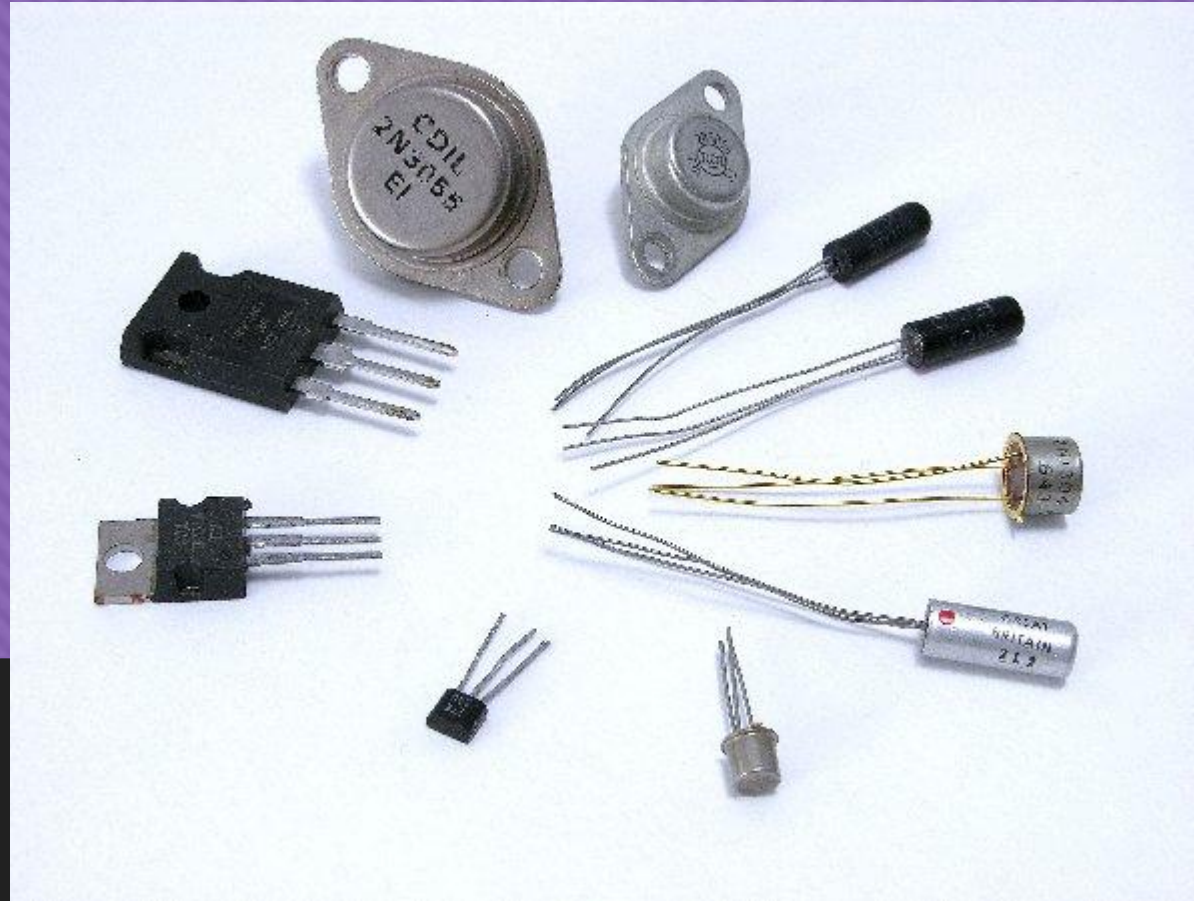


Полупроводниковые транзисторы (триоды)



Введение

- Полупроводниковый транзистор представляет собой электронный прибор, состоящий из двух электронно-дырочных переходов. Основным элементом транзистора является кристалл германия или кремния, в котором с помощью соответствующих примесей созданы три области (слоя) с различными типами проводимости.
- Он состоит из двух p-n переходов и бывает двух видов проводимости: p-n-p и n-p-n. (иногда их еще называют прямой и обратный). Выводы транзистора называют "база", "коллектор" и "эмиттер".

Принцип работы

Основная функция транзистора- это усиление сигнала.

