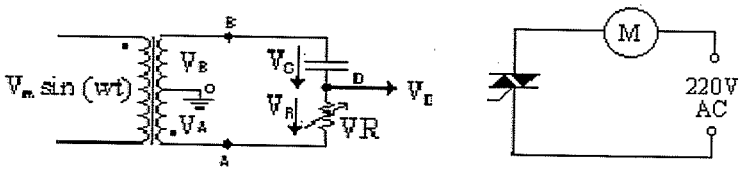
آزمایش دهم

مدار فرمان تریستور، بر اساس شیفت فازی (افقی)

و کنترل قدرت AC تکفاز



● اهداف:

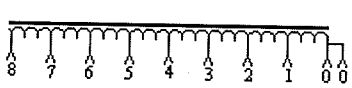
۱) بررسی مدار کنترل زاویه آتش تریستور براساس شیفت فازی(افقی).

۲) بررسی کنترل قدرت AC برای بارهای اهمی و اهمی سلفی.

۳) بررسی کنترل قدرت موتور AC تکفاز.

◄ وسایل و قطعات مورد نیاز برای آزمایش

عنوان	مشخصات	تعداد
اسیلوسکوپ	-	۱
مولتی متر	-	۱
ترانسفورماتور	220/2 ×110	۱
ترانسفورماتور	220/2×9	۱
تریاک	BT138	۱
برد مدار فرمان	شیفت افقی	۱
ولوم	50K	۱
سلف متغیر	-	۱
لامپ	220V/100W	۱
پایه فیوز با فیوز	1A	۱



مقادیر سلف متغیر در تمام فاصله ها

$r=2.7\Omega$ و $L=80mh$

◄ آزمایش (۱۰-۱):

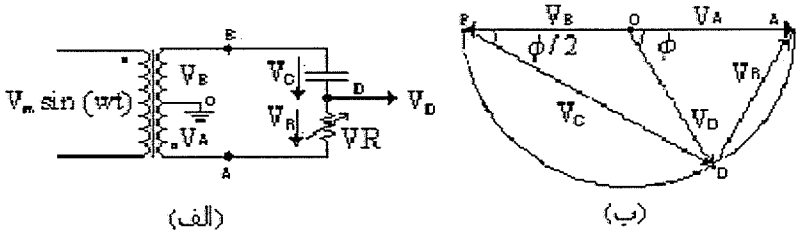
مدار فرمان تغییر زاویه آتش تریستور با مدار شیفت فازی (افقی)

● تئوری

اساس کار مدار فرمان (کنترل زاویه آتش تریستور با مدار شیفت افقی)، بر اساس عملکرد مدار تغییر دهنده فاز شکل (۱۰-۱الف) استوار است. در این مدار، فاز ولتاژ نقطه D می‌تواند نسبت به فاز ولتاژ نقطه A (و همچنین با فاز ولتاژ نقطهB)، با تغییر مقاومتVR، تغییر کند. گستره این تغییر فاز از صفر تا ۱۸۰ درجه است.

به طوریکه اگر مقدار VR صفر شود ولتاژ نقطه D با ولتاژ نقطه A و اگر VR بینهایت شود این ولتاژ با ولتاژ نقطه B همفاز خواهد شد از طرفی چون ولتاژ نقطه A با ولتاژ نقطه B صد و هشتاد درجه اختلاف فاز دارند، پس با تغییر مقدار مقاومت VR از صفر تا بینهایت، فاز ولتاژ نقطه D از صفر تا ۱۸۰ درجه تغییر می کند.

با کمک دیاگرام برداری شکل (۱۰-۱ب) می توان براحتی نحوه عمل کرد این مدار را تحلیل کرده و رابطه مقدار شیفت فازی($\omega (R.C. \Phi = 2\tan^{-1}$ را برحسب مقاومت، خازن و فرکانس بدست آورد.



