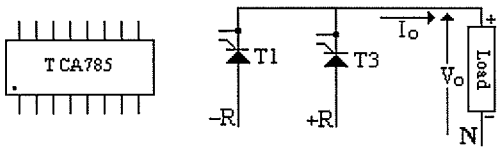
آزمایش چهارم

یکسوکننده قابل کنترل تکفاز با ترانسفورماتور سر وسط دار (دوفازه)



●اهداف:

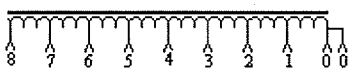
۱) بررسی مدار فرمان تریستور با آی سی TCA785.

۲) بررسی مدار قدرت یکسوکننده تکفاز با ترانسفورماتور سر وسط دار، شامل دو تریستور با بار اهمی و اهمی - سلفی.

۳) بررسی مدار قدرت یکسوکننده با ترانسفورماتور سر وسط دار، دارای یک تریستور و دو دیود، با بار اهمی و اهمی - سلفی و همچنین بررسی اثر دیود بازیابنده انرژی (هرزگرد) در کار این یکسوکننده.

◄ وسایل و قطعات مورد نیاز برای آزمایش

عنوان	مشخصات	تعداد
اسیلوسکوپ	-	۱
مولتی متر	-	۱
ترانسفورماتور	220/2*110V	۱
ترانسفورماتور	220V/2*9	۱
برد فرمان	TCA785	۲
جعبه ولوم	10K	۱
مقاومت	1 Ohm/5W	۲
سلف متغیر	-	۱
دیود	1N4001	۱
دیود	PBY275	۲
تریستور	BT151	۲
پایه فیوز با فیوز	1A	۱
لامپ با سرپیچ	100W/220V	۱



مقادیر سلف متغیر در تمام فاصله ها

$r=2.7\Omega$ و $L=80mh$

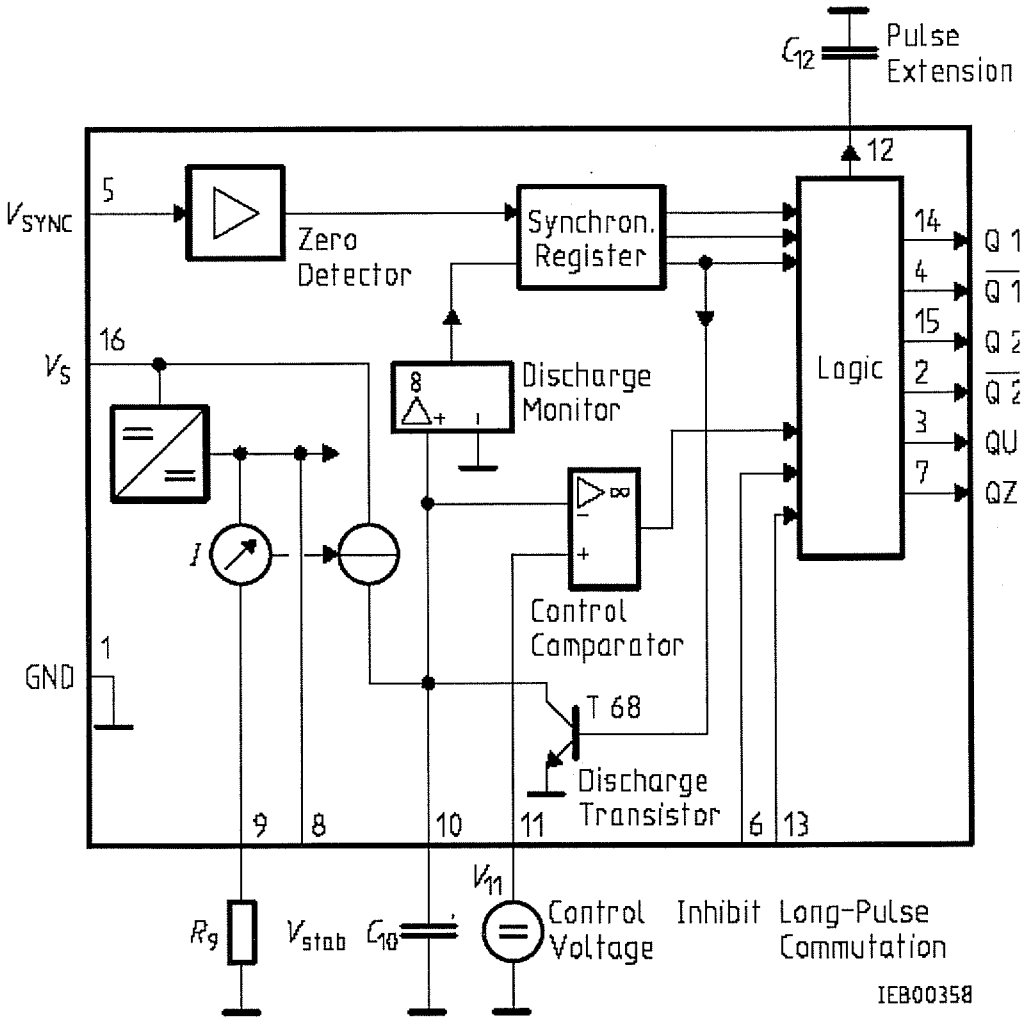
◄ آزمایش (۴-۱) :

