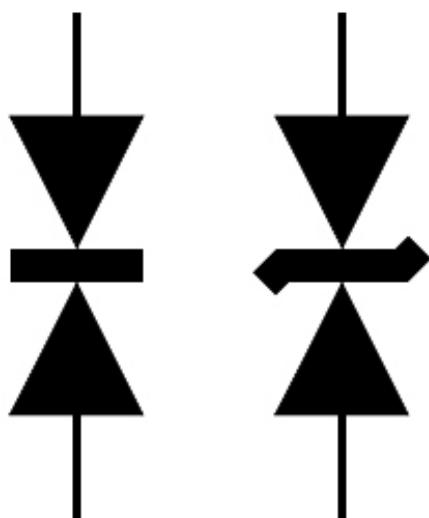




## معرفی دیود TVS



# TVS Diode



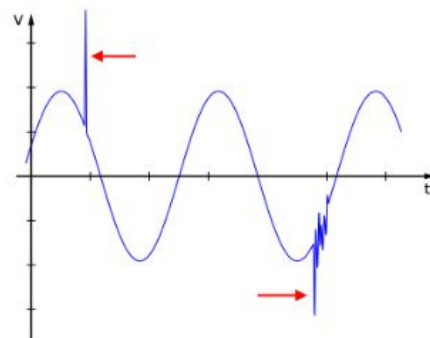
<https://blog.microele.com>

تاریخ انتشار: ۸ تیر، ۱۳۹۹ توسط علیرضا وحیدی پور

دیود TVS (یا دیود تی وی اس) نوعی دیود بسیار سریع است که برای محافظت در مدارات الکترونیکی استفاده می شود. TVS مخفف عبارت Transient Voltage Suppression است.

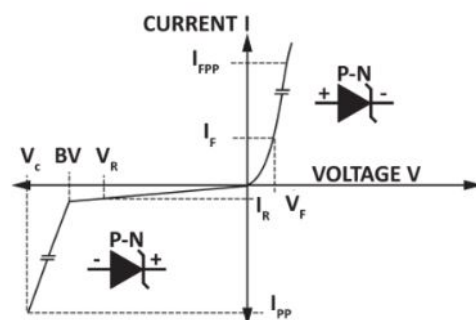


این نوع دیود که گاهی دیود ESD (Electro static Discharge) نامیده می شوند در مقابل ولتاژهای ناگهانی ناشی از نواسانات یا الکتریسیته ساکن و ضربه های ولتاژ مقاوم هستند و از آسیب رسیدن به آیسی ها و قطعات دیگر مدار جلوگیری به عمل می آورند.



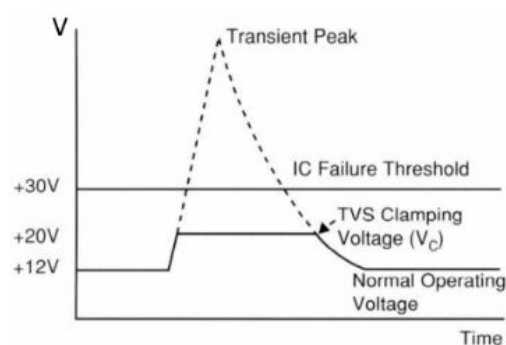
## حذف ولتاژ گذرا با دیود TVS

منحنی مشخصه دیودهای TVS شبیه دیودهای زنر است. وقتی ولتاژ بایاس معکوس دیود TVS کمتر از ولتاژ شکست است، جریان نشتی بسیار ناچیزی از آن عبور می کند. اما وقتی ولتاژ بایاس معکوس از ولتاژ شکست بیشتر می شود، جریانی از دیود عبور می کند. بنابراین امپدانس کمی در ناحیه شکست به وجود می آید و ولتاژ بایاس معکوس دیود ثابت می ماند. تصویر زیر منحنی مشخصه دیودهای TVS یک طرفه را نشان می دهد. با ولتاژ معکوس در محدوده صفر تا ولتاژ شکست (Breakdown Voltage یا BV) جریان ناچیزی از دیود عبور می کند. این جریان همان جریان نشتی دیود در بایاس معکوس است. هنگامی که ولتاژ معکوس از ولتاژ شکست بیشتر می شود، دیود روشن می شود. در این هنگام جریان هر مقدار که تغییر کند، تغییرات ولتاژ چشمگیر نخواهد بود. بنابراین اگر تغییرات جریان لحظه ای زیاد هم باشد، ولتاژ معکوس در حدود ولتاژ شکست باقی خواهد ماند.



