

## دیود و یکسوسازی جریان: مهسا باروتی

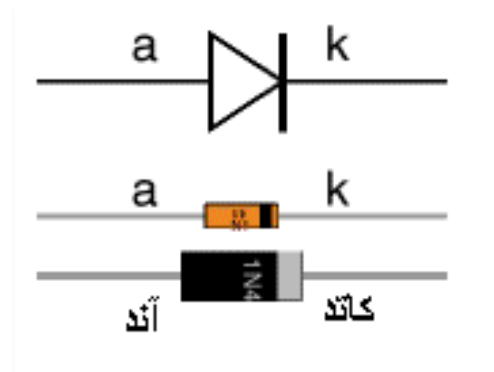
دیود قطعه ای الکترونیکی است که دارای دو سر بوده و جریان الکتریکی را در یک جهت از خود می گذراند (در این حالت، مقاومت دیود آرمانی، صفر است) و در جهت دیگر، در مقابل گذر جریان از خود، مقاومت بسیار بالایی (در حد بینهایت) از خود نشان می دهد. این خاصیت دیود، باعث شده بود تا در سال های اولیه ساخت این قطعه ی الکترونیکی، به آن دریچه نیز اطلاق شود. علاوه بر این، به دیود، نامهای دو قطبی الکتریکی و یکسو ساز نیز میگویند.

در حال حاضر، رایج ترین گونه ی دیود از بلور ماده های نیم رسانا ساخته می شود. دیود را از اتصال دو نیم رسانا از نوع P و N می سازند .

نخستین دیودها لامپ های خلأ بوده اند که امروزه فقط در فناوری هایی که در ولتاژ بالا کار می کنند استفاده می شوند. مهم ترین کاربرد دیود، گذراندن جریان در یک جهت و ممانعت در برابر گذر جریان در جهت مخالف است که به این عمل، یکسو سازی می گویند. در نتیجه می توان به دیود مثل یک شیر الکتریکی یکطرفه نگاه کرد. این ویژگی دیود برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم استفاده می شود.

از لحاظ الکتریکی یک دیود هنگامی عبور جریان را از خود ممکن می سازد که شما با برقرار کردن ولتاژ در جهت درست (+به آند و - به کاتد) آن را آماده کار کنید. مقدار ولتاژی که باعث می شود تا دیود شروع به هدایت جریان الکتریکی نماید ولتاژ آستانه نامیده می شود که چیزی حدود ۰.۶ تا ۰.۶ ولت می باشد.

هنگامی که شما ولتاژ معکوس به دیود متصل می کنید (+به کاتد و - به آند) جریانی از دیود عبور نمی کند، مگر جریان بسیار کمی که به جریان نشتی یا Leakage معروف است که در حدود چند ( $\mu A$  میکرو آمپر) یا حتی کمتر می باشد. این مقدار جریان معمولاً در اغلب مدارهای الکترونیکی قابل صرف نظر کردن بوده و تأثیر در رفتار سایر المانهای مدار نمی گذارد. اما نکته مهم آنکه تمام دیودها یک آستانه برای حداکثر ولتاژ معکوس دارند که اگر ولتاژ معکوس بیش از آن شود دیود می سوزد و جریان را در جهت معکوس هم عبور می دهد. به این ولتاژ آستانه شکست یا Breakdown گفته می شود.



### ❖ نیم رسانای نوع n

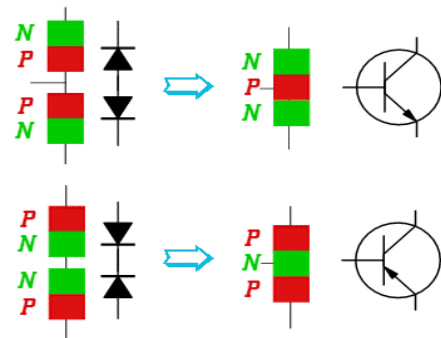
در طبیعت نیم رسانای کاملاً خالص وجود ندارد و تولید مصنوعی آنها نیز فرآیند فوق العاده پیچیده‌ای است. جزئی‌ترین ناخالصی، خواص نیم رسانا را بطور بنیادی عوض می‌کند. در بعضی از موارد، اثر ناخالصی‌ها چنان بارز است که ساز و کار رسانش حفره واقعاً ناممکن می‌شود و جریان در نیم رسانا را فقط حرکت الکترونهای آزاد تأمین می‌کند. چنین رساناهایی را نیم رسانای الکترونی، یا نیم رساناهای نوع n که از حرف اول کلمه لاتین Negative گرفته شده است، می‌نامند.

### ❖ نیم رسانای نوع p

در مواردی، حرکت الکترونهای آزاد در نیم رسانا در اثر افزودن ناخالصی خیلی کم، غیر ممکن می‌شود و جریان الکتریکی فقط از طریق جابجایی حفره ایجاد می‌شود. این نیم رساناها را نیم رسانای حفره‌ای، یا نیم رسانای نوع p که از حرف اول کلمه لاتین Positive گرفته شده است، می‌نامند.

### ❖ نیم رسانای مخلوط

طبیعی است میان نیم رساناهای نوع n و نوع p، می‌توان نیم رساناهای نوع مخلوط را یافت که در آنها رسانندگیهای الکترونی و حفره‌ای هر دو نقش بازی می‌کنند، مانند نیم رسانای npn یا نیم رسانای pnp. نیم رساناهای خالص، رسانندگیهای نوع مخلوط از خود نشان می‌دهند.



## ❖ دسته بندی دیود ها

در دسته بندی اصلی ، دیودها را به سه قسمت اصلی تقسیم می کنند:

(۱) دیودهای سیگنال (Signal) که برای آشکار سازی در رادیو بکار می روند و جریانی در حد میلی آمپر از خود عبور می دهند.

(۲) دیودهای یکسو کننده (Rectifiers) که برای یکسو سازی جریانهای متناوب بکار برده می شوند و توانایی عبور جریانهای زیاد را دارند .

(۳) دیودهای زنر (Zener) که برای تثبیت ولتاژ از آنها استفاده می شود.

## ❖ بایاس دیود:

وصل کردن ولتاژ به دیود را بایاس کردن دیود می گویند که دو نوع بایاس مستقیم و بایاس معکوس است:

بایاس مستقیم

اگر نیمه هادی نوع p به قطب مثبت باتری و نیمه هادی نوع n به قطب منفی آن وصل شود و ولتاژ از پتانسیل سد دیود بیشتر باشد ، در مدار جریان بر قرار خواهد شد.

بایاس معکوس

اگر قطب مثبت باتری به نیمه هادی نوع n وصل شود و قطب منفی باتری به نیمه هادی نوع p وصل شود ، جریانی در مدار نخواهیم داشت.

