

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені**  
**ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Білінський І. О.**

**ЗВІТ**

**Дослідження ВАХ транзисторів**

**Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021**

УДК 001.002 (008.21)

ББК 73Ц

I-72

**Укладачі:** Білінський І. О.

I-72            Звіт. Дослідження ВАХ транзисторів./ укл. І. О. Білінський. – К. :  
КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 23 с. (Укр. мов.)

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

**УДК 001.008 (002.21)**

**ББК 73Ц**

©            Київський            Національний  
Університет імені Тараса Шевченка,  
2021

## РЕФЕРАТ

Звіт про Дослідження ВАХ транзисторів: 23 с., 24 рис.

**Об'єкт дослідження:** транзистори.

**Мета роботи:** дослідити вихідні характеристики транзисторів різних типів.

**Метод вимірювання:** 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.

В роботі використано програмне забезпечення для моделювання електронних схем NI Multisim™.

## ЗМІСТ

Вступ. Теоретичні відомості.....	5
Практична частина.....	6
1. Параметри моделювання.....	7
2. Біполярний транзистор.....	8
3. Польовий транзистор.....	11
Висновки.....	18
Список використаної літератури.....	23

## ВСТУП. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

**Біполярний транзистор** – це 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.

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

**Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ)** польового транзистора – це залежність сили струму стоку  $I_c$  від напруги між стоком та витокм  $U_{cv}$  при певному значенні напруги між затвором та витокм  $U_{зв}$ .

# ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

## 1. Параметри моделювання

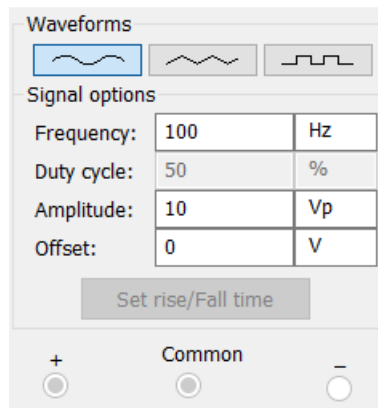


Рисунок 1.1. Джерело

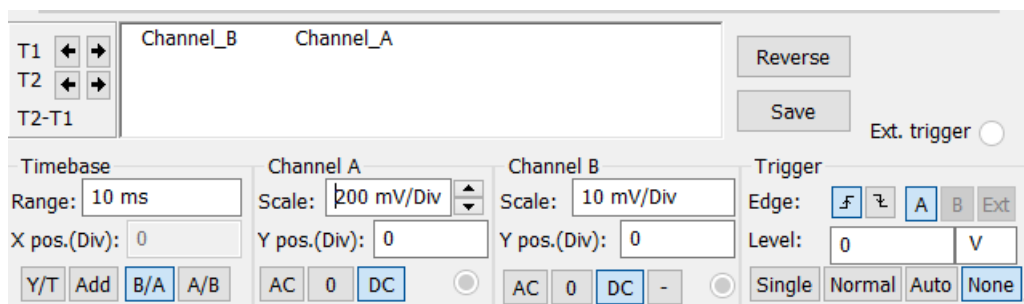


Рисунок 1.2. Осциллограф

## 2. Біполярний транзистор

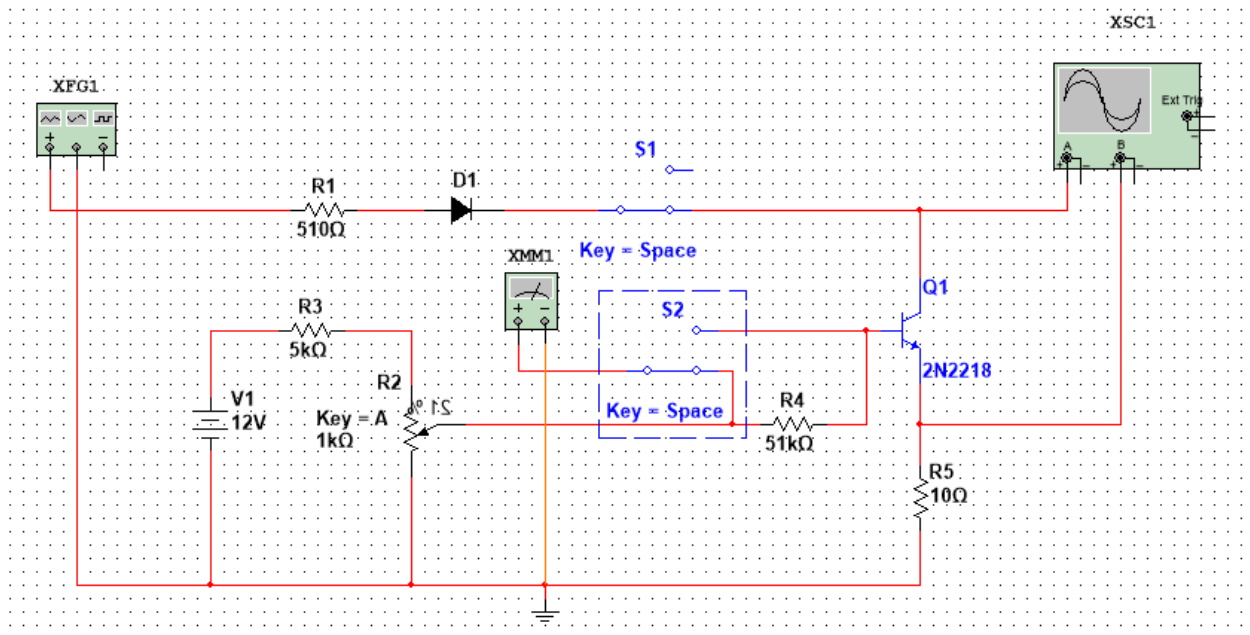


Рисунок 2.1 Схема

Надалі позначення S1, S2 – відповідний ключ на схемі, R2 – реостат, у відсотках подано частку опору на реостаті. Покази вольтметра бачимо у відповідному віконечку