مدار فرمان تریستور با آی سی TCA785

●تئوری

آی سی TCA785 بر اساس نحوه عملکرد PWM، که در آزمایش دوم با آن آشنا شدید کار می‌کند. این آی سی به ازاء هر نیم موج از سیگنال ورودی به پایه سنکرون کننده، (پایه ۵) یک پالس با عرض و فاز قابل تغییر تولید می‌کند.

مدار فرمان این بخش از آزمایش به کمک آی سی TCA785 طراحی شده است. شکل بلوکی این ای سی در شکل (۴-۱) و شکل موج‌های مربوط به آن در شکل (۴-۲) نشان داده شده است. به کمک شکل بلوکی و شکل موج‌های این آی‌سی و همچنین توضیحات ارائه شده در مجاور شکل موج ها، می‌توان نحوه عملکرد مدارفرمان را که در شکل (۴-۳) ارائه شده است، به راحتی تحلیل کرد.



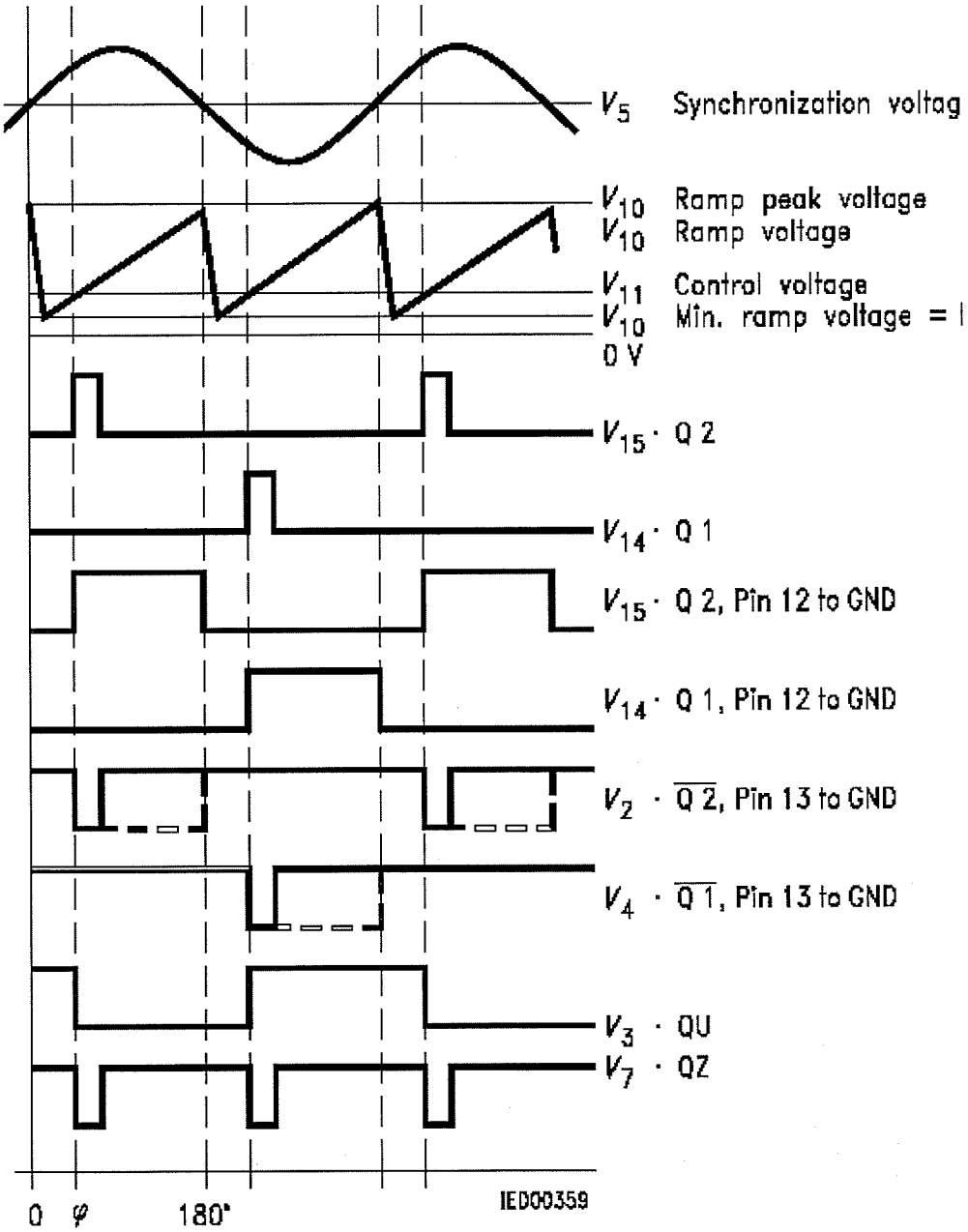
شکل(4-1)

