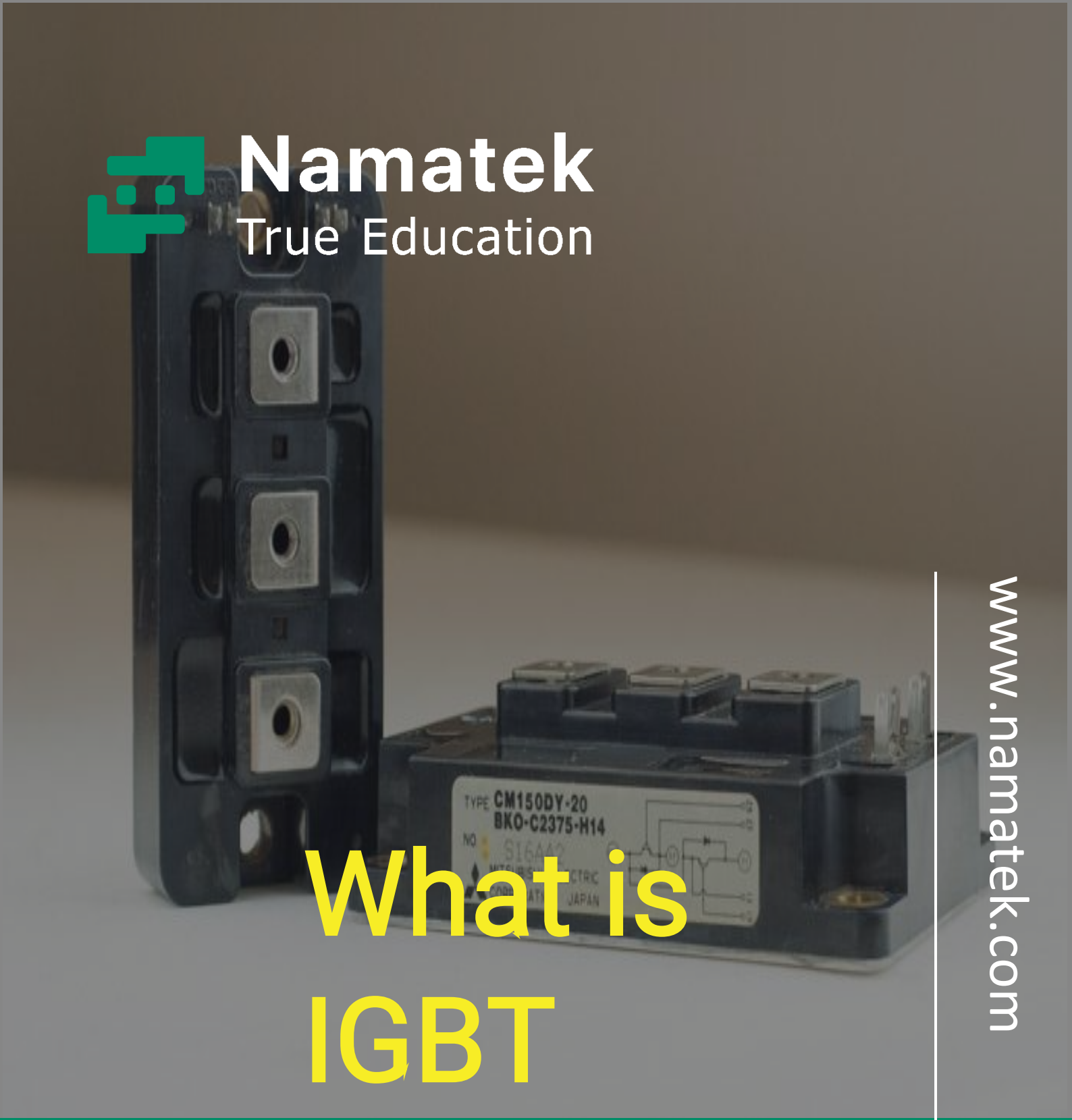
Namatek
True Education



What is IGBT

IGBT چیست؟

www.namatek.com

www.namatek.com

فهرست مطالب

۱. ترانزیستور IGBT چیست؟
۲. ساختار داخلی IGBT
۳. نحوه عملکرد IGBT
۴. کاربردهای ترانزیستور IGBT
۵. مقایسه انواع ترانزیستورها
۶. مزایا آی جی بی تی
۷. معایب آی جی بی تی

یکی از مهمترین کاربردهای ترانزیستورها، سوئیچینگ الکترونیکی است که با اختراع شدن IBGT ها سرعت این روند بسیار بیشتر شد. شاید برای شما هم جالب باشد که بدانید شیوه عملکرد IBGT چیست و چه کاربردهایی دارد؟ در این مقاله هر آنچه باید درباره IGBT بدانید را با هم مرور می کنیم.