2.1. R2 – 100%

2.1.1. S2 off

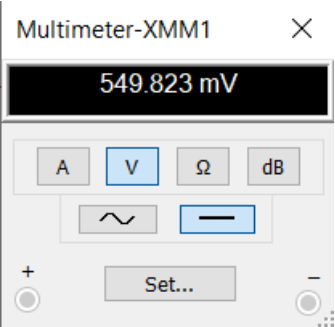


Рисунок 2.1.1.1. S1 off

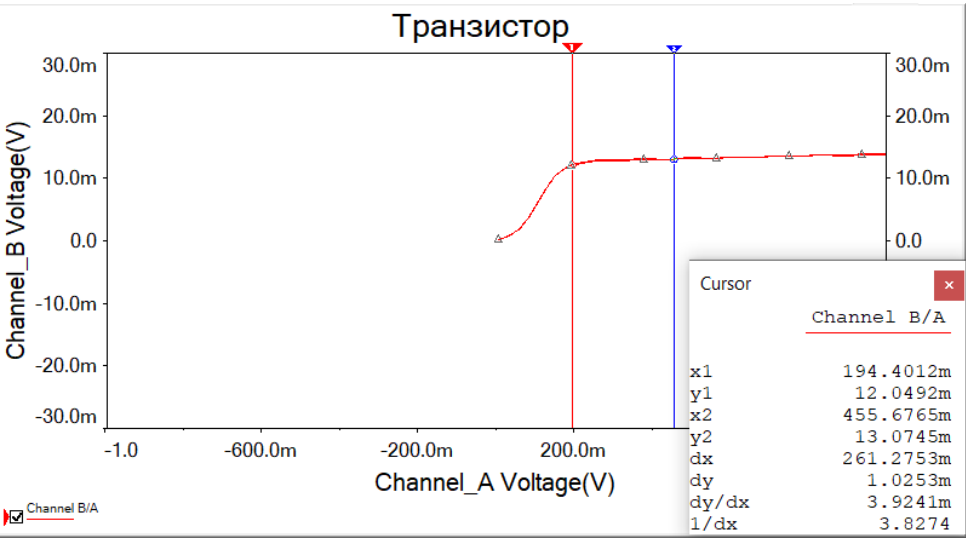


Рисунок 2.1.1.2. S1 on

2.1.2. S2 on

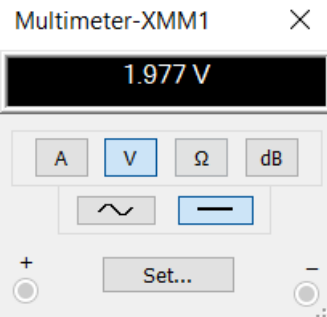


Рисунок 2.1.2.1. S1 off

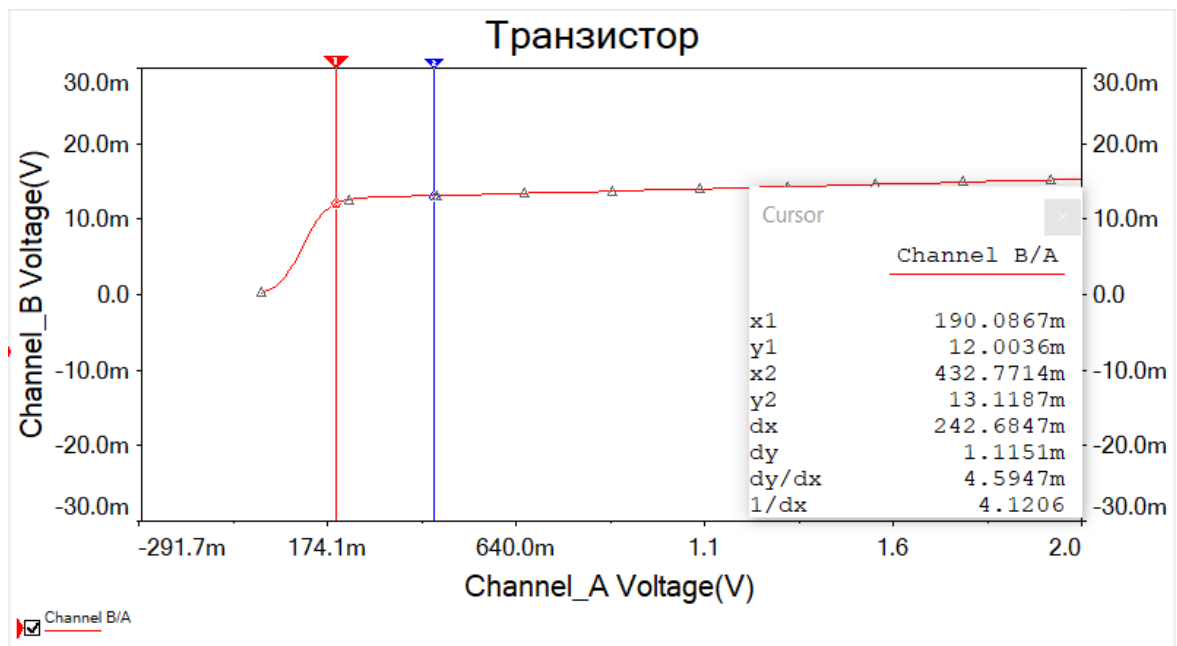


Рисунок 2.1.2.2. S1 on

2.2. R2 – 81%

2.2.1. S2 off