## ❖ انواع دیود ها

(۱) دیود اتصال نقطه ای

(۲) دیود زنر

(۳) دیود نور دهنده LED (نور گسیل LED)

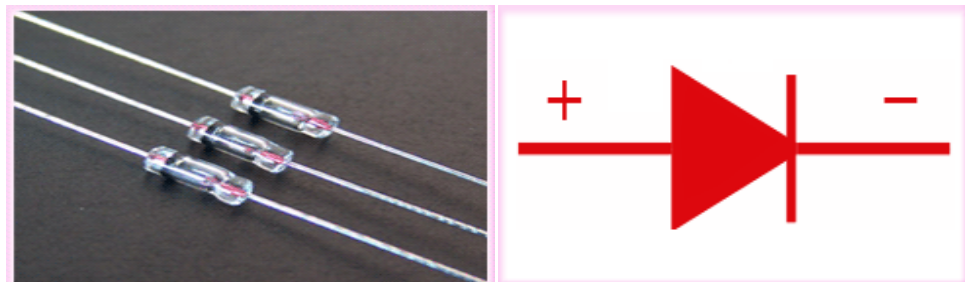
۴) دیود خازنی (واراکتور)

۵) فتو دیود (دیود نوری)

۶) دیود تونلی (دالانه ای)

### ❖ دیود اتصال نقطه ای: ( Point Contact Diode )

در دیودهای معمولی ، در بایاس معکوس ، یک ظرفیت خازنی ایجاد می شود . اگر بخواهیم این دیودها را در فرکانس های بالا به کار ببریم به علت ظرفیت خازنی ایجاد شده ، در بایاس معکوس جریانی از دیود عبور می کند . یعنی در فرکانس های بالا ، مقاومت معکوس دیود کاهش و جریان افزایش می یابد . یکی از راه های افزایش مقاومت معکوس دیود در فرکانس های بالا این است که ظرفیت خازنی دیودهایی را که در فرکانس های بالا به کار می روند کم کنیم . برای کم کردن ظرفیت خازنی این دیودها ، ساده ترین راه ، کم کردن سطح اتصال نیمه هادی های P و N می باشد . بر همین اساس دیودهای اتصال نقطه ای برای کار در فرکانس های بالا و جریان های کم ساخته شدند . در شکل زیر یک نمونه دیود اتصال نقطه ای و علامت اختصاری آن نمایش داده شده است .



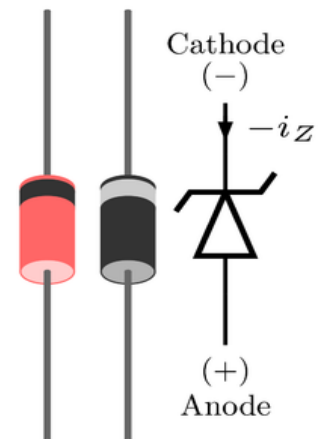
### ❖ دیود زنر: (Zener Diode)

دیود زنر ، مانند یک دیود معمولی از دو نیمه هادی نوع P & N ساخته می شود . اگر یک دیود معمولی را در بایاس معکوس اتصال دهیم و ولتاژ معکوس را زیاد کنیم ، در یک ولتاژ خاص ، دیود در بایاس معکوس نیز شروع به هدایت می کند . ولتاژی که دیود در بایاس مخالف ، شروع به هدایت می کند ، به ولتاژ زنر معروف است و با تنظیم نا خالصی می توان ولتاژ شکسته شدن پیوند ها را کنترل کرد .

ولتاژ زنر : ولتاژی که دیود زنر به ازای آن در بایاس معکوس ، هادی می شود به ولتاژ زنر معروف است .

به تعریف دیگر، دیود زنر عبارت است از: نوع ویژه از دیود که اجازه می دهد تا جریان الکتریکی در یک جهت به جلو برود ، اما ویژگی این دیود این است که همچنین اجازه میدهد که جریان الکتریکی در جهت

معکوس، فقط زمانی که ولتاژ بالاتر از یک مقدار مشخص باشد حرکت کند. نام این ولتاژ مشخص ولتاژ شکست، ولتاژ زانو، ولتاژ بهمنییا ولتاژ زناست.



### ❖ دیود نوردهنده (Light Emitting Diode) LED

این دیود از دو نوع نیمه هادی P و N تشکیل شده است. این دیود در بایاس موافق، نوری گسیل می کند که طول موج آن تابعی از جنس ماده ی آلاینده های آن است. نور تولید شده در محل اتصال دو نیمه هادی تشکیل می شود. نور تولیدی بستگی به جنس به کار برده شده در نیمه هادی دارد. ساختار بلوری گالیم آرسنید (GaAs) طوری است که نور زیر قرمز نامرئی (IR) از آن گسیل می شود. با افزودن فسفر به GaAs و تشکیل گالیم آرسنید فسفید (GaAsP)، طول موج گسیل به ناحیه ی قرمز مرئی کشیده می شود. فسفید گالیم (GaP) در مناطق قرمز، زرد، و سبز نور گسیل می کند. از قرار دادن آلومینیم گالیم آرسنید (AlGaAs) روی GaAsP دیودی به دست می آید که نور قرمز و زرد را با شدت بیشتری گسیل می کند. همچنین GaP روی GaP نور سبز شدید گسیل می کند.

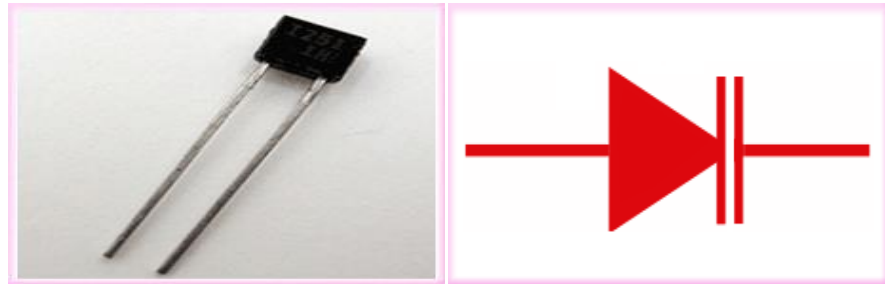
این لامپ چند مزایا بر لامپ های معمولی دارد که عبارتند از:

- ۱- کوچک بودن و نیاز به فضای کم
- ۲- محکم بودن و داشتن عمر طولانی (حدود صد هزار ساعت کار)
- ۳- قطع و وصل سریع نور
- ۴- تلفات حرارتی کم
- ۵- ولتاژ کار کم، بین ۱.۷ ولت تا ۳.۳ ولت
- ۶- جریان کم حدود چند میلی آمپر با نور قابل رویت

