

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники
Факультет компьютерных систем и сетей
Кафедра электронных вычислительных машин

Лабораторная работа №2
«Исследование характеристик биполярного транзистора»

Выполнили

ст. гр. 350503
Ганецкий В. В.
Губаревич А. В.

Проверил

Горченко А. С.

Минск 2025

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является:

- определение коэффициента передачи транзистора по постоянному току;
- получение входной характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером;
- получение семейства входных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером;
- установка рабочей точки транзисторного каскада с общим эмиттером.

2 ХОД РАБОТЫ

2.1 Определение коэффициента передачи биполярного транзистора

2.1.1 Установили напряжения источников питания E_B и E_K , измерили значения тока коллектора I_K , тока базы I_B и напряжение коллектор-эмиттер $U_{KЭ}$. Полученные результаты записали в таблицу 2.1.

2.1.2 По формуле $\beta_{DC} = \frac{I_K}{I_B}$ вычислили значения статического коэффициента передачи тока β_{DC} . Вычисленные данные записали в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Значения статического коэффициента усиления транзистора

E_B , В	E_K , В	I_K , мА	I_B , мкА	$U_{KЭ}$, В	β_{DC}
1,25	5	10,54	32,3	0,12	326,31
2,5	5	10,53	154,8	0,06	68,02
5	5	10,52	401,2	0,02	26,22
1,25	10	10,5	32,1	0,12	327,1
2,5	10	10,5	153,2	0,06	68,53
5	10	10,5	400,6	0,02	26,21

2.2 Получение входной характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером

2.2.1 Установили напряжение питания коллектора $E_K = 5$ В, получили график зависимости входного тока I_B транзистора от входного напряжения $U_{БЭ}$. Полученный график представлен на рисунке 4.1.

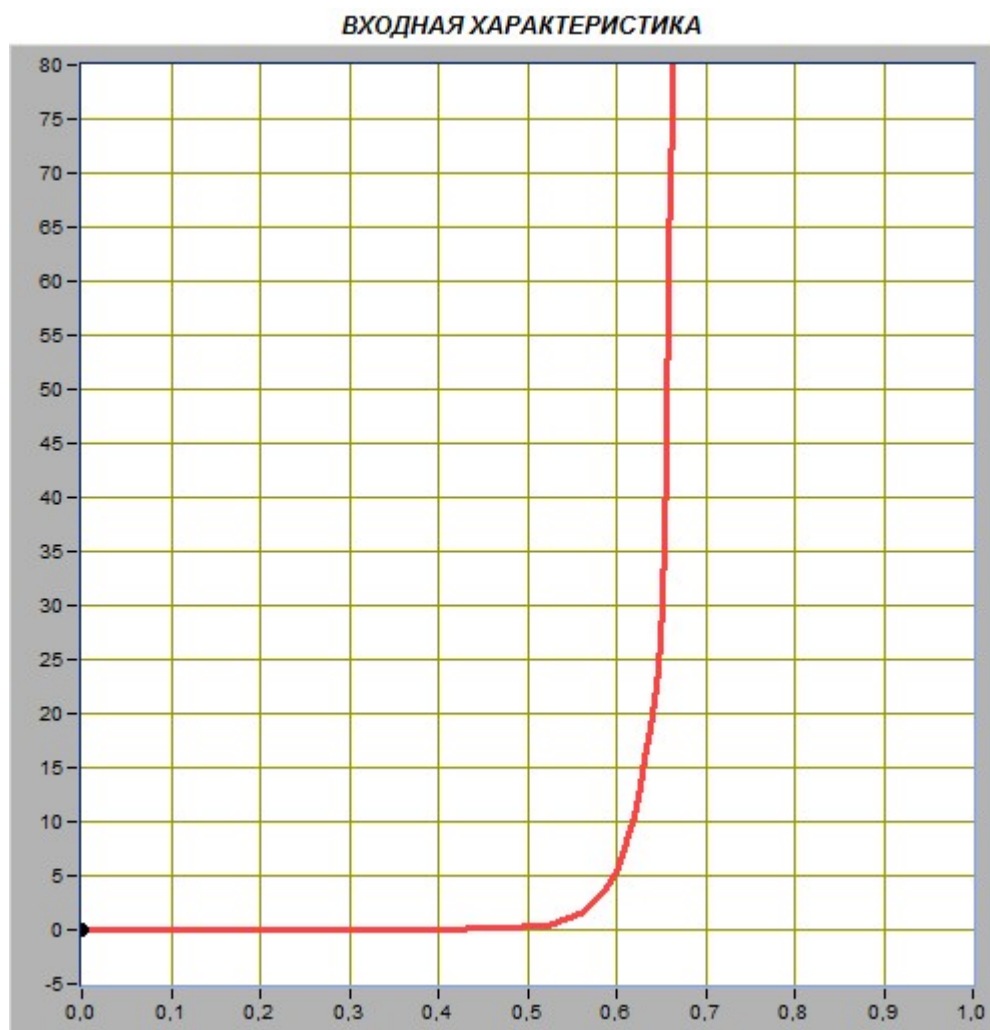


Рисунок 2.1 – График зависимости входного тока I_B транзистора от входного напряжения $U_{БЭ}$