مقاومت و خازن پایه‌های ۹ و ۱۰ تعیین کننده شیب موج دندانه اره‌ای هستند که روی پایه ۱۰ ظاهر می شود. مقاومت پایه ۹ مقدار خروجی منبع جریان را تعیین میکند که این جریان، عامل شارژ خازن پایه ۱۰ بصورت رمپ (Ramp) است. پایه ۱۱ مربوط به ورودی سیگنال کنترلی است. سیگنال کنترلی این پایه با موج دندانه اره‌ای پایه ۱۰ (توسط Control comparator) مقایسه و از حاصل این مقایسه، یک موجPWM تولید می شود. تغییر دامنه سیگنال کنترلی باعث تغییر عرض پالس PWM و در نهایت باعث جابجائی فاز پالس‌های در خروجی‌هایQ1 و ..... خواهد شد.

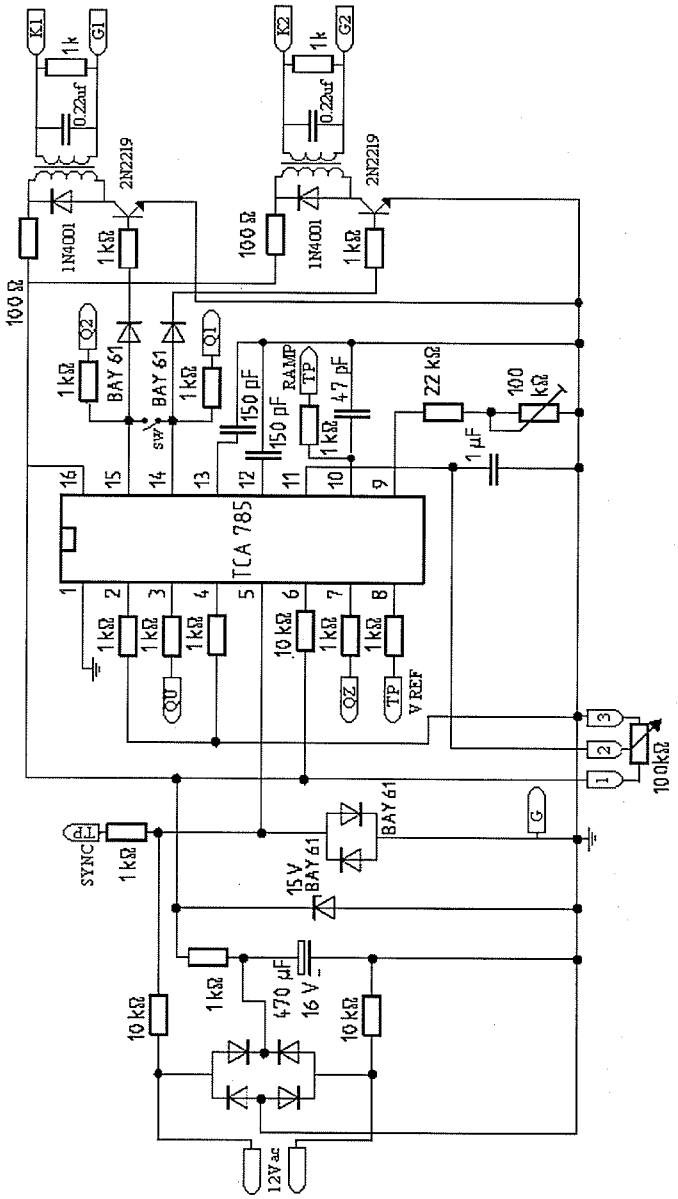
موج دندان اره ای پایه ۱۰، با شارژ و دشارژ خازن (C_{10}) ایجاد می شود. این موج با سیگنال پایه ۵ سنکرون است، چون خازن با منبع جریان داخلی شارژ و در لحظه گذر از صفر سیگنال پایه ۵ توسط ترانزیستور داخلی دشارژ می شود.

