

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий Інститут  
Комп'ютерних Інформаційних Технологій

Кафедра комп'ютеризованих систем управління

Лабораторна робота №2  
з дисципліни «Комп'ютерна електроніка»  
на тему «Дослідження біполярного транзистора»  
Варіант 3

Виконав:

Студент ННІКІТ СП-225

Рабін І.Р.

Перевірив:

Андрєєв О.В.

## **Мета та основні завдання роботи**

1. Ознайомитись із принципом дії, схемами ввімкнення і ВАХ біполярного транзистора.
2. Набути практичних навичок у побудові ВАХ біполярного транзистора.
3. Дослідити вплив положення робочої точки транзистора на форму вихідного сигналу.
4. Вивчити схеми ввімкнення біполярних транзисторів і їхні ВАХ
5. Освоїти методику побудови за вхідною напругою інших струмів і напруг БТ.

## **Короткі теоретичні відомості**

### **1. Транзистори та біполярні транзистори.**

Транзистор - електронний напівпровідниковий прилад, в якому струм в ланцюзі двох електродів управляється третім електродом.

В біполярному транзисторі в перенесенні заряду беруть участь і електрони, і дірки.

### **2. Статичні вольт-амперні характеристики.**

Оскільки контактів у транзистора три, то в загальному випадку живлення на нього потрібно подавати від двох джерел, у яких разом виходить чотири виведення. Тому на один з контактів транзистора доводиться подавати напругу однакового знака від обох джерел. І в залежності від того, що це за контакт, розрізняють три схеми включення біполярних транзисторів: із загальним емітером (ОЕ), загальним колектором (ОК) і загальною базою (ПРО). У кожній з них є як переваги, так і недоліки. Вибір між ними робиться в залежності від того, які параметри для нас важливі, а якими можна поступитися.

Біполярні транзистори мають чотири статичні ВАХ: вхідні, які зв'язують струм і напругу на вході; вихідні, які зв'язують струм і напругу на виході транзистора; характеристики передачі, що зв'язують струми чи напруги на виході зі струмами, чи напругами на вході; характеристики зворотного зв'язку, що зв'язують напруги чи струми на вході зі струмами чи напругами на виході. Для схеми з ЗЕ вхідні характеристики описуються такою функціональною залежністю:  
 $U_{BE}=f(I_B)$  при  $U_{KB}=\text{const}$ .

### 3. Інші області застосування біполярних транзисторів.

Транзистори можна застосовувати не тільки в схемах посилення сигналу. Наприклад, завдяки тому, що вони можуть працювати в режимах насичення і відсічення, їх використовують в якості електронних ключів. Також можливе використання транзисторів в схемах генераторів сигналу. Якщо вони працюють в ключовому режимі, то буде генеруватися прямокутний сигнал, а якщо в режимі посилення - то сигнал довільної форми, що залежить від керуючого впливу.

