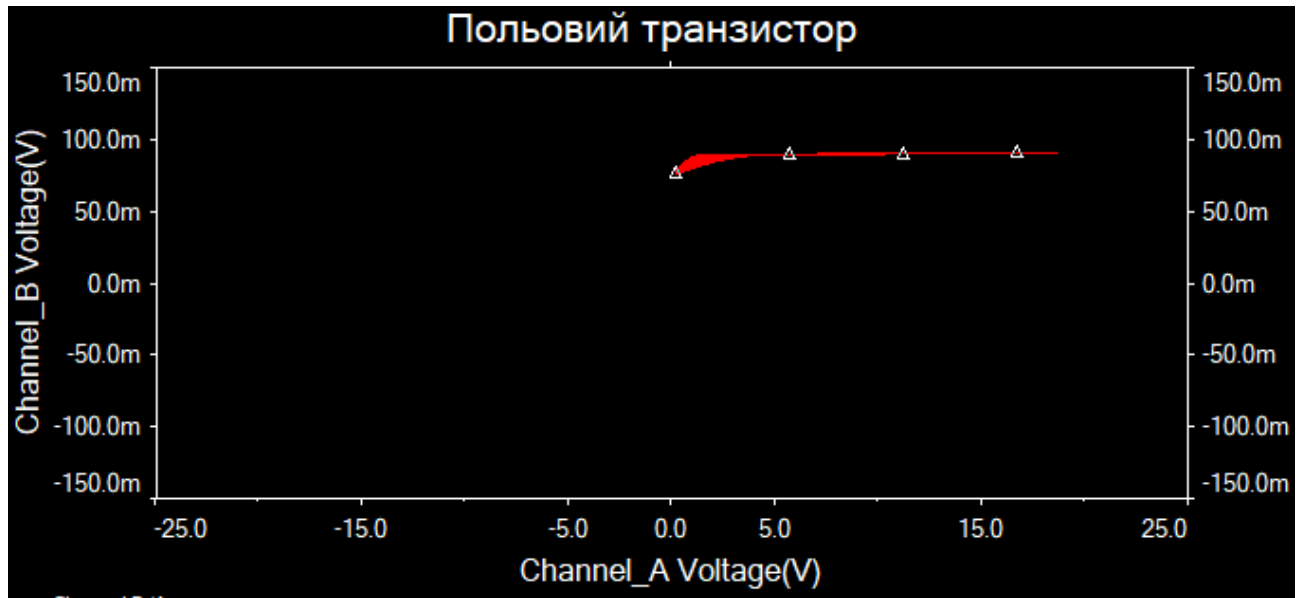


Рисунок 6. ВАХ польового транзистора при потенціометрі на 30%.