ترانزیستور IGBT چیست؟

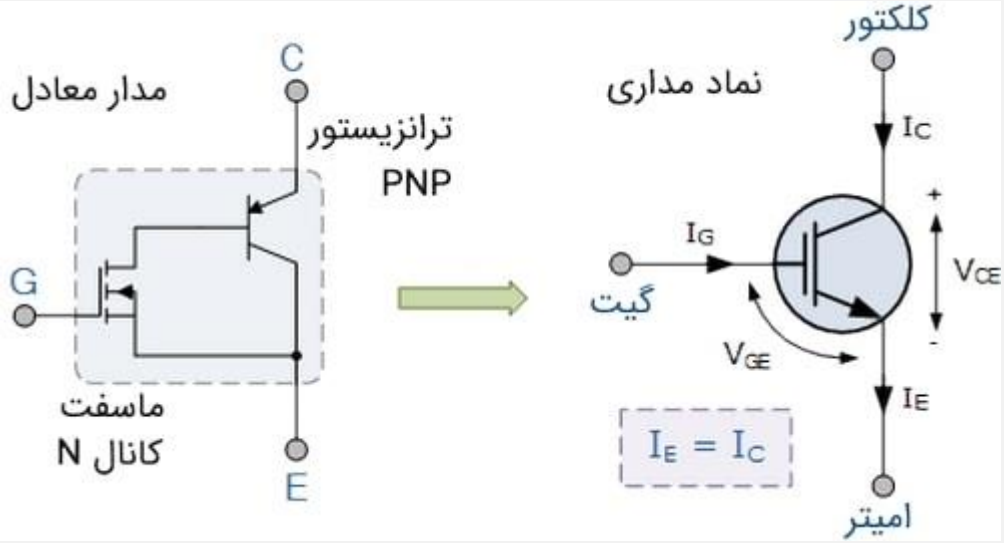
عبارت انگلیسی Insulated gate bipolar transistor را به اختصار IGBT می نامیم. با مراجعه به یک لغت نامه در خواهیم یافت که معنای این عبارت " **ترانزیستور دو قطبی دروازه عایق بندی شده** "است. بدون شک شما هم با من موافق هستید که ترجمه این عبارت کمکی به شناخت ما از این قطعه مهم الکترونیکی نخواهد کرد. این وسیله قطعه ای **نیمه هادی** است که دارای **سه ترمینال** می باشد.

این قطعه که در سال ۱۹۸۰ توسط شرکت معتبر جنرال الکتریک معرفی شد که ترکیبی بسیار کارآمد و هوشمندانه از بهترین بخش های دو ترانزیستور پیوندی دو قطبی (BJT) و ترانزیستور اثر میدان (MOSFET) است. ویژگی

های منحصر به فرد این قطعه، **امپدانس ورودی بزرگ**، **سرعت سوئیچینگ بالا** و **ولتاژ اشباع پایین آن** است.

ساختار داخلی IGBT

بعد از اینکه دانستیم IGBT چیست نوبت آن است که با ساختمان داخلی IGBTآشنا شویم و بدانیم چطور کار می کند. بهره توان یک ترانزیستور دوقطبی با گیت عایق شده به مراتب بالاتر از یک ترانزیستور دوقطبی استاندارد است. همچنین در ولتاژهای بالاتر قابلیت عملکرد بهتر و تلفات ورودی پایین تری را خواهد داشت. از نظرنوع عملکرد، IGBTدر حقیقت نوعی ترانزیستور اثر میدان (FET) است که با ترانزیستور دو قطبی ترکیب شده است. برای درک بهتر می توانید از شکل زیر کمک بگیرید:



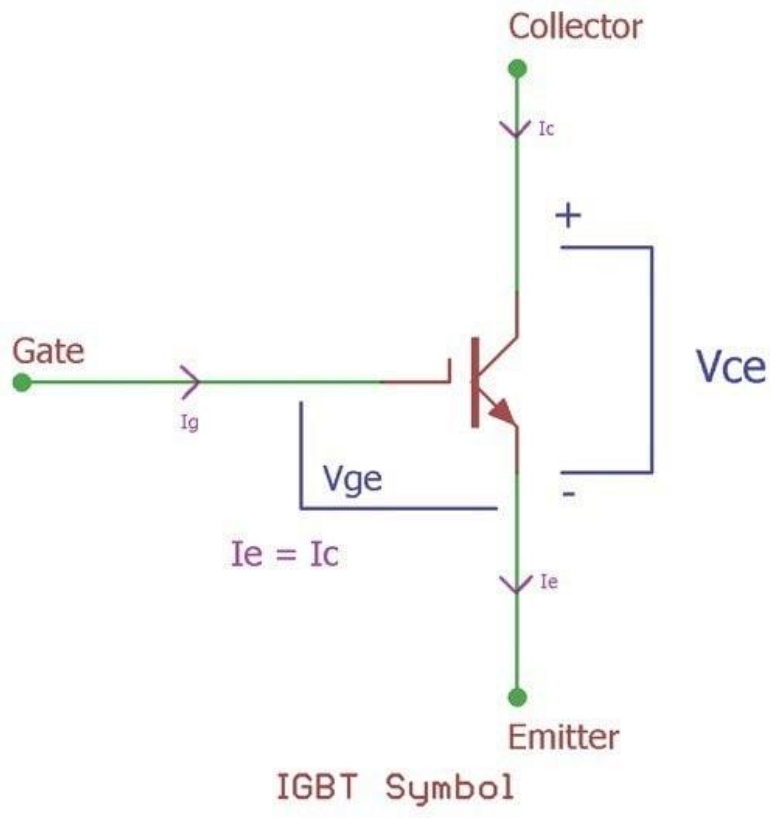
همانگونه که در شکل بالا مشاهده می کنید، IGBT دارای سه پایه یا سه سر با هدایت انتقالی است. این قطعه که از **ترکیب** یک **ماسفت کانال N** با

گیت ایزوله شده در ورودی و یک **ترانزیستور دو قطبی PNP** در خروجی ساخته شده است، تشکیل یک مدار **دارلینگتون** را می دهد.

ترمینال یا همان پایه هایIGBT ، **کلکتور** (Collector)، **امیتر** (Emitter) و **گیت** (Gate) نام دارند. پایه های (C و D) متناظر با مسیر هدایت هستند که جریان از آن ها عبور می کند .عملکرد پایه سوم (G) نیز کنترل قطعه است .نسبت سیگنال خروجی به سیگنال ورودی، برابر با میزان تقویت کنندگی IGBT است .درمورد یک BJT عادی نیز، مقدار بهره تقریباً برابر با نسبت جریان خروجی به جریان ورودی است که بتا نام دارد.

نحوه عملکرد IGBT

هدف از طراحی IGBT ها روشن و خاموش کردن یا همان **سوئیچینگ الکترونیکی** است .از این ترانزیستور برای **تعویض سرعت بالا** و همچنین در مدارهای تقویت کننده سیگنال کوچک استفاده می شود .امکان تغییر فرکانس بالا، با استفاده از IGBT امکان پذیر است.



این قطعه **یک طرفه** است زیرا تنها می تواند جریان را در جهت رو به جلو کلکتور به امیتر هدایت کند و همواره برای جریان و ولتاژهای بالا مورد استفاده قرار می گیرد .در این ترانزیستور دوقطبی، فرمان اعمال شده توسط پایه GATE صورت می گیرد .خروجی آن بسیار شبیه ترانزیستور قطبی می باشد و از دیدگاه ورودی ویژگی های FET را دارد.

ترمینال GATE از دو صفحه فلزی رسانا تشکیل شده که این صفحه ها جهت ایجاد میدان های الکترو استاتیکی مورد استفاده قرار می گیرند . روکش سطحی این صفحات به صورت لایه نازکی از اکسید سیلیکون می باشد و هر یک از این صفحات عایق به سه نیمه هادی در ساختار داخلی IGBT متصل شده است.

در زمان هدایت یا سوییچ کردن حالت"ON" ، جریان از کلکتور به امیتر منتقل می شود. مشابه همین عملکرد برای ترانزیستور BJT نیز اتفاق می افتد ولیکن در مورد IGBT به جای پایه بیس، گیت وجود دارد. اختلاف ولتاژ بین گیت و امیتر Vga ، اختلاف ولتاژ بین کلکتور و امیتر Vce و جریان امیتر (Ie) نامیده می شود که تقریباً برابر با جریان کلکتور(Ic) ، یعنی Ie= Ic است. Vce بسیار کم است به علت اینکه جریان گردشی در هر دو کلکتور و امیتر نسبتاً یکسان است.