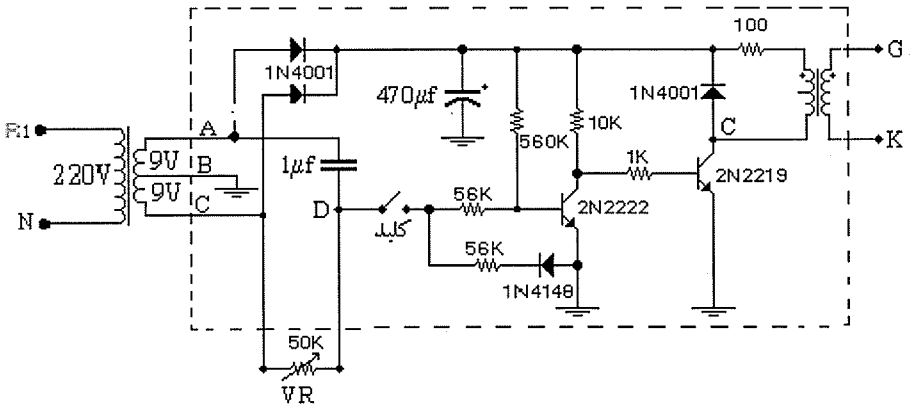
شکل (۱۰-۱)

بر اساس کار مدار شیفت فازی، می‌توان مدار فرمانی برای تریستورها طرح کرد که با آن طرح می توان زاویه آتش تریستورها را در هر نیم پریود (موج قدرت)، از صفر تا ۱۸۰ درجه تغییر داد. مدار فرمان شکل (۱۰-۲) بر این اساس طراحی شده است. این مدار فرمان برای نیم موج مثبت موج قدرت، پالس مثبت و برای نیم موج منفی آن، پالس منفی تولید می‌کند. توجه کنید، برای کنترل قدرت AC می توان از مدار فرمانهای دیگری (نظیر مدار فرمانی که در آزمایش دوم این دستور کار با آن آشنا شدید) استفاده کرد. اما در این آزمایش برای آشنائی دانشجویان با نمونه دیگری از مدار فرمان، از مدار فرمان تک فازی که بر اساس اصول شیفت افقی عمل می کند، استفاده شده است.

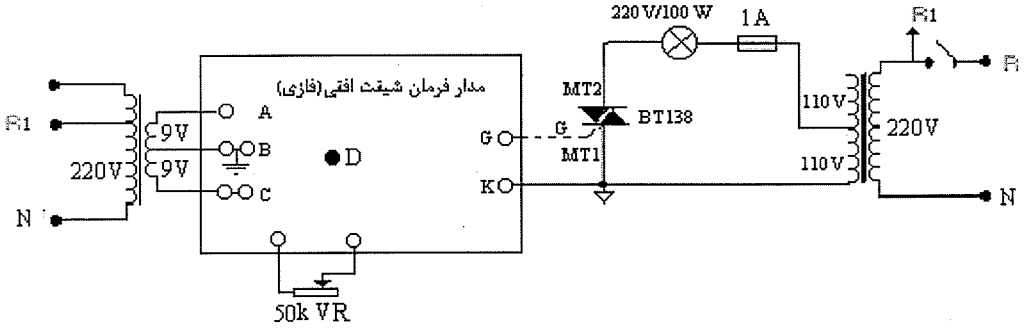
لازم به ذکر است، بر اساس اصول شیفت افقی، می توان مدار فرمان سه فازه، برای کنترل قدرت سه فاز، طراحی کرد. یک نمونه از این مدار فرمان، در بخش پیوست این آزماش ارائه شده است.

• اجرای آزمایش

مدار شکل (۱۰-۲الف) را **بدون اینکه اتصال گیت (G) تریاک به مدار فرمان را وصل کنید** آماده کرده، سپس مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید. طرح مدار الکترونیکی مدار فرمان این آزمایش، در شکل (۱۰-۲ب) ارائه شده است. این مدار فرمان بر اساس شیفت افقی (فازی) عمل می کند و دو ترانزیستور موجود در این طرح بصورت قطع و اشباع کار می کنند.



شکل (۱۰-۲الف)



