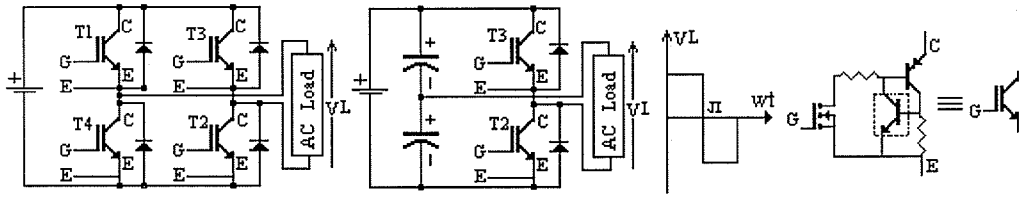
آزمایش چهاردهم

اینورتر (مبدل DC/AC) تکفاز ترانزیستوری

(Isolated Gate Bipolar Transistors)



● اهداف:

۱) بررسی کار(Isolated Gate Bipolar Transistors) **IGBT**

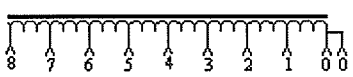
برای کلید زنی

۲) بررسی اینورتر (مبدل DC به AC) تکفاز نیم پل، با بارهای اهمی و اهمی ـ سلفی

۳) بررسی اینورتر (مبدل DC به AC) تکفاز تمام پل، با بارهای اهمی و موتوری

◄ وسایل و قطعات مورد نیاز برای آزمایش

عنوان	مشخصات	تعداد
اسیلوسکوپ	-	۱
مولتی متر	-	۱
منبع تغذیه	0-180V(DC)/3A	۱
منبع تغذیه	12V (DC)±	۱
برد مدار فرمان	DC/AC PWM	۱
بردجدا کننده فرمان از قدرت	Driver & Opto	۱
ولوم	100K	۱
IGBT	XGP10N89A	۴
دیود	BYT12-1000	۴
لامپ با سرپیچ	220V/100W	۲
خازن	3300µf /100V	۲
سلف متغیر	-	۱
مقاومت	/5W1Ω	۲
پایه فیوز با فیوز	3A	۱



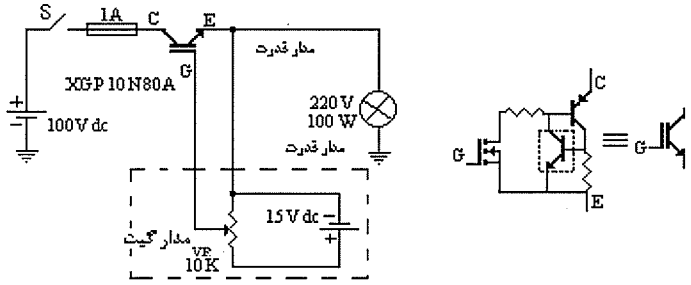
مقادیر سلف متغیر در تمام فاصله ها

r=2.7Ω و L=80mh

◄آزمایش (۱۴-۱)

بررسی کار IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistors)

مدار شکل(۱۴-۱) را برای بررسی کار IGBT آماده کرده، سپس مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید.



شکل(۱۴-۱)

●مراحل اجرای آزمایش:

الف) در شرایطی که کلید S قطع است، زمین اسیلوسکوپ را به امیتر IGBT (E) وصل کرده، سپس کانال یک و دو اسیلوسکوپ را برای مشاهده ولتاژهای کلکتور (C) و گیت (G) ترانزیستور به مدار وصل کنید. (کلیدهای انتخاب ولتاژ هر یک از کانالها را در وضعیت مناسب قرار دهید.) آنگاه توسط مقاومت متغیر VR ولتاژ گیت را صفر کرده، سپس کلید S را وصل کنید. اکنون در حالیکه ولتاژ های کلکتور و گیت ترانزیستور را توسط اسیلوسکوپ زیر نظر دارید به آرامی ولتاژ گیت را توسط مقاومت VR افزایش داده تا ولتاژ کلکتور نسبت به امیتر شروع به کاهش نماید (یعنی IGBT شروع به هدایت نماید.) مقدار ولتاژی از گیت که IGBT شروع به هدایت میکند را یادداشت کنید.

V_{GS}=

پس از اندازه گیری فوق، افزایش ولتاژ گیت را ادامه داده تا هدایت ترانزیستور در آستانه حالت اشباع قرار گیرد. مقدار ولتاژی از گیت که IGBT در آستانه حالت اشباع قرار می‌گیرد را یادداشت کنید.

