Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минкомсвязь РФ)  
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования  
"Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" (ФГОБУ ВПО "СибГУТИ")

*Кафедра вычислительных систем*

Лабораторная работа № 5

по теме " *Исследование биполярного транзистора*"

**Выполнил:** студент группы *ИП-513*

*Майоров С.А.*

**Проверил:** ассистент кафедры ВС

*Андреев С.В*.

Новосибирск  
2016

**Цель работы:**

С помощью учебного лабораторного стенда LESO3 ознакомиться с принципом действия биполярного транзистора (БТ). Изучить его вольтамперные характеристики в схемах включения с общей базой (ОБ) и общим эмиттером (ОЭ). Изучить особенности работы простейшего усилителя на биполярном транзисторе.

Для выполнения работы использовался маломощный низкочастотный германиевый транзистор типа МП36А.

**Ход выполнения лабораторной работы**

**1.Исследование входных характеристик биполярного транзистора в схеме с общей базой.**

1.1. Собрать схему исследования входных характеристик БТ по схеме исследования для n-p-n транзистора (рис. 1).

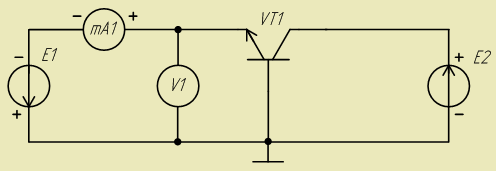


Рисунок 1.

1.2. Снять две входные характеристики Iэ = f (Uэб) , для Uкб = 0 и Uкб = 5 В.

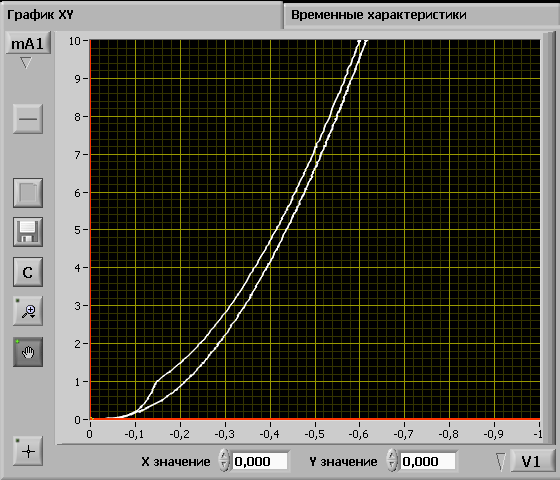


Рисунок 2. Входные характеристики БТ в схеме с ОБ.

**2.Исследование выходных характеристик биполярного транзистора в схеме с ОБ.**

**2.1.** Собрать схему исследования выходных характеристик в схеме с ОБ (рис. 3).

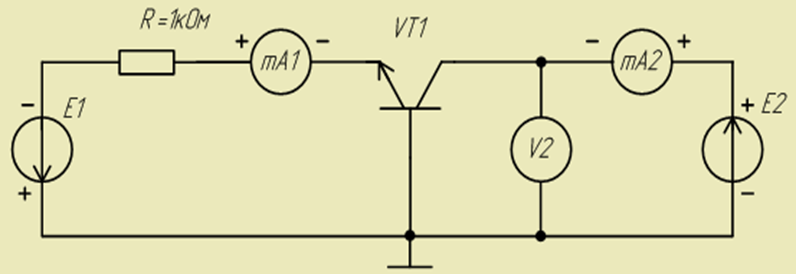


Рисунок 3.

**2.2.** Снимите 5 выходных характеристик в схеме с ОБ Iк = f (Uкб) при фиксированных тока Iэ, равных 0, 2, 4, 6, 8 мА.

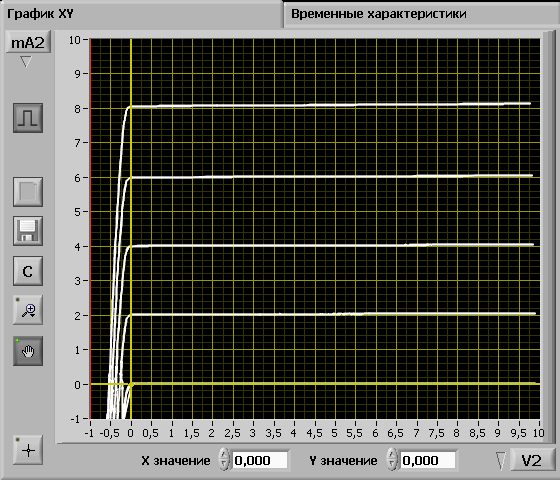


Рисунок 4. Выходные характеристики БТ в схеме с ОБ.