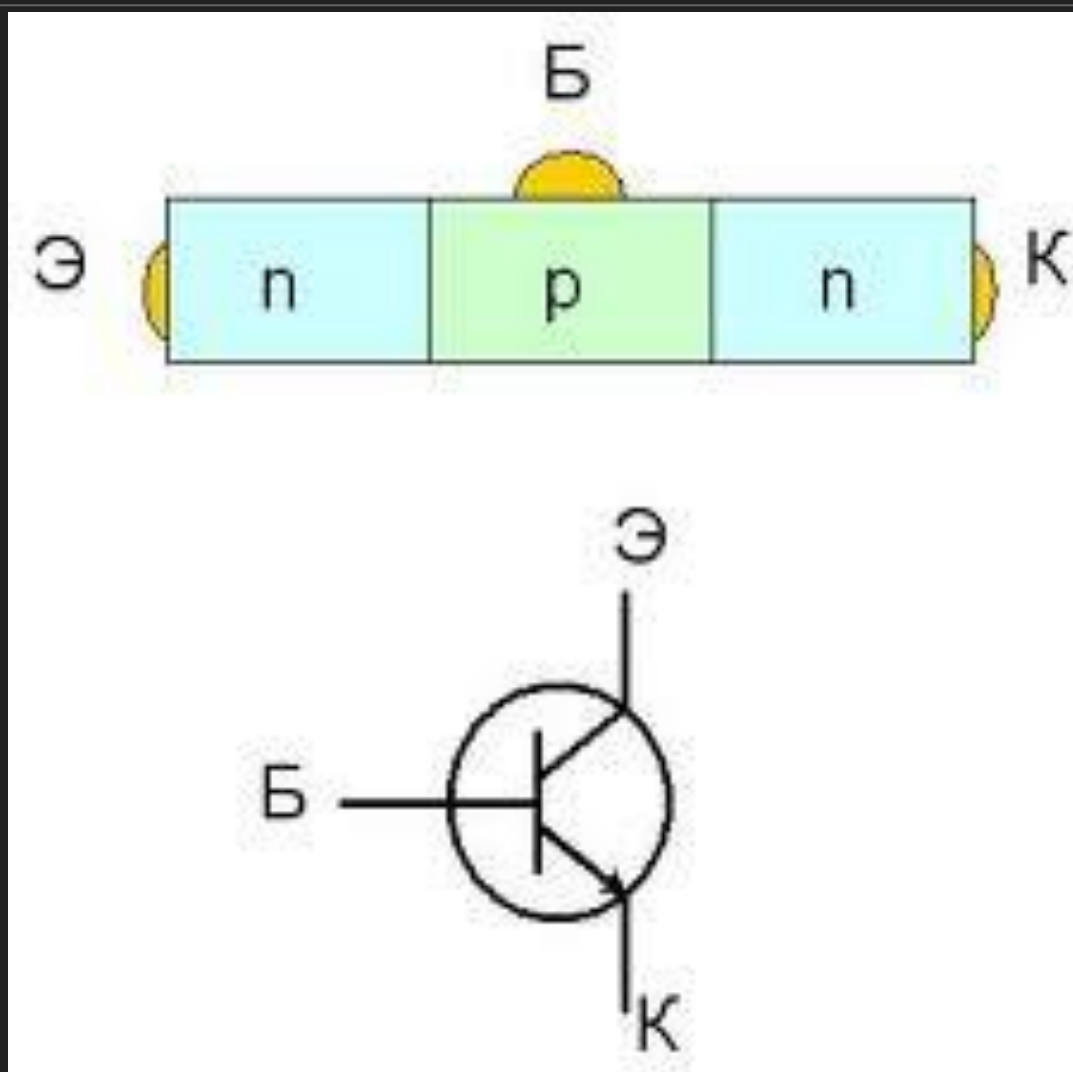
Если на базу транзистора подать напряжение, то транзистор начнет открываться (от полностью закрытого состояния ($U_{\text{базы}} = 0V$) до полностью открытого (этот момент называют напряжение насыщения)).

Между коллектором и эмиттером течет сильный ток, он называется коллекторный ток (I_k), между базой и эмиттером - слабый управляющий ток базы (I_b).

Величина коллекторного тока зависит от величины тока базы. Причем, коллекторный ток всегда больше тока базы в определенное количество раз. Эта величина называется коэффициент усиления по току, обозначается $h_{21э}$. У различных типов транзисторов это значение колеблется от единиц до сотен раз.

