**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3**

**«Снятие и анализ характеристик транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером»**

**Цель работы:** Ознакомление с основными параметрами биполярноготранзистора и снятие опытным путем выходной характеристики.

Транзисторы представляют собой полупроводниковые приборы, состоящие из трех областей с чередующимися типами электропроводимости.

По принципу действия транзисторы делятся на биполярные и полевые. Транзистор называют биполярным из-за того, что физические процессы в нем связаны с движением носителей зарядов обоих знаков (свободных дырок и электронов). Устройство биполярного транзистора основано на явлениях взаимодействия двух близко расположенных p-n переходов. Возможны две трехслойные структуры с различным чередованием участков с электронной и дырочной проводимостью, отсюда различают транзисторы двух ти-пов: p-n-p и n-p-n. Структура и условные обозначения этих типов транзисторов приведены на рис 3.1 а, б.



Рис 3.1.

* биполярного транзистора имеется три вывода. В транзисторе p-n-p-типа первый вывод от первой p- области, его называют коллектором (к), второй вывод- от второй p- области называют эмиттером (Э), третий вывод -от n-области называют базой (Б).

Различают четыре режима работы транзистора, из них основным является активный режим работы, в котором переход эмиттер - база включен- в обратном.

При приложении напряжений между коллектором и эмиттером,

* также базой и эмиттером (рис. 3.1 а) потекут токи: базы Iб, эмиттера Iэ, коллектора Iк Эти токи связаны соотношением:

Iэ = Iб +Iк

При работе транзисторов в усилителях необходимо знать зависимости между изменением этих токов ∆I при малых изменениях на ∆Uэб скачком сигнала управления Uэб и Uкб =const.при пренебрежении переходными процессами в транзисторе, можно считать, что все токи транзистора изменяются скачком, т.е. ∆Iэ= ∆Iб+

∆Iк

Для малых значений ∆Uэб цепь с транзистором можно рассматривать как линейную цепь с одним источником напряжения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆Uэб. Для такой цепи ∆ *I* *k* = *α* ⋅ ∆ *I* *Э* , ∆ *I* *K* = |  | *α* |  | ∆ *I* *Б* = *β* ⋅ ∆*IБ* , |
| *α* −1 |
|  |  |
| где |  |  |  |  | *α* = | *dI К* |  |  | *U КБ* = *const* | ≈ | ∆*IК* |  |  | *U КБ* =*const* - |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | *dI Э* |  | ∆*IЭ* |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера; |  |  |
| *β* = | *dI К* |  |  | ≈ | ∆*I* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *Uк*= *const* | *К* |  | *U К* =*const* | , | дифференциальный |
| *dI Б* |  | ∆*I* | *Б* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

коэффициент передачи тока базы α = 0,98/0,99, β = 50/100. Коэффициент α и β являются параметрами плоскостных биполярных транзисторов.

Заметим, что при высоких частотах вышесказанное допущение несправедливо и поэтому выражения для коэффициентов α и β также неверны.

Связь между токами в транзисторе и приложенными напряжениями выражается вольт- амперными входными и выходными характеристиками. Вид характеристик транзистора

зависит от схемы его включения. Различают три основных способа включения транзисторов в схему в зависимости от того, какой из этих электродов является общим для входной и выходной цепей транзистора: схема с общим эмиттером, схема с общей базой и схема

* общим коллектором (рис. 3.2). В данной работе исследуется схема транзистора с общим эмиттером (рис. 3.2а).



Рис. 3.2

Схема включения транзисторов: а – с общим эмиттером, б – с общей базой, в – с общим коллектором.

Для графического расчета усилительных устройств на транзисторах необходимы семейства их вольт-амперных характеристик. На рисунке 3.3. приведены такие свойства вольт - амперных характеристик для триода, включенного по схеме с общим эмиттером. Первое семейство характеристик - зависимость между током и напряжением во входной цепи транзистора Iб=f1(Uбэ), которую называют входной или базовой характеристикой транзистора (рис. 3.3. а). Второе семейство характеристик -

зависимость тока коллектора от напряжения между коллектором и эмиттером при фиксированных значениях тока базы. Iк=f2(Uкэ)Iб=const,которую называют семейством выходных или коллекторных характеристик транзистора, (рис. 3.3 6).