V_{GS}=

ب) یک لامپ100W دیگر موازی لامپ قبلی قرار داده تا بار200W شود. پس از افزایش بار،آزمایش بند الف را تکرار کرده و نتایج را یادداشت کنید.

(۱)V_{GS}=

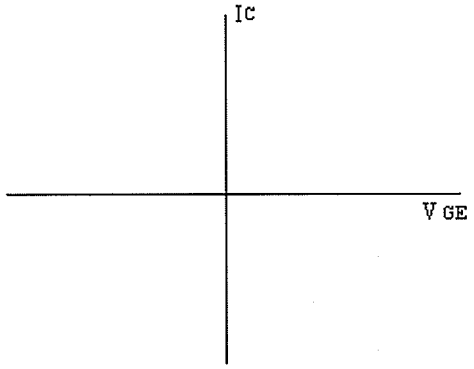
(۲)V_{GS}=

† سئوال(۱):

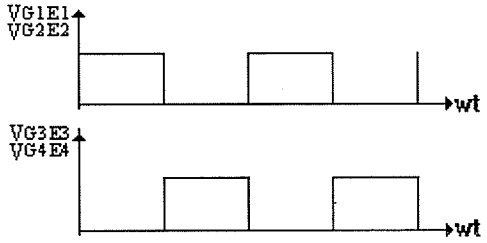
آیا مقادیر اندازه‌گیری شده در بند (الف) و (ب) با هم برابر هستند؟ چرا؟

†سئوال (۲) :

در صورتیکه مقاومت لامپ در شرایط آزمایش تقریباً 40 اهم فرض شود، با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده در بند (ب) مشخصه (تقریبی) جریان کلکتور نسبت به ولتاژ گیت این ترانزیستور را در زیر رسم کنید.



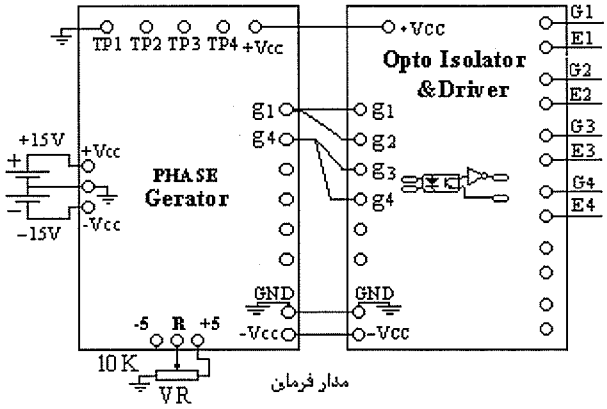
ج) کلید S را قطع و مدار گیت را باز کنید. جهت بررسی کار IGBT در حالت کلید زنی، مدار فرمان شکل(۱۴-۲) را **بدون اینکه خروجی آنرا به مدار قدرت وصل شود** آماده کنید. پس از آماده کردن مدار، کلید تغذیه مدار فرمان را وصل کنید. در این شرایط، در خروجی های این مدار فرمان باید شکل موجهای زیر وجود داشته باشد.



با مشاهده این خروجی‌ها توسط اسیلوسکوپ از وجود این پالسها اطمینان حاصل نموده، آنگاه توسط مقاومت VR فرکانس آنرا تقریباً 1KHZ تنظیم کنید.

د) پس از اطمینان، از درستی کار مدار فرمان، خروجی های G1 و E1 مدار فرمان را به ترتیب به گیت و امیتر مدار قدرت وصل و کلید S (از مدار قدرت) را روشن کنید. آنگاه شکل موج ولتاژ کلکتور نسبت به امیتر ترانزیستور را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کرده، زمانهای نزول، صعود و همچنین افت ولتاژهای ترانزیستور در زمانهای قطع و وصل را از روی شکل موج تعیین کنید.

