



STUDIES OF THE CHARACTERISTICS OF BIPOLAR TRANSISTORS

Akhmedov Alimjon Mahmudovich

"Andijan Machine-Building Institute", Andijan, Republic of Uzbekistan

Tel. (+998) 88-234-1952

Annotation

The article explores the possibility of using transistors in integrated circuits and rectifier systems. An optimal power converter topology is proposed that fully utilizes the functionality of transistors. The proposed transistor solution provides DC amplification with lower losses and will play a significant role in improving cost efficiency and reliability in low to medium range power rectifier systems.

Keywords: Bipolar transistor, emitter-base (EB), base-collector (BC), n-p-n and p-n-p transistors, lightly doped semiconductor, low control current, collector current amplification, Saturation.

Исследования характеристик биполярных транзисторов.

Ахмедов Алимжон Махмудович

«Андижанский машиностроительный институт», г. Андижан Республика

Узбекистан Тел. (+998) 88-234-1952

Аннотация:

В статье исследуется возможность применения транзисторов в интегральных схемах и выпрямительных системах. Предлагается оптимальная топология преобразователя мощности, полностью использующая функциональные возможности транзисторов. Предлагаемое решение применения транзисторов дает усиления постоянного тока при меньших потерях, и будет играть значительную роль в повышении рентабельности и надежности в системах выпрямителей мощности низкого и среднего диапазона.

Ключевые слова:

Биполярный транзистор, эмиттер-база (ЭБ), база-коллектор (БК), n-p-n и p-n-p транзисторы, слабо легированный полупроводник, слабый управляющий ток, усиления тока коллектора, насыщение.

Транзистор — электронный полупроводниковый прибор, в котором ток в цепи двух электродов управляется третьим электродом. В чем же отличие между полевыми и биполярными транзисторами? Ответ заложен в самих их





названиях. В биполярном транзисторе в переносе заряда участвуют и электроны, и дырки. А в полевом (он же униполярный) — или электроны, или дырки. Также эти типы транзисторов разнятся по областям применения. Биполярные используются в основном в аналоговой технике, а полевые — в цифровой. **Основная область применения любых транзисторов** — усиление слабого сигнала за счет дополнительного источника питания.

Биполярный транзистор состоит из трех областей: эмиттера, базы и коллектора, на каждую из которых подается напряжение. В зависимости от типа проводимости этих областей, выделяют n-p-n и p-n-p транзисторы. Обычно область коллектора шире, чем эмиттера. Базу изготавливают из слабо легированного полупроводника (из-за чего она имеет большое сопротивление) и делают очень тонкой. Поскольку площадь контакта эмиттер-база получается значительно меньше площади контакта база-коллектор, то поменять эмиттер и коллектор местами с помощью смены полярности подключения нельзя. Таким образом, транзистор относится к несимметричным устройствам. Она заключаются в следующем: между эмиттером и коллектором течет сильный ток (**ток коллектора**), а между эмиттером и базой — слабый управляющий ток (**ток базы**). Ток коллектора будет меняться в зависимости от изменения тока базы.

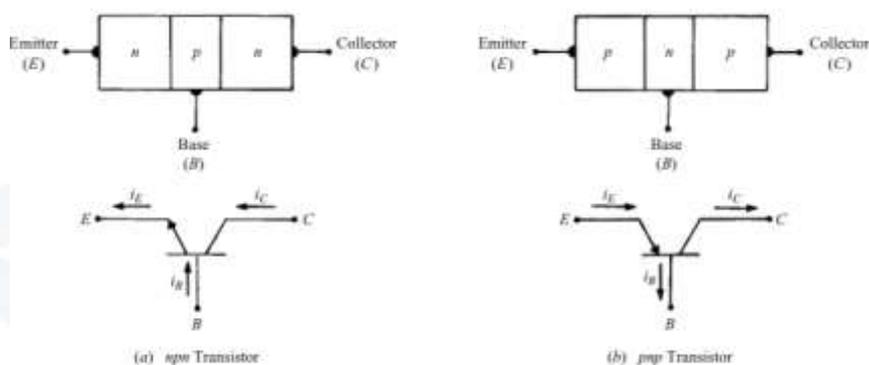


рис. 1.

Рассмотрим p-n переходы транзистора. Их два: эмиттер-база (ЭБ) и база-коллектор (БК). В активном режиме работы транзистора первый из них подключается с прямым, а второй — с обратным смещениями. Что же при этом происходит на p-n переходах? Для большей определенности будем рассматривать n-p-n транзистор. Для p-n-p все аналогично, только слово «электроны» нужно заменить на «дырки». Поскольку переход ЭБ открыт, то электроны легко «перебегают» в базу. Там они частично рекомбинируют с



дырками, но большая их часть из-за малой толщины базы и ее слабой легированности успевают добежать до перехода база-коллектор, который, как мы помним, включен с обратным смещением. А поскольку в базе электроны — неосновные носители заряда, то электрическое поле перехода помогает им преодолеть его. Таким образом, ток коллектора получается лишь немного меньше тока эмиттера. Если увеличить ток базы, то переход ЭБ откроется сильнее, и между эмиттером и коллектором сможет проскочить больше электронов. А поскольку ток коллектора изначально больше тока базы, то это изменение будет весьма и весьма заметно. Таким образом, **произойдет усиление слабого сигнала, поступившего на базу. Первый фактор:** сильное изменение тока коллектора является пропорциональным отражением слабого изменения тока базы. Коллекторный ток транзистора в нормальном активном режиме работы транзистора больше тока базы в определенное число раз. Это число называется **коэффициентом усиления по току** и является одним из основных параметров транзистора. Если транзистор включается без нагрузки на коллектор, то при постоянном напряжении коллектор-эмиттер отношение тока коллектора к току базы даст **статический коэффициент усиления по току**. Он может равняться десяткам или сотням единиц, но стоит учитывать тот факт, что в реальных схемах этот коэффициент меньше из-за того, что при включении нагрузки ток коллектора закономерно уменьшается.