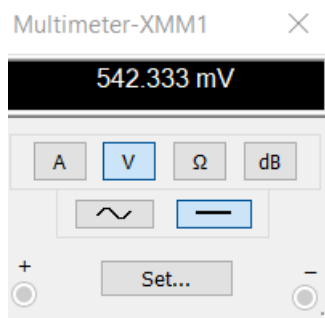


Рисунок 2.2.1.1. S1 off

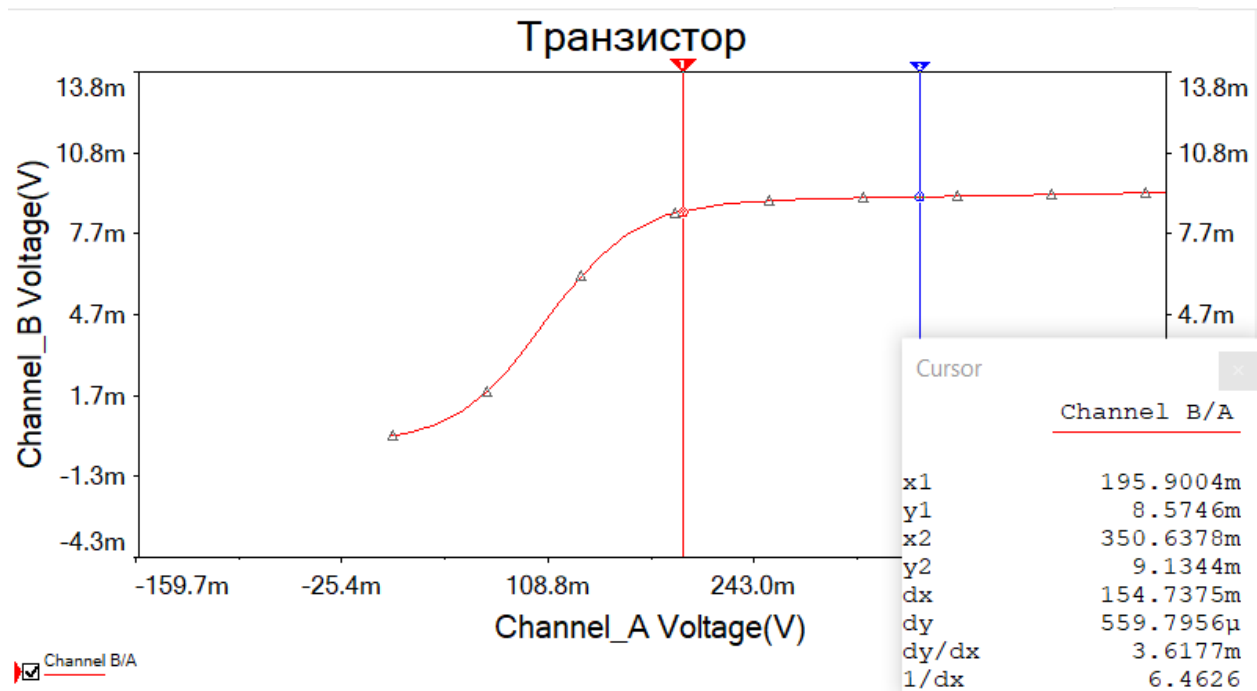


Рисунок 2.2.1.2. S1 on

## 2.2.2. S2 on

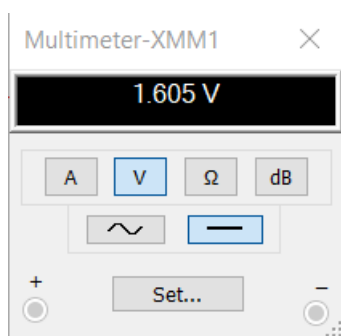


Рисунок 2.2.2.1. S1 off

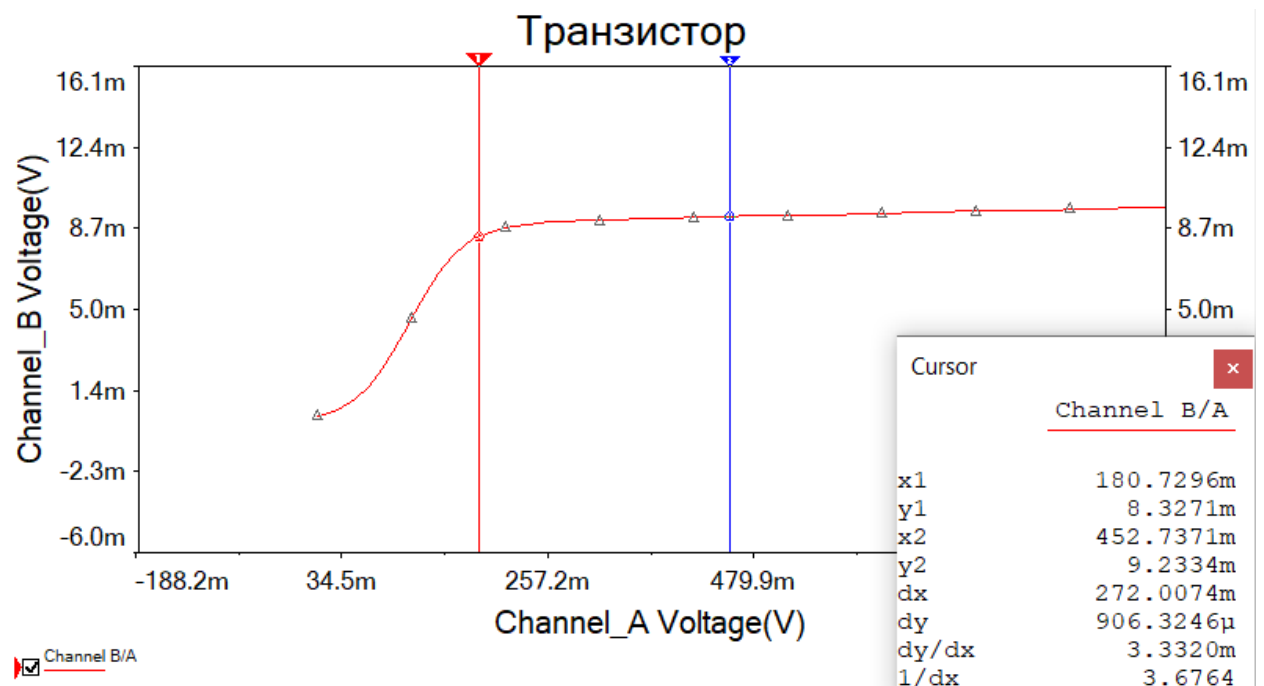


Рисунок 2.2.2.2. S1 on

## 2.3. R2 – 60%

### 2.3.1. S2 off

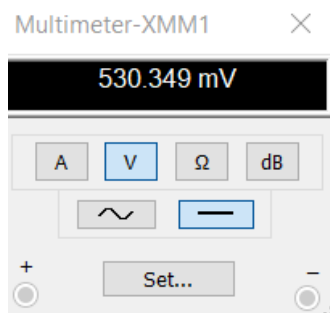


