

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 №

Виконав:
студент ННІКІТ СП-225
Клокун Владислав
Перевірив:
Андрєєв О.В.

Київ 2017

1 Мета та основні завдання роботи

1. Ознайомитись з принципом дії, схемами ввімкнення і ВАХ біполярного транзистора.
2. Набути практичних навичок у побудові вольт-амперних характеристик біполярного транзистора.
3. Набути практичних навичок у побудові навантажувальної прямої транзистора і визначенні h -параметрів.
4. Дослідити вплив положення робочої точки транзистора на форму вихідного сигналу.
5. Вивчити схеми ввімкнення біполярних транзисторів і їхні вольт-амперні характеристики.
6. Вивчити методику побудови навантажувальної прямої, вибору робочої точки і визначення h -параметрів.
7. Освоїти методику побудови за вхідною напругою інших струмів і напруг біполярного транзистора.

2 Хід роботи

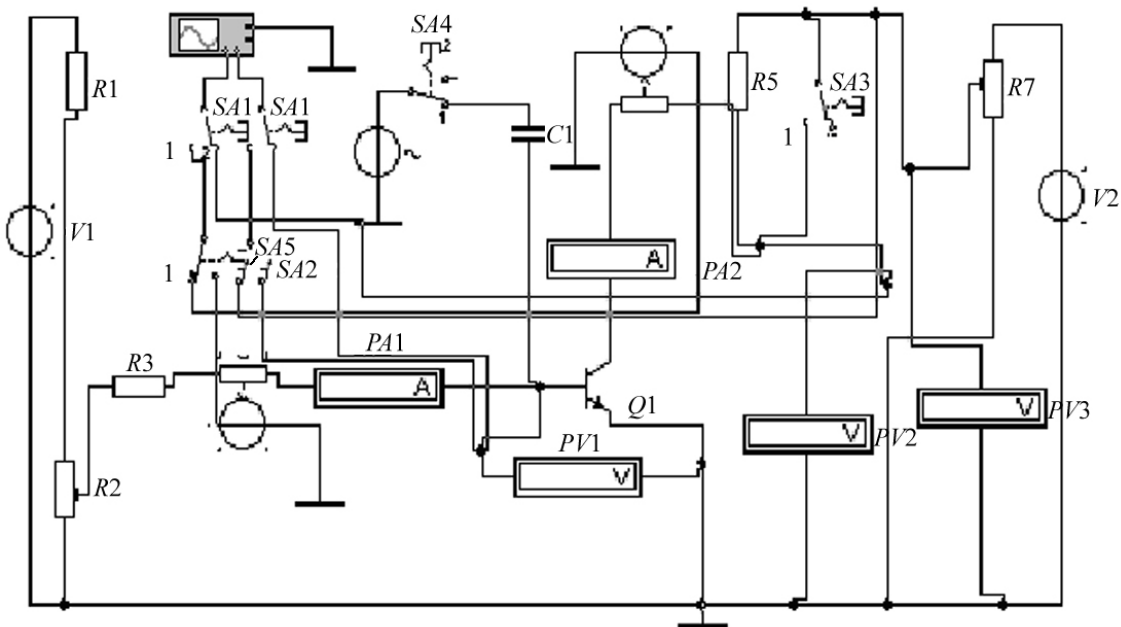


Рис. 1: Принципова електрична схема віртуальної лабораторної установки

2.1 Дослідження біполярного транзистора в статичному режимі

2.1.1 Побудова вхідних вольт-амперних характеристик

Готуємо лабораторну установку до роботи. Для цього встановлюємо перемикачі $SA1$, $SA2$, $SA3$, $SA4$ у положення «1», «2», «1», «2» відповідно. Вмикаємо осцилограф та встановлюємо такі налаштування:

| | | |
|-----------|------------|-----------|
| Time Base | 0,2 ms/div | A/B, Auto |
| Channel A | 2 mV/div | DC |
| Channel B | 100 mV/div | DC |