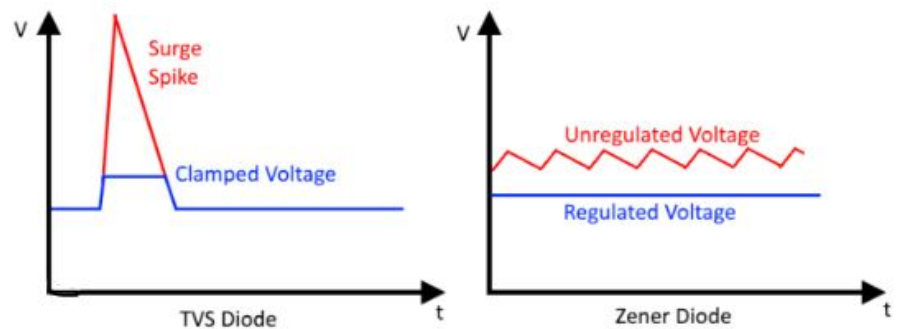


این دیودها همانند دیود زنر به یک منبع تغذیه DC مدل می شود. ولتاژ ورودی هر چقدر بیشتر باشد، در خروجی ولتاژ تقریباً ثابت و در حدود ولتاژ شکست خواهد بود. در تصویر زیر یک ولتاژ گذرا به پایه یک سی که روی آن دیود TVS قرار دارد، وارد شده است. تحمل پایه آ سی 30 ولت است ولی ولتاژ به مقدار ولتاژ شکست دیود یعنی 20 ولت محدود شده است. آنچه در تصویر زیر مشاهده می شود همانند کار دیود زنر است. اما یادآور می شویم که دیودهای زنر نمی توانند همانند دیودهای TVS ولتاژهای گذرای سریع را دنبال کنند. یعنی نمی توانند در زمانی که ولتاژ گذرای سریع اتفاق می افتد روشن شوند. در تصویر زیر واضح است که ولتاژ گذرا باعث روشن شدن دیود شده است. اگر این شکل موج به دیود زنر اعمال شود، خروجی مدار شبیه ورودی خواهد بود.



## تفاوت دیود TVS با دیود زنر

همان طور که توضیح داده شد، دیود TVS و دیود زنر از لحاظ عملکرد شبیه هم هستند. برخی به دیود TVS می گویند: «دیود زنر TVS». ولی دیودهای TVS و دیودهای زنر در ساختار و کاربرد تفاوت هایی دارند. دیودهای TVS مناسب برای حذف ولتاژ گذرای خیلی سریع هستند. همچنین جریان بسیار بالای لحظه ای را به خاطر وسیع بودن ناحیه پیوند p-n از خود عبور می دهند. دیودهای TVS سرعت سوئیچ خیلی بالایی دارند و با اعمال ولتاژ گذرا بلافاصله روشن می شوند. سرعت سوئیچ دیودهای TVS در حد پیکو ثانیه است. در ولتاژهای شکست برابر، دیودهای زنر معمولاً دارای ظرفیت خازنی کمتری نسبت به دیودهای TVS هستند. چرا که در دیود TVS وسعت پیوند p-n بیشتر است و در نتیجه ظرفیت خازنی بیشتری دارند. کاربرد دیود زنر تنظیم ولتاژ، ساخت ولتاژ مرجع، مدارات محدود کننده ولتاژ، مدارات سوئیچ و ... است. اگر دیود زنر برای حفاظت استفاده شود، تنها برای حفاظت از اضافه ولتاژ با زمان طولانی است. دیود زنر نمی تواند به ولتاژ گذرای سریع مثل Spikeها پاسخ دهد. همچنین دیودهای زنر اغلب به صورت تکی در مدارات استفاده می شوند. در حالی که دیودهای TVS آرایه ای به طور گسترده استفاده می شوند.



## مشخصات الکتریکی دیود TVS

در دیتاشیت دیوهای TVS پارامترهایی وجود دارد که در این بخش به توضیح مهمترین آنها می پردازیم. برای این منظور تصویر 5 را که منحنی مشخصه دیوهای TVS دو طرفه است، مشاهده فرمایید.

**Stand-Off Voltage (یا  $V_{RWM}$  یا  $V_R$ ):** حداکثر ولتاژ خاموش. حداکثر ولتاژی است که می توان دائماً به صورت معکوس اعمال کرد. این ولتاژ معمولاً 10 درصد کمتر از ولتاژ شکست ( $V_{BR}$ ) است. ولتاژهای کمتر از  $V_{RWM}$  تنها باعث جریان نشتی می شوند و نمی توانند دیود را روشن کنند. به این ولتاژ، ولتاژ کاری (Working Voltage) نیز می گویند.