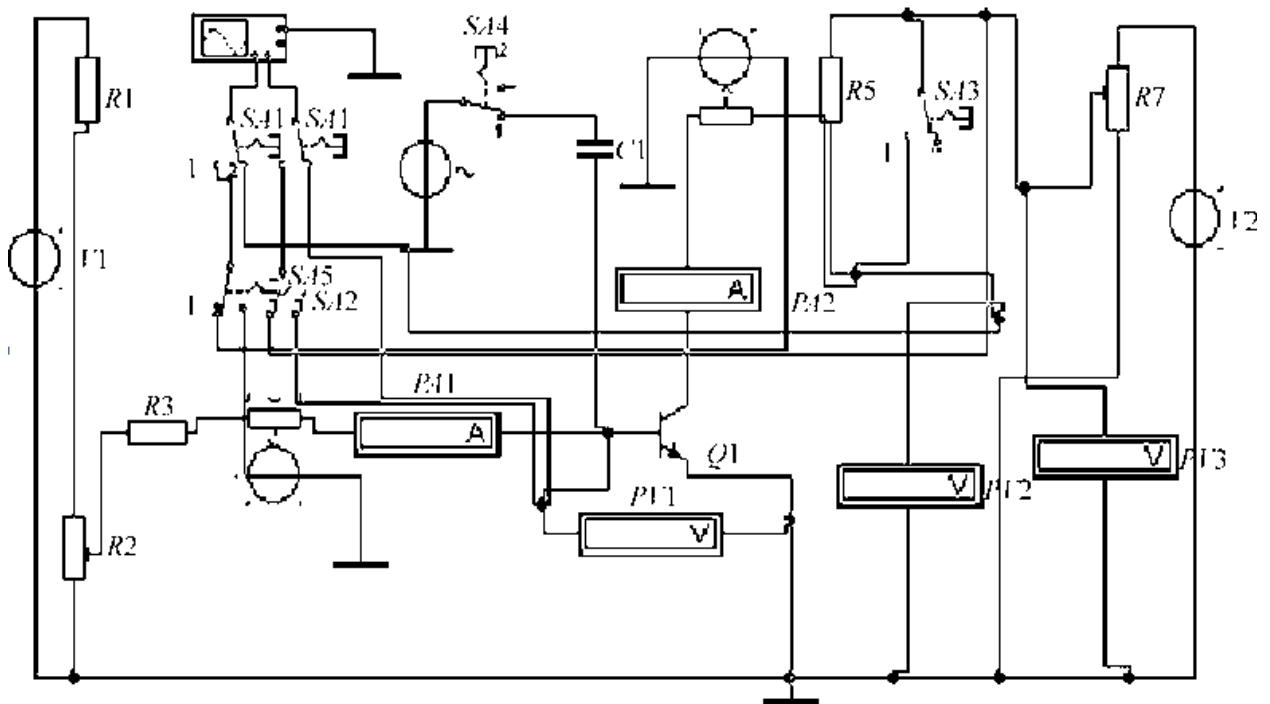
### 4. Три схеми ввімкнення біполярного транзистора.

Оскільки контактів у транзистора три, то в загальному випадку живлення на нього потрібно подавати від двох джерел, у яких разом виходить чотири виведення. Тому на один з контактів транзистора доводиться подавати напругу однакового знака від обох джерел. І в залежності від того, що це за контакт, розрізняють три схеми включення біполярних транзисторів: із загальним емітером (ЗЕ), загальним колектором (ЗК) і загальною базою (ЗБ). У кожній з них є як переваги, так і недоліки. Вибір між ними робиться в залежності від того, які параметри для нас важливі, а якими можна поступитися. В обчислювальній техніці найбільш поширена схема ввімкнення з ЗЕ, тому що транзистор при такому ввімкненні має максимальний коефіцієнт підсилення зі струму  $\beta \gg 1$ . Біполярний транзистор має два взаємодіючих *p-n*-переходи і від їхнього стану розрізняють три режими роботи: відсічення, насичення й активний. Зазвичай режими відсічення і насичення є ключовими режимами і використовуються при побудові імпульсних схем обчислювальної техніки. Режими активний лінійний використовуються найчастіше в підсилювальних схемах. В активному режимі емітерний перехід знаходиться у відкритому стані, а колекторний – у закритому. Для цього на базу транзистора подається пряма напруга  $U_{BE}$ , а на колекторний перехід, що здійснює екстракцію носіїв заряду – зворотна напруга  $U_{KB}$ . Підсилювальні властивості транзистора оцінюються коефіцієнтами підсилення:  $h_{21B}(\alpha)$  і  $h_{21E}(\beta)$

### 5. Диференціальні параметри біполярних транзисторів.

Величини, що зв'язують малі збільшення струмів і напруг, називаються диференціальними параметрами транзистора. При уявленні транзистора лінійним чотирьохполюсником найбільше поширення знаходять три системи:  $h$ ,  $y$ ,  $z$  – параметрів. На практиці найбільш популярною є система  $h$ -параметрів

## Принципова схема лабораторної установки



Принципова електрична схема віртуальної лабораторної установки дослідження біполярного транзистора.

### Хід виконання завдання лабораторної роботи

1. Побудувати входні ВАХ.

1.1. Підготувати лабораторну установку до роботи:

- перемикачі SA1, SA2, SA3, SA4 перевести відповідно в положення 1, 2 за допомогою клавіш “1”, “2”, “3”, “4”;
- увімкнути осцилограф (клацнути двічі лівою кнопкою миші на піктограмі осцилографа) і установити на ньому масштаби.
- установити напругу  $E_K=0$  В потенціометром R7 (що відповідає 100 %).