Встановлюємо напругу $E_K = 0$ В за допомогою потенціометра $R7$ (100%). Вмикаємо лабораторну установку на моделювання. Змінюємо значення вхідної напруги U_{BE} за допомогою потенціометра $R2$ від 0 до 100%. При цьому на екрані осцилографа з'явилась вхідна характеристика транзистора, знята при напрузі U_K . Вимикаємо установку. Відкриваємо аналізатор графіків та встановлюємо такі налаштування:

| Left Axis | | | | |
|-------------|---------|---|-----------|------|
| Range | Minimum | 0 | Maximum | 0,01 |
| Bottom Axis | | | | |
| Range | Minimum | 0 | Maximum | 0,01 |
| Divisions | Number | 0 | Precision | 1 |

Перерисовуємо вхідну характеристику $U_K = f(I_B)$, $U_K = \text{const}$. Встановлюємо напругу $E_K = 10$ В за допомогою потенціометра $R7$ (приблизно 70%). Будуємо графік. Встановлюємо напругу $E_K = 20$ В за допомогою потенціометра $R7$ (43%). Будуємо графік.

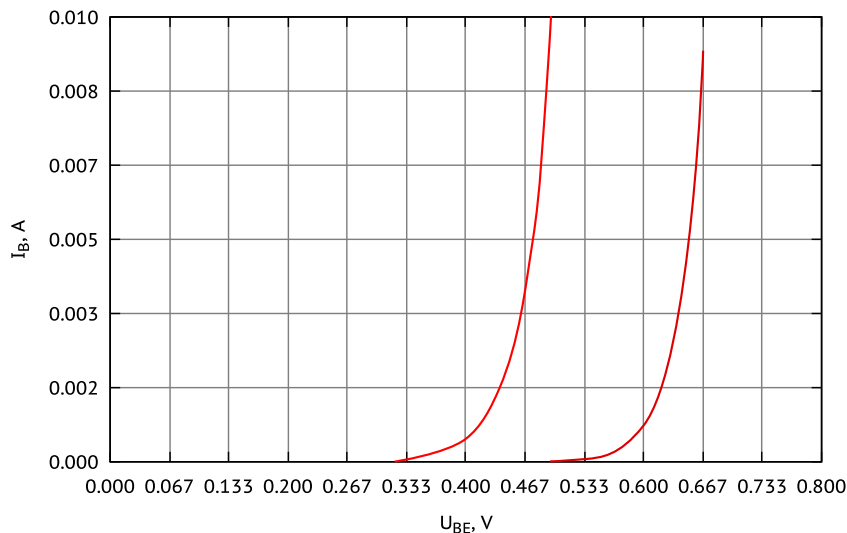


Рис. 2: Вхідна характеристика біполярного транзистора

2.1.2 Побудова вихідних вольт-амперних характеристик

Готуємо лабораторну установку до продовження роботи. Для цього переводимо перемикач SA2 в положення «1». Змінюємо масштаби на осцилографі на такі значення:

| | | |
|-----------|------------|----|
| Channel A | 200 mV/div | DC |
| Channel B | 5 V/div | DC |

Встановлюємо колекторну напругу $U_K = 0$ за допомогою потенціометра R7 зі значенням 100%. Вмикаємо лабораторну установку на моделювання. Встановлюємо струм бази $I_B = 632,5$ мкА потенціометром R2 зі значенням приблизно 20%. Змінюємо значення U_K від 0 до 40 В за допомогою потенціометра R7 зі значеннями від 100% до 0%. Вимикаємо лабораторну установку.

Відкриваємо аналізатор графіків і встановлюємо такі налаштування:

| Left Axis | | | | |
|-------------|---------|---|-----------|------|
| Range | Minimum | 0 | Maximum | 0,09 |
| Bottom Axis | | | | |
| Range | Minimum | 0 | Maximum | 40 |
| Divisions | Number | 8 | Precision | 0 |

Встановлюємо струм бази $I_B = 2,23$ мА за допомогою потенціометра R2 зі значенням 30%. Зарисовуємо другу характеристику.

Встановлюємо струм бази $I_B = 5,13$ мА за допомогою потенціометра R2 зі значенням 50%. Зарисовуємо третю характеристику.

Вимикаємо моделювання лабораторної установки та аналізатор графіків.