коэффициент усиления по току - это отношение коллекторного тока к току базы:

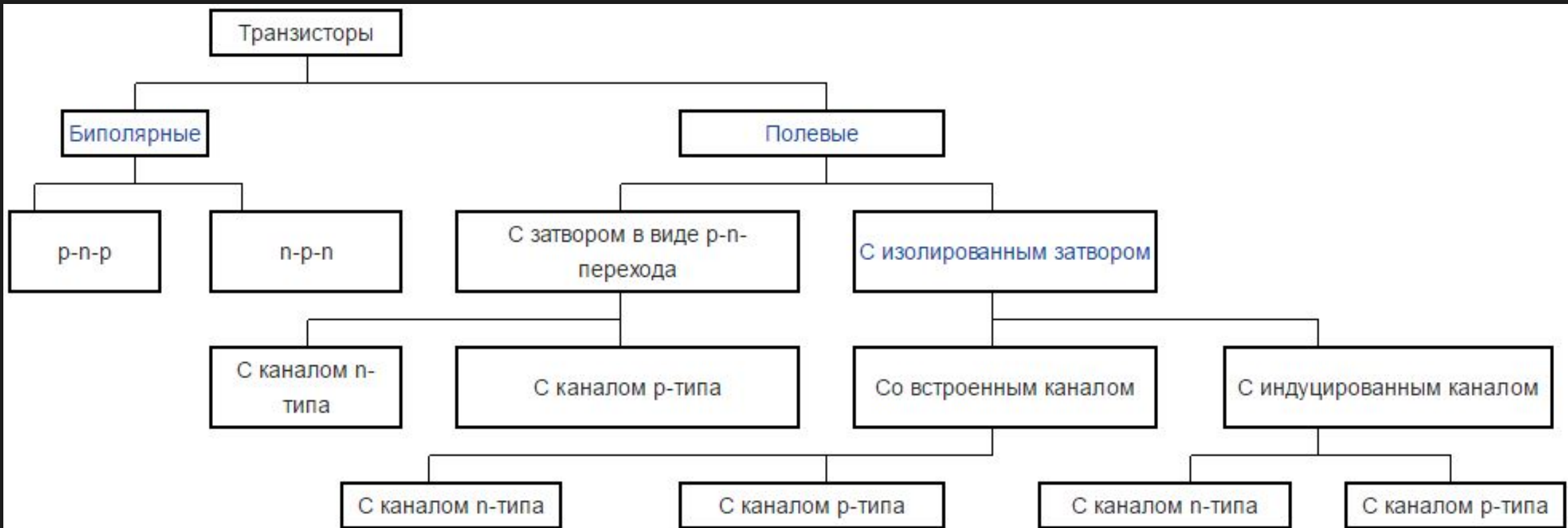
$$h_{21э} = I_k / I_b$$



Разновидности транзисторов

- Биполярные – транзисторы в которых носителями зарядов могут быть как электроны, так и «дырки». Ток может течь, как в сторону эмиттера, так и в сторону коллектора. Для управления потоком применяются определённые токи управления.
- Полевые транзисторы – распространённые устройства в которых управление электрическим потоком происходит посредством электрического поля. То есть когда образуется большее поле – больше электронов захватываются им и не могут передать заряды дальше. То есть это своеобразный вентиль, который может менять количество передаваемого заряда (если полевой транзистор с управляемым р—n—переходом). Отличительной особенностью данных транзисторов являются высокое входное напряжение и высокий коэффициент усиления по напряжению.
- Комбинированные – транзисторы с совмещёнными резисторами, либо другими транзисторами в одном корпусе. Служат для различных целей, но в основном для повышения коэффициента усиления по току.

По структуре



Подтипы

- Био-транзисторы – основаны на биологических полимерах, которые можно использовать в медицине, биотехнике без вреда для живых организмов. Проводились исследования на основе металлопротеинов, хлорофилла А (полученного из шпината), вируса табачной мозаики.
- Одноэлектронные транзисторы – впервые были созданы российскими учёными в 1996 году. Могли работать при комнатной температуре в отличие от предшественников. Принцип работы схож с полевым транзистором, но более тонкий. Передатчиком сигнала является один или несколько электронов. Данный транзистор также называют нано- и квантовый транзистор. С помощью данной технологии, в будущем рассчитывают создавать транзисторы с размером меньше 10 нм, на основе графена.