شکل (۱۰-۲ب) مدار الکترونیکی برد مدار فرمان بر اساس شیفت افقی

• مراحل اجرای آزمایش

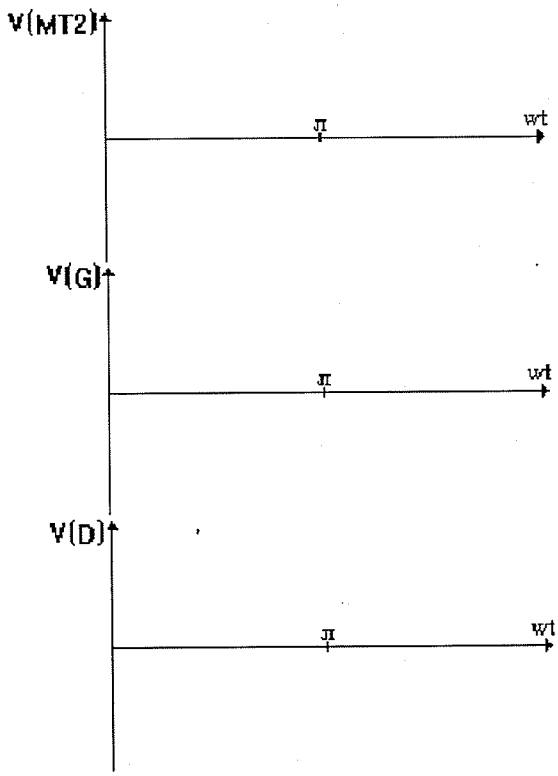
الف) کلید روی برد مدار فرمان را درحالت قطع قرار داده، منبع تغذیه AC را روشن کنید. در حالی که ولتاژ نقطه D از مدار فرمان و ولتاژ نقطه MT2 از مدار قدرت را توسط دو کانال اسیلوسکوپ به طور همزمان مشاهده می‌کنید، مقاومت VR را تغییر داده، اثر این تغییرات را بر روی شکل موجهای تحت نظر مشاهده کرده، نتایج مشاهدات خود را یادداشت کنید. **توجه کنید،** در این بند از آزمایش برای مشاهده شکل موجهای مدار قدرت و مدار فرمان به طور همزمان، (توسط دو کانال اسیلوسکوپ) باید زمین های مدارهای فرمان (B) و قدرت (MT1)، به زمین اسیلوسکوپ وصل شوند.

ب) مقاومت VR را بازاء اختلاف فاز ۹۰ درجه بین ولتاژهای نقطه D و MT2 ، با اهم متر (با توجه به راهنمائی زیر) اندازه‌گیری کرده، مقدار این مقاومت را از راه تئوری محاسبه و در گزارش کار خود منعکس کنید.

☼ **راهنمائی:** جهت اندازه‌گیری مقدار مقاومت VR، آن را تحت شرایط اختلاف فاز ۹۰ درجه از مدار خارج کرده و توسط اهم‌متر مقدار آن را اندازه‌گیری کنید.

ج) کلید روی برد مدار فرمان را وصل کرده، در حالی که بطور همزمان شکل موجهای ولتاژ نقطه G از خروجی برد فرمان و ولتاژ نقطه MT2 را (نسبت به زمین)، توسط دو کانال اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید، VR را تغییر داده اثر این تغییر را روی این شکل موجها بررسی کنید. با این تغییر، شکل موج نقطه G که یک پالس باریک AC (و فرکانس آن معادل فرکانس موج قدرت است) نسبت به شکل موج نقطه MT2 حدود صفر تا ۱۸۰ درجه تغییر فاز پیدا می‌کند.
توجه کنید این تغییرفاز باید بشکلی باشد که نیم موج های مثبت و منفی پالس نقطهG، به ترتیب در فاصله زمانی نیم موجهای مثبت و منفی ولتاژ سینوسی نقطه MT2 ،قرار گیرند. اگر این حالت برقرار نباشد، با جابجا کردن اتصال سرهای اولیه یا ثانویه یکی از ترانسفوماتورهای موجود در مدار (قدرت یا فرمان) این حالت محقق خواهد شد. در صورت نیاز به این تصحیح، **بهتر است** دو سر کناری ثانویه ترانس فرمان جابجا شود.

د) پس از دست‌یابی به خواسته‌های بند (ج)، با تغییر VR اختلاف فاز شکل موج نقطه D را نسبت به ولتاژ نقطه MT2 به مقدار ۹۰ درجه تنظیم کرده، سپس شکل موجهای نقاط MT2 , G , D را در زیررسم کنید.



†سئوال:

با توجه به نتایج بند (د) کار مدار فرمان این آزمایش را تحلیل کنید.