**Breakdown Voltage (یا  $V_{BR}$ ):** ولتاژ شکست دیود. ولتاژی است که با اعمال جریان تست ( $I_T$ )، در آن شکست اتفاق می افتد. به این صورت که جریانی به دیود اعمال می کنند و ولتاژ آن را اندازه می گیرند. هرگاه ولتاژ به جایی رسید که تغییرات آن خیلی کم شد، آن را ولتاژ شکست می گویند. به بیانی دیگر، این ولتاژ آستانه روشن شدن دیود است که با اعمال جریان تست بدست آمده است.

**Leakage Current (یا  $I_R$ ):** جریان نشتی. حداکثر جریانی است که وقتی ولتاژ دیود برابر  $V_R$  است، از دیود عبور می کند.

**Clamping Voltage (یا  $V_C$ ):** ولتاژی است که در آن حداکثر جریان لحظه ای قابل قبول ( $I_{pp}$ ) می تواند عبور کند.

**Parasitic Capacitance (یا  $C_L$  یا  $C$ ):** خازن انگلی. دیوهای TVS به خاطر پیوند p-n که دارند دارای ظرفیت خازنی بسیار کمی هستند. این ظرفیت خازنی به ویژه در فرکانس های بالا تأثیر گذارند.

$V_F$  و  $I_F$ : نیز جریان و ولتاژ روشن شدن در بایاس مستقیم هستند. که البته این دو مشخصه برای دیوهای TVS یک طرفه است.



## کاربرد دیود TVS

همانطور که پیش تر گفتیم، عمده کاربرد این دیودها حذف ولتاژ گذرای ناشی از ESD است. در تصویر بالا مشخص است که استفاده از دیود TVS روی پایه PWRKEY به خاطر وجود کلید است. اگر کاربر با تماس دست، باعث ESD شود، ولتاژ گذرای ناشی از ESD توسط دیود حذف می شود. دیودهای TVS تنها برای حذف ولتاژ گذرای ناشی از ESD نیستند. بسته به مشخصات آنها، هر نوع ولتاژ گذرای که به وجود بیاید، حذف می شود. برخی پدیده هایی که باعث به وجود آمدن ولتاژ گذرا می شوند عبارتند از:

- اثر صاعقه بر خطوط انتقال برق؛
- اتصالی در خطوط انتقال برق؛
- اثر جرقه زنی موتورهای روی خطوط تغذیه و سیگنال؛
- سوییچ بارهای سلفی.

کاربرد دیودهای TVS یک طرفه با دیودهای TVS دو طرفه متفاوت است. دیودهای TVS دو طرفه اغلب در خطوط AC و DC منابع تغذیه، خطوط داده با کابل بلند، خطوط داده تفاضلی و مدارات فرکانس بالا کاربرد دارند. دیودهای TVS یک طرفه نیز اغلب در خطوط تغذیه DC، خطوط داده با کابل کوتاه و حفاظت قطعات دیجیتال به کار می روند.

## در چه جاهایی باید از دیود TVS استفاده کنیم؟

در برخی ICها به صورت داخلی روی پایه های حساس به ولتاژ گذرا، دیود TVS وجود دارد. در برخی دیگر باید به صورت خارجی دیودهای TVS قرار دهیم. اگر قصد انجام پروژه ای داریم که قرار است به صورت آزمایشی کار کند، استفاده از این دیودها ضروری نیست. برای مثال می خواهیم یک برد برای ماژول SIM800 طراحی کنیم تا فقط در فضای آزمایشگاهی عملکرد آن را ببینیم. در این صورت نیازی به دیودهای TVS نیست. اما اگر می خواهیم یک برد طراحی کنیم که در محیط صنعتی کار کند، استفاده از دیودهای TVS ضروری است. به خصوص اگر از قطعات حساس به ولتاژ گذرا در طراحی استفاده کرده باشیم. برخی قطعات حساس به ولتاژ گذرا که عبارتند از: RAMها، CPUها، حافظه های SD/MMC Card و ... و برخی جاها که باید از دیودهای TVS استفاده کنیم عبارتند از:

- پایه هایی از قطعات حساس که دکمه به آن متصل می شود (مثل پایه PWRKEY ماژول های SIM800)؛

- درگاه های RS-232 و RS-485؛

- پورت های USB؛



- پورت های Display و DVI و HDMI:

- کانکتورهای e-SATA:

- کانکتور Ethernet:

- آنتن های GPS و Wi-Fi و WLAN و ...:

- پایه های داده فرستنده/گیرنده های سیمی؛

- خروجی های صدا.