زمان صعود: زمان نزول: ولتاژ حالت قطع: ولتاژ حالت وصل:



توجه در موقع کار با برد Opto isolator حتماً باید منابع تغذیه مثبت ومنفی آن همزمان وصل شوند وگرنه ترانزیستور برد خراب می‌شود

شکل(۱۴-۲)

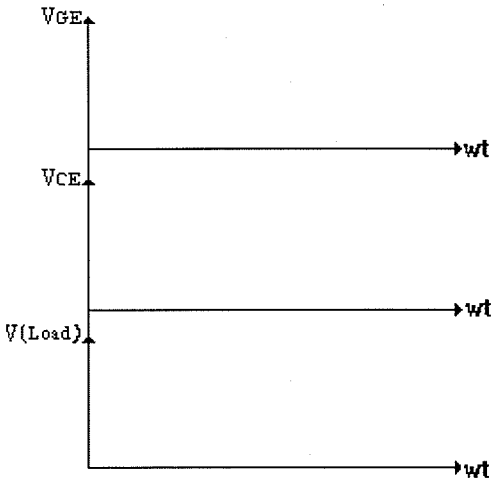
†سئوال (۱) :

بزرگ بودن زمان نزول و صعود کلید های قدرت چه محدودیتی در طراحی مبدلها ایجاد میکنند.؟

†سئوال (۲) :

بزرگ بودن ولتاژ حالت وصل کلید های قدرت چه محدودیتی در طراحی مبدلها ایجاد میکند؟

۵)شکل موجهای ولتاژهای گیت و کلکتور (نسبت به امیتر) ترانزیستور و ولتاژ بار (لامپ) را پس از مشاهده توسط اسیلوسکوپ در زیر رسم کنید.



† سئوال(۱):

ترانزیستور IGBT نسبت به POWER MOSFET چه مزایا و معایبی دارد؟

† سئوال(۲):

ترانزیستور IGBT نسبت به ترانزیستور چه مزایا و معایبی دارد؟

آزمایش(۱۴-۲)

◄ اینورتر (مبدل DC به AC) تکفاز نیم پل

مدار شکل(۱۲-۳) یک مبدل DC به AC تک فاز نیم پل است، این مدار را آماده کرده، آنگاه دوتا از خروجی های مدار فرمان آزمایش قبل را که هم شماره با ترانزیستورها می باشند با دقت انتخاب کرده و به ترانزیستورهای مربوط به آنها وصل کنید. پس از آماده سازی، مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید. در این مبدل برای بار اهمی به وجود دیودها نیاز نیست، از طرفی چون در ادامه آزمایش از بار اهمی ـ سلف استفاده خواهد شد. برای این منظور، از ابتدای این آزمایش دیودها به مدار اضافه شده است.

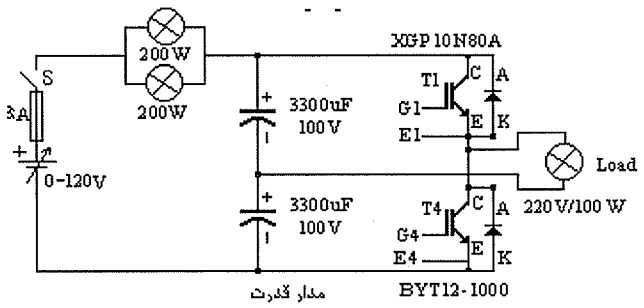
وجود لامپ‌های 200W سری شده با منبع تغذیه برای حفاظت ترانزیستورها در مقابل خطاهای احتمالی است. درصورت اطمینان از عملکرد مدار می‌توان آنها را اتصال کوتاه کرد. **توجه کنید، در زمانی که کلید قدرت S وصل است، نباید به هیچ وجه اتصال گیت های ترانزیستور ها باز باقی بمانند. زیرا در این وضعیت، ترانزیستورها تخریب خواهند شد.**

☼توجه کنید:

اگر در این مبدل، زمانیکه خازنها کاملاً دشارژ ومنبع تغذیه قدرت در شرایط 120V است، کلید منبع تغذیه قدرت S وصل شود، جریان غیر مجاز از منبع اخذ شده و باعث سوختن فیوز خواهد شد. برای جلو گیری از این پیشامد، قبل از اینکه کلید S را وصل کنید ابتدا منبع تغذیه قدرت را صفر کرده، آنگاه کلید S را وصل و سپس منبع تغذیه قدرت را از صفر به 120V افزایش دهید.