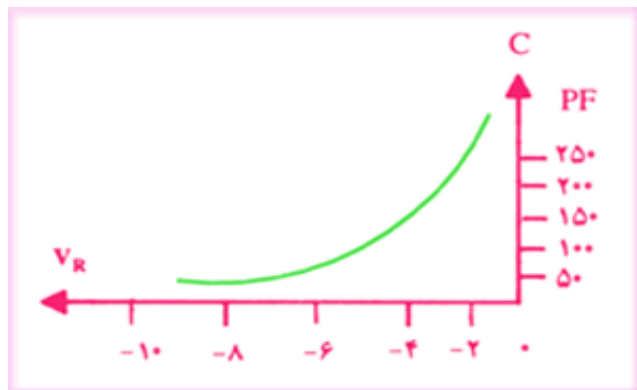
۷- توان کم ، حدود ۱۰ تا ۱۵۰ میلی وات

### ❖ دیود خازنی یا دیود واراکتور: ( Varactor Diode )

دیود خازنی مانند یک دیود معمولی است و از دو قطعه نیمه هادی نوع N و P که معمولاً از جنس سیلیسیم هستند ساخته می شود . دیود خازنی در واقع دیودی است که به جای خازن بکار می رود و مقدار ظرفیت آن با ولتاژ دو سر آن رابطه عکس دارد. همانطور که قبلاً گفته شد ، در یک دیود معمولی بایاس نشده یک ناحیه تخلیه ایجاد می شود . اگر نیمه هادی های نوع N و P را به عنوان دو هادی و ناحیه تخلیه را به عنوان عایق بین دو هادی در نظر بگیریم ، مجموعه دیود را می توان به عنوان یک خازن در نظر گرفت . حال اگر دیود را در بایاس معکوس به کار ببریم عرض ناحیه تخلیه بیشتر می شود و عایق بین دو نیمه هادی نیز افزایش می یابد و در نتیجه ظرفیت خازنی آن کمتر می شود . بنابراین می توان با تغییر مقدار ولتاژ معکوس ، ظرفیت خازنی دیود واراکتور را تغییر داد . بنابراین دیود خازنی همیشه در بایاس معکوس قرار می گیرد . در شکل زیر تصویری از یک دیود خازنی و علامت اختصاری آن نمایش داده شده است.



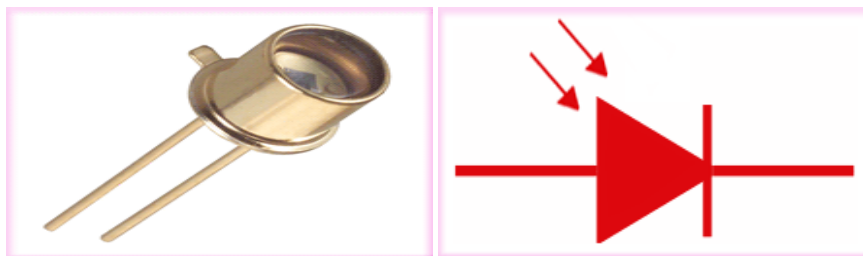
دیود خازنی اندکی با دیود معمولی تفاوت دارد . اولاً جریان اشباع معکوس آن فوق العاده کم است و ثانیاً سطح دو نیمه هادی را طوری انتخاب می کنند که حداکثر ظرفیت خازنی 2.5 نانوفاراد باشد . رایج ترین دیودهای خازنی دارای ظرفیت ۳۰۰ پیکوفاراد هستند . از این دیودها در مدارات رادیو و تلویزیون به عنوان خازن متغیر استفاده می شود زیرا دارای حجمی بسیار کم ، ظریف و محکم می باشند . در شکل زیر منحنی تقریبی ظرفیت خازنی دیود خازنی نسبت به ولتاژ معکوس دو سر آن نمایش داده شده است



همانطور که در این شکل بالا مشاهده می کنید با افزایش ولتاژ معکوس دو سر دیود خازنی ، ظرفیت خازنی آن کاهش می یابد.

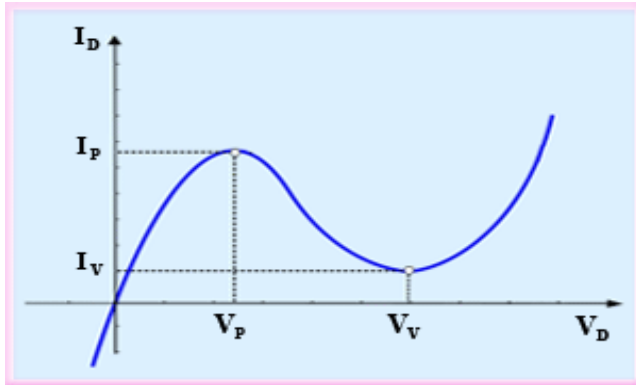
### ❖ فتو دیود: ( Photo Diode )

فتو دیود که به آن دیود نوری نیز می گویند مانند دیود معمولی از اتصال دو نیمه هادی نوع N و P ساخته می شود با این تفاوت که محل اتصال نیمه هادی ها ، با مواد پلاستیکی سیاه پوشیده نمی شود بلکه برای اینکه نور به محل اتصال نیمه هادی ها برسد معمولاً آن محل را توسط شیشه و یا مواد پلاستیکی شفاف می پوشانند . روی اکثر فتودیودها یک لنز بسیار کوچک نصب می شود تا نور تابیده شده به آن منطقه را متمرکز کرده و به محل پیوند برساند . در شکل زیر تصویری از یک فتو دیود و علامت اختصاری آن نمایش داده شده است.