فرمان روشن و خاموش شدن ترانزیستور در بلوک Synchron Register آماده می شود. بطوریکه فرمان روشن شدن آن با تغییر خروجی بلوک آشکار ساز صفر (Zero Detector)، و فرمان خاموش شدن آن با تغییر خروجی بلوک Discharge Monitor هم آهنگ می باشد. بلوک آشکار ساز صفر، لحظه گذر از صفر سیگنال پایه ۵ را آشکارکرده و بلوک Discharge Monitor یک مقایسه کننده است که لحظه صفر شدن ولتاژ خازن را تعیین می کند. بدین ترتیب با صفر شدن موج پایه ۵، ترانزیستور روشن و با صفرشدن ولتاژ خازن خاموش می شود.

بلوک Logic با در یافت سیگنالهائی از خروجی Control comparator، خروجی بلوک Synchron Register و پایه های ۶ و ۱۳ آی سی، وضعیت پالسهای خروجی‌های این آی سی (Q1 و .....) را تعیین می‌کند. خازن پایه ۱۲ تعیین کننده‌ی مقدار عرض پالس‌های خروجی ها می باشد.


V_5 Synchronization voltag
V_{10} Ramp peak voltage
V_{10} Ramp voltage
V_{11} Control voltage
V_{10} Min. ramp voltage = I
0 V
V_{15} · Q 2
V_{14} · Q 1
V_{15} · Q 2, Pin 12 to GND
V_{14} · Q 1, Pin 12 to GND
V_2 · $\overline{Q\,2}$, Pin 13 to GND
V_4 · $\overline{Q\,1}$, Pin 13 to GND
V_3 · QU
V_7 · QZ
0 φ 180°
IED00359

شکل(۴-۲)

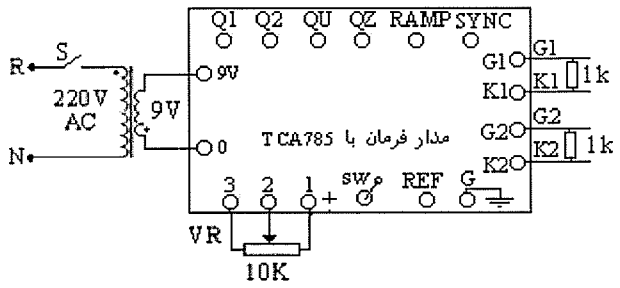

K1
G1
1k
0.22uf
2N2219
1N4001
100 Ω
1 kΩ
K2
G2
Q2
Q1
BAY 61
150 pF
RAMP
TP
4.7 pF
22 kΩ
100 kΩ
1 µF
TCA 785
10 kΩ
QU
QZ
V REF
100kΩ
SYNC
15 V
470 µF
16 V
12Vac

شکل(۴-۳)

• • عملی

جهت بررسی نحوه‌ی عملکرد مدار فرمان تریستور با آی سی TCA785، مدار فرمان شکل (۴-۴) را، که شامل برد مدار فرمان با این آی سی است، آماده کرده، مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید. نقشه شماتیک این مدار فرمان در شکل (۴-۳) و برگه های اطلاعاتی آی سی مربوطه، در پیوست آزمایش دوم ارائه شده است.

ولتاژ 12VAC ثانویه ترانسفورماتورکه به برد مدار فرمان وصل شده است، دو وظیفه را بعهده دارد. یکی اینکه این ولتاژ پس از یکسو و صاف شدن، تغذیه‌ی این برد را تامین و دیگر اینکه این سیگنال خروجی مدار فرمان را با مدار قدرت سنکرون می کند. با مقاومت VR(10K) می‌توان پالسهای خروجی برد (G1K1 و G2K2) را از صفر تا 180 درجه شیفت فازی داد.



