



**Namatek**  
True Education

# Types Of Transistor

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

انواع ترانزیستور

## فهرست مطالب

۱. ترانزیستور چیست؟
۲. اهمیت ترانزیستور
۳. انواع ترانزیستور
۴. ناحیه کاری ترانزیستورها
۵. کاربرد ترانزیستور BJT
۶. نحوه عملکرد و کاربرد ترانزیستورهای BJT
۷. مدار معادل سوئیچینگ ترانزیستور
۸. شکل ظاهری ترانزیستور
۹. نحوه کارکرد ترانزیستورها
۱۰. نحوه سوختن ترانزیستورها

افرادی که به هر شکل با مدار الکترونیکی سر و کار دارند باید بدانند

ترانزیستور چیست و اساس کار آن چگونه است؟

در این نوشته به همراه هم ترانزیستور و انواع آن را به عنوان یکی از

پرکاربردترین قطعات هر مدار الکترونیکی بررسی می کنیم.

## ترانزیستور چیست؟

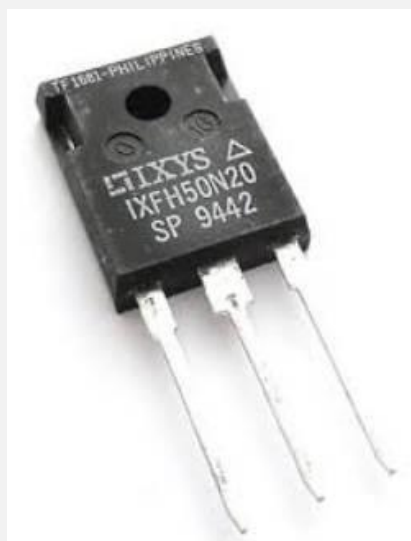
ترانزیستورها یکی از اصلی ترین تراشه های الکترونیکی و قلب تپنده ی مدار

های الکتریکی هستند. ترانزیستورها قطعات نیمه رسانا هستند که برای

تقویت و تعویض یک سیگنال الکتریکی استفاده می شوند.

این قطعات از نیمه هادی هایی مثل سیلیسیوم و ژرمانیوم ساخته و جزء

دسته بندی قطعات حالت جامد (Solid State) شناخته می شوند.



## اهمیت ترانزیستور

ترانزیستورها در کنار ماشین چاپ، خودرو و ارتباط الکتریکی به عنوان یکی از مهم ترین اختراعات عصر جدید می باشند.



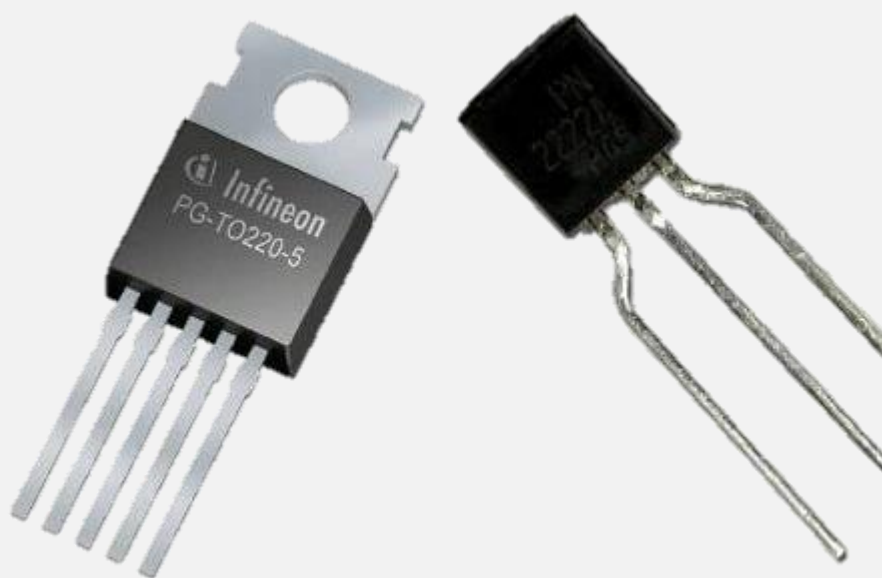
ترانزیستورها غالباً در IC ها و در کنار دیگر تراشه ها مانند مقاومت، خازن و ... به کار می روند و به دلیل این که قابلیت تولید انبوه را به صورت تمام اتوماتیک دارند هزینه تولید آن ها بسیار ناچیز است و این هزینه تولید کم، اهمیت اصلی این قطعه برای جامعه امروز است.

