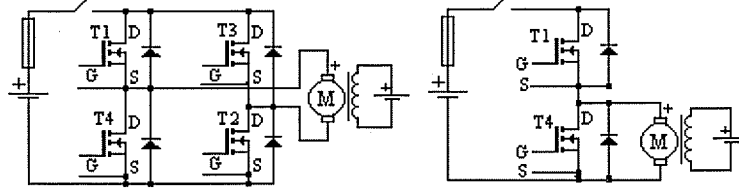


## آزمایش سیزدهم

راه اندازی موتور DC، بامبدل DC به DC ترانزیستوری

(POWER MOSFET)



### • اهداف:

- (۱) بررسی مبدل DC به DC. برای راه اندازی موتور DC در یک جهت
- (۵) بررسی مبدل DC به DC. برای راه اندازی موتور DC در دو جهت

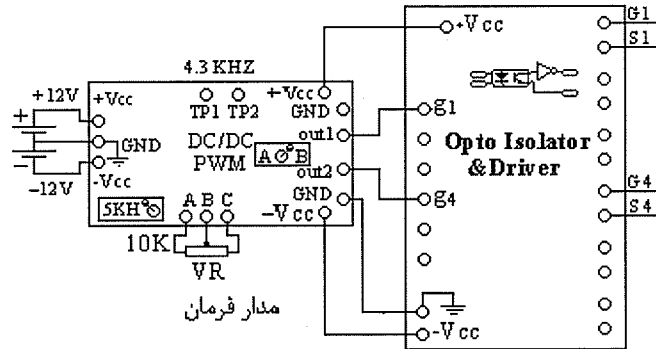
### ◀ وسایل و قطعات مورد نیاز برای آزمایش

تعداد	مشخصات	عنوان
۱	-	اسیلوسکوپ
۱	-	مولتی متر
۱	0-110V(DC)/3A	منبع تغذیه
۱	12V ±	منبع تغذیه
۱	DC/DC PWM	برد مدار فرمان
۱	Driver & Opto	برد جدا کننده فرمان از قدرت
۱	100K	ولوم
۴	IRF840	POWER MOSFET
۴	BYT12-1000	دیود
۱	220V/100W	لامپ با سرپیچ
۱	120V	موتور DC
۲	/5W 1Ω	مقاومت
۱	3A	پایه فیوز با فیوز

◀ آزمایش (۱-۱۳)

مبدل DC به DC برای راه اندازی موتور در یک جهت

مدار بلوکی شکل (۱-۱۳) مربوط به مدار فرمان مبدل DC به DC ترانزیستوری است، برای راه اندازی موتور DC در یک جهت، آنرا آماده کرده و کلید انتخاب فرکانس را در وضعیت 5KHZ و کلید انتخاب حالت کاری را در وضعیت B قرار دهید، سپس مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید.

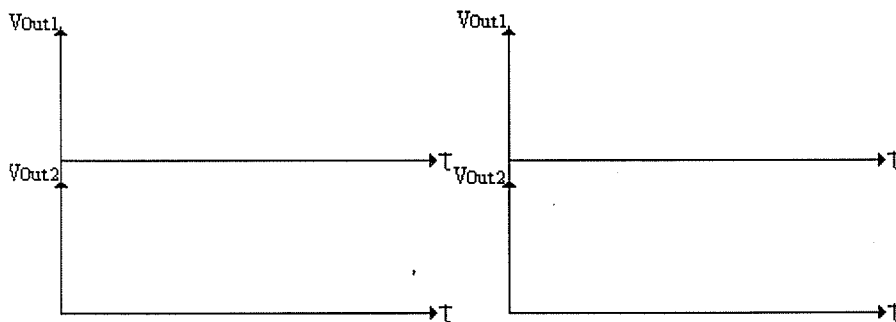


توجه در موقع کار با برد Opto isolator حتماً باید منابع تغذیه مثبت و منفی آن همزمان وصل شوند وگرنه ترانزیستورهای برد خراب می شوند

شکل (۱-۱۳)