Рисунок 2.3.1.1. S1 off

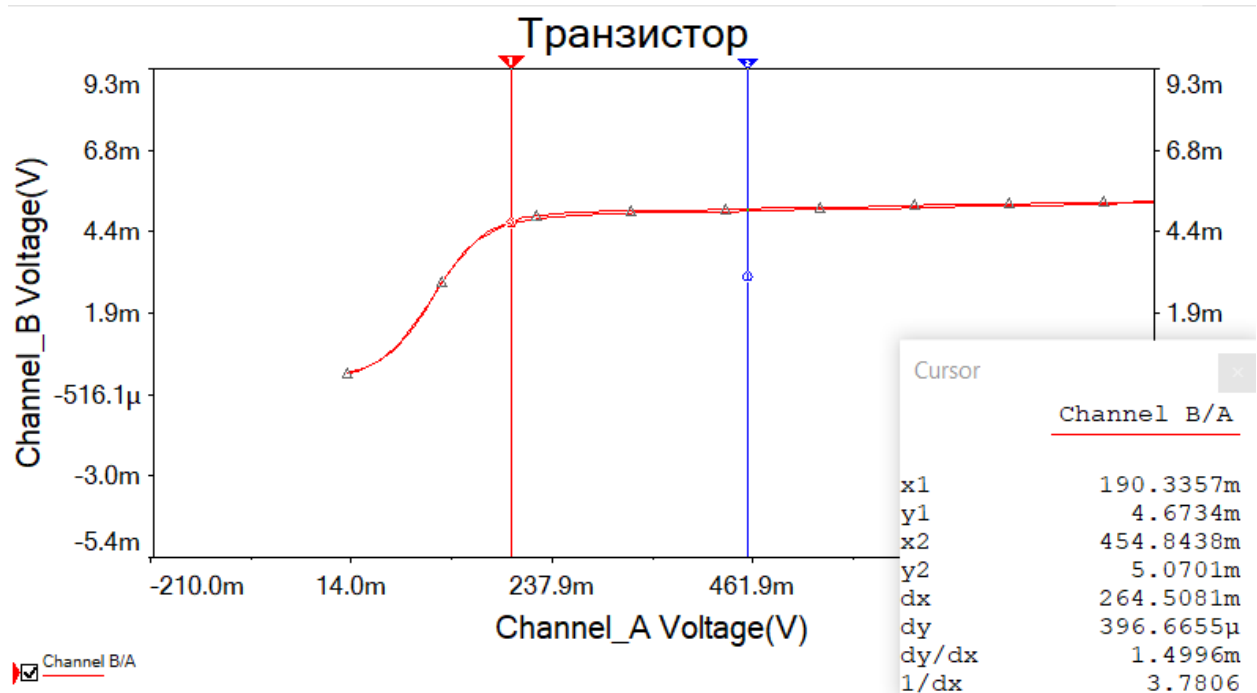


Рисунок 2.3.1.2. S1 on

### 2.3.2. S2 on

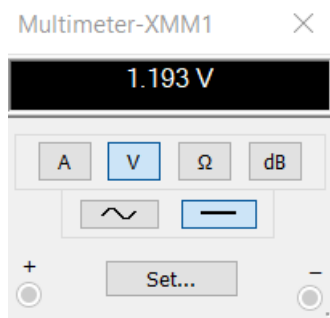


Рисунок 2.3.2.1. S1 off

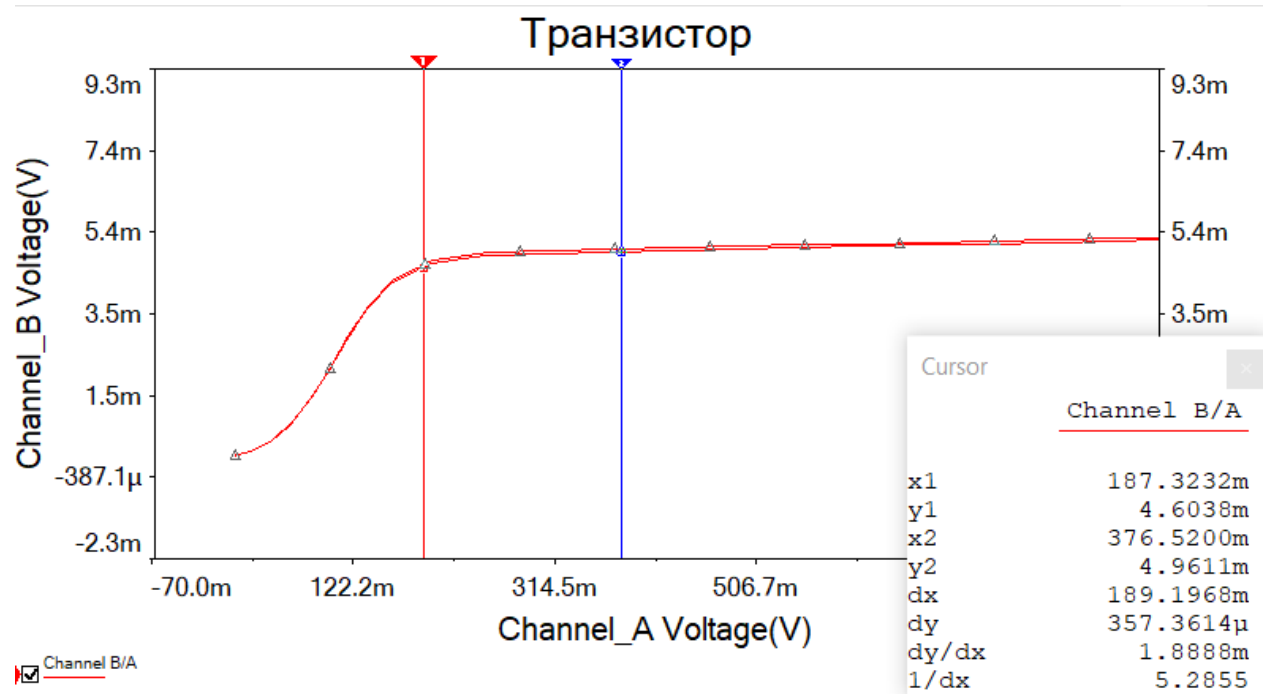


Рисунок 2.3.2.2. S1 on

2.4. R2 – 39%

2.4.1. S2 off

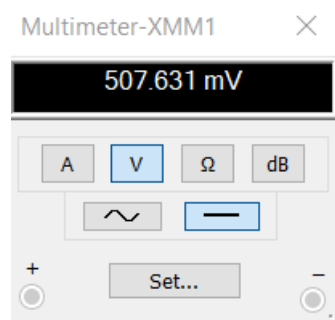


Рисунок 2.4.1.1. S1 off