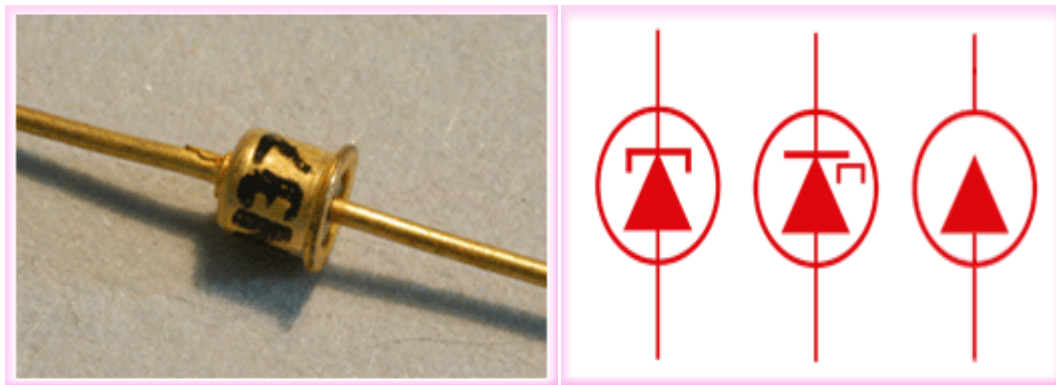


### ❖ دیود تونلی: ( Tunnel Diode )

دیود تونلی از دو قطعه نیمه هادی نوع N و P که غالباً از جنس ژرمانیوم و گالیوم آرسنید میباشند ساخته می شود . میزان ناخالصی نیمه هادی های N و P در دیود تونلی نسبت به دیود معمولی بسیار زیاد است ( حدود چند هزار برابر ) ، که این موضوع خود باعث به وجود آمدن یک ناحیه تخلیه بسیار نازک در محل پیوند می شود که عرض آن حدود  $0.01$  عرض ناحیه تخلیه در دیودهای معمولی است . ناحیه نازک باعث می شود که حامل های زیادی به جای اینکه در ولتاژهای پایین از آن عبور نمایند ، از آن تونل بزنند . شکل زیر منحنی مشخصه یک دیود تونلی را نشان می دهد . همانطور که در این شکل مشاهده می کنید با افزایش ولتاژ موافق از صفر تا  $V_p$  ، بر خلاف دیود معمولی جریان عبوری تا  $I_p$  افزایش سریع دارد . از  $V_p$  به بعد با افزایش ولتاژ موافق تا  $V_v$  جریان کاهش سریع دارد . فاصله ولتاژ پیک تا ولتاژ دره را ناحیه مقاومت منفی میگویند .



نسبت جریان پیک به جریان دره در کاربردهای این دیود بسیار مهم است . این نسبت برای ژرمانیوم 10 به یک و برای گالیم آرسنید ۲۰ به یک می باشد . جریان پیک در دیود تونلی می تواند بین چند میکروآمپر تا چند صد آمپر متغیر باشد در حالی که ولتاژ دره دو سر دیود از حدود ۰.۶ ولت تجاوز نمی کند . به همین دلیل است که اتصال ولتمتری با باتری ۱.۵ ولت ، به طور نادرست به دو سر دیود تونلی به آن صدمه می زند . در شکل زیر تصویری از یک دیود تونلی و علائم اختصاری آن نمایش داده شده است .

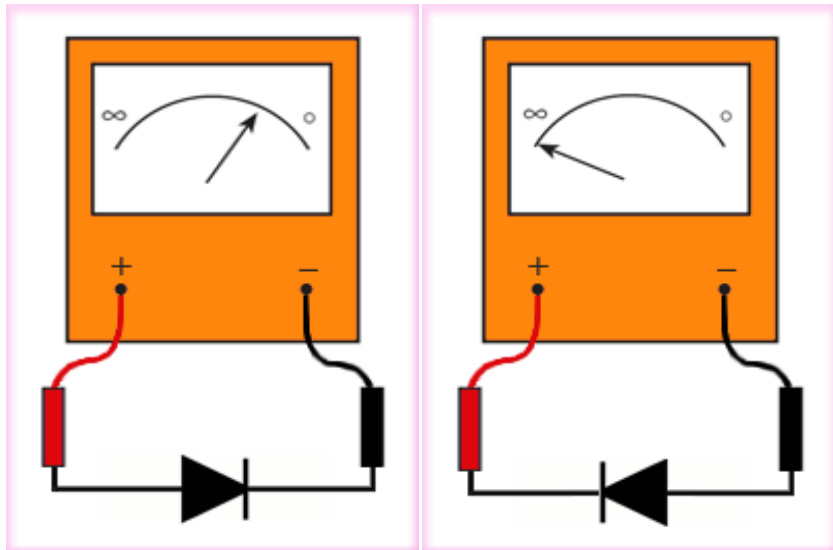


از مزایای دیود تونلی می توان قیمت ارزان ، اغتشاش کم ، سرعت زیاد ، توان مصرفی کم و ضریب اطمینان بالایی آن را نام برد .

#### ❖ تشخیص آند و کاتد و سالم بودن دیود با استفاده از اهم متر آنالوگ:

اگر اهم متر آنالوگ (عقربه ای ) را به دو سر دیود وصل کرده و اهم آن را اندازه بگیرید سپس اتصال دیود را برعکس کرده ، مجدداً اهم آن را اندازه بگیرید در صورتی که در یک حالت اهم متر ، اهم کم و در حالت دیگر اهم زیاد را اندازه بگیرد دیود سالم است . واضح است که در حالت اهم کم ، دیود به وسیله باتری داخلی اهم متر در بایاس مستقیم قرار گرفته است و در حالتی که اهم متر ، اهم زیاد را نشان می دهد دیود در بایاس معکوس قرار گرفته است که اصطلاحاً گفته می شود دیود از یک طرف راه می دهد و از طرف دیگر راه نمی دهد . در شکل های زیر این دو حالت نمایش داده شده است . در شکل (۱) دیود در بایاس مستقیم و در شکل (۲) دیود در بایاس معکوس می باشد .





شکل (۱)                      شکل (۲)

در حالتی که اهم متر ، اهم کم را نشان می دهد مثبت واقعی اهم متر به آند و منفی واقعی اهم متر به کاتد دیود اتصال دارد . به این ترتیب می توان آند و کاتد دیود را تعیین کرد . البته مقدار مقاومتی که اهم متر نشان می دهد به انتخاب کلید سلکتور اهم متر بستگی دارد. یک دیود در صورتی معیوب می باشد که قطع و یا اتصال کوتاه شده باشد . در صورتی که دیود قطع شده باشد ، در هر دو حالت اتصال اهم متر به دو سر آن ، اهم متر ، اهم بینهایت را نشان می دهد و در صورتی که دیود اتصال کوتاه شده باشد در هر دو حالت اتصال اهم متر به دو سر دیود ، اهم متر ، اهم صفر را نشان می دهد.

#### ❖ تشخیص آند و کاتد وسالم بودن دیود با استفاده از مولتی متر دیجیتالی:

اغلب مولتی مترهای دیجیتالی دارای وضعیت تست دیود هستند . هرگاه کلید سلکتور مولتی متر دیجیتالی را در وضعیت تست دیود که با علامت اختصاری دیود معمولی مشخص شده است قرار دهید و دیود به وسیله مولتی متر در بایاس موافق قرار بگیرد مولتی متر دیجیتالی ولتاژ بایاس دیود را نشان می دهد که این ولتاژ برای دیودهای سیلیسیومی بین ۰.۵ تا ۰.۷ ولت و برای دیودهای ژرمانیومی حدود ۰.۲ ولت می باشد . البته در بعضی از مولتی مترهای دیجیتالی در این حالت عبارت good نیز بر روی صفحه نمایش مولتی متر ظاهر می شود . اما اگر دیود در بایاس مخالف قرار گیرد ، ولتاژ بایاس مخالف اعمال شده به وسیله مولتی متر به دو سر دیود ، توسط مولتی متر نمایش داده خواهد شد و در بعضی از مولتی مترهای دیجیتالی در این حالت عبارت open بر روی صفحه نمایش مولتی متر نمایش داده می شود . در حالتی که مولتی متر ولتاژ بایاس موافق دیود را نشان می دهد ، سیم منفی ( com ) به کاتد و سیم مثبت به آند متصل است و به این ترتیب می توان آند و کاتد دیود را تعیین کرد . در صورتی که دیود قطع شده باشد در هر دو وضعیت اتصال مولتی متر به دیود ، روی صفحه نمایش آن ولتاژ باتری داخلی یا عبارت open نمایش داده می شود و اگر دیود اتصال کوتاه شده باشد در هر دو وضعیت اتصال مولتی متر به دیود ، روی صفحه نمایش مولتی متر ولتاژ صفر نمایش داده می شود .