1.2. Увімкнути лабораторну установку на моделювання, клацнувши лівою кнопкою миші на кнопці “0-1”. Змінити значення входної напруги  $U_{BE}$  за допомогою потенціометра R2 клавішею “R” від 0 до 100 %. При цьому на екрані осцилографа з’явиться входна характеристика транзистора, знята при напрузі  $U_K=0$ . Вимкнути установку, перевівши перемикач “0-1” мишею в положення “0”.

1.3. Відкрити аналізатор графіків “Analysis Graphs”. Для цього клацнути лівою кнопкою миші на кнопці у верхній лінійці екрана. Потім клацнути лівою кнопкою миші на піктограмі “Graph Properties” у верхній лінійці аналізатора й установити:

Left Axis

Range Minimum: 0; Maximum: 0,01;

Bottom Axis

Range Minimum: 0; Maximum: 0,8;

Divisions Number: 12; Precision: 1.

Клацнути лівою кнопкою миші по кнопці “виконати”. На аналізаторі буде зображена вхідна характеристика. Лівою кнопкою миші клацнути по кнопці “Координатна сітка” .

1.4. Перерисувати вхідну характеристику  $U_B=f(I_B)$  ( $U_K=\text{const}$ ) у масштабі. Закрити аналізатор графіків.

Результат зображено на рис.1:

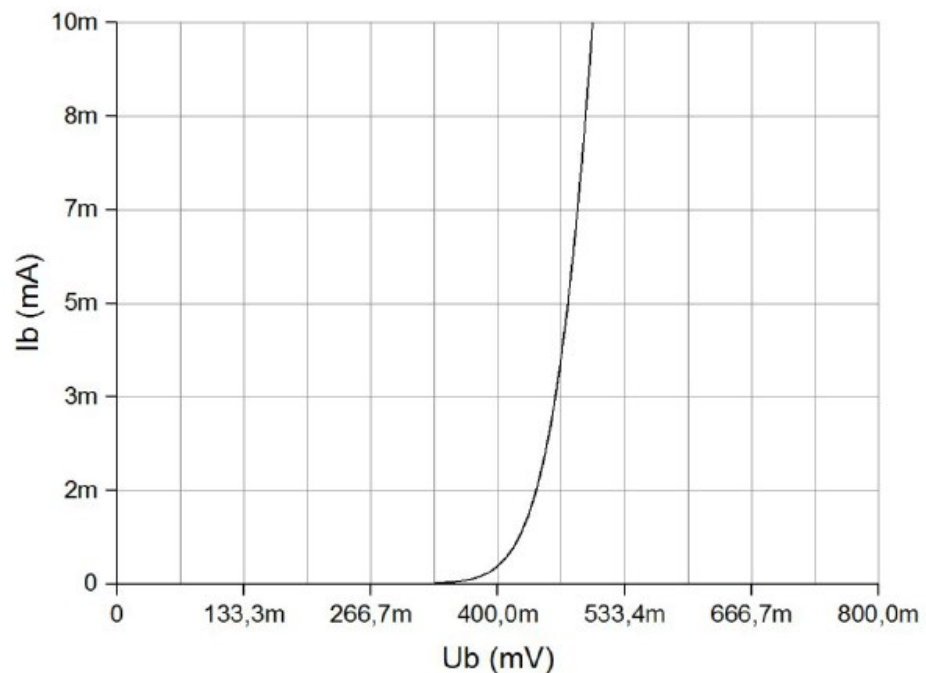


Рис.1 – Перший граф

1.5. Установити напругу  $E_K=10V$  за допомогою потенціометра R7 (приблизно 70 %), і клавіші ”Т” і ввимкнутої клавіші “Caps Lock”. Повторити пп. 1.2-1.4.

