**Лабораторная работа №5**

**Исследование параметров нелинейной модели биполярного транзистора**

Цель работы: Изучить принцип действия биполярного транзистора и методы моделирования свойств транзистора как элемента электрической цепи.

1. Подготовка к лабораторной работе:

Изучить литературу [ 1, с 140-148 и 179-182 ].

Биполярный транзистор это электропреобразовательный прибор, содержащий два взаимодействующих n-p перехода. Структура n-p-n транзистора показана на рис. 6.1.



В первом приближении работа транзистора может быть описана следующим образом:

1. Под действием напряжений, приложенных к эмиттерному *u*ЭП и коллекторному и переходам через них протекают токи *i*1, и *i*2 рассчитываемые по “диодным” формулам:



где *I*ЭБК - тепловой ток эмиттерного перехода, при замыкании выводов коллектора и базы (*uКП* =0);

*I*КБК - тепловой ток коллекторного перехода, при замыкании вывода эмиттера и баз (*uЭП* = 0).

Напряжения на переходах считаются положительными, если они прямые. Для n-p-n транзистора:

*uЭП* = *uБЭ* = - *uЭБuКП* = *uБК* = - *uКБ*

(Использование напряжений на переходах позволяет описывать n-p-n и p-n-p транзисторы одинаковыми формулами).

2. Взаимодействие близкорасположенных переходов (WБ<<Ln} приводит к тому, что ток *i*1 с коэффициентом 0,97 - 0,999 передается в коллекторный переход. Таким образом основная часть тока *i*1 протекает через цепь коллектора (*i*1) и только малая часть (1-)*i*1 - через цепь базы. Аналогично ток *i*2 с коэффициентом 1 передается в цепь эмиттера.

Модель транзистора, построенная в соответствии с изложенным выше (классическая модель Эберса-Молла) приведена на рис. 6.2.



В соответствии с выбранными положительными направлениями токов можно записать уравнения Эберса-Молла, соответствующие схеме рис. 6.2,


**(6.3)**

в которых токи *i*1 и *i*2 рассчитываются по формулам (6.1, 6.3).

В реальных транзисторах стремятся улучшить передачу тока от эмиттера к коллектору и поэтому > . Можно показать, что четыре параметра простейшей модели Эберса-Молла связаны между собой соотношением:

IЭБК = I IКБК(6.4)

2. Задание на выполнение лабораторной работы:

2.1. Изменение теплового тока эмиттерного перехода транзистора IЭБК

2.1.1. Собрать схему (рис.6.3).



2.1.2. Изменяя E1 в пределах 0..10 В измерить *uБЭ* и *iЭ*. Результаты измерений занести в таблицу (таб. 6.1).



2.1.3. Построить график ВАХ эмиттерного перехода транзистора *iЭ* =*f*(*uЭБ* ), соответствующий *uКБ* =0.

2.1.4. Определить ток *iЭКБ* из условия, что токи перехода, измеренные и рассчитанные по формуле 6.1 совпадают при *iЭ*=500мкА. Это достигется, если,  где *u'ЭП* - измеренное напряжение *uЭП* при iЭ=500мкА.

2.2. Измерение теплового тока коллекторного перехода транзистора *IКБК*.

Для измерения тока *IКБК* повторить измерения по п.1, поменяв эмиттер и коллектор транзистора местами. Зарисовав самостоятельно новую схему измерений, заполнить таблицу *iк* =*f*(*uкп*). Построить ВАХ коллекторного перехода и рассчитать ток *IКБК*

2.3. Измерение прямых коэффициентов передачи токов  и .

2.3.1. Собрать схему на рис. 6.4.

|  |  |
| --- | --- |
| http://dvo.sut.ru/libr/eqp/007/Image293.gif | http://dvo.sut.ru/libr/eqp/007/tab6-2.gif |

2.3.2. Изменяя E1, установить последовательно *iк* = 1,3,5,7,9 мА и измерить соответствующие значения тока базы *i*б*.*

|  |  |
| --- | --- |
| 2.3.3. Рассчитать *iЭ*=*iК*+*iБ*,  | =f(*iЭ*) |
|   | =f(*iЭ*) |

2.3.4. Построить зависимости



2.4. Измерение инверсных коэффициентов передачи токов I и I.

Для измерения инверсных коэффициентов передачи повторить измерения и расчеты по п.2.3, поменяв местами эмиттер и коллектор транзистора. Зарисовать получившуюся схему измерений. Построить зависимости I,=*f*(*iк* ).

2.5. Проверить, выполняется ли соотношение IЭБК = IКБК

2.6. В указанной преподавателем рабочей точке (*uбэ* и *uкэ* ), пользуясь уравнениями Эберса-Молла, с учетом измеренных значений параметров IЭБК , IКБК   , I рассчитать ток коллектора транзистора *iк* и ток эмиттера *iэ* .

2.7. Проверить расчеты по п.2.6 экспериментально, пользуясь схемами

6.5 (при *uбэ*<0, *uкб* < 0) и рис. 6.6 (при *uбэ* <0, и *uкб* >0).









Результаты расчетов по п.2.6 и измерений по п.2.7 свести в таблицу 6.3.



3. Содержание отчета:

1. Схемы измерений;

2. Таблицы и графики;

3. Результаты расчетов.