† سئوال(۱):

معمولاً در مدارات صنعتی، برای این نوع مدارها جهت جلوگیری از افزایش جریان غیر مجاز، چه نوع اقدامی صورت می‌گیرد؟

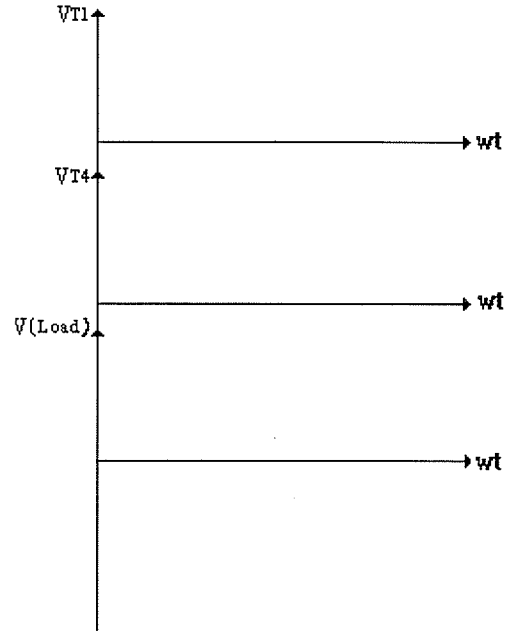


شکل(۱۲-۳) مبدل DC به AC تک فاز نیم پل

●مراحل اجرای آزمایش:

الف) کلید S از مدار قدرت را وصل و ولتاژ منبع تغذیه قدرت را 120V تنظیم کنید، سپس توسط اسیلوسکوپ ولتاژ دو سر بار اهمی(لامپ) را مشاهده کنید. در این شرایط، ولتاژ دو سر بار اهمی باید متناوب و مربع شکل باشد. در صورت صحت این ولتاژ، به کمک مقاومت VR از مدار فرمان،

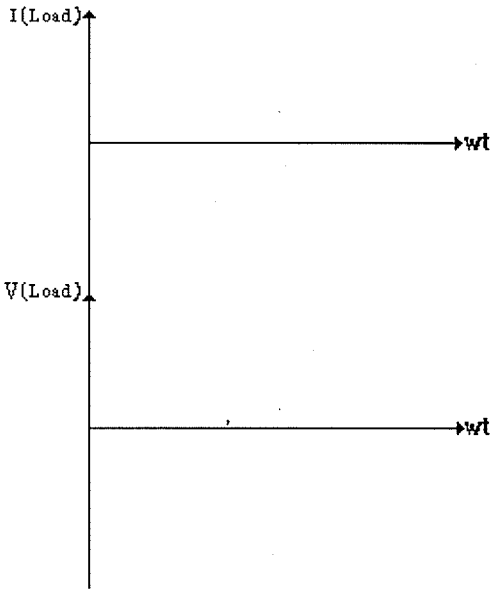
فرکانس ولتاژ بار را روی 100HZ تنظیم کنید. آنگاه شکل موجهای ولتاژ های کلکتور- امیتر هر دو ترانزیستور و ولتاژ بار را مشاهده کرده، و در زیر رسم کنید.



† **سئوال(۱):** وظیفه خازن ها در این مدار چیست؟

† **سئوال(۲):** مقادیر ظرفیت و ولتاژ خازن ها به چه پارامترهایی از مدار بستگی دارد؟

ب) مقدار 80mH سلف را با بار اهمی (لامپ) سری کرده، آنگاه شکل موجهای ولتاژ و جریان بار (اهمی ـ سلفی)را مشاهده کرده، در زیر رسم کنید.



† **سئوال:** در این مبدل، کار دیودها در بار های اهمی – سلفی چیست؟

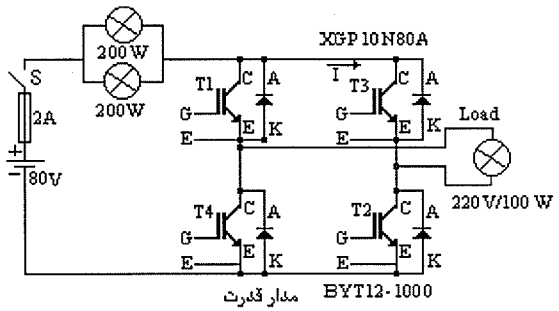
آزمایش(۱۴-۳)

◄اینورتر (مبدل DC به AC) تکفاز تمام پل

مدار شکل(۱۴-۴) یک مبدل DC به AC تک فاز تمام پل است، این مدار را آماده کرده، آنگاه هر چهار خروجی مدار فرمان آزمایش قبل را که هم شماره با ترانزیستورها می باشند، با دقت انتخاب کرده و به ترانزیستورهای مربوط به هر یک وصل کنید. پس از این آماده سازی، مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید.