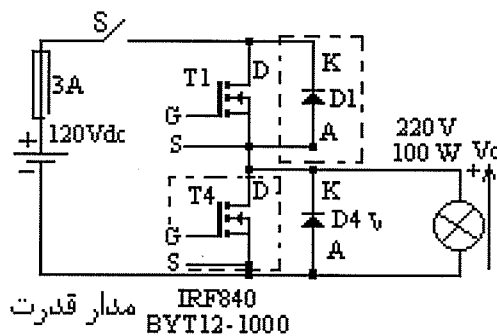
● مراحل اجرای آزمایش:

الف) شکل موجهای Out1 و Out2 از برد PWM را (نسبت به GND) توسط دو کانال اسیلوسکوپ مشاهده کرده و با تغییر مقاومت متغیر، تغییر این شکل موجها را بررسی کنید. فرکانس این موجها باید تقریباً 5KHZ باشد درستی این مقدار را بررسی کنید. پس از اطمینان از درستی مقدار فرکانس، شکل موجهای Out1 و Out2 را یک بار، در شرایطی که زمان مثبت بودن شکل Out1 تقریباً 60% زمان کل دوره آن است در زیر رسم کرده و بار دیگر، این رسم را در شرایطی که زمان مثبت بودن شکل Out2 تقریباً 60% زمان کل دوره آن است در زیر تکرار کنید.



ب) بررسی کنید که در خروجی  $G_1$  نسبت به  $S_1$  شکل موجی نظیر شکل موج  $Out_1$  و در خروجی  $G_4$  نسبت به  $S_4$  شکل موجی نظیر شکل موج  $Out_2$  را داریم. پس از این بررسی، مدار قدرت شکل (۱۳-۲الف) را که یک مبدل DC کاهنده است، بدون المانهائی که در داخل خط چین قرار گرفته اند آماده کنید.

توجه کنید المانهای مدار قدرت را طوری جای گذاری کنید تا در بخش بعدی با تکمیل این مدار قدرت ( بدون نیاز به باز کردن آن ) به راحتی بتوانیم به مدار قدرت شکل (۱۳-۳) دست پیدا کنیم.

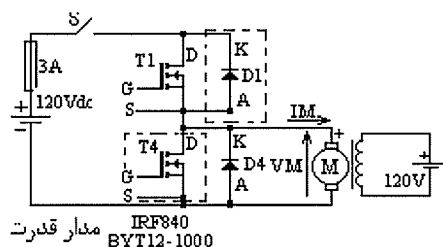


شکل (۱۳-۲الف)

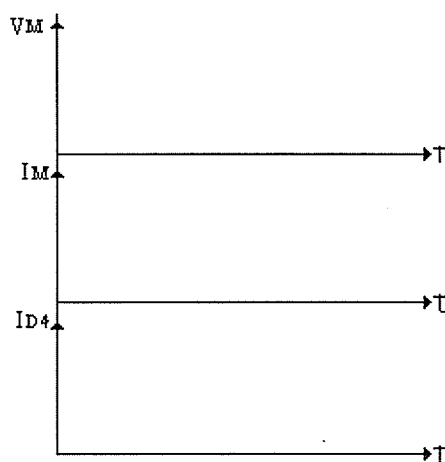
پس از آماده کردن مدار قدرت، خروجی  $G_1$  و  $S_1$  از مدار فرمان ( بلوک Opto ) را به گیت و سورس ترانزیستور  $T_1$  وصل کرده، و کلید  $S$  از مدار قدرت را وصل کنید، حال با تغییر مقاومت VR باید نور لامپ تغییر کند. در این شرایط شکل ولتاژ لامپ را مشاهده کرده و فرکانس این ولتاژ را اندازه گیری کنید. این فرکانس باید معادل فرکانس خروجی مدار فرمان باشد. در صورت درستی شرایط ولتاژ لامپ، با تغییر VR ولتاژ لامپ را به صفر رسانده، آنگاه کلید  $S$  از مدار قدرت را خاموش کنید.

ج) بجای بار اهمی ( لامپ ) مبدل، یک موتور DC تحریک جداگانه بر طبق شکل (۱۳-۲ب) به مدار وصل کنید. این مبدل DC به DC می تواند موتور DC را در یک جهت راه اندازی کرده و آنرا تغییر دهد. توجه کنید، در این مدار، تغذیه DC میدان موتور و تغذیه DC مبدل، از یک منبع تغذیه تامین می شوند.

