

### Тема: Биполярные транзисторы.

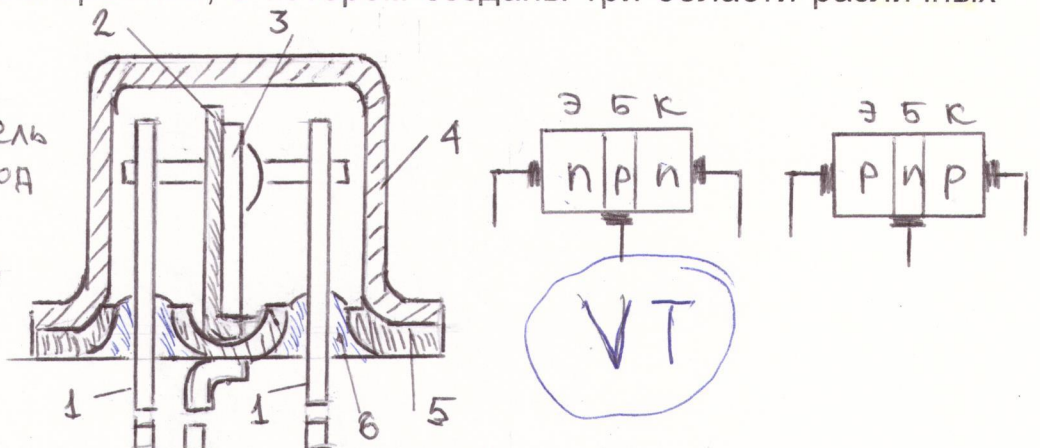
1. Биполярные транзисторы, их устройство и принцип работы.
2. Схема включения транзисторов.

1. Транзистором называется электро преобразовательный п/проводниковый прибор с ~~одним или~~ несколькими эл.переходами, пригодный для усиления мощности и имеющий три или более выходов.

Наиболее распространённые транзисторы имеющие два р-п-перехода. В них используются заряды носителей обеих полярностей они называются – б и п о л я р н ы м и.

Основным элементом плоскостного биполярного транзистора является кристалл германия или кремния, в котором созданы три области различной проводимостей.

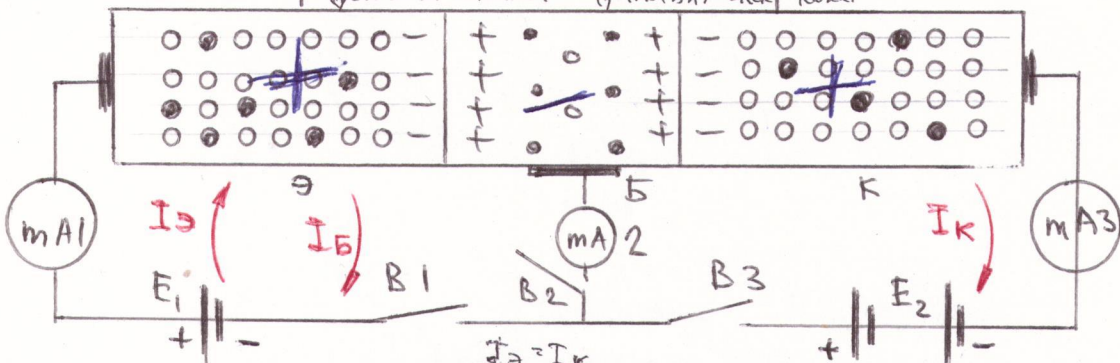
- 1 ВНЕШН. ВЫВОДЫ
- 2 КРИСТАЛЛОДЕРЖАТЕЛЬ
- 3 КРИСТАЛ-ПОЛУПРОВОД
- 4 КОРПУС
- 5 КОВАРОВЫЙ ФЛАНЕЦ
- 6 СТЕКЛЯННЫЙ ИЗОЛЯТОР



Две крайние области всегда однотипной проводимости, средняя противоположной. На рис. а) транзистор типа n-p-n на рис. б) транзистор типа p-n-p.