2.2.2 Изменяя напряжение источника ЭДС базы E_B с помощью ползункового регулятора установили значение тока базы сначала примерно равным 10 мкА, а затем примерно равным 40 мкА. Полученные результаты записали в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Значения тока базы и напряжения базы эмиттер для точек входной характеристики

I_B , мкА	10,5	40,34
$U_{БЭ}$, В	0,61	0,65

2.2.3 Вычислили дифференциальное входное сопротивление транзистора при изменении базового тока от 10 мкА до 40 мкА по формуле

$$r_{BX} = \Delta U_{БЭ} / \Delta I_B.$$

$$r_{BX} = 1340,48 \text{ Ом}$$

2.3 Получение семейства выходных характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером

2.3.1 Получили график семейства выходных характеристик.

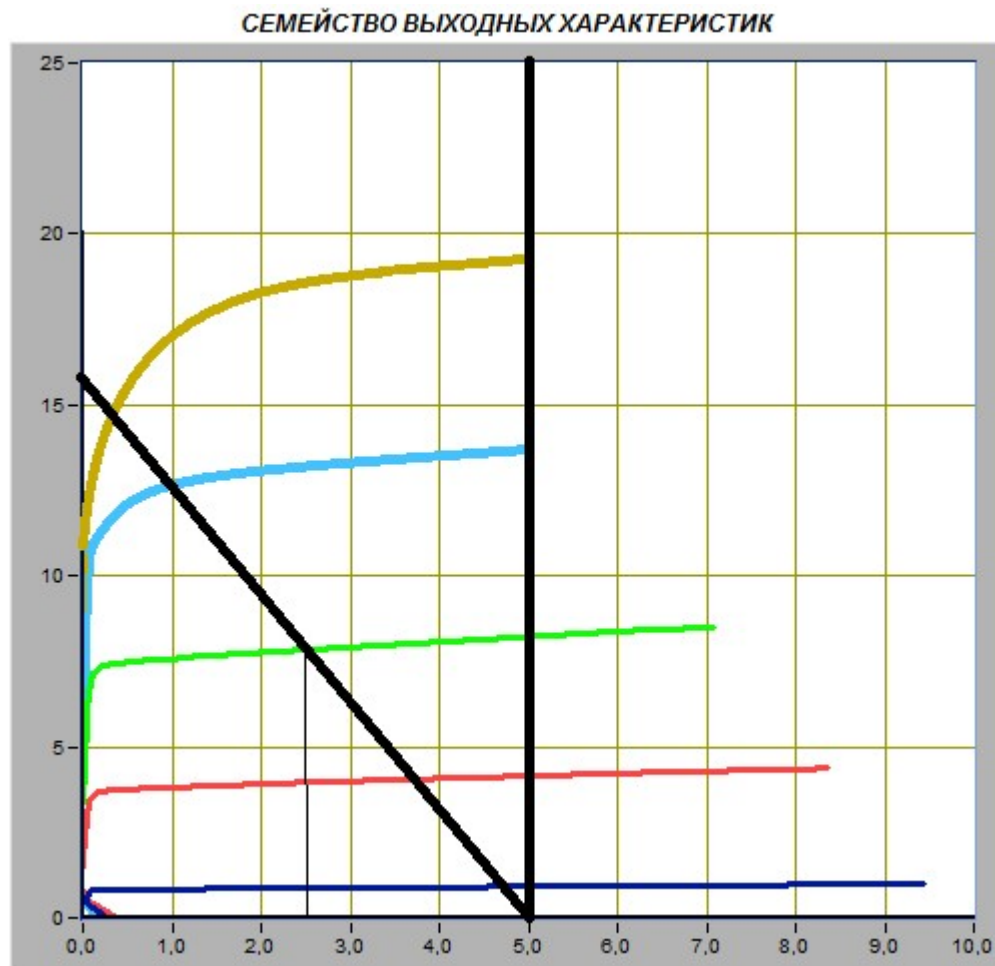


Рисунок 2.2 – Семейство выходных характеристик

2.3.2 Каждой кривой соответствуют следующие значения тока базы:

- 1) Синий: $I_B = 2 \text{ мкА}$;
- 2) Красный: $I_B = 8,1 \text{ мкА}$;
- 3) Зеленый: $I_B = 14,9 \text{ мкА}$;
- 4) Голубой: $I_B = 25,7 \text{ мкА}$;
- 5) Желтый: $I_B = 39,0 \text{ мкА}$.