پس از این تعویض بار، کلید  $S$  مدار قدرت را وصل کنید آنگاه به آرامی مقاومت VR را تغییر داده تا موتور راه اندازی شود. پس از راه اندازی موتور بوسیله مقاومت VR، مقدار ولتاژ متوسط موتور را 40V تنظیم کرده آنگاه شکل موجهای جریان و ولتاژ آرمیچر و همچنین جریان دیود  $D_4$  را پس از مشاهده توسط اسیلوسکوپ در صفحه بعد رسم کنید.



شکل (۱۳-۲) ب



سؤال:

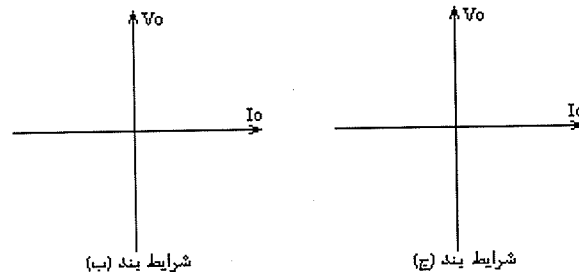
بدون بررسی عملی و با تحلیل مدار قدرت، شکل موجهای ولتاژ و جریان ترانزیستور T1 را تعیین کرده آنها را در گزارش کار خود بیاورید.

ج) تغییرات سرعت موتور را با تغییر دادن تمام محدوده مقاومت متغییر VR، (مخصوصاً در دوره رفتن به حالت توقف) با دقت مشاهده کنید، پس از اطمینان از برداشت کامل از نحوه رفتار موتور، سرعت موتور را صفر و کلید S از مدار قدرت را قطع کنید. آنگاه با اضافه کردن المانهای داخل خط چین (T4 و D1)، این مدار را کامل کنید. پس از آماده کردن کامل مدار، خروجی های G4 و S4 از مدار فرمان را به گیت و سورس ترانزیستور T4 وصل کنید. توجه کنید در زمانیکه کلید قدرت S را وصل می کنید، نباید به هیچ وجه، اتصال گیت های ترانزیستور ها، باز باقی بمانند. زیرا در این وضعیت، ترانزیستورها تخریب خواهند شد. برای جلوگیری از تخریب احتمالی می توانید دو عدد لامپ 200W را بصورت موازی بجای فیوز در مدار قرار دهید.

پس از ارتباط مدار فرمان به مدار قدرت، کلید S از مدار قدرت را وصل کرده، آنگاه مانند ابتدای این بند از آزمایش با تغییر دادن تمام محدوده مقاومت متغییر VR، نحوه تغییرات سرعت موتور را با دقت، مجدداً بررسی کنید. اختلاف نحوه رفتار سرعت موتور (مخصوصاً در دوره رفتن به حالت توقف) در این دو حالت چگونه است؟ اگر تفاوت محسوسی در رفتار سرعت ملاحظه نکردید از مربی بخواهید تا شما را راهنمایی کند.

† سؤال :

این مبدل در شرایط بند های (ب) و (ج) در کدام نواحی از چهار ناحیه زیر می تواند کار کند؟



(د) با یک اهم متر مقاومت بین درین و سورس یک POWER MOSFET که خارج از مدار است را اندازه گیری کرده، تعیین کنید در کدام جهت (از درین به سورس یا بلعکس) مسیر عبور جریان باز و در کدام جهت بسته است.

† سؤال (۱):

چرا در یک POWER MOSFET بین درین و سورس از یک طرف مسیر عبور جریان باز و از طرف دیگر بسته است؟

† سؤال (۲):

با توجه به نتایج بند (د) این آزمایش، چرا در طراحی های نظیر مدار قدرت این آزمایش، معمولاً یک دیود موازی هر درین - سورس POWER MOSFET قرار داده میشود.

† سؤال (۳):

کار هر یک از ترانزیستور ها (T1 و T2) و دیودها (D1 و D2) در این مبدل چیست؟ توجه کنید!!!! کلید S از مدار قدرت را قطع کرده آنگاه به آزمایش بخش بعد پردازید.

