

## Транзистори

Наименованието „транзистор“ е въведено от Джон Пиърс, който е съкратил думите **трансферен резистор**. Относно изобретяването на първия [транзистор](#) нещата са малко спорни и са свързани с определението за транзистор – полупроводников триод с три извода, при който входния сигнал управлява тока в електрическата верига. Транзисторът е активен електронен елемент, осъществяващ усилване, превключване и преобразуване на електрически сигнали. Тъй като през годините различни учени по един или друг начин са се доближавали в експериментите си до устройство с подобни характеристики, не може категорично да се приеме кой е измислил съвременния транзистор. Това, което е сигурно е, че в лабораториите на Bell (Bell labs) Уилям Шотки, Уолтър Братейн и Джон Бардин създават първия биполярен транзистор през 1947г. През 1956г. те получават Нобелова награда за физика за изследванията си с полупроводници и „откриването“ на транзистора. Транзисторът се състои от 3 последователно съединени зони с различен преход PNP и NPN.



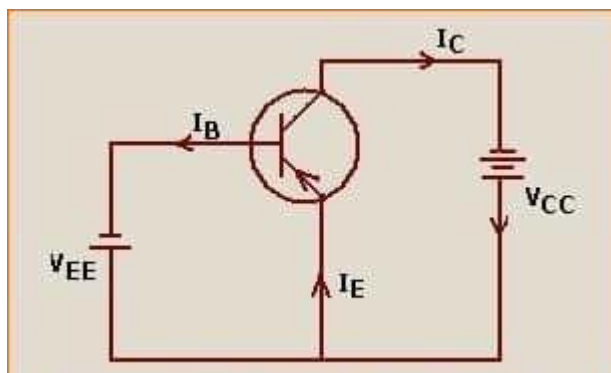
транзистор

Трите зони се наричат съответно емитер, колектор и база при биполярен транзистор. Първоначално названието [транзистор](#) се е използвало за резистор, управляем по напрежение. Всъщност транзисторът може да бъде представен като съпротивление, което може да се регулира от напрежение на един от електродите. Транзисторът е активен полупроводников елемент, намиращ приложение в практически всички електронни устройства. Повечето транзистори се използват като съставна част от интегралните схеми и може да се достигне до милиони транзистори интегрирани в един полупроводников чип. Годишно се произвеждат милиарди самостоятелни транзистори, а така също и още толкова чипове включващи освен транзистори, резистори, кондензатори и др.

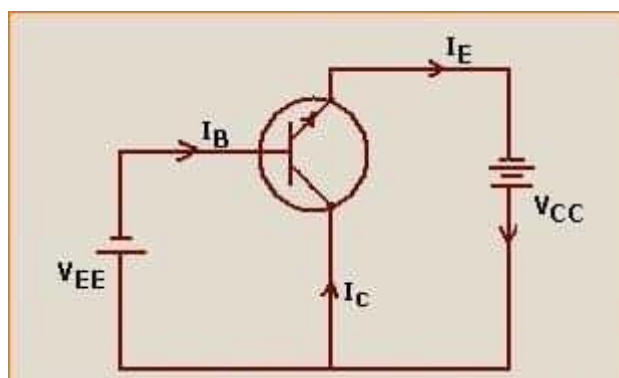
Транзисторът се изработва от германиева (по-старите) или силициева плочка с 3 зони с различно легиране които формират [P-n преход](#) (среща се и като електронно-дупчест преход/и), PNP или NPN. Изводите на транзистора имат следните наименования: емитер (E), база (B) и колектор (C) – за биполярните, и съответно – сорс (S), гейт (G) и дрейн (D) – при [полевите транзистори](#) (среща се и като униполярни транзистори, обозначават се и със FET или MOSFET). При биполярните транзистори преходното съпротивлението на всяка двойка от трите извода на транзистора може да се определи с омметър (поставен на позиция обозначена с диод), като практическо значение за проверка здрав/изгорял има измерването на BE и BC като диоди и ЕС за прекъснал/пробил. Изводът, който участва и в двата PN прехода е базата (B). Транзисторите се използват предимно като усилватели, превключватели и генератори. От гледна точка на популярна представа транзисторът може да се разглежда като управляемо съпротивление или управляем кран за течност.