**3.Исследование входных характеристики биполярного транзистора в схеме с ОЭ.**

3.1. Собрать схему исследования входных характеристик БТ в схеме с ОЭ (рис. 5).

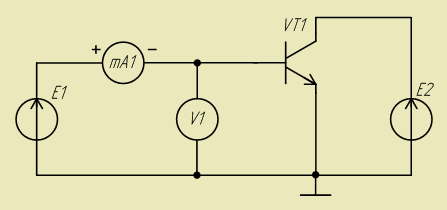


Рисунок 5.

3.2. Снимите две входные характеристики Iб = f (Uбэ) при Uкэ = 0 В и Uкэ = 5 В.

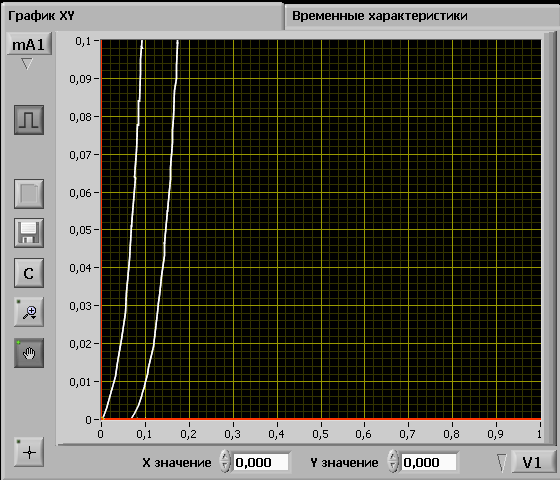


Рисунок 6. Входные характеристики БТ в схеме с ОЭ.

**4.Исследование выходных характеристик биполярного транзистора в схеме с ОЭ.**

4.1.Собрать схему для исследования выходных характеристик в схеме с ОЭ (рис. 7).

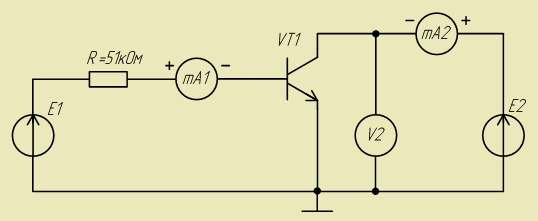


Рисунок 7.

4.2. Снимите семейство выходных характеристик в схеме с ОЭ и Iк = f (Uкэ) для различных фиксированных токов базы. Предварительно определите экспериментально максимальный ток базы Iб max при котором ток выходной характеристики не выходит за пределы 10 мА.

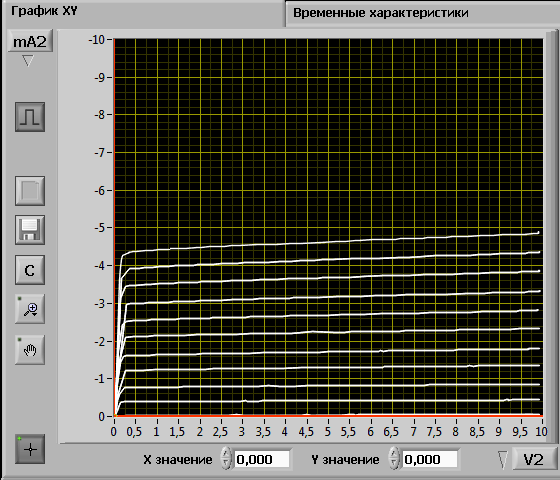


Рисунок 8. Выходные характеристики БТ в схеме с ОЭ.

4.3. Исследовать зависимость выходных характеристик БТ от температуры. Для этого снять две характеристики при комнатной и повышенной температурах. Повышения температуры можно добиться, прикоснувшись на несколько секунд пальцами руки к корпусу транзистора.

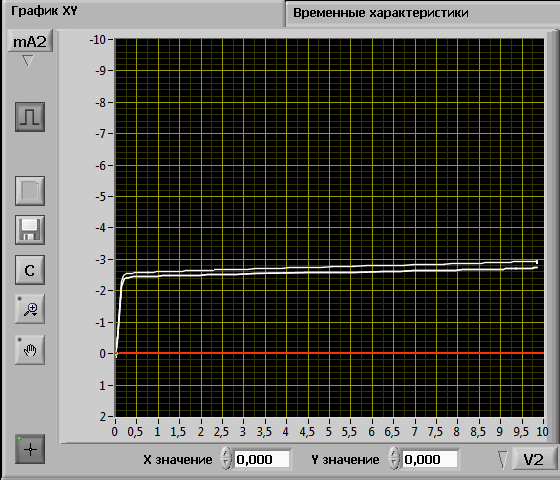


Рисунок 9. Выходные характеристики БТ при комнатной и повышенной температурах.

