

Тема: Биполярные транзисторы.

1. Биполярные транзисторы, их устройство и принцип работы.

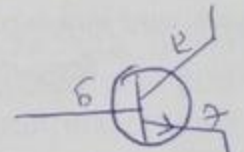
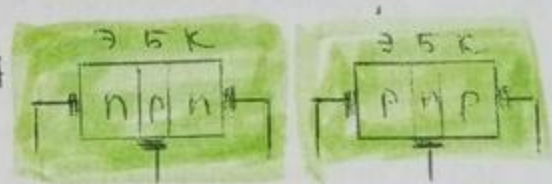
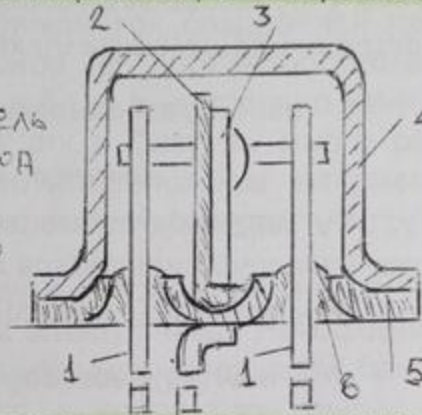
✗ Схема включения транзисторов.

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

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

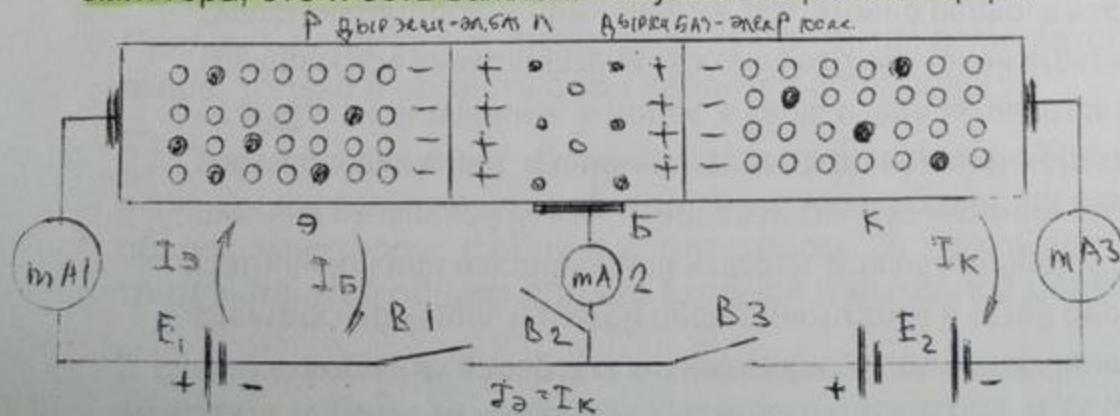
Основным элементом плоскостного биполярного транзистора является кристалл германия или кремния, в котором созданы три области различной проводимостей.

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



Две крайние области всегда одностипной проводимости, средняя противоположной. На рис. а) транзистор типа п-р-п на рис. б) транзистор типа р-п-р.

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.



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 пройдет ток, создаваемый основными носителями заряда: дырок эмиттера (светлые кружки, а электроны темные) и электронов базы. Путь тока: $+E_1$ тА1, эмиттер, база, тА2, ключи В2 и В1, $-E_2$.

Если ключ В1 разомкнуть, а ключи В2 и В3 замкнуть, то в цепи пойдет незначительный обратный ток, вызываемый движением неосновных носителей заряда—дырок базы и электронов коллектора. Путь тока: $+E_2$, ключи В3 и В2, тА2, база, коллектор, тА3, $-E_2$.

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, тА1, эмиттер база, коллектор, тА3, $-E_2$. Ввиду малой рекомбинации дырок в области базы ток коллектора примерно равен току эмиттера $I_k = I_э$.

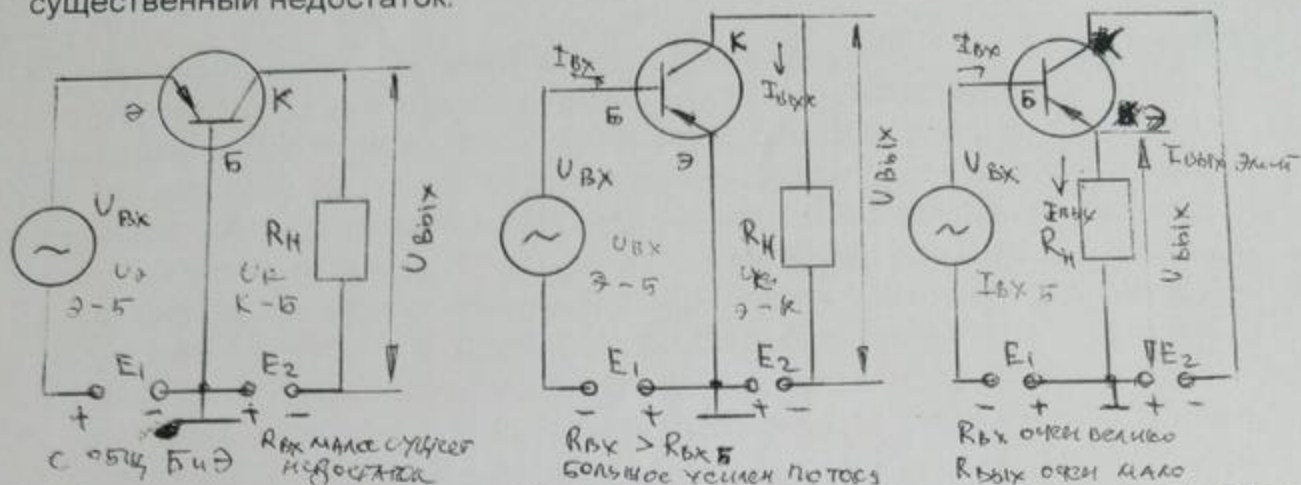
Те дырки, которые рекомбинируют в области базы с электронами, участвуют в создании тока базы $I_б$, проходящего в цепи: $+E_1$, тА1, эмиттер, база, тА2, ключи В2 и В1, $-E_1$. Следовательно ток базы равен разности токов эмиттера и коллектора: $I_б = I_э - I_k$.

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 $I_э$, а малый по величине ток базы $I_б$. 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 входным 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:

$$K_I = \Delta I_э / \Delta I_б = \Delta I_э / \Delta I_э - \Delta I_к = 1 / 1 - \alpha$$

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.