## انواع ترانزیستور

به صورت کلی ترانزیستورها به دو دسته اصلی تقسیم می شوند که در ساختار و نحوه فعال شدن این قطعه تفاوت دارند.

• ترانزیستور اتصال دو قطبی BJT یا (Bipolar Junction Transistor)

• ترانزیستور های اثر میدانی FET یا (Field Effect Transistor)



## ترانزیستور BJT

این نوع از ترانزیستورها مصارف زیادی در مدارهای الکترونیکی دارند. ساختار داخلی ترانزیستور های دو قطبی، تشکیل شده از سه قطعه نیمه هادی دارای ناخالصی های منفی (N) و مثبت (P) است که به صورت های ترکیبی از NPN یا PNP ساخته می شوند.

هر کدام از این لایه ها اسامی خاص خود را دارند؛ لایه وسطی بیس (Base)، و لایه های کناری کلکتور (Collector) و امیتر (Emitter) نامیده

می شوند. به صورت معمول عرض لایه کلکتور از بقیه لایه ها بیشتر بوده و امیتر ناخالصی بیشتری در خود جا داده است.

جریان خروجی در این نوع ترانزیستور به صورت مستقیم با جریان اعمال شده به پایه ورودی متناسب است به همین دلیل کنترل ترانزیستور BJT از طریق جریان اتفاق می افتد.

## ترانزیستور FET

در ترانزیستورهای اثر میدانی، جا به جایی حامل های الکتریکی (الکترون و حفره) در نیمه هادی ها با استفاده از یک میدان الکتریکی اتفاق می افتد. علت نام گذاری این قطعات هم به همین دلیل است.

این ترانزیستورها دارای سه ترمینال اصلی هستند که به سورس (Source)، درین (Drain) و گیت (Gate) شناخته می شوند. در این نوع، بر خلاف مدل دو قطبی کنترل جریان خروجی با اعمال ولتاژ به پایه ورودی صورت می گیرد. ترانزیستورهای FET دو نوع اصلی n کانال و p کانال دارند که n کانال ساختار فیزیکی مشابه ترانزیستور pnp و P کانال مشابه npn دارد.

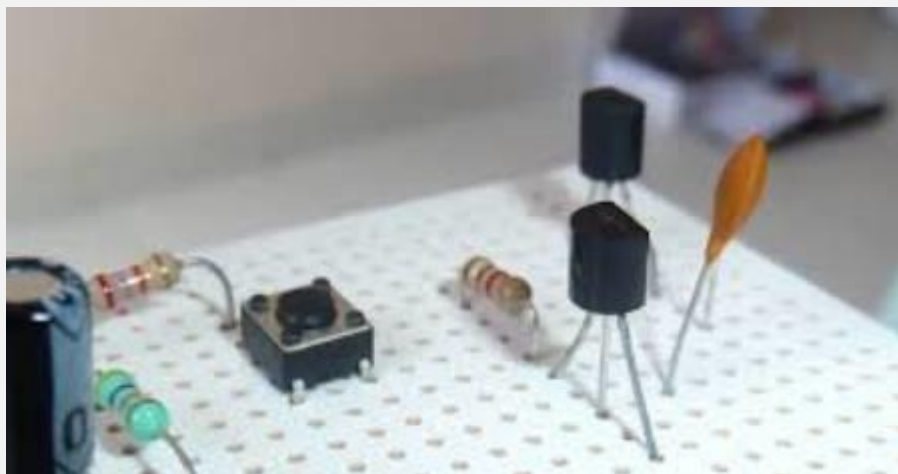
## ناحیه کاری ترانزیستورها

- ناحیه قطع

- ناحیه فعال

- ناحیه اشباع

در ناحیه قطع، ترانزیستور غیر فعال است و به محض اعمال جریان یا ولتاژ به پایه ورودی، وارد ناحیه فعال می شود و سپس با اعمال جریان یا ولتاژ بیشتر به ورودی، جریان عبوری از دو پایه دیگر افزایش می یابد.



سپس در نقطه ای دیگر اعمال ولتاژ یا جریان، تغییری در جریان عبوری از دو پایه دیگر به وجود نمی آورد که این ناحیه اشباع نامیده می شود. در این ناحیه اعمال ولتاژ یا جریان بیشتر ممکن است باعث سوختن ترانزیستور شود.

## کاربرد ترانزیستور BJT

ترانزیستور ها در مدار های آنالوگ در ناحیه فعال کاری خود هستند و می توان از آن ها به عنوان تثبیت کننده یا تقویت کننده ی ولتاژ استفاده کرد. اما در مدار های دیجیتالی در ناحیه های قطع یا اشباع قرار می گیرند و برای پیاده سازی حافظه، سویچ و مدار منطقی در حالت های صفر و یکی مورد استفاده هستند.