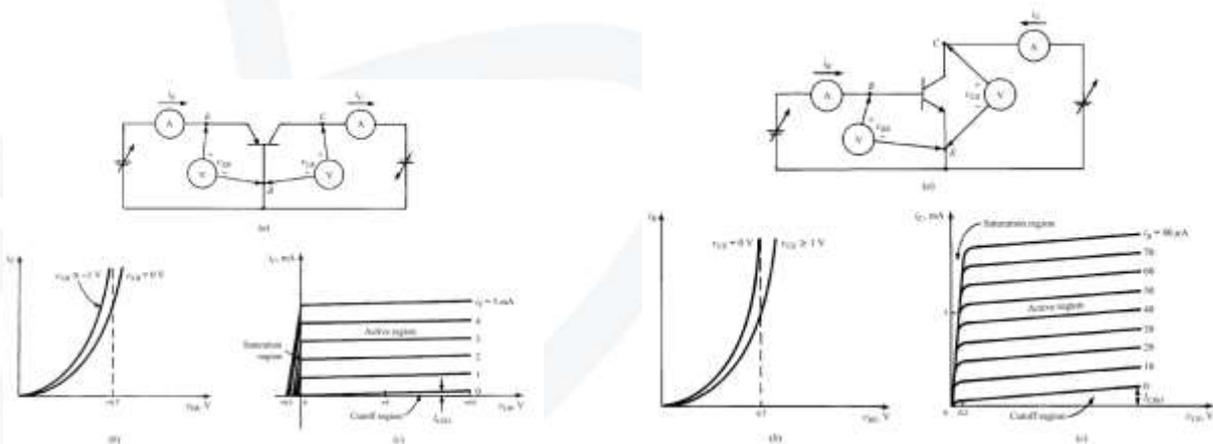


рис. 2.

- 1-Характеристики общей базой (p-n-p, Si-устройство)
- 2-Характеристики с общим эмиттером (npn, Si устройство)

Вторым немаловажным параметром является **входное сопротивление транзистора**. Согласно закону Ома, оно представляет собой отношение



напряжения между базой и эмиттером к управляющему току базы. Чем напряжения больше, тем меньше ток базы и тем выше коэффициент усиления. Третий параметр биполярного транзистора — **коэффициент усиления по напряжению**. Он равен отношению амплитудных или действующих значений выходного (эмиттер-коллектор) и входного (база-эмиттер) переменных напряжений. Поскольку первая величина обычно очень большая (единицы и десятки вольт), а вторая — очень маленькая (десятые доли вольт), то этот коэффициент может достигать десятков тысяч единиц. Стоит отметить, что каждый управляющий сигнал базы имеет свой коэффициент усиления по напряжению.

Также транзисторы имеют **частотную характеристику**, которая характеризует способность транзистора усиливать сигнал, частота которого приближается к граничной частоте усиления. Дело в том, что с увеличением частоты входного сигнала коэффициент усиления снижается. Это происходит из-за того, что время протекания основных физических процессов (время перемещения носителей от эмиттера к коллектору, заряд и разряд барьерных емкостных переходов) становится соизмеримым с периодом изменения входного сигнала. Т.е. транзистор просто не успевает реагировать на изменения входного сигнала и в какой-то момент просто перестает его усиливать. Частота, на которой это происходит, и называется **граничной**.

Общая форма описания спецификации транзистора выглядит следующим образом: Q ... n1 n2 n3 названия модели. Узлы n1; n2 и n3 относятся к коллектору, базе и эмиттеру соответственно. Название модели является произвольный выбор буквенных и цифровых символов для однозначной идентификации модели. Положительный ток и направления напряжения для транзисторов pnp и npn поясняются рис. 3.

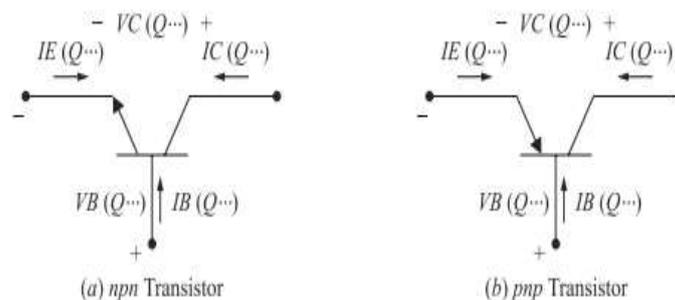


рис. 3.

Все значения параметров вводятся с положительными значениями независимо от того, является ли транзистор pnp или npn.



Заклучение: Насыщение означает работу кремниевых устройств, при которой протекает максимальный ток коллектора, а транзистор действует как замкнутый переключатель от коллектора к эмиттеру. Для усиления тока или напряжения в схемах постоянного тока целесообразно использования транзисторов.

Примененная литература

1. Theory and problems of electronic devices and circuits schaum's outline series, mcgraw-hill jimie j. cathey, ph.d.professor of electrical engineering university of kentucky/
2. Mike Peng Li. Jitter,Noise and signal integrity at high speed. © IEEE 2008
3. Ахмедов А. «Андижанский машиностроительный институт», View of Voltage drops studies for the operation of the microprocessor and microcircuit Чех. Прага 2022.03 Website:Preerianjournal.com.