◄ آزمایش (۱۰-۲):

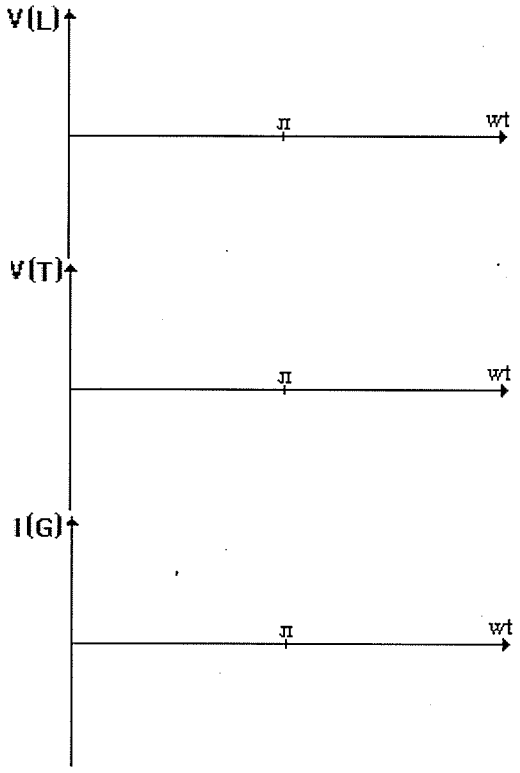
کنترل توان AC با بارهای اهمی و اهمی -سلفی

در بررسی آزمایش قبل ملاحظه شد که در خروجی مدار فرمان (G) پالس متناوب AC تولید می‌شود که با تغییر مقاومت VR فاز آن نسبت به فاز موج سینوسی قدرت (یا سیگنال سنکرون کننده ورودی مدار فرمان) شیفت پیدا می کند. با توجه به نتایج بدست آمده در بخش (۱۰-۱) این آزمایش، به راحتی قابل درک است که از این پالس AC می‌توان جهت روشن کردن تریاک برای کنترل هر دو نیم موج سینوسی قدرت استفاده کرد.

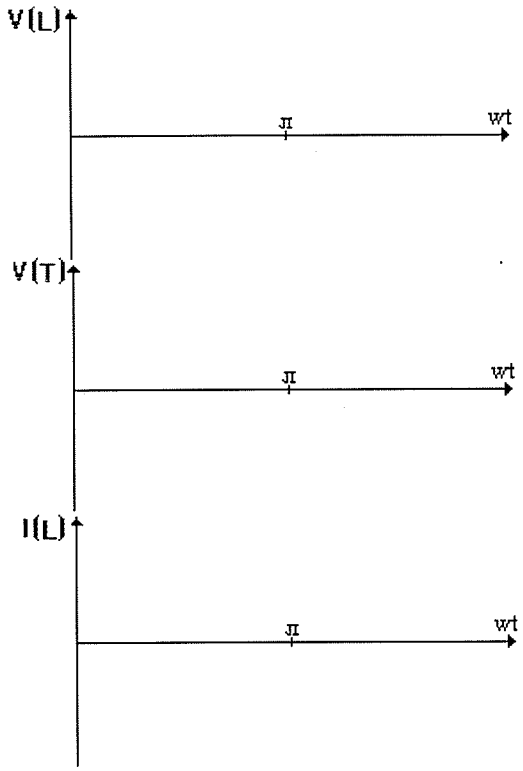
اتصال گیت تریاک را به مدار فرمان وصل کرده، در این حالت با تغییرمقاومت VR ملاحظه می‌شود که جریان بار (با مشاهده نور لامپ) تغییر می‌کند. پس از دسترسی به این نتیجه، اجرای آزمایش را دنبال کنید.

•مراحل اجرای آزمایش:

الف) شکل موجهای ولتاژ بار، تریاک و جریان گیت را در شرایط زاویه آتش ۱۲۰ درجه پس از مشاهده در زیر رسم کنید.



ب) با بار اهمی (لامپ) یک سلف 160mH سری کرده، شکل موجهای جریان، ولتاژ بار و ولتاژ تریاک را به ازا ء زاویه آتش ۹۰ درجه مشاهد کرده، در زیر رسم کنید.



ج) در شرایط بند (ب)، زاویه خاموشی (زاویه قطع جریان بار) در هر نیم موج را اندازه‌گیری نموده، روی شکل موج بار یادداشت کنید.

☼ تذکر:

در پایان این بخش از آزمایش، کلید منبع تغذیه AC را قطع کرده سپس برای آماده، کردن مدار بخش بعدی اقدام کنید.