## مهمترین کاربرد ترانزیستور BJT در دنیای دیجیتال

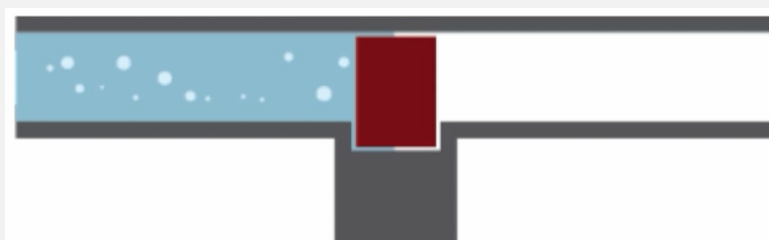
کاربرد ترانزیستور BJT در الکترونیک دیجیتال به عنوان یک سوئیچ (کلید) برای قطع و وصل کردن جریان است.

ترانزیستورها قطعه های نیمه هادی ساخته شده از اتصالات P-N هستند. شناخت ساختار اتصال P-N و کاربردهای آن با بهره گیری از مدل سازی هیدرولیکی برای مدارات الکترونیکی، اگر بخواهیم یک ترانزیستور را مدل سازی کنیم، با یک کلید که بر سر راه جریان قرار گرفته است، مدل می شود. زمانی که ترانزیستور روشن است اجازه عبور تمام جریان را می دهد.





اما وقتی خاموش است به طور کامل جریان را قطع می کند.



ترانزیستور یک حالت کاری دیگر تحت عنوان ناحیه فعال نیز دارد که برای کنترل کردن مقدار جریان عبوری است و فقط در مدارات آنالوگ کاربرد دارد.



ما از ترانزیستور در دو ناحیه کاری قطع (خاموش) و اشباع (روشن) استفاده می کنیم.

## نحوه عملکرد و کاربرد ترانزیستورهای BJT

## ترانزیستور NPN

در این نوع ترانزیستور در حالت اولیه که ترانزیستور در مدار است، ارتباط بین کلکتور و امیتر قطع است و از آن شاخه، جریانی عبور نمی کند. با تحریک بیس و وارد کردن یک جریان کوچک به آن، ارتباط کلکتور-امیتر (CE) برقرار شده و جریان در آن جاری می شود. برای روشن شدن ترانزیستور باید ولتاژی به بیس بدهیم که  $V_{BE}$  ولت روی بیس-امیتر (BE) بیفتد و ولتاژ بیس نیز باید بیشتر از امیتر باشد. ما با اعمال یک ولتاژ به بیس و قرار دادن یک مقاومت در سر راه آن، جریان و ولتاژ لازم برای تحریک ترانزیستور را فراهم می کنیم.

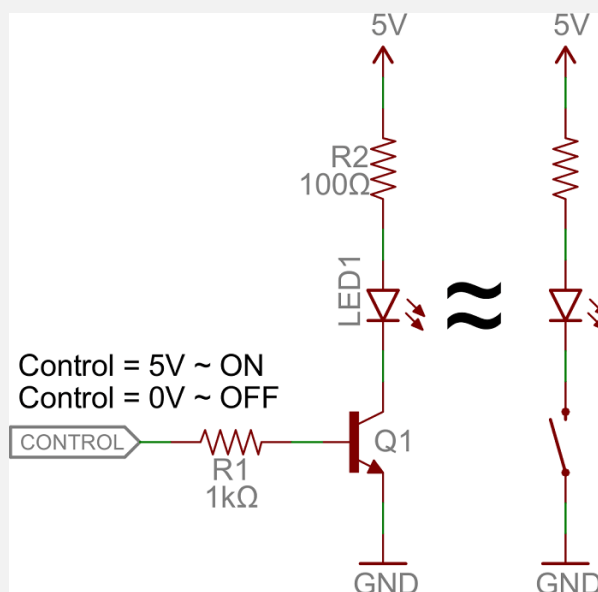
## ترانزیستور PNP

در ترانزیستور نوع PNP همه چیز برعکس حالت بالاست. باید با تحریک بیس، جریانی از امیتر به بیس جاری شود تا ترانزیستور روشن شده و جریان اصلی از امیتر به کلکتور برقرار شود. ولتاژ بیس نیز باید  $V_{BE}$  ولت کمتر از امیتر باشد.