### ❖ نامگذاری دیودها:

برای نامگذار دیودها سه روش مهم وجود دارد این سه روش عبارتند از:

### ❖ روش ژاپنی:

در این روش نامگذاری از عدد ۱ و حرف S که به دنبال آن می آید استفاده می شود و به دنبال آن تعدادی شماره خواهد آمد که با مراجعه به جدول مشخصات دیودها می توان مشخصات الکتریکی آن را به دست آورد. در این روش، جنس و نوع دیود مشخص نمی باشد. به عنوان مثال دیود 1S3010A یک دیود زنر، دیود 1S310 یک دیود معمولی و دیود 1S2049 یک دیود واراكتور است.

### ❖ روش اروپایی:

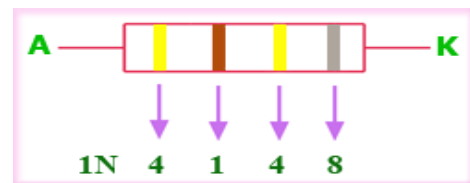
در روش اروپایی تا سال ۱۹۶۰ تمامی دیودها را با حروف OA و تعدادی شماره به دنبال آن مشخص می کردند که با مراجعه به جدول مشخصات دیودها می توانستیم مشخصات الکتریکی آن را به دست آوریم. مانند دیود OA34 اما از سال ۱۹۶۰ به بعد این روش نامگذاری تغییر کرد. نحوه تغییر به این صورت بود که دیودهایی که بیشتر در مدارات رادیو و تلویزیون به کار می روند با دو حرف و سه شماره مشخص می شوند و دیودهایی که کاربرد آنها در مدارات مخصوصی می باشد با سه حرف و دو شماره معین می شوند. روش دو حرفی و سه شماره ای به این صورت است که حرف اول جنس نیمه هادی به کار رفته در دیود را مشخص می کند. اگر دیود از جنس ژرمانیوم باشد با حرف A و اگر از جنس سیلیسیوم باشد با حرف B مشخص می شود. حرف دوم نوع دیود را مشخص می کند که حرف A بیانگر دیود معمولی یکسوکننده، حرف B بیانگر دیود واراكتور، حرف Y بیانگر دیود یکسوکننده قدرت و حرف Z بیانگر دیود زنر است. بعد از این حروف شماره هایی آورده می شود که می توان با استفاده از آنها و با مراجعه به جدول مشخصات دیودها، مشخصات الکتریکی دیود را به دست آورد. مثلاً دیود BA316 یک دیود یکسوکننده معمولی سیلیسیومی است و برای به دست آوردن مشخصات الکتریکی آن باید به جدول مشخصات دیودها مراجعه کرد. لازم به تذکر است که در اکثر مواقع در مورد نامگذاری دیود زنر، ولتاژ زنر را نیز بر روی آن قید می کنند.

حروف اختصاری	جنس و نوع دیود	حروف دیود
A	دیود ژرمانیومی	حروف اول، جنس دیود
B	دیود سیلیسیومی	
A	دیود یکسوکننده معمولی	حرف دوم، نوع دیود
B	دیود واراكتور	

Y	دیود یکسو کننده قدرت
Z	دیود زبر

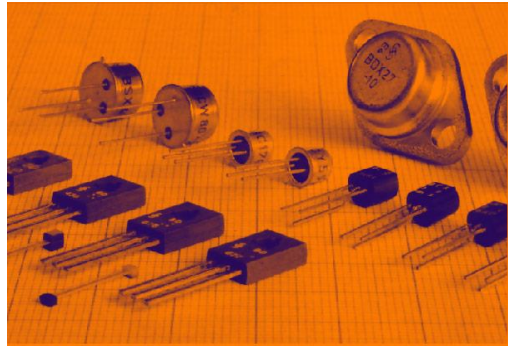
### ❖ روش آمریکایی:

در این روش از عدد 1 و حرف N و تعدادی شماره که به دنبال آن می آید استفاده می شود . در این روش جنس و نوع دیود مشخص نمی باشد . با توجه به شماره ای که بعد از 1N می آید می توان با مراجعه به جدول مشخصات دیودها مشخصات الکتریکی و نوع دیود را تعیین کرد . مثلاً دیود 1N4007 یک دیود یکسو کننده است که مشخصات الکتریکی آن را می توان از جداول مربوطه به دست آورد . بعضی مواقع نیز به جای ارقام بعد از 1N از کدهای رنگی استفاده می شود . زمانی که از کدهای رنگی استفاده می شود از چاپ 1N صرف نظر می شود . کدهای رنگی مانند مقاومت ها می باشد با این تفاوت که شماره رنگ ها به دنبال هم قرار می گیرد . مثلاً دیود نمایش داده شده در شکل زیر ، دیود 1N4148 می باشد.



### ترانزیستور (Transistor): ندا گنجی

ترانزیستور در سال ۱۹۴۷ در آزمایشگاه های بل هنگام تحقیق برای تقویت کننده های بهتر و یافتن جایگزینی بهتر برای رله های مکانیکی اختراع شد. لوله های خلاء، صوت و موسیقی را در نیمه اول قرن بیستم تقویت کرده بودند اما توان زیادی مصرف می کردند و سریعاً می سوختند. شبکه های تلفن نیز به صد ها هزار رله مکانیکی برای اتصال مدارات به همدیگر نیاز داشتند تا شبکه بتواند سر پا بایستد و چون این رله های مکانیکی بودند لازم بود برای عملکرد مطلوب همیشه تمیز باشند. در نتیجه نگه داری و سرویس آنها مشکل و پرهزینه بود. با ظهور ترانزیستور قیمت ها نسبت به زمان استفاده از لامپ خلاء شکسته شد و بهبودی زیادی در کیفیت شبکه های تلفن حاصل گردید.



ترانزیستور چگونه کار می کند؟

ترانزیستور کاربرد های زیادی دارد اما دو کاربرد پایه ای آن به عنوان سوئیچ و استفاده در مدولاسیون است که کاربرد دومی بیشتر به عنوان تقویت کننده مورد نظر است.