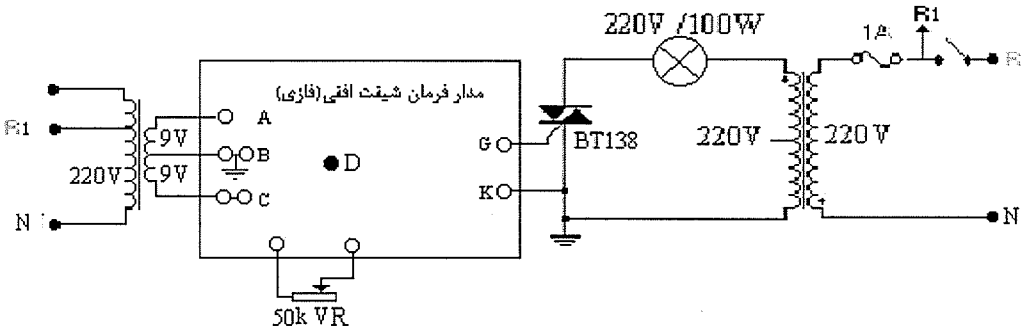
†سئوال :

با استفاده از یک نرم افزار مناسب (مثل Pspice)، بخش قدرت مدار شکل (۱۰-۲الف) را بازاء مقاومت اهمی ۱۰۰ Ω و اندوکتانس 160mH شبیه سازی کرده، با استفاده از این شبیه سازی، خواسته های بند (ب) را تعیین و در گزارش خود منعکس کنید.

◄ آزمایش (۱۰-۳):

کنترل قدرت موتور AC تکفاز

جهت اجرای این بخش از آزمایش، بخش **مدار قدرت** آزمایش قبل را به صورت مدار شکل (۱۰-۳) تغییر داده سپس مراحل خواسته شده را اجرا کنید. توجه کنید در این بخش از آزمایش، چون ولتاژ تغذیه مورد نیاز برای موتور ۲۲۰ ولت است، از ترانسفورماتور ۲۲۰/۲۲۰ جهت جدا سازی زمین مدار قدرت مورد آزمایش از شبکه برق ورودی بمنظور افزایش ایمنی برای کاربر، استفاده شده است



شکل (۱۰-۳)

• مراحل اجرای آزمایش:

الف) کلید منبع تغذیه را وصل کرده صحت درستی مدار را با تغییر مقاومت متغیر 50 K و با مشاهده شکل موج ولتاژ بار (یا ترياک) بررسی کنید. بطوریکه باید با تغییر مقاومت متغیر زوایای آتش نیم موجهای مثبت و منفی این ولتاژ تغییر کند.

ب) ولوم 50K را در حداکثر مقدار خود قرار داده تا زاویه آتش ماکزیمم شود (یعنی جریان لامپ حداقل شود) در این حالت تغذیه ۲۲۰ ولتی را توسط کلیدهای مربوطه خاموش کرده و بجای لامپ یک موتور 220V AC / 1/6 HP قرار دهید.

کلید منابع تغذیه ۲۲۰ ولتی را وصل کرده در حالی که ولتاژ دو سر موتور را توسط اسیلوسکوپ مشاهده می کنید، با کاهش ولوم 50K موتور را راه اندازی کنید. توجه کنید، در موقع راه اندازی موتور زاویه آتش را تا آنجایی کاهش دهید که تقریباً موج سینوسی را روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید. زاویه آتش را هرگز کمتر از زاویه مذکور کاهش ندهید، زیرا زاویه آتش کمتر از این زاویه، جریان موتور DC شده و موتور آسیب خواهد دید. زاویه آتشی را که شکل موج ولتاژ دو سر موتور سینوسی کامل می شود را اندازه گیری کنید.

† سئوال:

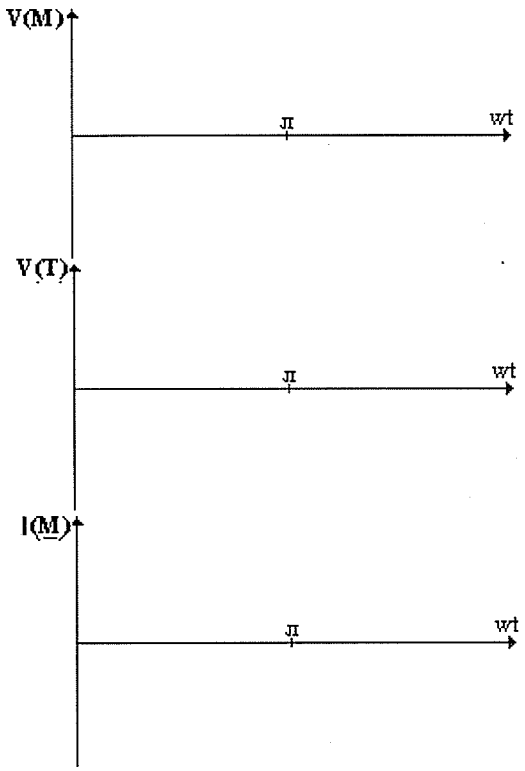
بیان کنید زاویه اندازه‌گیری شده در بند فوق به چه پارامترهائی از موتور بستگی دارد؟