# مدار معادل سوئیچینگ ترانزیستور

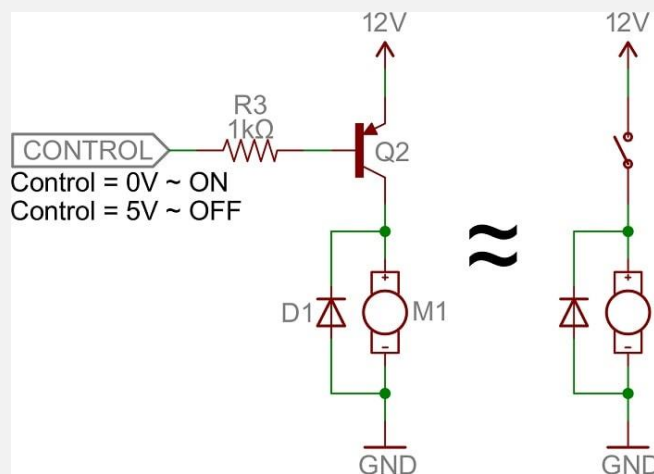
## طراحی کلید با NPN

یک ترانزیستور NPN از پایه امیتر به زمین و از بیس با یک مقاومت به منبع تحریک وصل شده است و از شاخه کلکتور با یک LED و یک مقاومت محدود کننده جریان به ۵ ولت متصل شده است. در این مدار در حالت عادی جریانی در شاخه LED برقرار نشده و خاموش خواهد ماند، درست شبیه یک سوئیچ باز در مسیر شاخه LED. اگر به مقاومت بیس ولتاژ تحریک ۵ ولت وصل کنیم ولتاژ ۷٪ روی بیس-امیتر افتاده و ترانزیستور روشن می شود و در نتیجه آن LED روشن خواهد شد.



## طراحی کلید با PNP

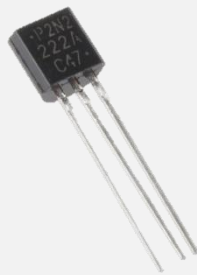
برای ترانزیستور PNP مداری را تصور کنید که برخلاف حالت قبل از امیتر ترانزیستور به ۱۲ ولت متصل شده است. بیس را با یک مقاومت به منبع تحریک متصل کرده ایم و در شاخه کلکتور تا زمین یک موتور DC به همراه دیود هرزگرد وجود دارد. در حالت عادی اگر صفر ولت به مقاومت بیس تحریک کنیم ولتاژ بیس از امیتر ۷٪ کمتر بوده و ترانزیستور روشن شده، جریان برقرار می شود و موتور به چرخش در می آید. با اعمال تحریک ۵ ولت ترانزیستور قطع بوده و مشابه یک کلید باز عمل می کند.



کاربرد ترانزیستور BJT در مداراتی است که ما یک جریان کوچک در اختیار داریم ولی یک جریان بزرگ (مثلا برای راه اندازی موتور) نیاز داریم.

## شکل ظاهری ترانزیستور

مانند همه قطعات دیگر، ترانزیستور نیز دارای مدل های DIP و SMD است. مدل دیپ یک قطعه نیمه استوانه ای با ۳ پایه است و باید از روی دیتاشیت تشخیص داد که کدام پایه چیست.



مدل اس ام دی هم مانند سایر المان ها بسیار کوچک است و دارای ۳ پایه در طرفین قطعه است.



## نحوه کارکرد ترانزیستورها

جریان یا ولتاژ اعمال شده به هر کدام از سه پایه ترانزیستور، به آن اجازه می دهد که الکتریسیته از یک منبع نیروی بزرگتر در آن جریان پیدا کند. این

مثل یک شیر آب کار می کند، هنگامی که شیر باز می شود به عنوان یک سیگنال کوچک عمل می کند و باعث می شود آب بیشتری در شیر آب جریان پیدا کند.



سیگنال ولتاژ یا جریان، متناسب با میزان جریان یا ولتاژ تقویت شده توسط ترانزیستور می باشد. بنابراین جریان یا ولتاژ فرستاده شده به بیس، باید کمتر از میزان جریان یا ولتاژ در کلکتور باشد.

## نحوه سوختن ترانزیستورها

ترانزیستورها در دو حالت می سوزند:

- اتصال کوتاه امیتر به کلکتور
- قطع ارتباط بین امیتر به کلکتور

در حالت اول با قطع ولتاژ یا جریان اعمال شده به بیس، ترانزیستور فعال می ماند و در حالت دوم حتی با اعمال ولتاژ یا جریان به بیس، ارتباط میان امیتر و کلکتور برقرار نمی شود و در ناحیه غیر فعال باقی می ماند.