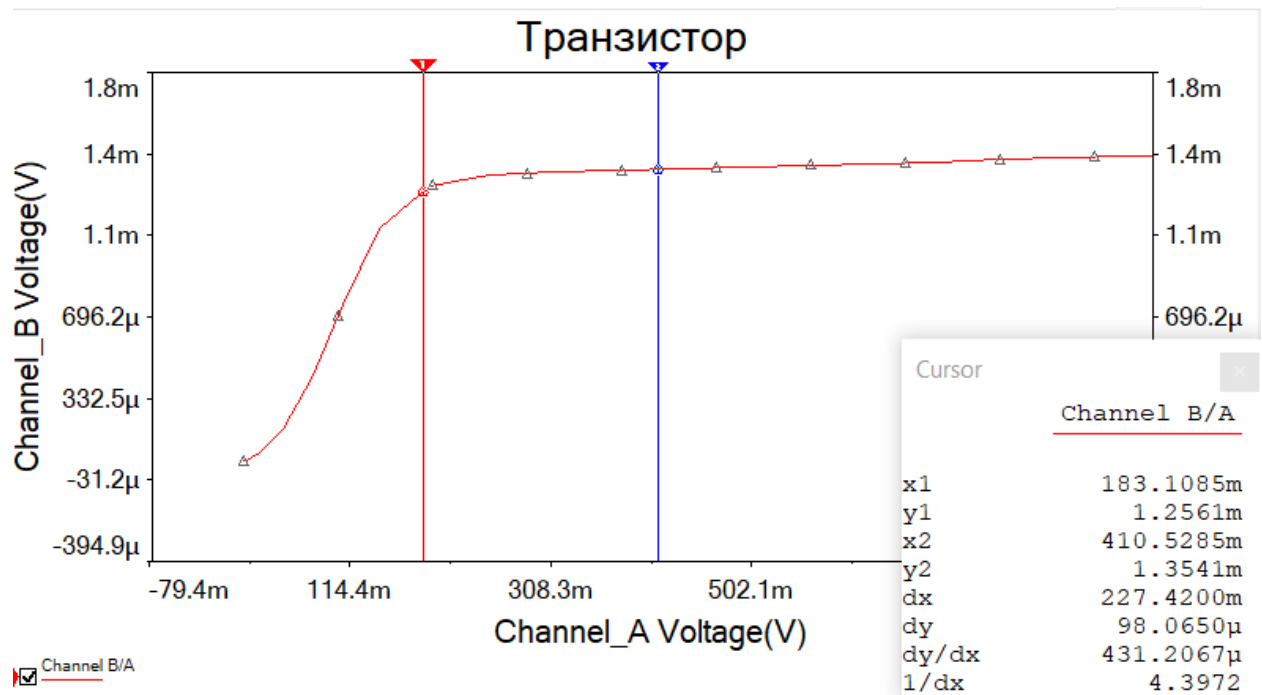


Рисунок 2.4.1.2. S1 on

#### 2.4.2. S2 on

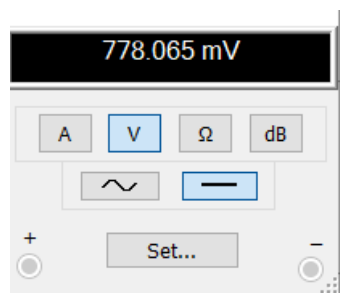


Рисунок 2.4.2.1. S1 off

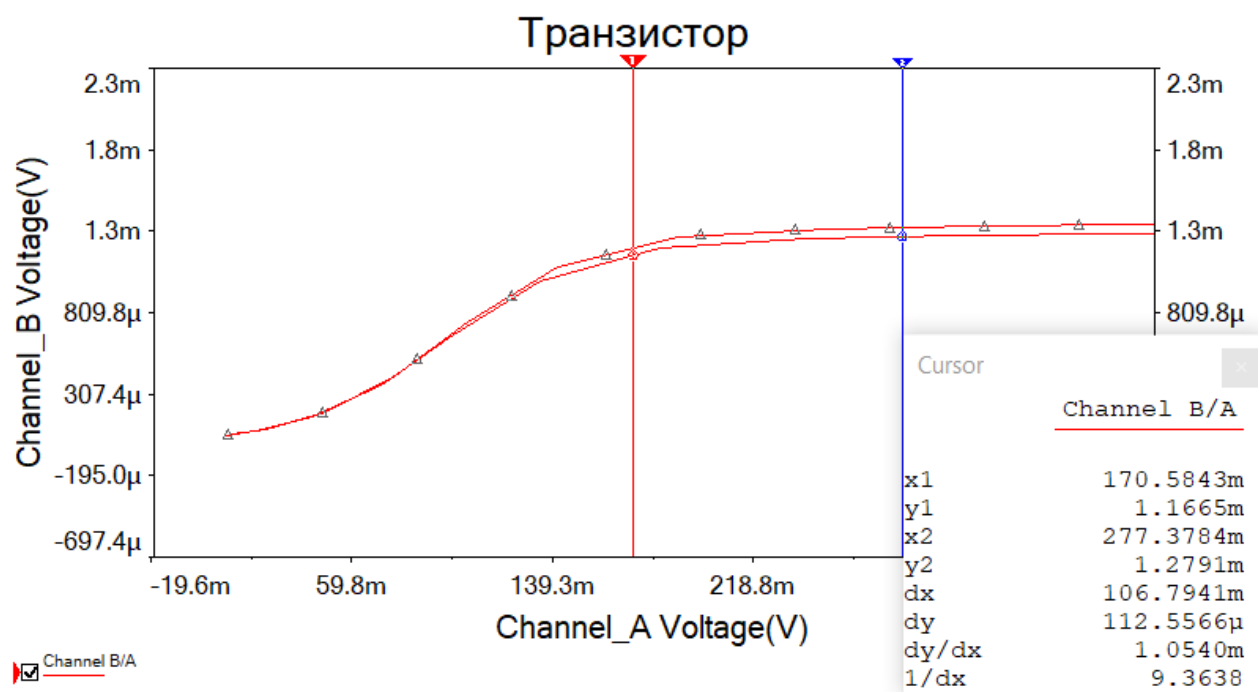


Рисунок 2.4.2.2. S1 on

2.5. R2 –21%

2.5.1. S2 off

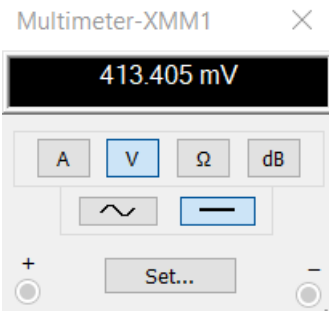


Рисунок 2.5.1.1. S1 off

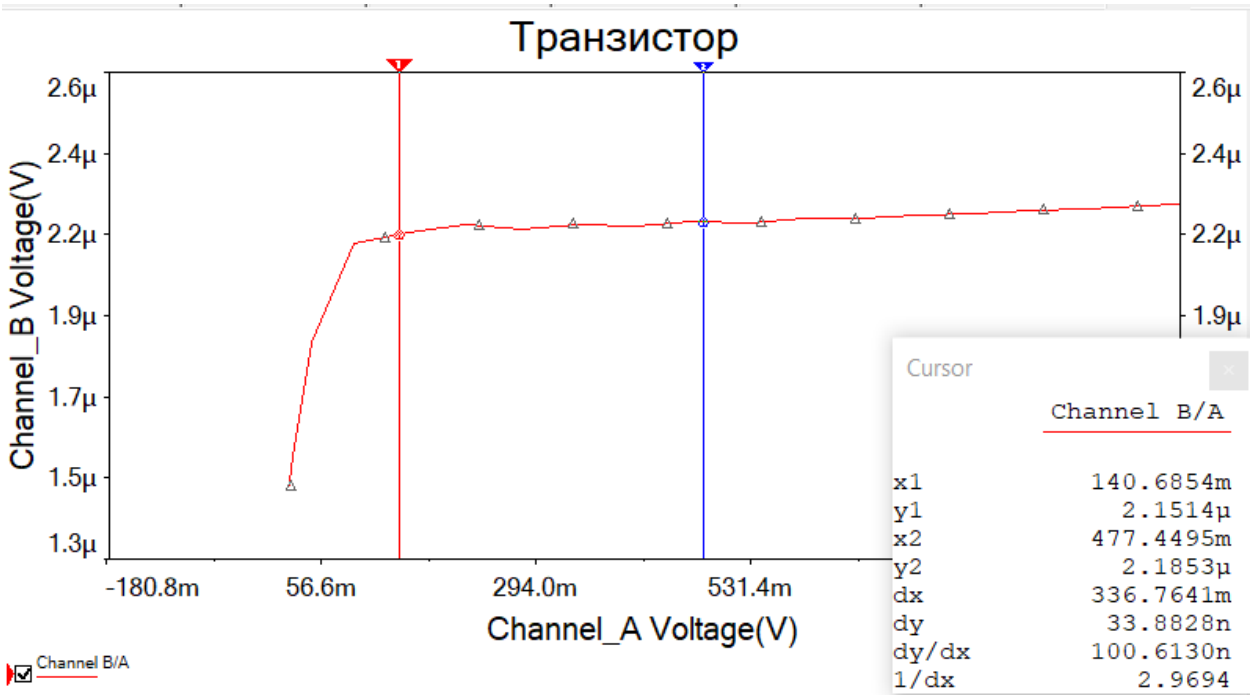