2.2 Дослідження біполярного транзистора в режимі посилення

Встановлюємо перемикач SA3 в положення «2». Встановлюємо напругу $E_K = 10$ В за допомогою потенціометра R7 зі значенням 71%. Задаємо вхідні напруги $U_{BE} = 392$ мВ і $I_B \approx 0,65$ мкА за допомогою потенціометра R2 зі значенням 15%.

Вимірюємо координати робочої точки на вихідній характеристиці за допомогою приладів PV2, PA2:

$$PV2 = U_{K1} = 10 \text{ В} \quad (1)$$

$$PA2 = I_K = 11 \text{ мкА} \quad (2)$$

Таким чином, точка A має координати (10; 0,000 11). Звертаємо увагу, що $PV3 = PV2$.

Збільшуємо вхідну напругу до $U_{BE} \approx 632$ мВ та напругу $I_B \approx 3,15$ мА за допомогою потенціометра R2 зі значенням 44%.

Вимірюємо координати другої робочої точки I_{K2} , U_{KE2} за допомогою приладів $PV2$, $PA2$:

$$PV2 = U_{K2} = 3,778 \text{ В} \quad (3)$$

$$PA2 = I_{K2} = 52,39 \text{ мА} \quad (4)$$

Таким чином, точка B має координати $(3,778; 0,05239)$. Вимикаємо моделювання. За координатами двох точок на графіку сім'ї вихідних характеристик будуємо навантажувальну пряму (рис. 3). Обчислюємо за законом Ома величину R_K :

$$R_K = \frac{U_{KE}}{I_K} \approx \frac{7 \text{ В}}{0,025 \text{ А}} \approx 280 \text{ Ом}$$

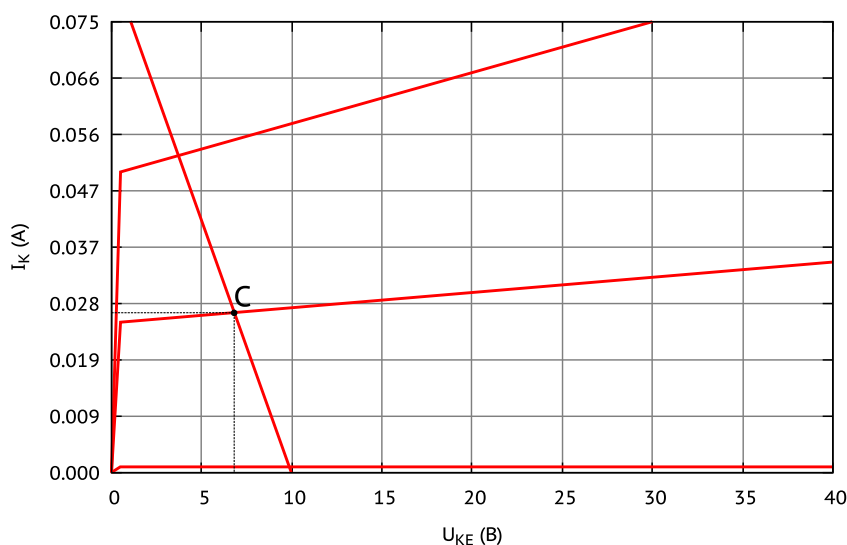


Рис. 3: Сімейство вихідних характеристик з навантажувальною прямою

2.3 Дослідження біполярного транзистора в режимі посилення гармонійних коливань

Досліджуємо біполярний транзистор у режимі посилення гармонійних коливань. Для цього на вході транзистора задаємо робочу точку по середині лінійної ділянки вхідних характеристик для $E_K \approx 10 \text{ В}$.

Відкриваємо осцилограф і налаштовуємо його таким чином:

| | | |
|-----------|------------|-----------|
| Time Base | 0,5 ms/div | Y/T, Auto |
| Channel A | 50 mV/div | AC |
| Channel B | 200 mV/div | AC |

Відкриваємо вікно налаштувань генератора синусоїдних коливань і встановлюємо значення амплітуди вхідного струму $U_{BX} = 13 \text{ мВ}$ та частоту коливань $F = 1 \text{ кГц}$.

Підключаємо генератор до вхідного ланцюга біполярного транзистора, встановивши перемикач SA4 у положення «1», та вмикаємо генератор.