2.3.3 При фиксированном коллекторном напряжении, равном $U_{кэ} \approx 5\text{В}$, определим ток коллектора, соответствующий значениям тока базы, при которых снимались выходные характеристики:

- 1) Синий: $I_k = 0,98 \text{ мА}$;
- 2) Красный: $I_k = 4,2 \text{ мА}$;

- 3) Зеленый: $I_K = 8,2 \text{ мА}$;
- 4) Голубой: $I_K = 14 \text{ мА}$;
- 5) Желтый: $I_K = 18 \text{ мА}$.

2.3.4 Определим коэффициент передачи тока β_{AC} при изменении тока базы в диапазоне от 10 мкА до 40 мкА по формуле $\beta_{AC} = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B}$.

$$\beta_{AC} = 13,8 \text{ мА} / 30,9 \text{ мкА} = 446,6.$$

2.3.5 Выберем сопротивление коллектора равным $R_K = 300 \text{ Ом}$, а ЭДС коллекторного источника питания $E_K = 5 \text{ В}$, и построим на графике выходных характеристик транзистора линию нагрузки по двум точкам: точка $E_K = 5 \text{ В}$ на оси абсцисс и точка $I_K = E_K / R_K = 16,67 \text{ мА}$ на оси ординат.

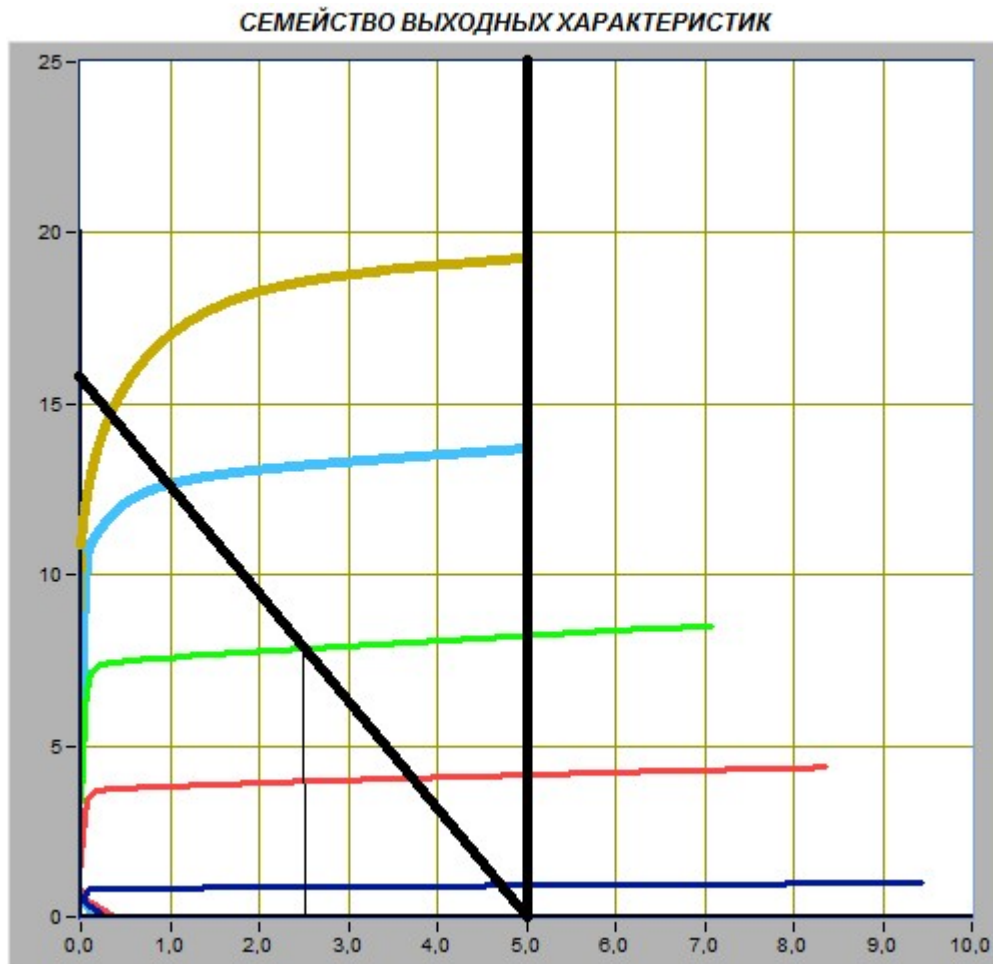


Рисунок 2.3 – Семейство выходных характеристик