وجود لامپ‌های 200W سری شده با منبع تغذیه برای حفاظت ترانزیستورها در مقابل خطاهای احتمالی است. درصورت اطمینان از عملکرد مدار می‌توان آنها را اتصال کوتاه کرد. **توجه کنید، در زمانی که کلید قدرت S وصل است، نباید به هیچ وجه اتصال گیت های ترانزیستور ها، باز باقی بمانند. زیرا در این وضعیت، ترانزیستورها تخریب خواهند شد.**

لازم به ذکر است، در این مبدل، برای بار اهمی به وجود دیودها نیاز نیست، چون در ادامه آزمایش از بار اهمی ـ سلفی استفاده خواهد شد، برای این منظور از ابتدای آزمایش دیودها به مدار اضافه شده اند.



شکل(۱۲-۴) مبدل DC به AC تک فاز تمام پل

●مراحل اجرای آزمایش:

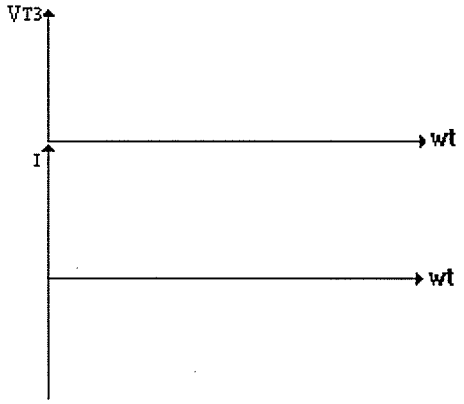
الف) پس از آماده کردن مدار، کلید منبع تغذیه قدرت را وصل کرده و ولتاژ بار را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در این شرایط باید ولتاژ بار متناوب و مربع شکل باشد. در صورت عملکرد درست مدار، با تغییر مقاومت VR (از مدار فرمان) فرکانس ولتاژ بار را روی50HZ تنظیم کنید.

ب) کلید منبع تغذیه مدار قدرت را قطع و بجای بار اهمی(لامپ) یک موتور AC تک فاز با توان 1/6HP قرار دهید. آنگاه ولتاژ منبع را تا 180V افزایش داده، کلید قدرت را وصل کنید. در این شرایط باید موتور AC بچرخد.

ج) در شرایطی که ولتاژ و جریان موتور را توسط دو کانال اسیلوسکوپ مشاهده می کنید، با مقاومت VR فرکانس ولتاژ بار رادر محدوده30HZ تا 150HZ تغییر داده، اثر این تغییر فرکانس را روی چرخش و جریان موتور مشاهده کرده، نتایج را یادداشت کنید.

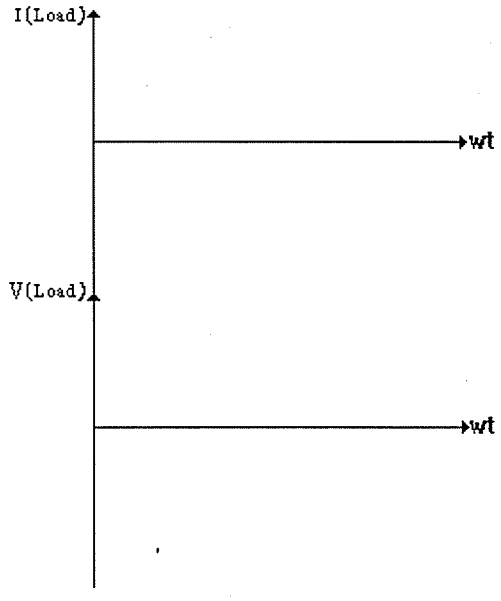
† **سئوال(۱):** برای اینکه با این مبدل، موتور بتواند در سرعت های بالا و پائین سرعت نامی بطور امن کارکند، چه نوع اصلاحاتی را برای این مبدل پیشنهاد می کنید؟

د) فرکانس کار را روی 50HZ تنظیم کرده، آنگاه ولتاژ وجریان موتور، ولتاژ یکی از ترانزیستورها (T3) و جریان شاخه I را مشاهده کرده، در زیر رسم کنید.



† **سئوال(۱):** از روی شکل جریان شاخه I، جریانهای دیود D3 و ترانزیستور T3 را تعیین کنید.

ه) در شرایط بند (د) ولتاژ وجریان موتور را مشاهده کرده، در زیر رسم کنید.



† **سئوال(۱):** با استفاده از سری فوریه، دامنه پنج مولفه از هارمونیکهای نزدیک به مولفه اصلی شکل موج ولتاژ موتور را تعیین کنید.

† **سئوال(۱):** برای حذف هارمونیک های نزدیک به مولفه اصلی چه راه حلی را پیشنهاد می‌کنید؟