**5.Исследование передаточной характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.**

5.1. Собрать схему для исследования выходных характеристик в схеме с ОЭ (рис. 7).

5.2. Снять передаточную характеристику Iк = f(Iб), при Uкэ = 5 В.

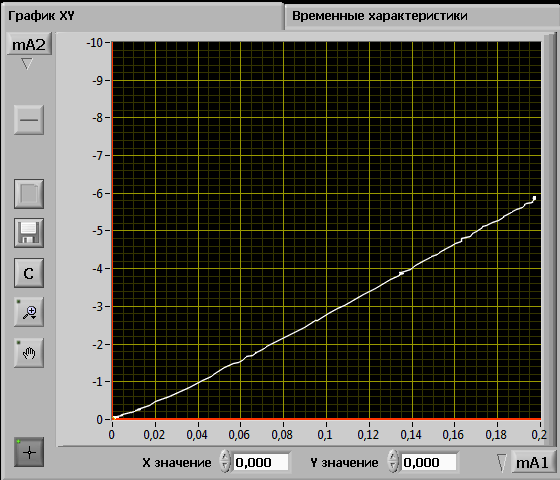


Рисунок 10. Выходные характеристики БТ при комнатной и повышенной температурах.

**6. Исследование усилителя на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.**

6.1. Собрать схему исследования усилителя на БТ (рис.11).

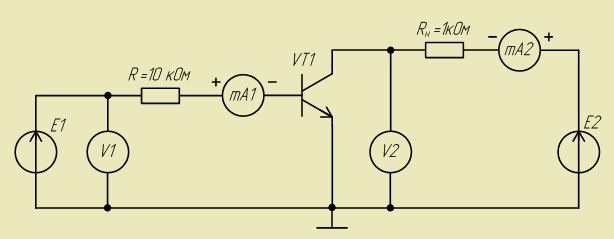


Рисунок 11.

6.2. Регулируя источник E1нужно подобрать такие параметры синусоидального входного сигнала, что бы на выходе был неискаженный синусоидальный сигнал с амплитудой близкой к 5 В.

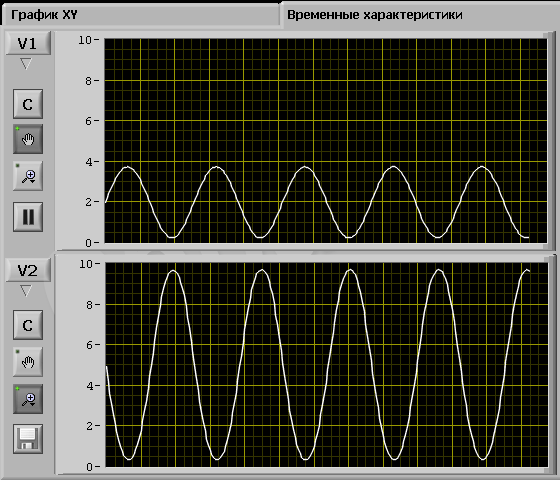


Рисунок 12. Сигнал на входе и выходе усилителя.

6.3. Не изменяя параметров входного сигнала, установите на вертикальной оси нижнего экрана графопостроителя mA1, получите осциллограмму входного тока усилителя.

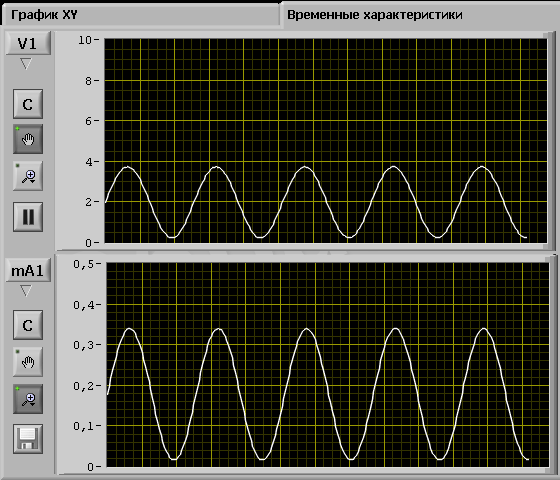


Рисунок 13. Осциллограмма входного тока усилителя.