2.3.6 По выходным характеристикам и линии нагрузки оценим значения тока коллектора I_K и тока базы I_B в рабочей точке, для которой $U_K = E_K / 2 = 2,5 \text{ В}$. Так как рабочая точка лежит на зеленой кривой, то ток коллектора в ней соответствует току базы данной кривой, $I_B = 14,9 \text{ мкА}$.

2.4 Установка рабочей точки транзисторного каскада с общим эмиттером

2.4.1 С помощью органов управления ВП установили амплитуду напряжения источника входного гармонического напряжения $U_{ВХ.м} = 0$, и величину напряжения источника ЭДС коллектора $E_K = 5$ В.

После нажатия кнопки «Измерение» на графике выходных характеристик транзистора появилось изображение линии нагрузки.

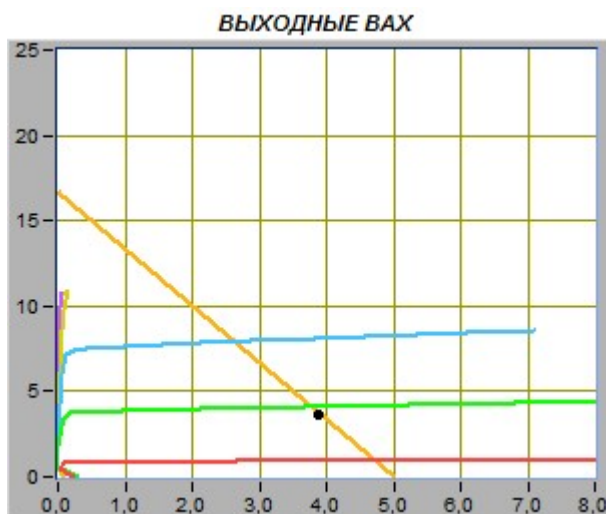


Рисунок 2.4 – Изображение линии нагрузки

2.4.2 Регулируя ЭДС источника смещения базы E_B , установили значение тока базы I_B^* , равное значению, полученному в п. 2.3.6. Параметры статического режима транзисторного усилителя с общим эмиттером измерили и записали в табл. 2.3.

Таблица 2.3

I_B , мкА	$U_{БЭ}$, В	I_K , мА	U_K , В
14,9	0,61	8,15	2,6

2.4.3 Плавное увеличение амплитуды входного сигнала $U_{ВХ.м}$, получили на графическом индикаторе ВП максимальный неискаженный выходной сигнал.