Результат зображено на рис.2:

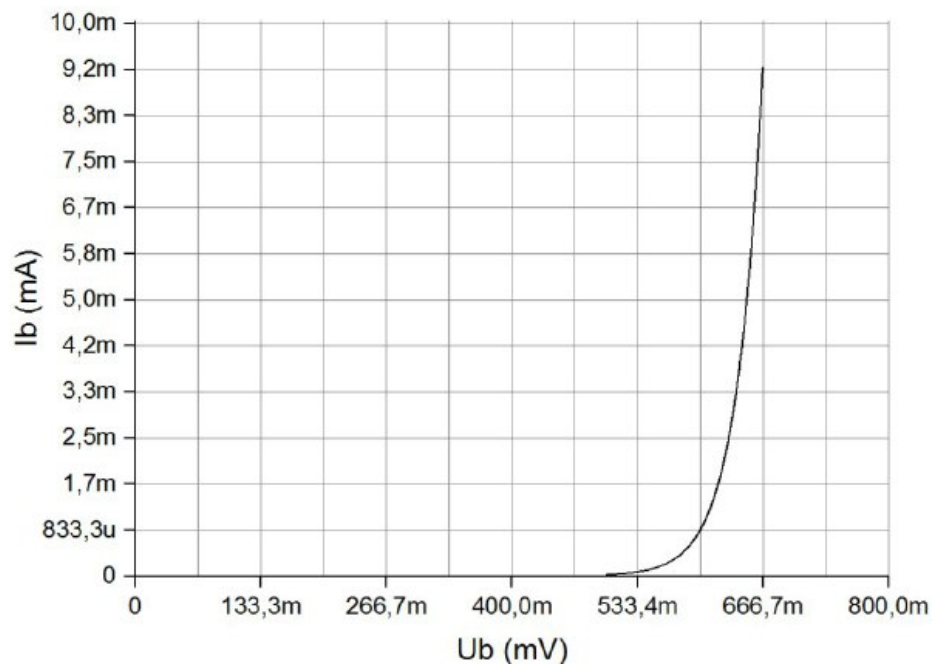


Рис.2 – Другий граф

1.6. Установити напругу  $E_K = 20V$  за допомогою потенціометра R7 (приблизно 43 %), і клавіші "Т" і ввимкнутої клавіші "Caps Lock". Повторити пп. 1.2-1.4.

Результат зображений на рис.3:

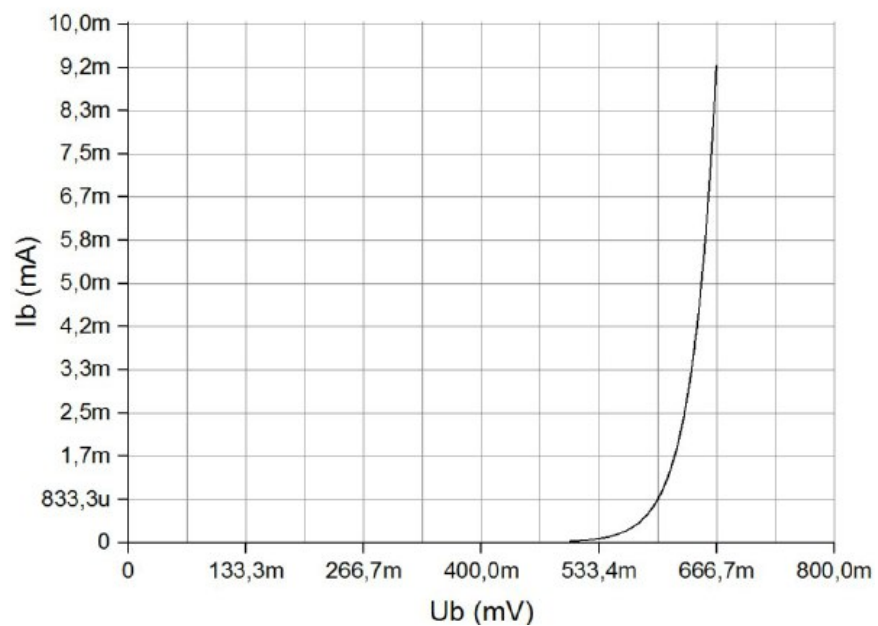


Рис.3 – Третій граф

2. Побудувати вихідні ВАХ.

2.1. Підготувати лабораторну установку до продовження роботи:

– перемикач SA2 перевести в положення 1 за допомогою клавіші "2";

– змінити на осцилографі масштаби.