Преимущества

Основные преимущества, которые позволили транзисторам заменить своих предшественников (вакуумные лампы) в большинстве электронных устройств:

- малые размеры и небольшой вес, что способствует развитию миниатюрных электронных устройств;
- высокая степень автоматизации производственных процессов, что ведёт к снижению удельной стоимости;
- низкие рабочие напряжения, что позволяет использовать транзисторы в небольших, с питанием от батареек, электронных устройствах;
- не требуется дополнительного времени на разогрев катода после включения устройства;
- уменьшение рассеиваемой мощности, что способствует повышению энергоэффективности прибора в целом;
- высокая надёжность и большая физическая прочность;
- очень продолжительный срок службы — некоторые транзисторные устройства находились в эксплуатации более 50 лет;
- возможность сочетания с дополнительными устройствами, что облегчает разработку дополнительных схем, что не представляется возможным с вакуумными лампами;
- стойкость к механическим ударам и вибрации, что позволяет избежать проблем при использовании в микрофонах и в аудиоустройствах.

Недостатки (ограничения)

- кремниевые транзисторы обычно не работают при напряжениях выше 1 кВ (вакуумные лампы могут работать с напряжениями на порядки больше 1 кВ). При коммутации цепей с напряжением свыше 1 кВ как правило используются IGBT транзисторы;
- применение транзисторов в мощных радиовещательных и СВЧ передатчиках нередко оказывается технически и экономически нецелесообразным: требуется параллельное включение и согласование многих сравнительно маломощных усилителей. Мощные и сверхмощные генераторные лампы с воздушным или водяным охлаждением анода, а также магнетроны, клистроны, лампы бегущей волны (ЛБВ) обеспечивают лучшее сочетание высоких частот, мощностей и приемлемой стоимости.
- кремниевые транзисторы гораздо более уязвимы, чем вакуумные лампы к действию электромагнитного импульса, в том числе и одного из поражающих факторов высотного ядерного взрыва;
- чувствительность к радиации и космическим лучам (созданы специальные радиационно-стойкие микросхемы для электронных устройств космических аппаратов);

Сравнение с электронными лампами

- До разработки транзисторов, вакуумные (электронные) лампы (или просто «лампы») были главными активными компонентами в электронном оборудовании. По принципу работы наиболее родственен электронной лампе полевой транзистор. Многие схемы, разработанные для ламп стали применяться и для транзисторов (эти схемы даже получили некоторое развитие, поскольку электронные лампы имеют фактически только один тип проводимости — электронный, транзисторы же могут иметь как электронный, так и дырочный тип проводимости (эквивалент виртуальной «позитронной лампы»)), что привело к широкому использованию комплементарных схем (КМОП); некоторые формулы, описывающие работу ламп, применяются для описания работы полевых транзисторов.

Составные транзисторы (относятся к биполярным)

- Транзисторы со встроенными резисторами (Resistor-equipped transistors (RETs)) — биполярные транзисторы со встроенными в один корпус резисторами.
- Транзистор Дарлингтона, пара Шиклаи — комбинация двух биполярных транзисторов, работающая как биполярный транзистор с высоким коэффициентом усиления по току:
 1. на транзисторах одной структуры
 2. на транзисторах разной структуры
- Лямбда-диод — двухполюсник, сочетание из двух полевых транзисторов, имеющая, как и туннельный диод, значительный участок с отрицательным сопротивлением.
- Биполярный транзистор, управляемый полевым транзистором с изолированным затвором (IGBT) — силовой электронный прибор, предназначенный в основном, для управления электрическими приводами

По мощности

По рассеиваемой в виде тепла мощности различают:

- маломощные транзисторы до 100 мВт
- транзисторы средней мощности от 0,1 до 1 Вт
- мощные транзисторы (больше 1 Вт).

По исполнению

- дискретные транзисторы:
 1. Корпусные (для свободного монтажа, для установки на радиатор, для автоматизированных систем пайки)
 2. Бескорпусные
- транзисторы в составе интегральных схем.

По материалу и конструкции корпуса

- металлостеклянный
- металлокерамический
- пластмассовый

Прочие типы

- Одноэлектронные транзисторы содержат квантовую точку (т. н. «остров») между двумя туннельными переходами. Ток туннелирования управляется напряжением на затворе, связанном с ним ёмкостной связью [6]
- Биотранзистор

Заключение

- В заключение необходимо сказать, что полупроводниковые приборы не просто конкурируют с электровакуумными в радиоаппаратуре. Полупроводниковая техника открыла совершенно новые возможности и пути в области микроминиатюризации и повышения надежности радиоэлектронных устройств, выполняющих очень сложные задачи.
- Все достижения микроэлектроники были бы практически невозможны без изобретения и использования транзисторов. Трудно представить хоть один электронный прибор без хотя бы одного транзистора.