Трите основни схеми за свързване на транзистора са:

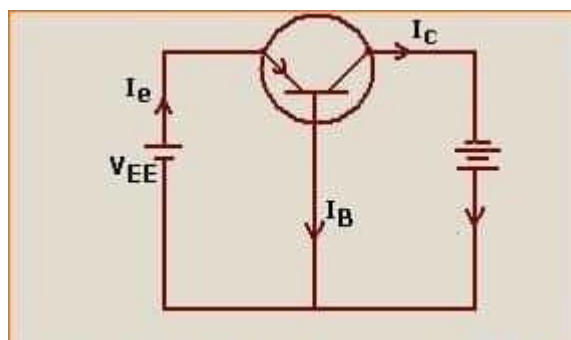
- общ емитер – осъществява усилване както по ток, така и по напрежение (най-разпространената схема);



- Общ колектор – осъществява усилване по ток;



- обща база – осъществява усилване по напрежение.



Според типа на използвания полупроводник транзисторите се делят на силициеви, германиеви, галиеви, арсенид-галиеви, полупроводникови полимери и др.

Според мощността транзисторите се делят на:

- маломощни транзистори- до 100mW;
- средномощни транзистори- от 0.1 до 1W;
- мощни транзистори – над 1W.

## Видове транзистори

Транзисторите могат да бъдат изключително разнообразни, затова ще се спрем само на най-разпространените видове:

- **биполярни транзистори;**

Това са най-разпространените дискретни полупроводникови елементи. Наименованието идва от това, че тяхната проводимост се осъществява от два (би) вида токоносители – електрони и дупки. [Биполярният транзистор](#) представлява полупроводник с два PN прехода и трислойна полупроводникова структура с различна проводимост на отделните слоеве. Има два вида биполярни транзистори: с PNP преход и NPN преход. Двата крайни слоя на биполярният транзистор се наричат емитер и колектор, а средния слой – база. Базата има проводимост обратна на проводимостта на емитера и колектора. Като правило трябва да се отбележи, че биполярният транзистор е полупроводников елемент, който се управлява по ток.



Независимо от начина на свързване в схемата биполярният транзистор има за управляваща верига прехода база-емитер, съответно управляваната верига е колектор-емитер. В зависимост от механизма на движение на токоносителите, биполярните транзистори могат да бъдат дифузни и дрейфови, а според начина, по който са направени, различаваме сплавни, мезатранзистори, конверсионни и др. Биполярните транзистори основно се използват като усилватели в електронните схеми. Два или повече биполярни транзистора могат да бъдат свързани по начин образуващ усилвател с три извода. Това се нарича съставен транзистор. Тази схема се прилага, когато искаме да получим по-голям коефициент на усилване по ток. Друга често използвана схема, позволяваща усилване по ток е схемата Дарлингтон. При нея най-често се свързват транзистори, като всеки следващ е по-мошен от предишния. Схемата гарантира голям коефициент на усилване по ток, но трудно се осъществява нейната топлинна стабилност.

- **полеви транзистор;**

За изводите на полевите транзистори се използват английските наименования сорс, гейт и дрейн. Електрическите характеристики на полевите транзистори са близки до тези на електронните лампи тип пентод. Полевите транзистори имат високо входно съпротивление и могат да се използват като резистори, управляеми по напрежение. Полевият [транзистор](#) има електрическа проводимост на активната област между два електрода – канал, създаден умишлено в полупроводников материал, контролирана от електрическо поле, създадено от третия електрод. Каналът в полевия транзистор е обогатен с електрони и тогава се получава N проводимост, или е обеднен от електрони, за да се получи P проводимост.

Заобикаляща канала проводимост е противоположна и възниква PN преход. В зависимост от изолацията между гейта и сорса има транзистор с изолиран гейт т.н MOS транзистор (metal oxid semiconductor) и транзистори с PN преход, при които гейта и канала образуват NP

преход. В зависимост от проводимостта на канала имаме с Р канал (електронна проводимост) и с N канал (дупчеста проводимост). В зависимост от броя гейтове, имаме еднгейтови и двугейтови транзистори. Двугейтовия транзистор има характеристики близки до електронната лампа хептод. Има също така TFT транзистор – много тънък транзистор от аморфен силиций, MOSFET полеви транзистор и др. Най-използван обаче си остава MOS транзистора.