Рисунок 2.5.1.2. S1 on

2.5.2. S2 on

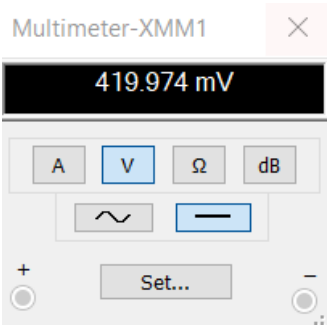


Рисунок 2.5.2.1. S1 off

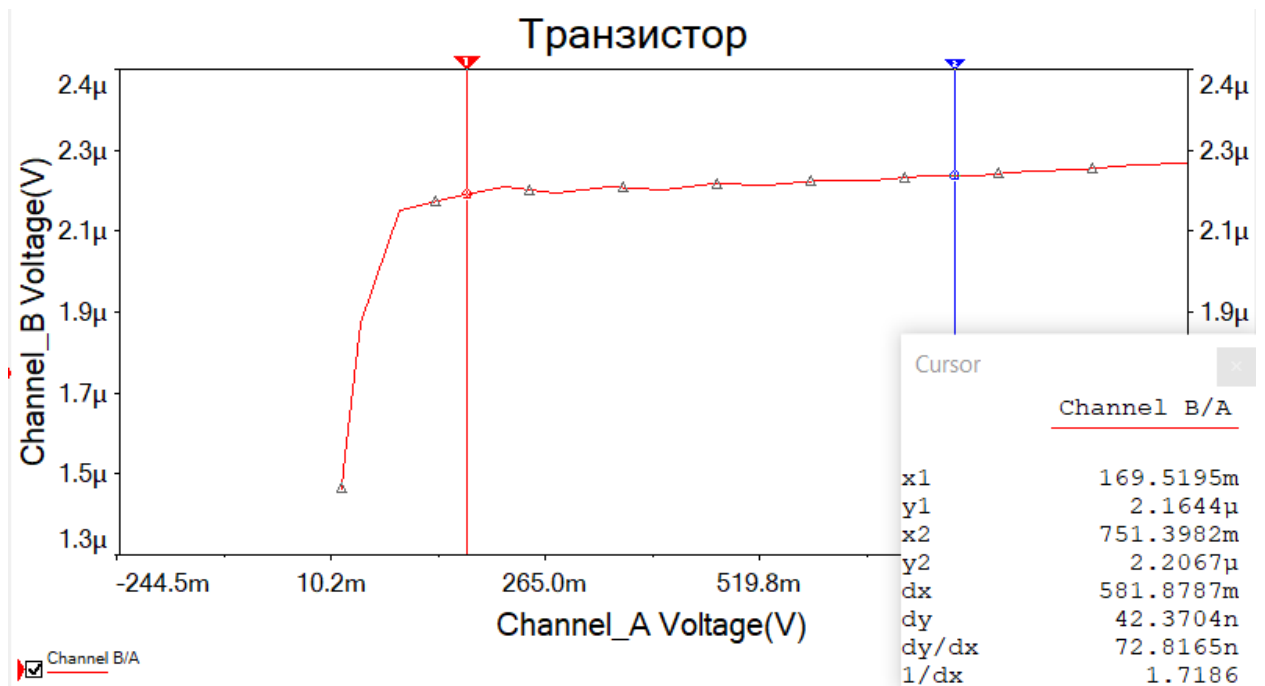


Рисунок 2.5.2.2. S1 on

### 3. Полевий транзистор

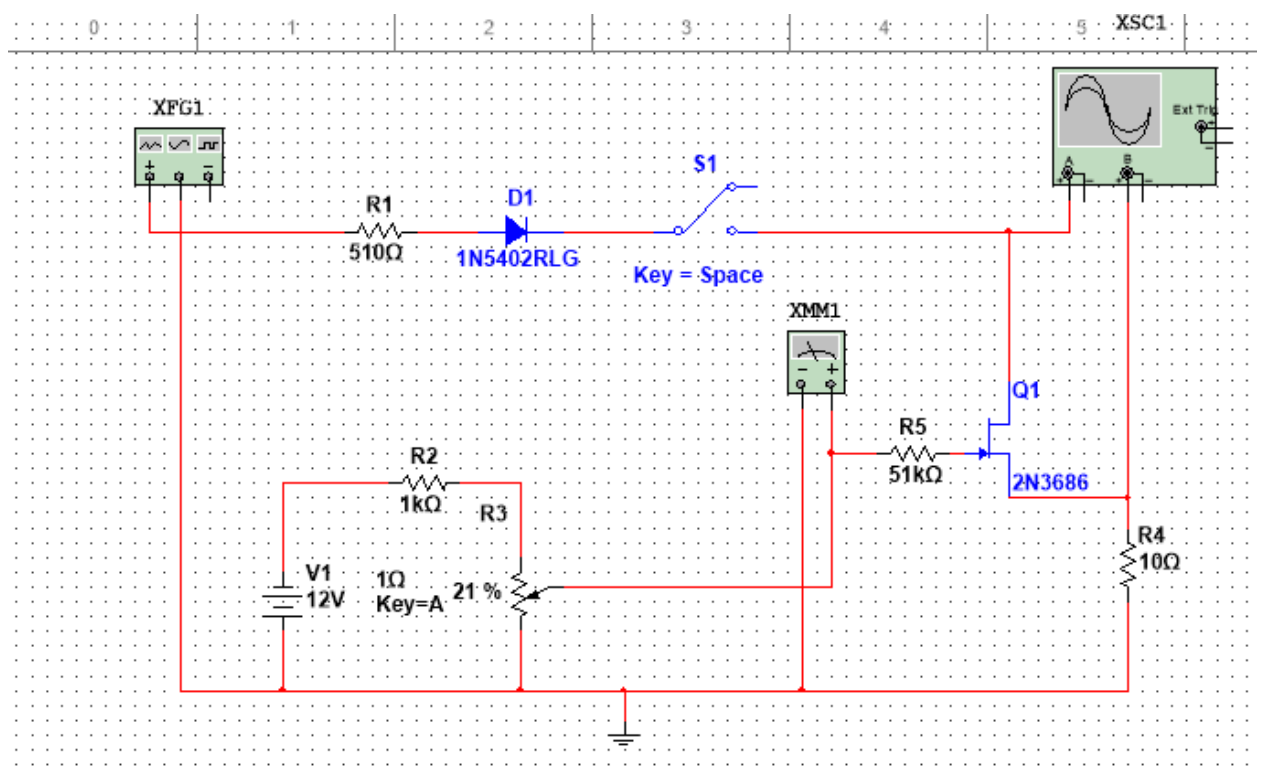


Рисунок 3.0. Схема роботи

У даній частині роботи потенціометр позначений на схемі як R3.