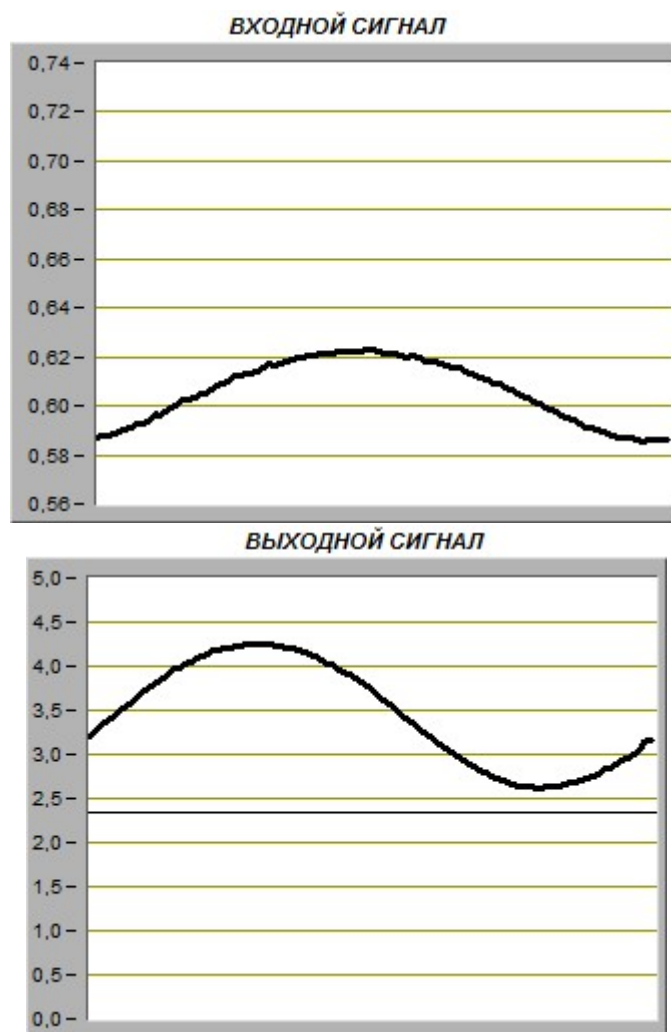


Рисунок 2.5 – Изображения входного и выходного сигналов

2.4.4 Для определения амплитуды сигналов использовали формулу $U_m = (U_{\max} - U_{\min}) / 2$. Полученные значения амплитуд: $U_{\text{ВЫХ}m} = (4,25 - 2,58) / 2 = 0,835 \text{ В}$, $U_{\text{ВХ}m} = (0,625 - 0,584) / 2 = 0,02 \text{ В}$.

2.4.5 Используя полученные значения амплитуды входного и выходного сигналов, определим по формуле $K_y = \frac{U_{\text{ВЫХ}m}}{U_{\text{ВХ}m}}$ коэффициент усиления транзисторного каскада $K_y = 41,75$.

2.4.6 Исследуем, как влияет положение рабочей точки на работу транзисторного каскада с общим эмиттером. Для этого, регулируя напряжение ЭДС источника смещения базы E_b , изменим значение тока базы примерно на 30% от величины I_b^* , полученной в п. 2.3.6, сначала в сторону увеличения (рисунок 2.6), а затем в сторону уменьшения (рисунок 2.7).

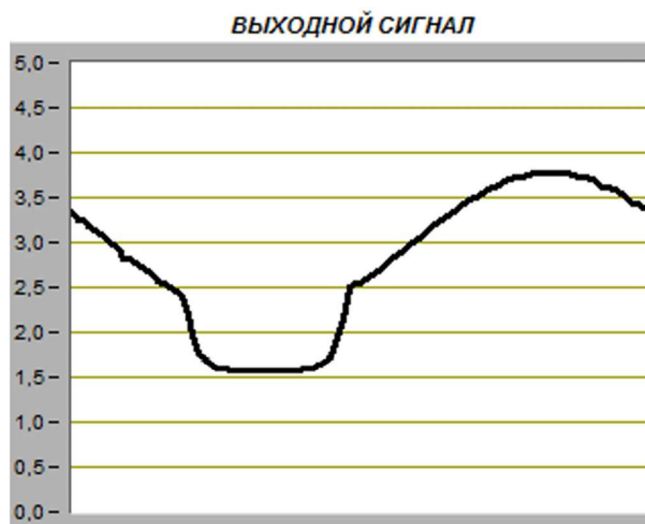


Рисунок 2.6 – Изображение выходного сигнала при увеличении тока базы I_B^* на 30%

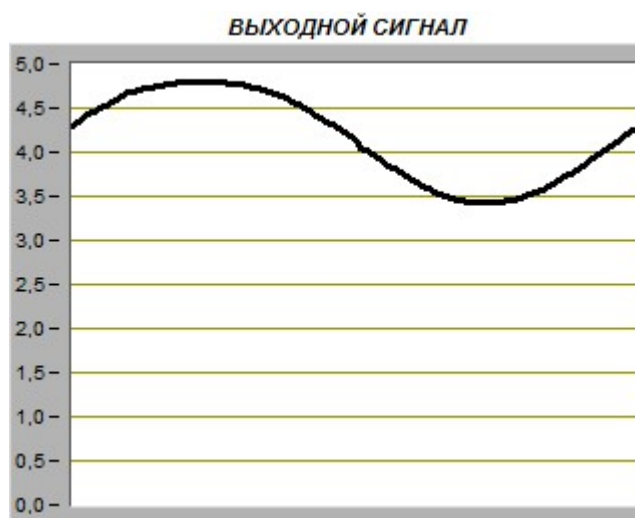


Рисунок 2.7 – Изображение выходного сигнала при уменьшении тока базы I_B^* на 30%

3 ВЫВОДЫ

Основными факторами, влияющими на силу тока, протекающего через коллектор биполярного транзистора, являются напряжение коллектор-эмиттер $U_{КЭ}$ (чем больше $U_{КЭ}$, тем сильнее протекает ток коллектора), коэффициент передачи тока β (характеризует отношение тока коллектора к току базы) и ток базы I_B (является прямым показателем силы тока коллектора).