- **транзистор на Шотки**

Наречен на немския физик Валтер Шотки, този транзистор се получава, когато между колектора и базата на обикновен транзистор се свърже диод на Шотки. Това цели повишаването на бързодействието на транзистора. Тази схема работи в импулсен режим. В нормален усилвателен режим, диодът е запушен и не оказва влияние на работата на транзистора, когато обаче на входа се подадат краткотрайни импулси с големита 3-5V, диодът на Шотки се отпушва и част от входния ток се отклонява през него, като така предотвратява високо насищане на базата от неосновни токоносители, забавящо времето на превключване на транзистора.

- **други транзистори.**

**IGBT** – наименованието IGBT идва от **Insulated-Gate Bipolar Transistor**. IGBT е триелектроден биполярен мощен електронен елемент използван главно като мощен електронен ключ в импулсни захранвания, инвертори и в системи за контрол на електрически задвижвания.

**JFET** е полеви транзистор с управляващ PN – переход. Наименованието JFET идва от **Junction Field – Effect Transistor**. В транзисторите JFET управлението на изходния ток се осъществява посредством входното напрежение.

**MOSFET** – **metal–oxide–semiconductor field-effect transistor** (метал–оксид–полупроводников транзистор с полеви ефект). Той представлява електронна версия на ключ. MOS ключове се използват широко в компютри, микропроцесори, памети, периферни схеми и други. Предимства: високо входно съпротивление, ниска консумация на мощност, по-добра температурна стабилност, слаба чувствителност към радиация. Използват се в силовата електроника, аудио техниката, медицинската електроника, интегралните схеми, компютърна, автомобилна, авиационна, космическа индустрии, домакински уреди и др. Могат да са два типа: Р-канален MOS-P-FET и N-канален съответно MOS-N-FET.

**Фототранзистор** – високочувствителен полупроводников малкоинерционен преобразувател на светлинни сигнали в електрически. Фототранзисторите могат да усилват електрическия поток, генериран чрез светлина. Фототранзисторите се предпочитани пред фотодиодите при необходимост от голяма мощност на изхода. За емитер се използва падащият светлинен сноп.

Имаме и други транзистори, които намират приложение при създаването на електронни схеми като: VMOS, LDMOS, EOSFET, MODFET, MESFET и др.

Най-голямо приложение в съвременната цифрова техника намира MOSFET транзистора, като неговите размери непрекъснато намаляват. Размерът на съвременните MOSFET транзистори са от 90 до 8 нанометра. В един кристал с размери 1-2 кв.см. могат да се съберат няколко милиарда MOSFET. Намаляването на размерите на транзисторите увеличават

тяхното бързодействие, а оттам и бързодействието на процесорите, като това допринася за намаляване на консумацията на енергия и отделянето на топлина. Навлиза също така използването на триизмерни интегрални схеми, което допълнително подобрява бързодействието и увеличава производителността на процесорите с повече от 30%.

Транзисторите успешно са изместили ползваните преди това вакуумни електронни лампи, поради своите преимущества, като малки размери, възможност за висока степен на автоматизация на производствените процеси, което води до снижение на стойността на произвежданите елементи, много дълъг живот, здравина, възможност за съчетание с различни допълнителни устройства и др.

## 5. Основни параметри на транзисторите

- максимално допустима разсейвана мощност – най-голямата мощност, която може да се отдели в колектора без да го повреди;
- максимално допустимо напрежение колектор-база и колектор-емитер – най-голямото напрежение, което може да се подаде между съответните изводи на транзистора без да го повреди;
- максимално допустим колекторен ток – най-големия ток на колектора, който може да протича дълго време без да го повреди;
- транзитна честота – най-голямата честота при схема ОБ (обща база), при която усилването по ток намалява с 30%;
- гранична честота – най-високата честота при схема ОЕ (общ емитер), при която усилването по ток намалява с 30%;
- коефициент на усилване по ток – показва колко пъти колекторния ток е по-висок от входния базов ток при схема ОЕ.