3.1. R3 – 100%

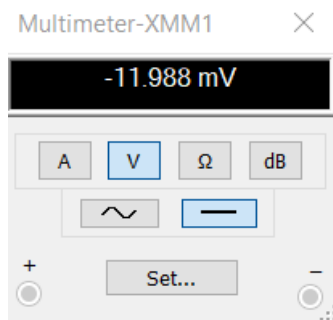


Рисунок 3.1.1. S1 off

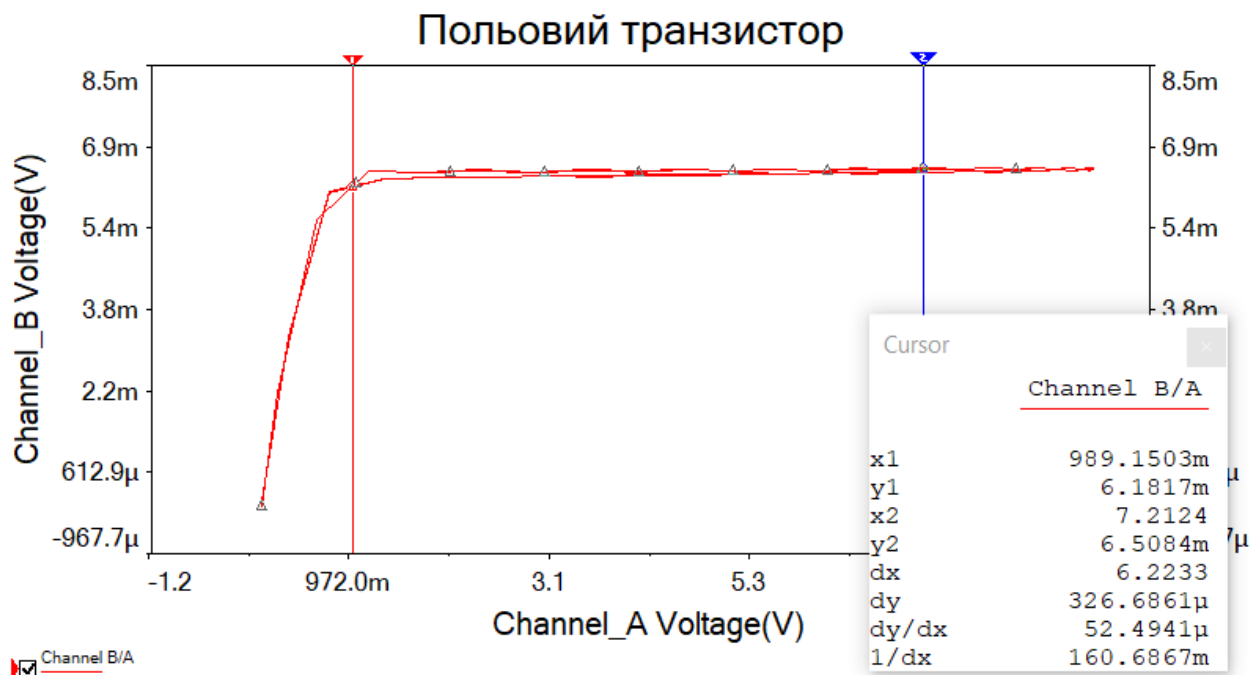


Рисунок 3.1.2. S1 on

### 3.2. R3 – 81%

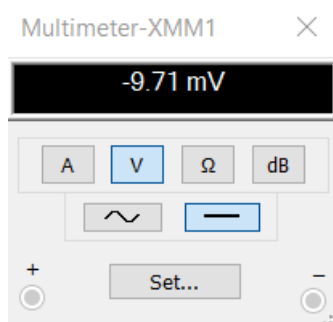


Рисунок 3.2.1. S1 off



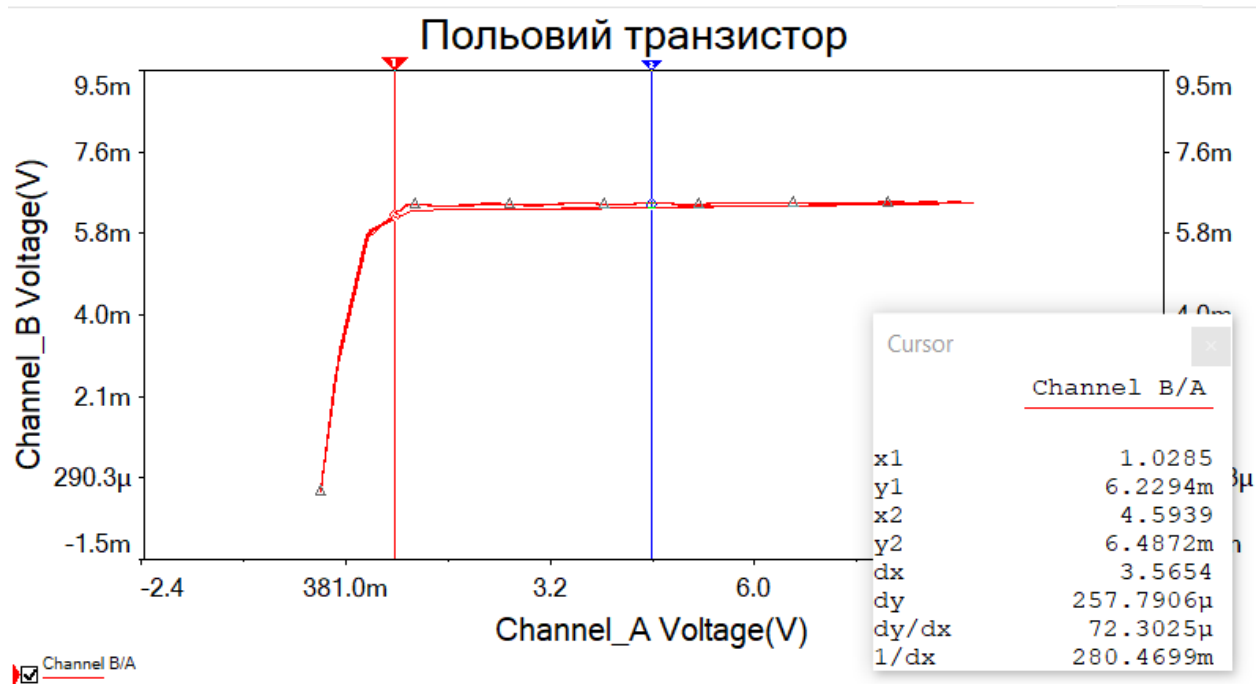


Рисунок 3.2.2. S1 on

### 3.3. R3 – 60%

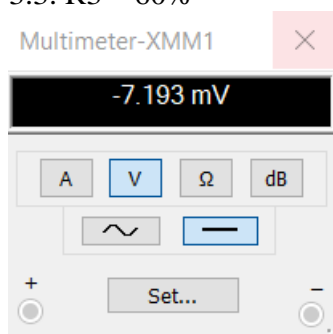


Рисунок 3.3.1. S1 off

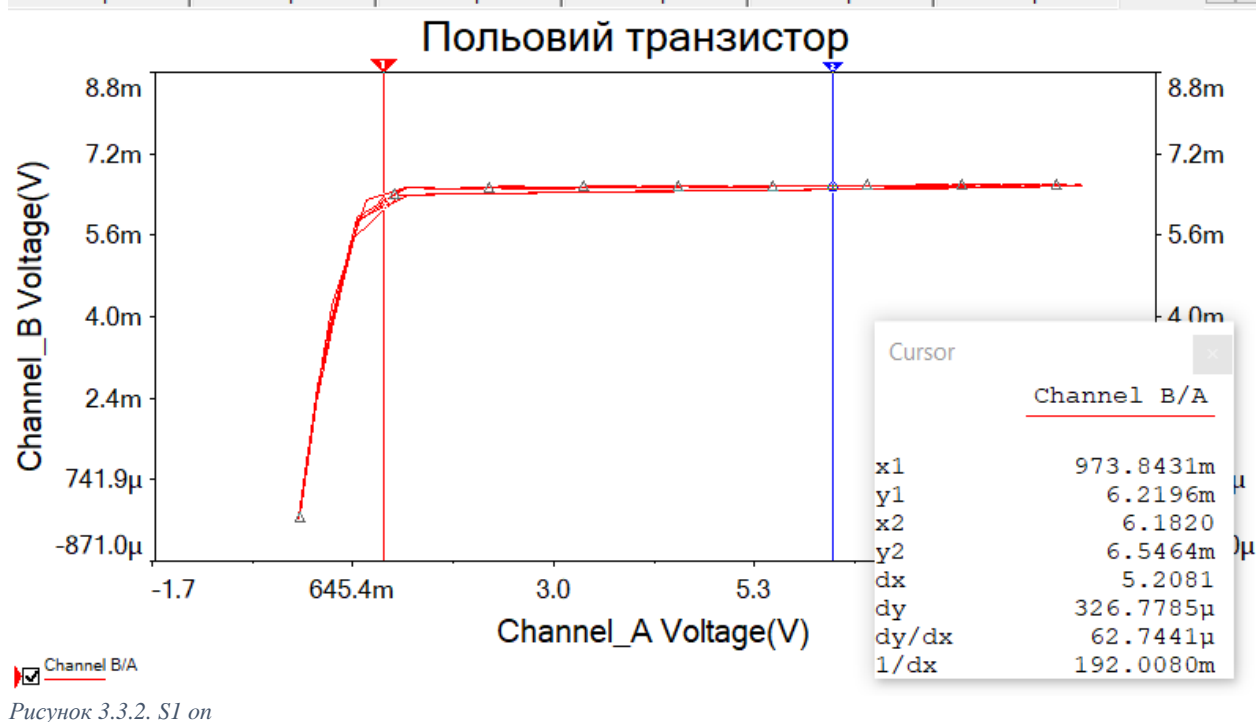


Рисунок 3.3.2. S1 on

3.4. R3 – 39%

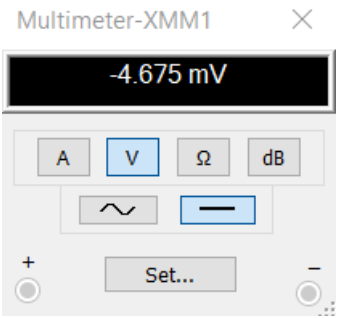


Рисунок 3.4.1. S1 off

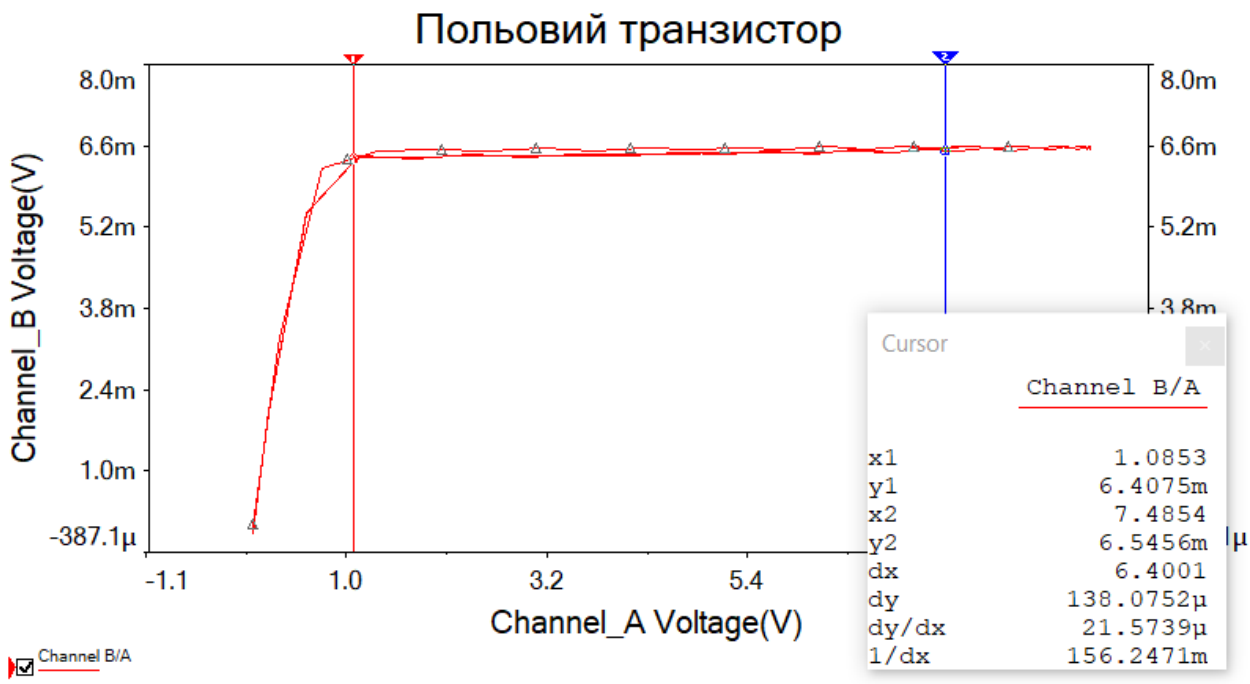


Рисунок 3.4.2. S1 on

3.5. R3 – 21%

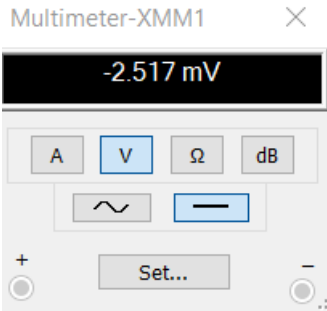
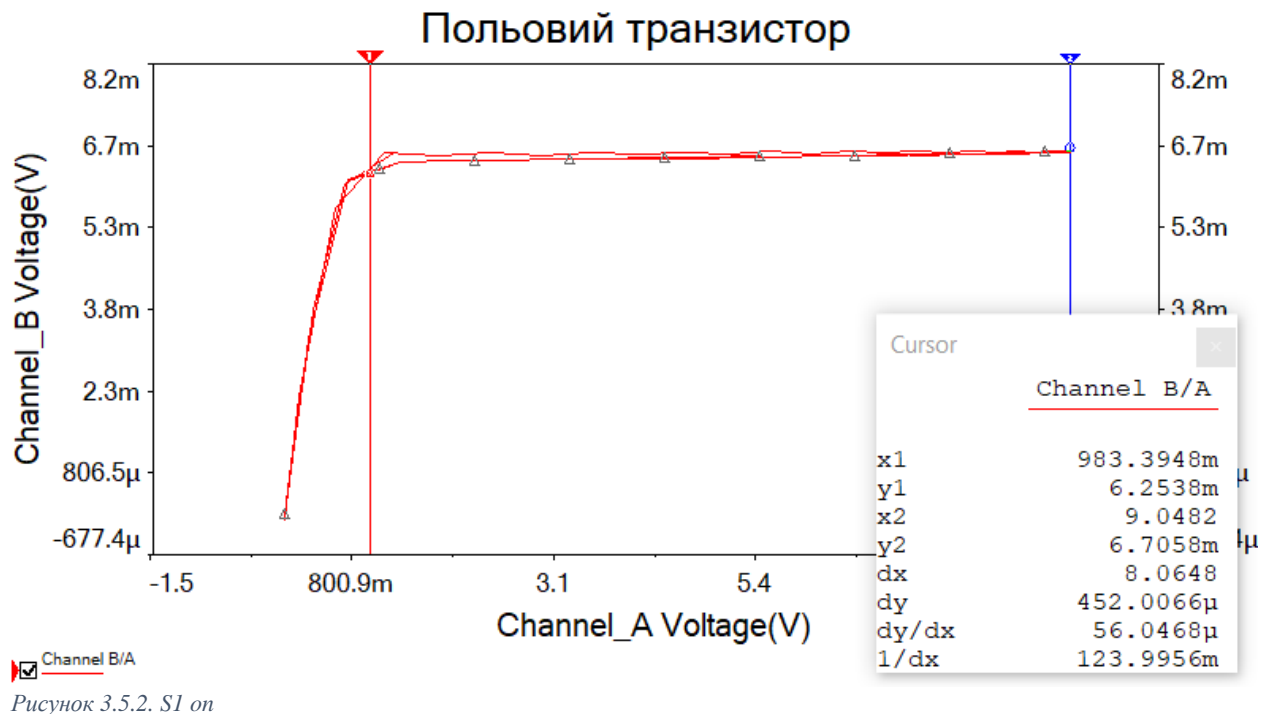


Рисунок 3.5.1. S1 off



## ВИСНОВКИ

В ході роботи було проведено дослідження біполярного та польового транзисторів, оцінено їх вихідні характеристики. Було використано наступні методи: 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  $U_{KE}$  (для певної сили струму бази  $I_6$  або напруги  $U_{6e}$ ) для біполярного транзистора та певної кількості значень сили струму стоку  $I_c$ , що відповідають певним значенням напруги  $U_{CB}$  (для певних значень напруги між затвором і витоком  $U_{зв}$ ) для польового транзистора, подання результатів вимірів у вигляді графіків. Як результат, ми могли спостерігати ВАХ транзисторів та отримали повний пакет даних для подальших досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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