این دو کاربرد ترانزیستور را می توان اینگونه توضیح داد:

سوئیچ همان کلید است. دارای دو حالت روشن و خاموش است .

اما کاربرد تقویت کنندگی آن را می توان بدین صورت توضیح داد:

چراغ خواب نور کمی دارد اما اگر بتوان این نور را چنان زیاد کرد که تمام اتاق را روشن کند آنوقت عمل تقویت کنندگی صورت گرفته است.

سرعت بسیار زیاد ترانزیستور است که می توان گاهی آن را در مقایسه با کلید آنی در نظر گرفت(صد ها هزار برابر و شاید میلیونها بار سریعتر).و اینکه ترانزیستور را می توان به دیگر منابع الکترونیکی متصل کرد مثلا به میکروفن به منبع سیگنال و حتی به یک ترانزیستور دیگر....

ترانزیستور از عناصری به نام نیمه هادی مانند سیلیکون و ژرمانیوم ساخته می شود نیمه هادی ها جریان الکتریسیته را نسبتا خوب( - ) اما نه به اندازه ای خوب که رسانا خوانده شوند مانند مس و آلومنیوم و تقریبا بد اما نه به اندازه ای که عایق نامگذاری شوند مانند شیشه) هدایت می کنند به همین دلیل به آنها نیمه هادی می گویند.

ترانزیستور می تواند مقدار هادی بودن خود را تغییر دهد . هنگامی که لازم است یک هادی باشد می تواند هدایت خوبی داشته باشد و هنگامی که لازم است تا به عنوان عایق عمل کند جریان بسیار کمی را از خود عبور می دهد که می توان آن را ناچیز شمرد.

نیمه هادی ها در مقابل الکتریسیته عملکرد جالبی دارند یک قطعه از یک عنصر نیمه هادی را بین دو قطع از یک عنصر نیمه هادی دیگر قرار دهید. جریان کم قطعه وسطی قادر است که جریان دو قطعه ی دیگر را کنترل کند. جریان کمی که از قطعه ی وسطی می گذرد برای مثال می تواند یک موج رادیوئی یا جریان خروجی از یک ترانزیستور دیگر باشد . حتی اگر جریان ورودی بسیار ضعیف هم باشد. مثلا یک سیگنال رادیوئی که مسافت زیادی را طی کرده و از رمق افتاده است ترانزیستور می تواند جریان قوی مدار دیگری را که به آن وصل است کنترل کند . به زبان ساده ترانزیستور رفتار جریان خروجی از روی رفتار جریان ورودی تقلید می کند. نتیجه می تواند یک سیگنال تقویت شده و پرتوان رادیوئی باشد.

ترانزیستور چه کاری انجام می دهد؟

در میکرو چیپ های امروزی ، که حاوی میلیونها ترانزیستور هستند که در الگو یا طرح مخصوصی چیده شده اند خروجی تقویت شده ی یک ترانزیستور به ورودی ترانزیستور دیگر داده می شود تا آن هم عمل تقویت کنندگی را بر روی ورودی انجام دهد و به همین ترتیب ادامه می یابد که نتیجه یک خروجی تقویت شده و پرتوان می باشد . چنین میکروچیپی می تواند سیگنالی بسیار ضعیفی را از آنتن بگیرد و یک صوت قوی و چهار کاناله را تحویل دهد. با ساختن چیپ ها در طراحی های مختلف می توان تایمر هایی برای ساعت یا سنسور هایی برای نشان دادن درجه حرارت و یا کنترل کننده چرخ های ماشین تا قفل نشوند سیستم **ABS** ساخت. می توان ترانزیستور ها را در آرایشی دیگر در داخل چیپ قرار داد (طراحی متفاوت) و پروسور های منطقی و محاسباتی را ساخت که باعث می شوند تا ماشین حسابها محاسبه و کامپیوترها پردازش کنندو یا شبکه هایی را برای انتقال مکالمات تلفنی ساخت و یا سیستمهایی را ساخت که بتوانند صدا و تصویر را انتقال دهند.

می توان ترانزیستور ها را در بسته هایی چید که به آنها گیت های منطقی می گویند و می توانند دو عدد او

۱ را باهم جمع کنند و یا می توان آنها را در آرایشی خاص قرار داد تا کارهای بسیار بزرگی انجام دهند. مداراتی که در چندین سال گذشته برای انجام عملی خاص به وسیله ترانزیستور ها بر روی بورد ها بسته می شود امروزه به مدد طراحی کامپیوتری و تکنیک مدارات مجتمع بر روی یک آی سی هزاران ترانزیستور و سیم کشی های مربوطه و تمام قطعات الکترونیکی لازم قرار داده می شود . شاید بتوان گفت که حجم مدارات هزاران بار کاهش یافته است.

بصورت استاندارد دو نوع ترانزیستور بصورت PNP و NPN داریم. انتخاب نام آنها به نحوه کنار هم قرار گرفتن لایه های نیمه هادی و پلاریته آنها بستگی دارد . هر چند در اوایل ساخت این وسیله الکترونیکی و جایگزینی آن با لامپهای خلاء، ترانزیستورها اغلب از جنس ژرمانیم و بصورت PNP ساخته می شدند اما محدودیت های ساخت و فن آوری از یکطرف و تفاوت بهره دریافتی از طرف دیگر، سازندگان را مجبور کرد که بعدها بیشتر از نیمه هادی از جنس سیلیکون و با پلاریته NPN برای ساخت ترانزیستور استفاده کنند. تفاوت خاصی در عملکرد این دو نمونه وجود ندارد و این بدان معنی نیست که ترانزیستور ژرمانیم با پلاریته NPN یا سیلیکون با پلاریته PNP وجود ندارد .

برای هر یک از لایه های نیمه هادی که در یک ترانزیستور وجود دارد یک پایه در نظر گرفته شده است که ارتباط مدار بیرونی را به نیمه هادی ها میسر می سازد. این پایه ها به نامهای (Base پایه)، (Collector جمع کننده) و (Emitter منتشر کننده) مشخص می شوند. اگر به ساختار لایه ای یک ترانزیستور دقت کنیم بنظر تفاوت خاصی میان Collector و Emitter دیده نمی شود اما واقعیت اینگونه نیست. چرا که ضخامت و بزرگی لایه Collector به مراتب از Emitter بزرگتر است و این عملاً باعث می شود که این دو لایه با وجود تشابه پلاریته ای که دارند با یکدیگر تفاوت داشته باشند. با وجود این معمولاً در شکل ها برای سهولت این دو لایه را بصورت یکسان در نظر میگیرند.