Средняя область транзистора называется базой (Б), одна крайняя эмиттером (Э) другая коллектором (К). К каждой из областей припаяны выходы для включения в схему. Один из р-п-переходов между эмиттером и базой эмиттерный, другой м/д коллектором и базой коллекторный. Расстояние м/д ними несколько микрометров, а следовательно область базы очень тонкий слой. Концентрация примесей в базе незначительна—во много раз меньше эмиттера, это и есть важнейшее условие работы тр-ра.

Р-р-р-тип-эл.базы П      Р-р-р-тип-эл.базы П



Транзистор представляет собой два п/проводниковых диода имеющих одну общую область – базу, причём эмиттерному переходу приложено напряжение  $E_1$ , в прямом (пропускном) направлении, а к коллекторному пе

переходу  $E_2$  в обратном направлении. Обычно  $E_2 \gg E_1$ . При замыкании ключей В1 и В2 через эмиттерный переход пройдёт ток, создаваемый основными носителями заряда: дырок эмиттера (светлые кружки, а электроны тёмные) и электронов базы. Путь тока:  $+E_1$  mA1, эмиттер, база, mA2, ключи В2 и В1,  $-E_2$ .

Если ключ В1 разомкнуть, а ключи В2 и В3 замкнуть, то в цепи пойдёт незначительный обратный ток, вызываемый движением неосновных носителей заряда—дырок базы и электронов коллектора. Путь тока:  $+E_2$ , ключи В3 и В2, mA2, база, коллектор, mA3,  $-E_2$ .

При замыкании трёх ключей так как к участку эмиттер -- база приложено напряжение в прямом направлении, сопротивление эмиттерного р-п-перехода уменьшается и через него проходит прямой ток, обусловленный перемещением дырок из эмиттера в базу и электронов из базы в эмиттер. Если бы концентрация дырок в эмиттере а электронов в базе была одинаковой, то прямой ток создавался перемещением одинакового числа дырок и электронов в противоположных направлениях. Но в тр-рах носителей заряда в базе значительно меньше чем в эмиттере, поэтому кол-во дырок проходящих в базу во много раз превышает кол-во электронов движущихся в противоположном направлении. Следовательно весь ток через переход обусловлен дырками.

Дырки попав в базу в которой они не основные носители заряда, начинают рекомбинировать с электронами. Рекомбинация процесс не быстрый поэтому почти все дырки проходят через слой базы и достигают коллекторного р-п-перехода. Подойдя к коллектору дырки начинают испытывать действие эл.поля, созданного источником  $E_2$ . Это поле ускоряющее для дырок и они быстро втягиваются из базы в коллектор и участвуют в создании тока коллектора. Цепь коллекторного тока:  $+E_2$ , ключи В3 и В1, mA1, эмиттер база, коллектор, mA3,  $-E_2$ . Ввиду малой рекомбинации дырок в области базы ток коллектора примерно равен току эмиттера  $I_K = I_E$ .