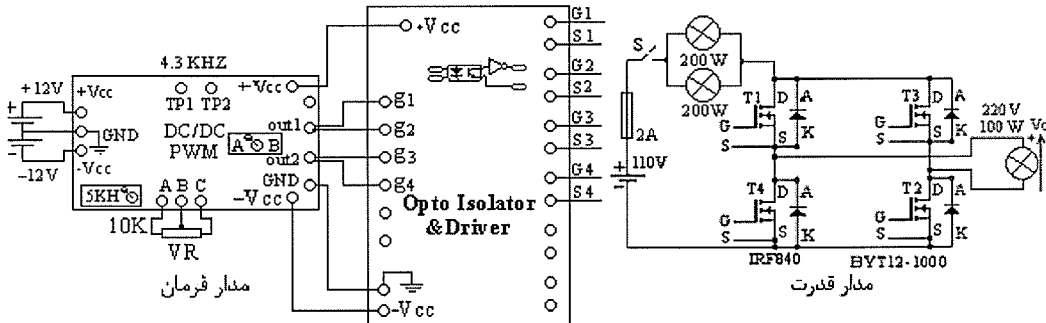
◀ آزمایش (۱۳-۲)

**مبدل DC به DC برای راه اندازی موتور در دو جهت**

مدار شکل (۱۳-۳) یک مبدل DC به DC برای راه اندازی موتور DC در دو جهت است. این مدار شامل یک پل ترانزیستوری با بار اهمی (لامپ) به همراه مدار فرمان (تکمیل شده مدار فرمان آزمایش بخش قبل) است. این مدار را بدون اینکه خروجی های مدار فرمان آن به مدار قدرت وصل شود، آماده کنید.

پس از آماده کردن مدارها، کلید انتخاب فرکانس را در وضعیت 5KHZ و کلید انتخاب حالت کاری را در وضعیت A قرار دهید. 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. در صورت اطمینان از عملکرد مدار می‌توان آنها را اتصال کوتاه کرد. توجه کنید، پس از اتصال کوتاه کردن این لامپ‌ها، زمانی که کلید S بسته است، تحت هیچ شرایطی نباید اتصال گیت‌های ترانزیستورها باز باقی بمانند. چون تحت این شرایط ترانزیستورها تخریب خواهند شد.



توجه در موقع کار با برد Opto isolator حتماً باید منابع تغذیه مثبت و منفی آن همزمان وصل شوند وگرنه ترانزیستورهای برد خراب می‌شوند

شکل (۱۳-۳)

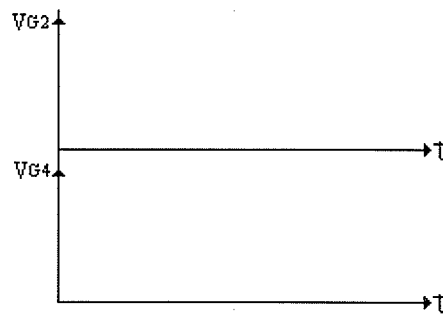
### • مراحل اجرای آزمایش:

الف) شکل مداری این مدار فرمان در پیوست این آزمایش آورده شده است. بطوریکه از روی شکل مداری Opto Isolator & Driver می‌توان برداشت کرد، سیگنال‌های  $G_1$  و  $G_2$  که از خروجی 1 Out از بلوک PWM می‌باشند پس از ایزوله الکتریکی و بافر شدن، در خروجی‌های  $G_1$  (نسبت به  $S_1$ ) و  $G_2$  (نسبت به  $S_2$ ) برای فرمان دادن به ترانزیستورهای  $T_1$  و  $T_2$  در اختیار قرار دارند. همچنین خروجی‌های  $G_3$  (نسبت به  $S_3$ ) و  $G_4$  (نسبت به  $S_4$ ) مربوط به خروجی 2 Out از بلوک PWM می‌باشند که برای فرمان دادن به ترانزیستورهای  $T_3$  و  $T_4$  در اختیار قرار دارند.

چون خروجی‌های  $G_1$  و  $G_2$  و همچنین خروجی‌های  $G_3$  و  $G_4$  کاملاً مشابه هم هستند، در اینجا فقط دو تا از خروجی‌های  $G_2$  و  $G_4$  مورد بررسی قرار می‌گیرند. از طرفی چون در آزمایش قبل، شکل موجهای  $G_2$  ( $G_1$ ) و  $G_4$  در شرایطی که کلید انتخاب حالت کاری در وضعیت B بود مورد بررسی قرار گرفت، در اینجا فقط حالت دیگر بررسی خواهد شد. برای این بررسی خروجی‌های  $S_2$  و  $S_4$  را بهم اتصال داده و این سورها مشترک را به زمین اسیلوسکوپ وصل کنید. سپس درحالی‌که ولتاژهای  $G_2$  و  $G_4$  را توسط دو کانال اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید:

۱- کلید برد PWM را در وضعیت A قرار داده، مقاومت VR را تغییر دهید تا تغییر این تغییر را روی تغییر شکل موج‌های  $G_2$  و  $G_4$  را بررسی کرده برداشت خود را از نحوه این تغییر یادداشت کنید.