Перерисовуємо осцилограми вхідної і вихідної напруг. Визначаємо амплітуди вхідної та вихідної напруг: $U_B = 18,74 \text{ мВ}$, $U_K = 351,27 \text{ мВ}$.

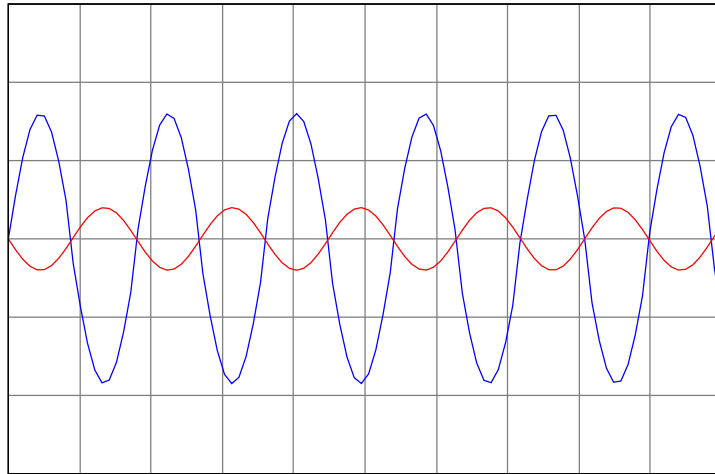


Рис. 4: Осцилограма вхідного та вихідного сигналів

За допомогою потенціометра R2 (71%) зміщуємо робочу точку в область режиму насичення: $I_B \approx 6,6 \text{ мА}$, $U_{BE} \approx 647 \text{ мВ}$. Перерисовуємо осцилограми вхідної і вихідної напруг. Визначаємо амплітуди вхідної та вихідної напруг: $U_B \approx 17,35 \text{ мВ}$, $U_K \approx 325,43 \text{ мВ}$. Вимикаємо осцилограф і моделювання.

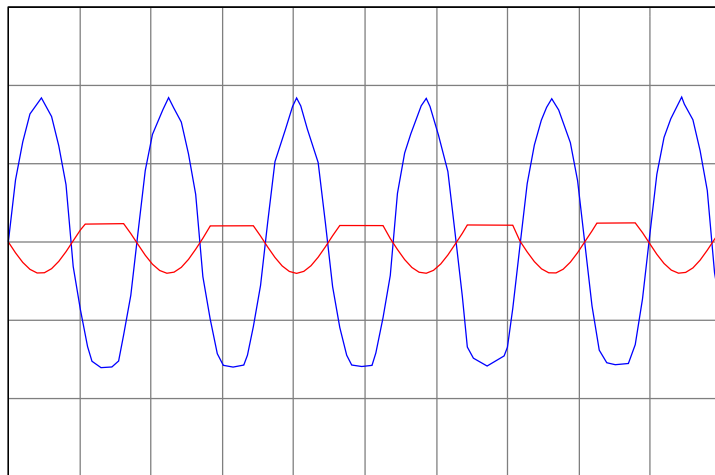


Рис. 5: Осцилограма вхідного та вихідного сигналів

Зазначимо, що зі зміною положення робочої точки змінилась амплітуда сигналів, а також стали помітними візуальні спотворення на осцилограмах.

3 Висновки

Виконавши лабораторну роботу №2 на тему «Дослідження біполярного транзистора» ми досягли таких цілей:

1. Ознайомились з принципом дії, схемами ввімкнення і вольт-амперними характеристиками біполярного транзистора.
2. Набули практичних навичок з побудови вольт-амперних характеристик.
3. Набули практичних навичок з побудови навантажувальної прямої транзистора.
4. Дослідили вплив положення робочої точки транзистора на форму вихідного сигналу.
5. Вивчили схеми ввімкнення біполярних транзисторів і їх вольт-амперні характеристики.
6. Освоїли методику побудови за вхідною напругою інших струмів і напруг біполярного транзистора.

Виявлено, що при збільшенні U_{KE} ($U_{KE} > 0$) вхідна вольт-амперна характеристика зміщується вправо та вниз. Крім того, сигнал, що проходить через біполярний транзистор у режимі посилення гармонійних коливань, піддається нелінійним спотворенням.