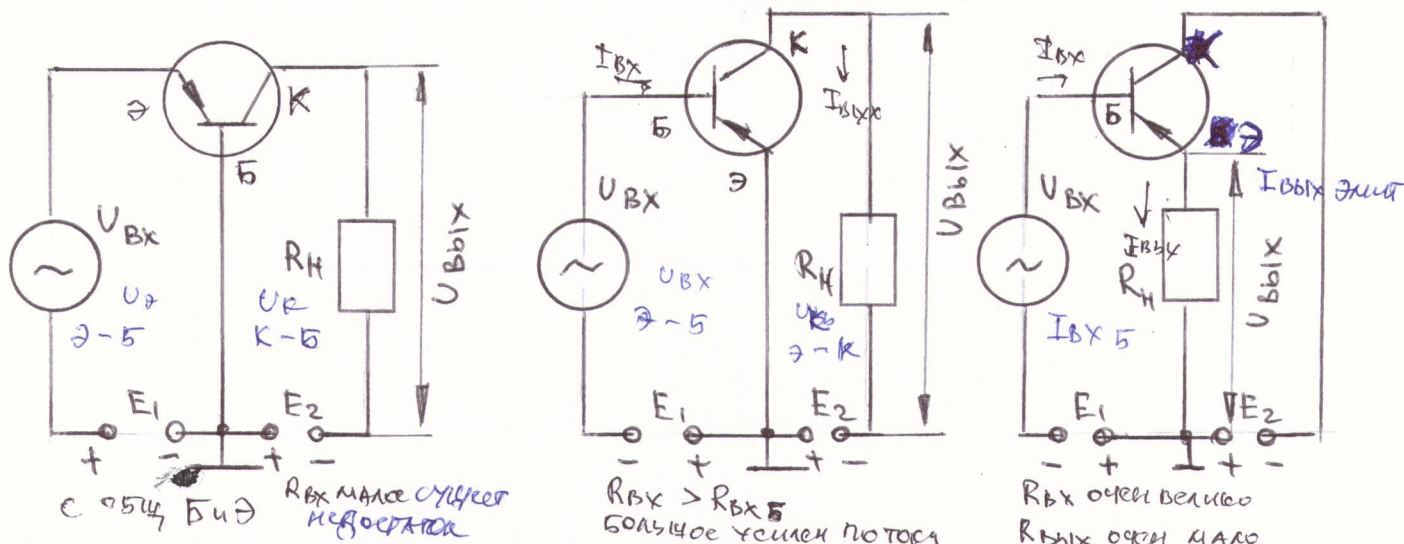
Те дырки, которые рекомбинируют в области базы с электронами, участвуют в создании тока базы  $I_B$ , проходящего в цепи:  $+E_1$ , mA1, эмиттер, база, mA2, ключи В2 и В1,  $-E_1$ . Следовательно ток базы равен разности токов эмиттера и коллектора:  $I_B = I_E - I_K$ .

Принцип действия транзисторов п—р—п не отличается от рассмотренного выше, только в область базы вводятся электроны.

2. Схема включения биполярного транзистора. Транзистор может быть включён в усилительный каскад тремя способами: по схеме с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Это указывает какой из электродов тр-ра является общим для его входной и выходной цепей.

В схеме с о б щ е й б а з о й входной сигнал прикладывается к выводам эмиттера и базы, а источник питания коллектора и сопротивление нагрузки включены между выводами коллектора и базы. Усилительный каскад по схеме с общей базой, обладает малым входным сопротивлением (един. Ом)

и большим выходным (сотни килом). Низкое входное сопротивление существенный недостаток.



С общим эмиттером входной сигнал также прикладывается к выводам эмиттера и базы, а источник питания коллектора последовательно соединенное с ним нагрузочное сопротивление включены между выводами эмиттера и коллектора. Таким образом, эмиттер является общим электродом для входной и выходной цепей. Основная особенность схемы является то, что входным током в ней является не ток эмиттера  $I_{\text{Э}}$ , а малый по величине ток базы  $I_{\text{Б}}$ . Поэтому входное сопротивление каскада с общим эмиттером значительно выше сопротивления в схеме с общей базой и составляет сотни ом. Выходное сопротивление сх. с общим эмиттером порядка дес. килоом.

Важнейшим достоинством схемы с общим эмиттером является большое усиление по току. Коэффициент усиления по току равен приращению тока коллектора к приращению тока базы

$$K_I = \Delta I_K / \Delta I_B$$

В схеме с общим коллектором выходным током, как и в схеме с общим эмиттером, является ток базы, а выходным током, протекающим по сопротивлению нагрузки, -- ток эмиттера. Поэтому коэффициент усиления по току для этой схемы:

$$K_I = \Delta I_{\text{Э}} / \Delta I_{\text{Б}} = \Delta I_{\text{Э}} / \Delta I_{\text{Э}} - \Delta I_K = 1 / 1 - \alpha$$

Входное сопротивление схемы с общим коллектором очень велико (порядка десятков и сотен килом), а выходное, наоборот, мало лишь десятки или сотни ом. Поэтому каскад с общим коллектором имеет коэффициент усиления по напряжению меньше единицы, а усиление по мощности несколько меньше коэффициента усиления по току.