6.4. Выберите по вертикальной оси нижнего экрана графопостроителя mA2, получите осциллограмму выходного тока усилителя.

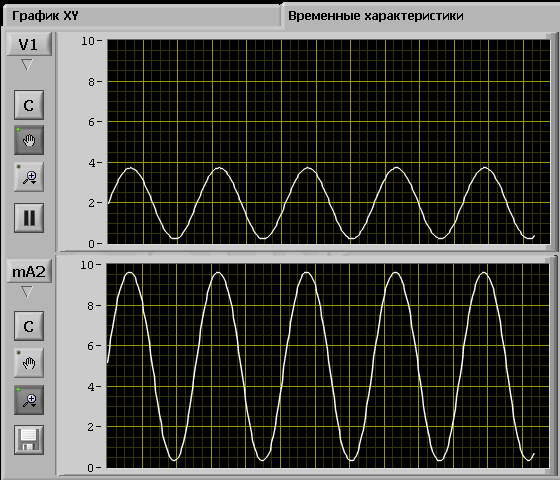


Рисунок 14. Осциллограмма выходного тока усилителя.

6.5. Изменяя постоянную составляющую входного сигнала, анализируя искажения синусоиды по осциллограмме выходного сигнала, установите режим работы транзистора вблизи отсечки и вблизи насыщения. Установите рабочую точку транзистора посередине рабочего участка подайте на вход усилителя такой сигнал, что бы были видны ограничения сигнала на выходе снизу и сверху.

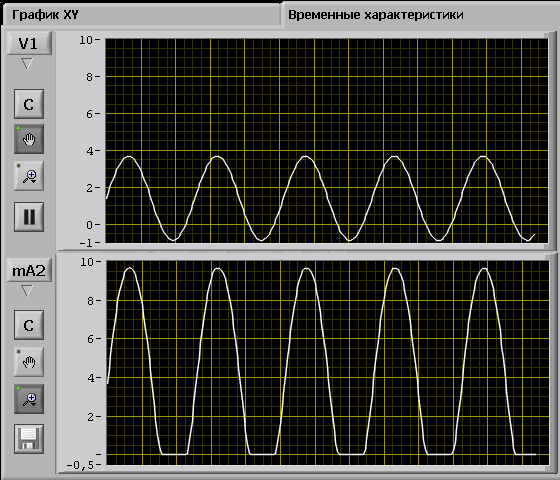
[](http://www.labfor.ru/img/leso3_metod/2.10_hq.png)

Рисунок 15. Осциллограмма выходного тока усилителя при искажениях снизу.

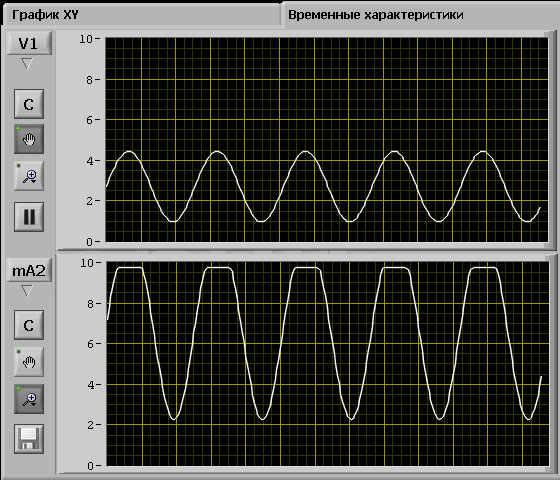
[](http://www.labfor.ru/img/leso3_metod/2.11_hq.png)

Рисунок 16. Осциллограмма выходного тока усилителя при искажениях сверху.

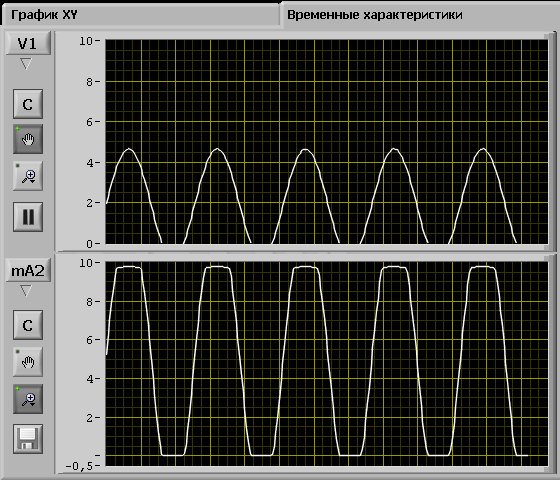
[](http://www.labfor.ru/img/leso3_metod/2.9_hq.png)

Рисунок 17. Осциллограмма выходного тока усилителя при искажениях сверху и снизу.