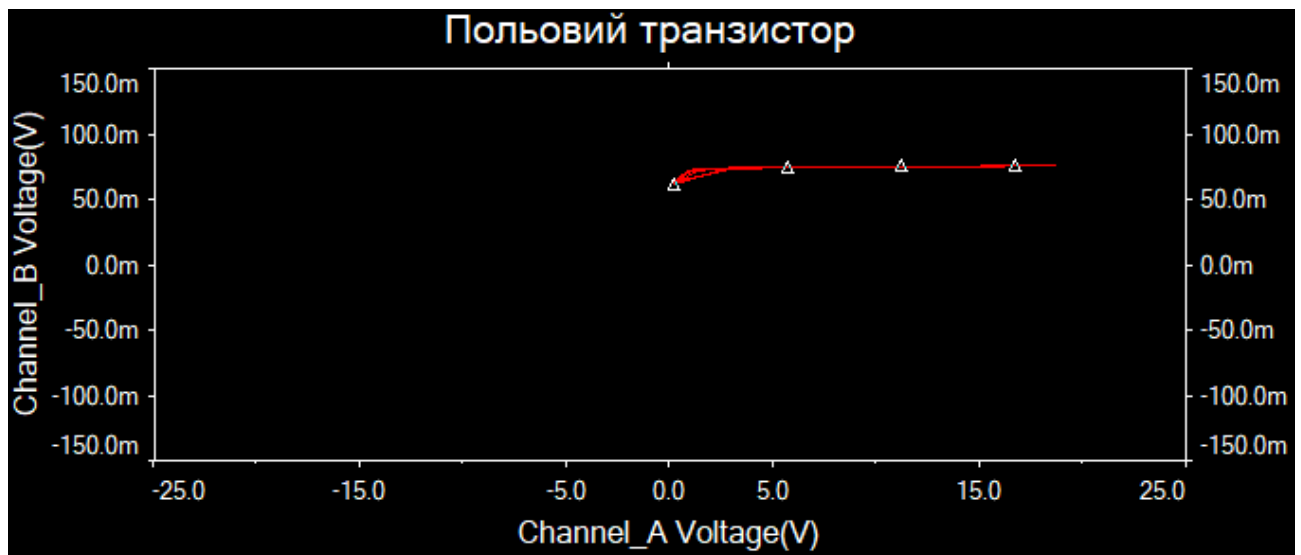


Рисунок 7. ВАХ польового транзистора при потенціометрі на 50%.

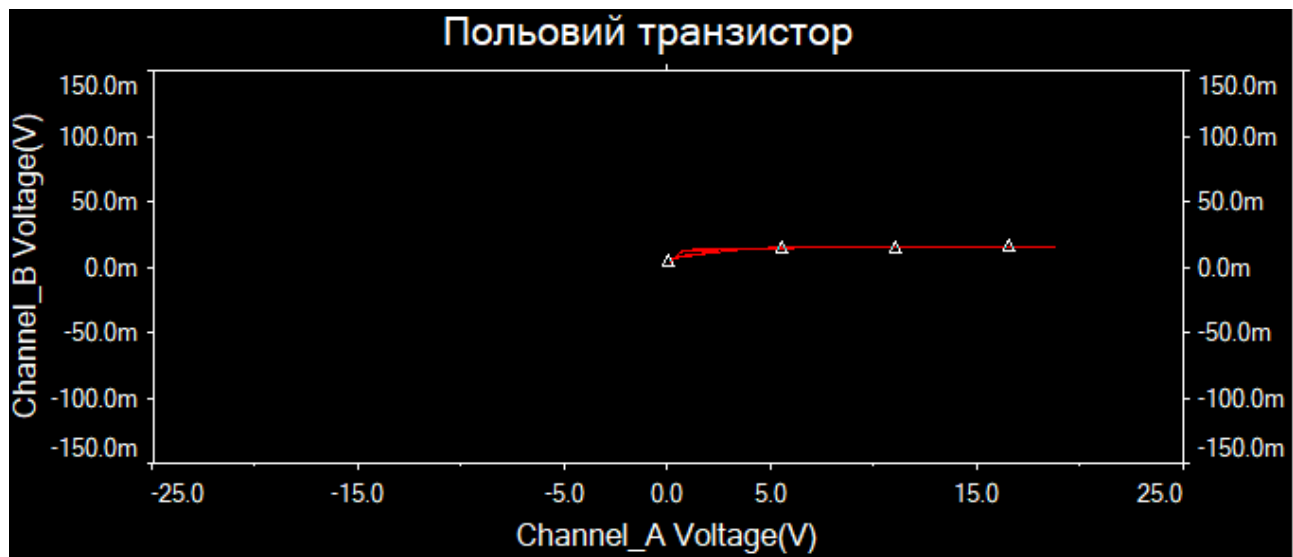


Рисунок 8. ВАХ польового транзистора при потенціометрі на 90%.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання цієї лабораторної роботи було досліджено вихідні характеристики транзисторів різних типів: польового та біполярного. Методом моделювання було одержано зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, який працює в режимі характериографа, а також на екрані вольтметра, що дає уявлення про їх властивості та можливе застосування.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк,
2. Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко.- К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с.
3. Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян “Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання” : Методичне видання. – К.: 2006.- с.