2.2. Установити колекторну напругу  $U_K=0$  за допомогою потенціометра R7 значення 100 % і клавіші “Т”. Увімкнути лабораторну установку на моделювання. Установити струм бази  $I_B=632,5\ \mu\text{A}$  потенціометром R2 за допомогою клавіші “R”, контролюючи струм бази міліамперметром PA1 (приблизно 20 % потенціометра R2). Змінити значення  $U_K$  потенціометром R7 від 0 до 40 В (від 100 % до 0 %) за допомогою клавіші “Т”. Вимкнути лабораторну установку.

2.3. Відкрити аналізатор графіків Analysis Graphs і зробити установки в режимі “Properties”.

Натиснути клавішу мишею “Виконати”. Клацнути лівою кнопкою миші по кнопці “Шкала” у верхній лінійці аналізатора. Зарисувати вихідну характеристику в масштабі на одному графіку.

Результат зображений на рис.4:

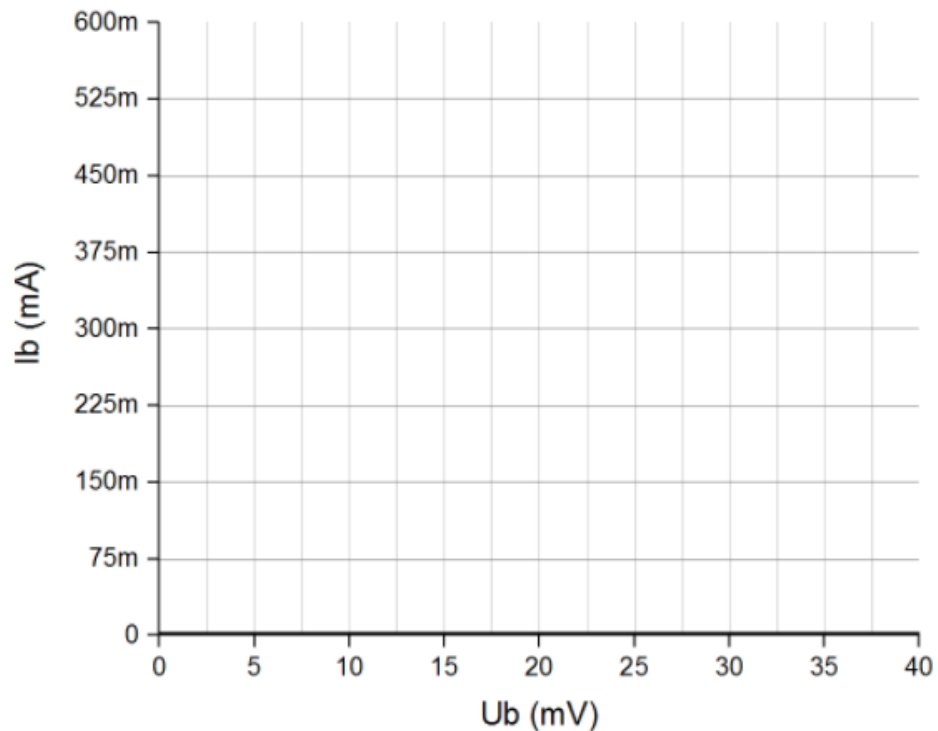


Рис.4 – Четвертий граф

2.4. Установити потенціометром R2 струм бази  $I_B=2,23\text{mA}$  (30% на потенціометрі R2). Повторити пп. 2.2-2.3 і дорисувати на одному графіку другу вихідну характеристику.

Результат зображено на рис.5:

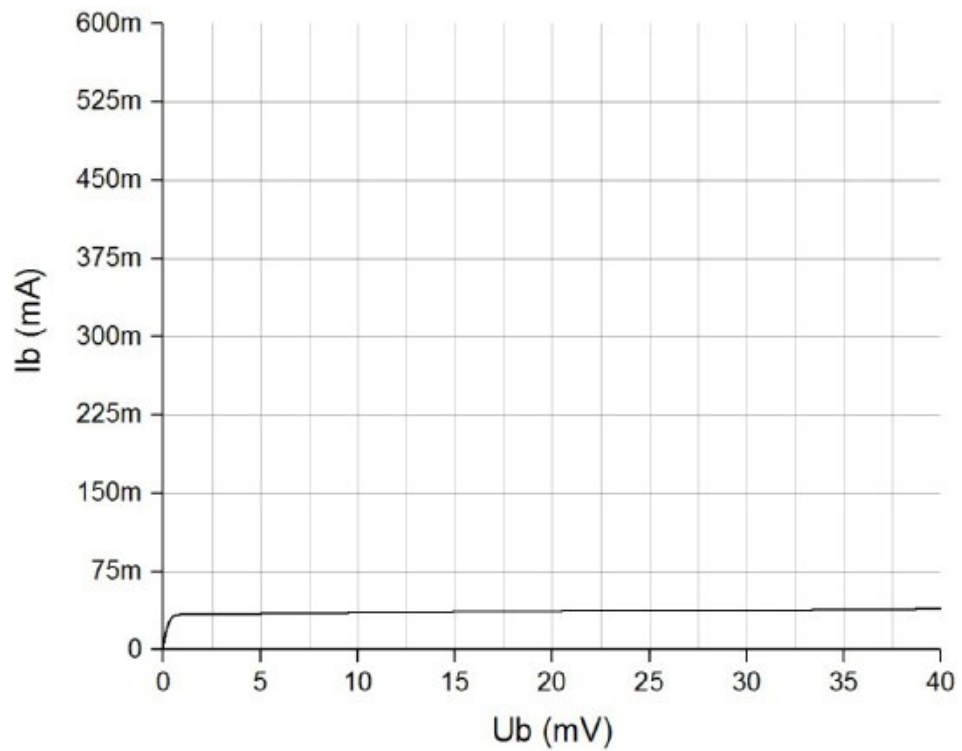


Рис.5 – П'ятий граф

2.5. Установити потенціометром R2 струм бази  $I_B=5,13\text{mA}$  (50% на потенціометрі R2). Повторити пункти 2.2-2.3 і дорисувати на одному графіку третю вихідну характеристику.

Результат зображено на рис.6:

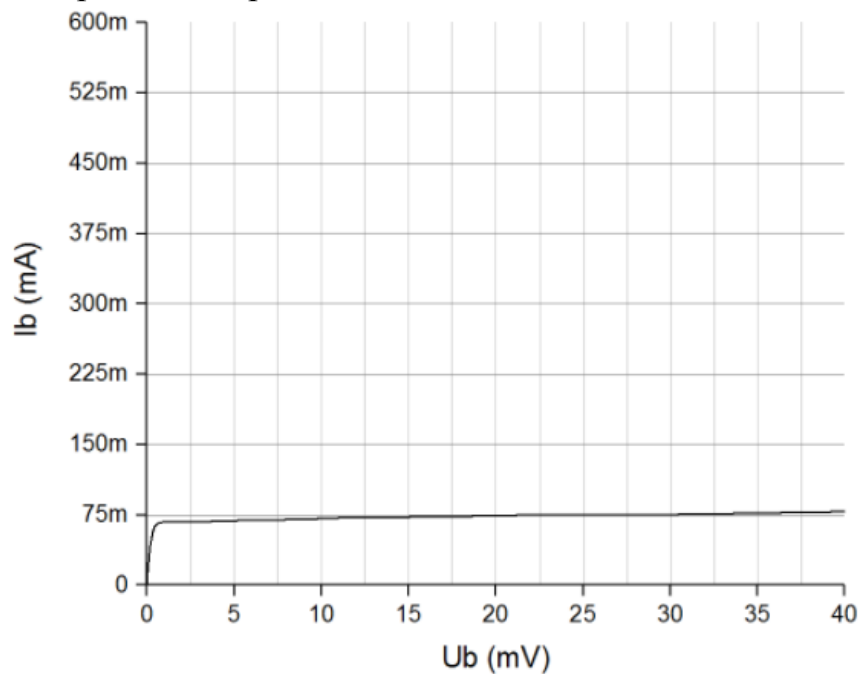


Рис.6 – Шостий граф



### **Висновок**

Ознайомилися із принципом дії, схемами ввімкнення і ВАХ біполярного транзистора. Набули практичних навичок у побудові ВАХ біполярного транзистора. Дослідили вплив положення робочої точки транзистора на форму вихідного сигналу. Вивчили схеми ввімкнення біполярних транзисторів і їхні ВАХ. Освоїли методику побудови за вхідною напругою інших струмів і напруг БТ.