Рис 3.3. Волтамперные характеристики транзисторов: *а* – входные, *б* - выходные

Как видно на рисунке 3.3. а, входная характеристика практически не зависит от напряжения Uкэ. Выходные ха-рактеристики (рис. 3.3. б) приблизительно равноудалены друг от друга и почти прямолинейны в широком диапазоне изменения напряжения Uкэ. Таким образом, электрическое состояние транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, характеризуется четырьмя величинами Iб, Uбэ, Iк, Uкэ. Обычно независимыми величинами берут Iб, Uкэ. Тогда Uбэ=f1(Iб,Uкэ). и Iк=f2(Uкэ).

Для расчета и анализа устройств с биполярными транзисторами используют так называемые h-параметры транзистора, включенного с

общим эмиттером. В пределах линейной части характеристик эти h-параметры могут быть найдены по соответствующим приращениям токов и напряжений:

h11э=∆Uбэ/∆Iб при Uкэ=const (∆Uкэ=0)

h12э=∆Uбэ/∆Uкэ при Iб=const (∆Iб=0)

h21э=∆Iк/∆Iб при Uкэ=const (∆Uкэ=0)

h22э=∆Iк/∆Uкэ при Iб=const (∆Iб=0)

Параметр h11э представляет собой входное сопротивление биполярного транзистора. Параметр h12э - безразмерный коэффициент внутренней обратной связи по напряжению (h12э= 0,002-0,0002). Параметр h12э безразмерный коэффициент передачи тока. Параметр h22э - характеризует выходную проводимость транзистора при постоянном токе базы. h - параметры транзистора позволяют достаточно просто создать схему замещения транзистора, в которой*.-*присутствуют только резисторы и управляемый источник тока

(рис. 3.4)



Рис. 3.4.

h - параметры необходимо находить по семейству соответствующих характеристик вблизи рабочей точки.

**Характеристики транзистора**

**Задание**

Снять экспериментально и построить графики семейств выходных характеристик транзистора.

**Порядок выполнения эксперимента**

* Соберите цепь согласно схеме (рис.3.5.). Потенциометр 1 кОм используется для регулирования тока базы, резисторы 100 и

47 кОм - для ограничения максимального тока базы. Измерение тока базы Iб и напряжения Uбэ производятся мультиметрами на пределах 200 *µA* и 2 В соответственно. Регулирование напряжения Uкэ осуществляется регулятором источника постоянного напряжения, ток коллектора Iк и напряжение Uкэ измеряются виртуальными приборами (пределы измерения коллектора изменяются в ходе работы по мере необходимости.)



Рис. 3.5

•

* Изменяя ток базы Iб, снимите зависимости Iк(Uкэ). Повторите эти измерения при каждом измененииIб. Занесите данные в таблицу 3.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 3.1. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| № |  |  |  | Номер опыта |  |  |  |  |  |
|  | № | 1 | 2 |  | 3 | 4 | 5 | 6 |  | 7 |  |
| 1 | Iк, мА |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб=0 |  |
|  | Uкэ, В |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Iк, мА |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
|  | Uкэ, В |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
| 3 | Iк, мА |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
|  | Uкэ, В |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
| 4 | Iк, мА |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
|  | Uкэ, В |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
| 5 | Iк, мА |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |
|  | Uкэ, В |  |  |  |  |  |  |  |  | Iб= |  |

* На рис. 3.6 постройте график семейства выходных характеристик Iк(Uкэ), не забыв указать какому току базы соответствует кривая.



Рис 3.6.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия биполярного транзистора.
2. Какие параметры биполярных транзисторов Вы знаете?
3. Какие основные схемы включения биполярных транзисторов существуют?
4. Существует ли связь между коэффициентами α и β биполярного транзистора?
5. Почему рабочую точку выбирают в средине линейного участка переходной характеристики транзистора?
6. Где на практике применяются биполярные транзисторы?