طرز کار ترانزیستور به اینصورت است، چنانچه پیوند BE را بصورت مستقیم بایاس Bias به معنی اعمال ولتاژ و تحریک است) کنیم بطوری که این پیوند PN روشن شود (برای اینکار کافی است که به این پیوند

حدود ۰.۶ تا ۰.۷ ولت با توجه به نوع ترانزیستور ولتاژ اعمال شود)، در آنصورت از مدار بسته شده میان E و C می توان جریان بسیار بالایی کشید. در حالت عادی میان E و C هیچ مدار بازی وجود ندارد اما به محض آنکه شما پیوند BE را با پلاریته موافق بایاس کنید، این پیوند تقریباً "بصورت اتصال کوتاه عمل می کند و شما عملاً" خواهید توانست از پایه های E و C جریان قابل ملاحظه ای بکشید.

بنابراین مشاهده می کنیم که با برقراری یک جریان کوچک  $I_b$  می توانیم یک جریان بزرگ  $I_c$  را داشته باشیم. این مدار اساس سوئیچ های الکترونیک در مدارهای الکترونیکی است. بعنوان مثال ما می توانیم در مدار کلکتور یک رله قرار دهیم که با جریان مثلاً "چند آمپری کار می کند و در عوض با اعمال یک جریان بسیار ضعیف در حد میلی آمپر - حتی کمتر - در مدار بیس که ممکن است از طریق یک مدار دیجیتال تهیه شود، به رله فرمان روشن یا خاموش شدن بدهید.

ترانزیستور چه کاربردی دارد؟

ترانزیستورها در مدارات زیر کاربرد دارند:

- ۱- در تقویت کننده ها
- ۲- در تثبیت کننده ها
- ۳- در نوسان سازها (در مدارات اسیلاتور)
- ۴- در مدارات آشکارساز
- ۵- در مخلوط کننده ها (مدارات میکسر)
- ۶- در مدارات کلید الکترونیکی (در مدارات سوئیچ)
- ۷- در مدارات مدولاتور

انواع ترانزیستور

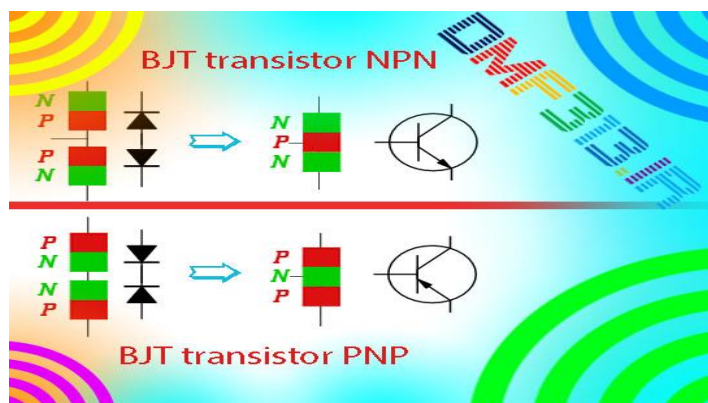
❖ ترانزیستور دوقطبی پیوندی (BJT)

❖ ترانزیستور پیوند اثر میدانی ( JFET )

❖ ترانزیستور اثر میدانی ( FET )

❖ ترانزیستور اثر میدانی ( MOSFET )

ترانزیستور دو قطبی پیوندی (BJT)



## BJT transistor

در ترانزیستور دو قطبی پیوندی با اعمال یک جریان به پایه B جریان عبوری از دو پایه C و E کنترل می شود.

ترانزیستورهای دو قطبی پیوندی در دو نوع npn و pnp ساخته می شوند.

بسته به حالت بایاس این ترانزیستورها ممکن است در ناحیه قطع، فعال و یا اشباع کار کنند. سرعت بالای این ترانزیستورها و بعضی قابلیت های دیگر باعث شده که هنوز هم از آنها در بعضی مدارات خاص استفاده شود. امروزه بجای استفاده از مقاومت و خازن و ... در مدارات مجتمع تماماً از ترانزیستور استفاده می کنند.

## PNP

شامل سه لایه نیم هادی که دو لایه کناری از نوع p و لایه میانی از نوع n است و مزیت اصلی آن در

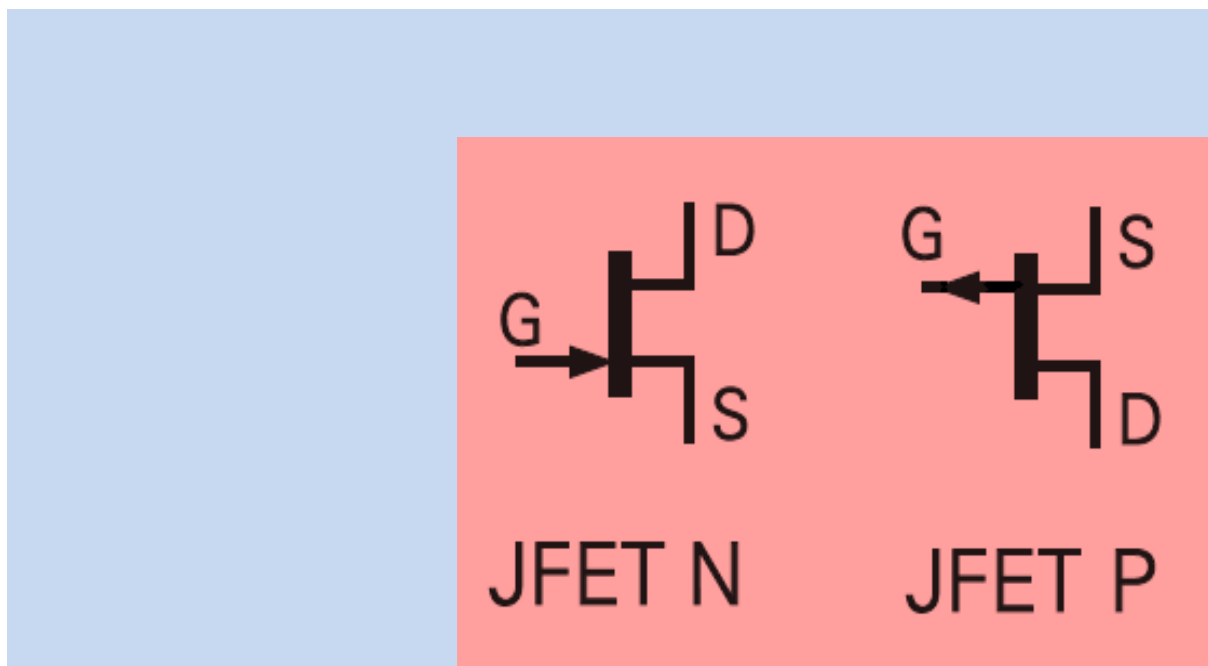
تشریح عملکرد ترانزیستور این است که جهت جاری شدن حفره ها با جهت جریان یکی است.