ج) برای اینکه با حداقل مقدار ولوم 50K زاویه آتش به حالتی تنظیم نشود که کار تریاک مختل و جریان موتور DC شود، یک پتانسیومتر 10K اهمی با ولوم 50K سری کرده و این پتانسیومتر را (بر طبق راهنمائی زیر) طوری تنظیم کنیدکه با حداقل مقدار مقاومت VR (50K) ولتاژ موتور تقریباً سینوسی شود.

☼ راهنمائی:

برای تنظیم مقاومت 10K ابتدا آنرا روی ماکزیمم قرار داده، سپس مقاومت 50K را مینیمم کنید، آنگاه در حالی که ولتاژ دو سر موتور را مشاهده می کنید مقاومت متغییر 10K را در جهت کاهش طوری تنظیم کنید تا ولتاژ دوسر موتور سینوسی شود، پس از این تنظیم تا پایان آزمایش این مقاومت را تغییر ندهید.

د) شکل موجهای جریان و ولتاژ موتور و همچنین ولتاژ تریاک را به ازاء زاویه آتش ۹۰ درجه مشاهده، سپس در زیر رسم کنید.



† **سئوال(۱):** در این بخش از آزمایش چرا زاویه آتش در هر نیم پریود از یک حداقلی کمتر شود جریان موتور DC می‌شود؟

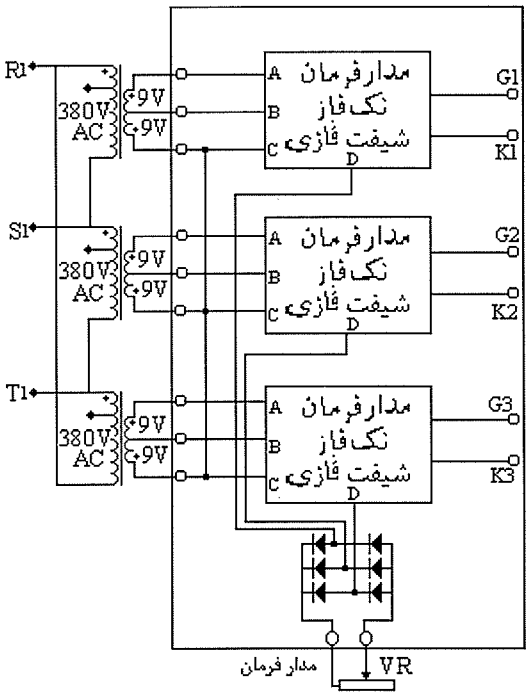
† **سئوال (۲):** برای اینکه در بار موتوری جریان بار DC نشود، غیر از سری کردن مقاومت 10k چه پیشنهاد دیگری در جهت اصلاح مدار فرمان می توان ارائه داد؟

◄ پیوست :

مدار فرمان سه فاز، بر اساس عمل شیفت افقی (فازی)

.مدار فرمان سه فاز شکل زیر، بر اساس اصول شیفت افقی کار می کند. بطوریکه از روی شکل مشاهده می شود، این مدارفرمان از سه مدار فرمان تک فاز که بر اساس شیفت افقی کار می کنند تشکیل شده و این سه مدار فرمان تک فاز، بوسیله یک پل دیودی سه فاز و یک مقاومت متغیر بهم ارتباط داده شده اند. .این ارتباط باعث می شود تا با تغییر مقاومت متغیر، فاز خروجی های مدار فرمانهای تک فاز بطور هم آهنگ تغییر پیدا کنند، نتیجتاً این تغییر فاز باعث می شوند تا زوایای آتش تریاک های مدار قدرت (در هر دو نیم موج) بطور هم آهنگ تغییر کنند.

باید توجه شود، هرگاه در مدار قدرت لازم باشد تریاک ها ولتاژ خط را کنترل کنند، اولیه ترانسفورماتورها مدار فرمان باید بصورت مثلث و اگر ولتاژ فاز را کنترل کنند، باید بصورت ستارسربندی شوند. در شکل زیر اولیه ترانسفورماتورها بصورت مثلث سر بندی شده اند



شکل (پیوست)