کاربردهای ترانزیستور IGBT

IGBT ها به طور متداول در الکترونیک قدرت مانند اینورترها، مبدل ها و هم چنین در منابع تغذیه که به قطعات سوئیچینگ حالت جامد نیاز داشته و ماسفت ها و BJT ها در آن جا نمی توانند کارایی لازم را داشته باشند، مورد استفاده قرار می گیرند. به دلیل مقاومت کمتری که IGBT ها نسبت به BJT ها دارند در کاربردهای مرتبط با توان بالا بسیار کارآمدتر هستند.

ترانزیستور های IGBT برای هدایت بارهای القایی مانند موتور های سیم پیچ، موتور های الکترومغناطیس و موتور های دینامیکی ایده آل هستند. همانطور که پیش از این نیز بیان کردیم سوئیچینگ سریع یکی از هدف های طراحی این قطعه می باشد پس می تواند در تعویض آمپلی فایرها در سیستمهای صوتی و سیستمهای کنترل صنعتی نیز کاربرد داشته باشد. همچنین از این خاصیت در تعویض منبع تغذیه در برنامه های پرقدرت استفاده می شود:

- درایوهای با فرکانس متغیر (VFDs)
- اتومبیل های برقی
- قطارها
- یخچال های با سرعت متغیر
- بالاست های لامپ و تهویه هوا نمونه هایی از کاربرد این قطعه هستند.

تا اینجا فهمیدیم IGBT چیست و چطور کار می کند و در چه مواردی استفاده می شود. در ادامه به مقایسه این ترانزیستور با ترانزیستورهای BJT و MOSFET می پردازیم.

مقایسه انواع ترانزیستورها

در جدول زیر به سهولت می توانید به مقایسه IGBT با BJT و MOSFET بپردازید و متوجه کاربرد اصلی این ترانزیستور دو قطبی بشوید.

ویژگی دستگاه	BJT	MOSFET	IGBT
ولتاژنامی	زیاد	زیاد	بسیار زیاد
جریان نامی	زیاد 500A>	کم 200A>	زیاد 500A>
راه انداز ورودی	جریان ۲۰۰-۲۰ آمپر	ولتاژ ۱۰-۳ ولت	ولتاژ۸-۴ ولت
امپدانس ورودی	کم	زیاد	زیاد
امپدانس خروجی	کم	متوسط	کم
سرعت سوئیچینگ	کند در حد میکروثانیه	کند در حد نانو ثانیه	متوسط
قیمت	کم	متوسط	زیاد

مزایا آی جی بی تی

شاید برای شما هم سوال باشد که مزیت استفاده از IGBT چیست و چرا بهتر از دو نوع دیگر است. می توان گفت مهم ترین **مزایای** استفاده از ترانزیستور های IGBT نسبت به انواع دیگر ترانزیستور ها عبارتند از:

- توان ولتاژ بالا
- مقاومت کمON
- هدایت شوندگی ساده
- سرعت سوئیچینگ نسبتا سریع

ترکیب با جریان ورودی صفر انتخاب خوبی برای سرعت متوسط خواهد بود. همچنین برنامه های ولتاژ بالا همچون PWM ، کنترل سرعت متغیر، منبع تغذیه SWITCH MODE یا برنامه های مبدل AC-DC خورشیدی و مبدل های فرکانس که در محدوده صدها کیلوهرتز کار میکنند نیز از دیگر از مزیت های این نوع ترانزیستور شناخته می شوند.

یکی دیگر از مزایای مهم IGBT **سادگی در طراحی** آنهاست که با استفاده از یک ولتاژ گیت مثبت، میتوان آن را به ON و یا با ایجاد یک گیت صفر یا کمی منفی به OFF هدایت کرد و به این ترتیب در انواع برنامه ها از این نوع سوئیچینگ می توان استفاده نمود.

معایب آی جی بی تی

حالا سوال این است که معایب استفاده از IGBT چیست و آیا این معایب باعث انتخاب انواع دیگر می شود؟

هر وسیله در کنار مزایایی که دارد حتما یک یا چند عیب نیز می تواند داشته باشد که یکی از مهم ترین عیوب ترانزیستورهای IGBT این است که به دلیل اینکه هنگام مونتاژ به صورت ردیفی و در کنار هم بر روی برد دستگاه سوار می شوند، هرگاه برد دچار آسیب شود به ناچار باید تعداد زیادی از این ترانزیستورها تعویض شوند. به همین دلیل می توان گفت **هزینه نگهداری** از آن ها کمی **بالا** است.

به علت وجود ساختار تریستوری PNPN امکان قفل شدگی در ترانزیستورهای IGBT وجود دارد. همین قفل شدگی منجر به جریان بیش از حد مجاز بین کلکتور و امیتر و در نتیجه افزایش پراکندگی توان و در نتیجه آسیب دیدن ترانزیستور می شود.