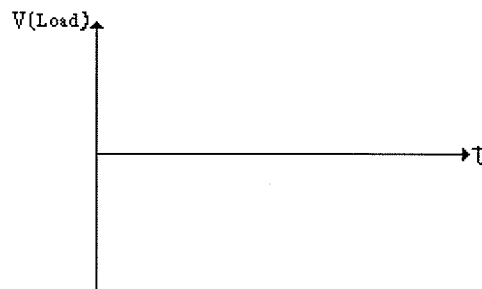
۲- در شرایطی که وضعیت حالت مثبت شکل موج ولتاژ  $G_2$  تقریباً 40% زمان کل دوره آن است، شکل موجهای  $G_2$  و  $G_4$  را در زیر رسم کنید.



ب) خروجی های مدار فرمان را به مدار قدرت اتصال دهید. توجه کنید در این مدار، زمانی که کلید S بسته است، تحت هیچ شرایطی نباید اتصال گیت ترانزیستورها باز باقی بماند پس از اتصال مدار فرمان به مدار قدرت، کلید S مدار قدرت را وصل کرده، آنگاه:

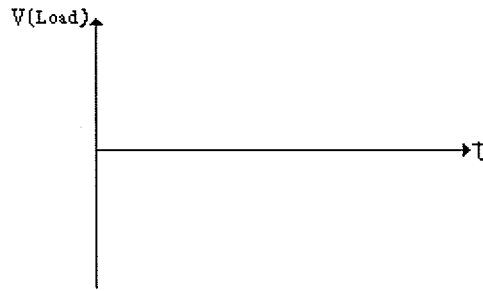
۱- در شرایطی که کلید مدار فرمان در وضعیت A است، ولتاژ دوسر بار اهمی (لامپ) را مشاهده کرده، با تغییر مقاومت VR تغییر شکل موج بار را بررسی کنید. سپس نتایج این بررسی را یادداشت کنید.

۲- در شرایطی که وضعیت حالت مثبت شکل موج بار 40% کل دوره آن است، آنرا در زیر رسم کنید.

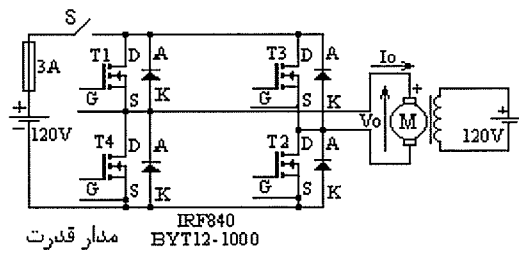


۳- در شرایطی که کلید مدار فرمان در وضعیت B است، ولتاژ دوسر بار اهمی (لامپ) را مشاهده کرده، با تغییر مقاومت VR تغییر شکل موج بار را بررسی کنید. سپس نتایج این بررسی را یادداشت کنید.

۴- در شرایطی که وضعیت حالت مثبت شکل موج بار 40% کل دوره آن است، آنرا در زیر رسم کنید.



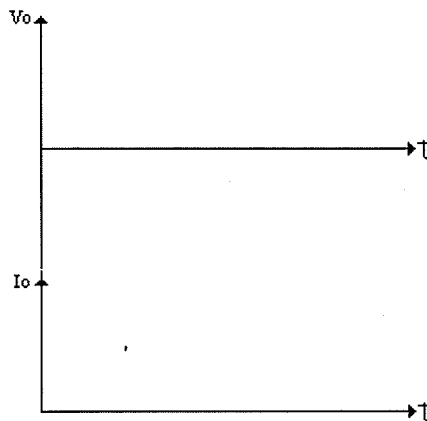
ج) در شرایطی که کلید مدار فرمان در وضعیت B است، مقاومت VR را طوری تنظیم کنید تا ولتاژ متوسط بار (لامپ) صفر شود، آنگاه کلید S را قطع کرده بجای بار اهمی (لامپ) یک موتور DC تحریک جدا گانه مطابق شکل (۷-۱۵) به مدار وصل کنید. توجه کنید، تغذیه DC میدان موتور و تغذیه DC مبدل را می توان از یک منبع تغذیه قدرت اخذ کرد. پس از این تغییر بار آنگاه:



شکل (۱۳-۴)

۱- کلید S را وصل و با تغییر مقاومت VR در دو جهت ( موافق و مخالف عقربه ساعت ) نحوه تغییر حرکت موتور DC را بررسی کرده، نتایج را یادداشت کنید.

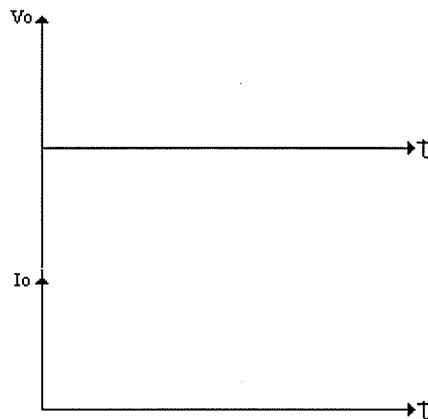
۲- زمان هدایت ترانزیستور T1 را 60% یک دوره کاری آن قرار داده، سپس شکل موجهای ولتاژ و جریان آرمیچر موتور را پس از مشاهده در زیر رسم کنید.





۳- توسط مقاومت متغیر VR ولتاژ موتور را صفر کرده تا موتور متوقف شود. سپس کلید مدار فرمان را در وضعیت A قرار دهید. پس از این تغییر وضعیت، با تغییر مقاومت VR در دو جهت (موافق و مخالف عقربه ساعت) نحوه تغییر حرکت موتور DC را بررسی و نتایج حاصله از این بررسی را یادداشت کنید.

۴- زمان هدایت ترانزیستور T1 را 60% یک دوره کاری آن قرار داده، سپس شکل موجهای ولتاژ و جریان آرمیچر موتور را پس از مشاهده در زیر رسم کنید.



† سؤال (۱):

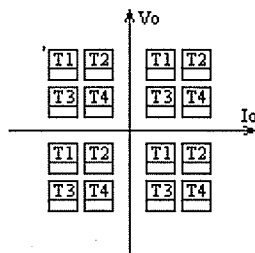
بطور کلی، مدار قدرت این مبدل در کدام یک از چهار ناحیه زیر می تواند عمل کند؟

† سؤال (۲):

در آزمایش با بار موتوری با مدار فرمان حاضر (صرف نظر از انرژی که در سلف مدار آرمیچر این موتور ذخیره خواهد شد)، مدار قدرت این مبدل در کدام یک از ناحیه زیر عمل می کند؟

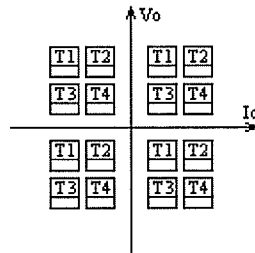
† سؤال (۳):

مدار فرمان استفاده شده در این آزمایش در هر یک از نواحی زیر کدام ترانزیستورها را می تواند فعال کند؟



† سؤال (۱۴):

برای اینکه مدار قدرت این بخش از آزمایش بتواند موتور را در حالت‌های موتوری و ژنراتوری در هر دو جهت به کار بگیرد، در هر ناحیه زیر کدام یک از ترانزیستورها باید فعال شوند؟ در هر یک از



ناحیه ها با یک علامت، ترانزیستور مربوطه را تعیین کنید.