**7. Определение характеристик транзистора.**

7.1. По характеристикам транзистора определить его дифференциальные

h-параметры для схем с ОБ и ОЭ.

Значения h-параметров имеют следующий вид:

http://dssp.petrsu.ru/book/chapter5/imgs/content/f5043l.gif - входное сопротивление при коротком замыкании на выходе;

http://dssp.petrsu.ru/book/chapter5/imgs/content/f5043m.gif - выходная проводимость при холостом ходе во входной цепи;

http://dssp.petrsu.ru/book/chapter5/imgs/content/f5043n.gif - коэффициент обратной связи при холостом ходе во входной цепи;

http://dssp.petrsu.ru/book/chapter5/imgs/content/f5043o.gif - коэффициент передачи тока при коротком замыкании на выходе (коэффициент усиления по току).

Таким образом для схемы с ОБ:

H11 = ∆Uвх/∆Iвх = 0.1/2 \* 1000 = 50 Ом

H12 = ∆Uвх/∆Uвых = 0.1/0.03 = 3

H21 = ∆Iвых/∆Iвх = 2/2 = 1

H22 = ∆Iвых/∆Uвых = 0/10/1000 = 0

Для схемы с ОЭ:

H11 = ∆Uвх/∆Iвх = 0.01/0.01 \* 1000 = 1000 Ом

H12 = ∆Uвх/∆Uвых = 0.01/0.07 = 0.14

H21 = ∆Iвых/∆Iвх = 0.2/0.2 = 1

H22 = ∆Iвых/∆Uвых = 0.01/10/1000 = 1 мкСм

7.2. По осциллограммам усилителя определить коэффициент усиления усилителя по напряжению, току и мощности.

Формулы нахождения коэффициента усиления:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| По напряжению: | 3_.gif | 4_.gif |
| По току: | 5l.gif | 6l.gif |
| По мощности: | 7_.gif | |

Таким образом:

АV = Uвых/Uвх = 4/1.75 = 2.3

АI = Iвых/Iвх = 4.5/0.17 = 26.5

АP = АV \* АI = 2.3\*26.5 = 61

**Контрольные вопросы:**

1. Устройство плоскостного транзистора.

2. Принцип действия биполярного транзистора

3. Нарисовать схемы включения транзистора с ОБ, ОЭ и ОК для структур p-n-p и n-p-n.

4. Начертить потенциальные диаграммы p-n-p и n-p-n транзисторов в различных режимах их работы.

5. Из каких компонент состоят токи через эмиттерный и коллекторный переходы транзистора?

6. Из каких компонент состоит ток базы?

7. Дать определение коэффициентов инжекции и переноса.

8. Как влияет на работу транзистора неуправляемый ток коллекторного перехода? Какие причины его возникновения?

9. Написать уравнения коллекторного тока для схем ОБ и ОЭ.

10. Нарисовать и объяснить входные и выходные характеристики транзистора для схем ОБ и ОЭ.

11. Показать на входных и выходных характеристиках области, соответствующие режимам: активному, отсечки и насыщения.

12. Какие факторы ограничивают рабочую область выходных характеристик транзистора?

13. Объяснить влияние температуры на статические характеристики БТ в схемах включения с ОБ и ОЭ.

14. Как зависят значения предельных параметров БТ от температуры?

15. Объяснить построение рабочей области выходных характеристик транзистора.

16. Объяснить влияние температуры на рабочую область БТ.

17. Привести систему Н-параметров транзистора, указать наличие каждого параметра и показать их определение по характеристикам.

18. Объяснить принцип работы БТ в усилительном режиме.

19. Система классификации БТ (с градацией по частоте и мощности).

20. Назвать основные типы БТ (с точки зрения мощностей и частот).

**Вывод:**

В ходе выполнения лабораторной работы мы ознакомились с принципом работы биполярного транзистора (БТ). При выполнении работы были исследованы вольтамперные характеристики (ВАХ) биполярного транзистора в схемах включения с общей базой (ОБ) и общим эмиттером (ОЭ). Также были исследованы принципы работы простейшего усилителя на биполярном транзисторе.