## NPN

شامل سه لایه نیم هادی که دو لایه کناری از نوع n و لایه میانی از نوع p است. پس از درک ایده‌های اساسی برای قطعه pnp می‌توان به سادگی آنها را به ترانزیستور پر کاربرد تر npn مربوط ساخت.

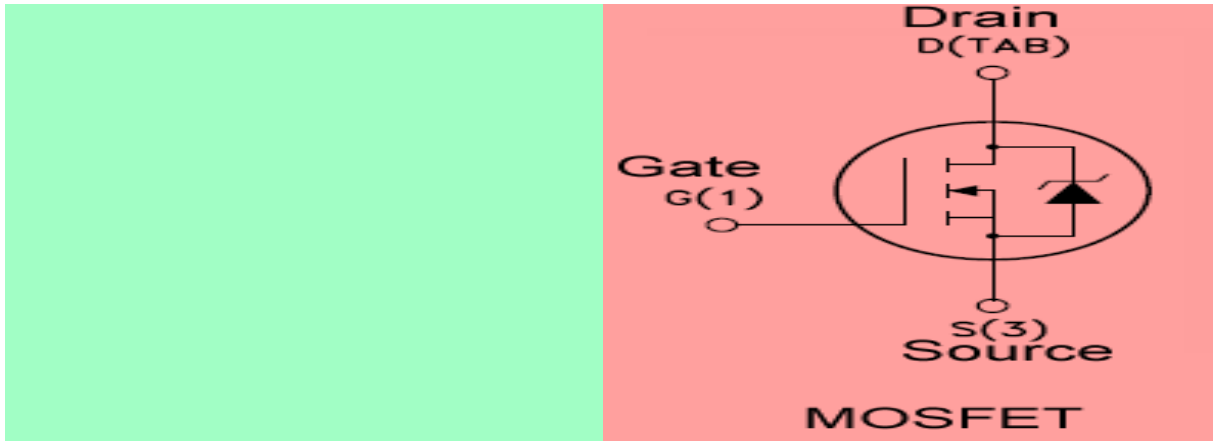
## ترانزیستور پیوند اثر میدانی ( JFET )



## JFET transistor

در ترانزیستورهای پیوند اثر میدانی (JFET) در اثر میدان، با اعمال یک ولتاژ به پایه گیت میزان جریان عبوری از دو پایه سورس و درین کنترل می‌شود. ترانزیستور اثر میدانی بر دو قسم است: نوع n یا N-Type و نوع p یا P-Type. از دیدگاهی دیگر این ترانزیستورها در دو نوع افزایشی و تخلیه‌ای ساخته می‌شوند. نواحی کار این ترانزیستورها شامل «فعال» و «اشباع» و «تراپود» است. این ترانزیستورها تقریباً هیچ استفاده‌ای ندارند چون جریان دهی آنها محدود است و به سختی مجتمع می‌شوند.

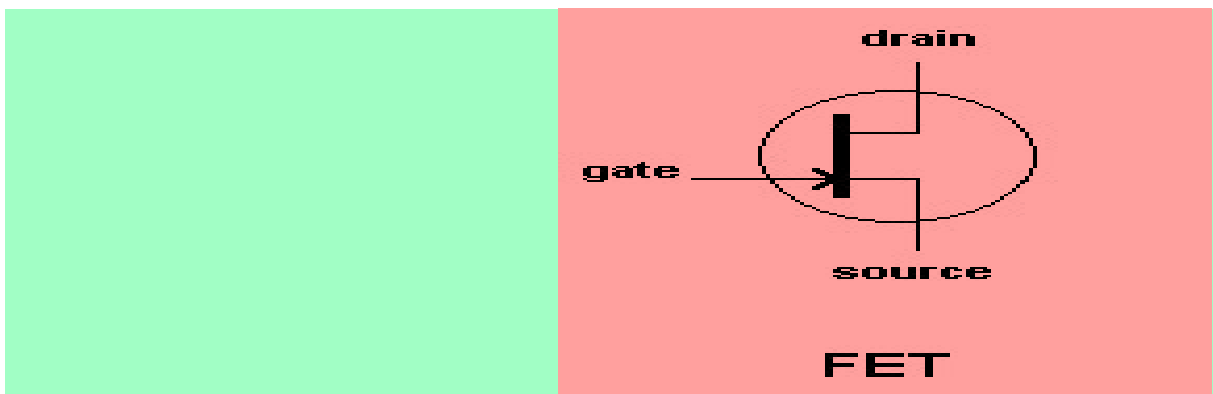
## ترانزیستور اثر میدانی (MOSFET)



MOSFET transistor

این ترانزیستور نیز مانند JFET عمل می‌کنند با این تفاوت که جریان ورودی گیت آنها صفر است. همچنین رابطه جریان با ولتاژ نیز متفاوت است. این ترانزیستورها دارای دو نوع PMOS و NMOS هستند که تکنولوژی استفاده از دو نوع آن در یک مدار تکنولوژی CMOS نام دارد. این ترانزیستورها امروزه بسیار کاربرد دارند زیرا براحتی مجتمع می‌شوند و فضای کمتری اشغال می‌کنند. همچنین مصرف توان بسیار ناچیزی دارند. به تکنولوژی‌هایی که از دو نوع ترانزیستورهای دو قطبی و Mosfet در آن واحد استفاده می‌کنند Bicmos می‌گویند. البته نقطه کار این ترانزیستورها نسبت به دما حساس است و تغییر می‌کند. بنابراین بیشتر در سوئیچینگ بکار می‌روند.

ترانزیستور اثر میدانی ( FET )



FET transistor

همانگونه که از نام این المان مشخص است، پایه کنترلی آن جریانی مصرف نمی کند و تنها با عامل ولتاژ و ایجاد میدان درون نیمه هادی ، جریان عبوری از FET کنترل می شود. به همین دلیل ورودی این مدار هیچ گونه اثر بارگذاری بر روی طبقات تقویت قبلی نمی گذارد و امپدانس بسیار بالایی دارد.

فت دارای سه پایه با نام های درین ( D ) و سورس ( S ) و گیت ( G ) است که پایه گیت ، جریان عبوری از درین به سورس را کنترل می نماید. فت ها دارای دو نوع N کانال و P کانال هستند. در فت نوع N کانال زمانی که گیت نسبت به سورس مثبت باشد جریان از درین به سورس عبور می کند FET . ها معمولاً بسیار حساس بوده و حتی با الکتریسیته ساکن بدن نیز تحریک می گردند. به همین دلیل نسبت به نویز بسیار حساس هستند.

فت ها در ساخت فرستنده باند FM رادیو نیز کاربرد فراوانی دارند. معمولاً مقاومت بین پایه درین و گیت از مقاومت پایه درین و سورس بیشتر است که از این طریق می توان پایه درین را از سورس تشخیص داد.