† سؤال (۵):

کار هر یک از ترانزیستور ها (T1, T2, T3 و T4) و دیودها (D1, D2, D2 و D2) در این مبدل چیست؟

† سؤال (۶):

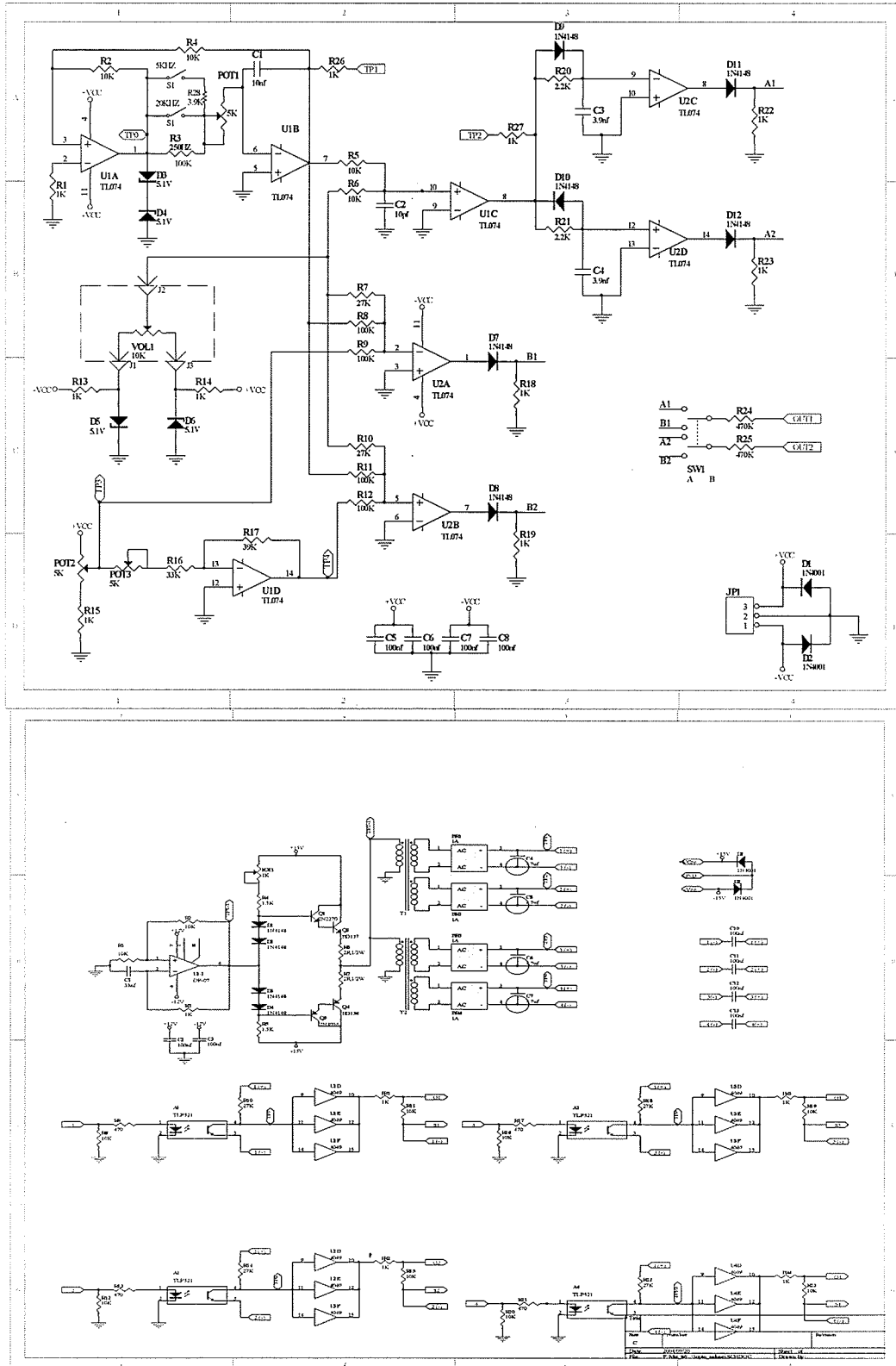
مدار فرمانی طراحی کنید تا بتواند مدار قدرت فوق را در چهار ناحیه سؤال سه به کار بگیرد.

† سؤال (۷):

نقشه مداری مدار فرمان این آزمایش در شکل (۱۳- پیوست) ارائه شده است، این مدار فرمان را تحلیل کرده در گزارش کار خود منعکس کنید.

☀ توضیح:

معمولاً در راه اندازه‌های قدرتهای پائین از POWER MOSFET ها و در قدرت‌های بالا از المان IGBT استفاده می‌شود که در آزمایش جلسه بعد با آشنا خواهید شد.



شکل (پیوست) برد DC/DC