شکل (۴-۴)

• مراحل اجرای آزمایش:

الف) پس از آماده کردن مدار، کلید روی برد (SW) را در وضعیت باز (Off) قرار داده، وکلید تغذیه S مدار را روشن کنید. در این شرایط باید درخروجی‌های G1K1 و G2K2، پالسهائی نظیر شکل موج‌های Q1 وQ2 از شکل(۴-۲) وجود داشته باشند که این پالسها نسبت به یکدیگر دارای اختلاف فاز ۱۸۰ هستند. همچنین اگر هر یک از این پالسها با ولتاژ 9V ورودی (برد فرمان) مقایسه شوند، با تغییر مقاومت VR هر یک از این پالسها نسبت به شکل ولتاژ ورودی، به اندازه ۱۸۰ درجه شیفت فازی پیدا خواهند کرد. این موارد را بررسی کرده تا از درست کار کردن مدار اطمینان کامل حاصل کنید. **توضیح:** برای مشاهد همزمان شکل موج خروجی(G1K1 و یا G2K2) با شکل موج ورودی 9V لازم است K1 و K2 از پایه‌های خروجی و 0 از پایه 9V ورودی بهم وصل شده و این اتصال برای زمین اسیلوسکوپ انتخاب شود.

ب) اختلاف فاز بین پالس G1K1 و ولتاژ ورودی برد را۶۰ درجه تنظیم کرده، آنگاه شکل موجهای مربوط به نقاط Q1 , Q2 , Qu, Qz , RAMP و SYNC را نسبت به زمین روی برد مدار فرمان(G)، توسط اسیلوسکوپ مشاهده کرده و در زیر رسم کنید.

† سئوال (۱):

چه کاربردی برای خروجی‌های Qz , Qu می‌توان پیشنهاد کرد؟

† سئوال (۲):

از خروجی Vref به چه منظور می‌توان استفاده کرد؟

† سئوال (۳):

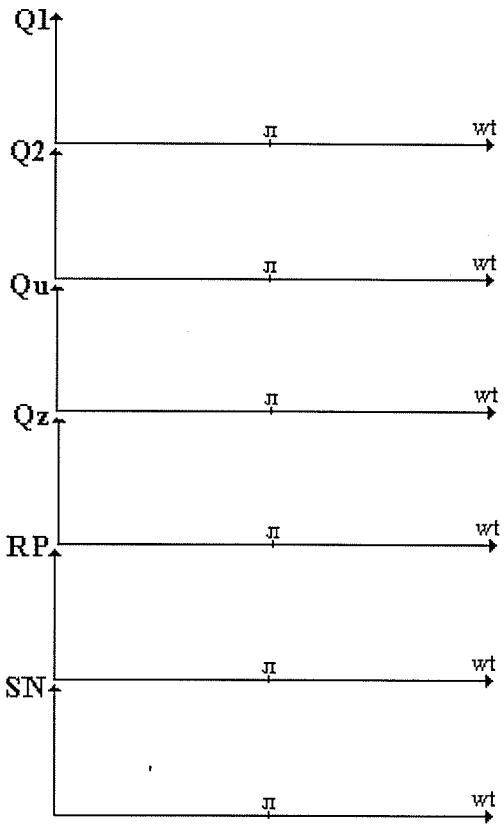
با ملاحظه شکل بلوک دیاگرام آی‌سی، بیان کنید عدم وجود بلوک Discharge monitor چه اشکالی در این مدار ایجاد خواهد کرد؟

† سئوال (۴):

با توجه به آنچه از تحلیل مدار فرمان آزمایش دوم آموخته‌اید، مدار داخلی بلوکهای sync register ,logic ,zero detect , را طرح کنید.

† سئوال (۵):

در حال حاضر کلید SW از مدار فرمان باز است (پائین). اگر این کلید بسته شود، چه تأثیری روی جریان گیت تریستور خواهد گذاشت؟ این حالت برای چه نوع مدار قدرتی مناسب می باشد؟

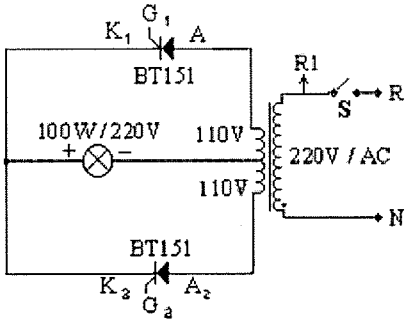


◄ آزمایش (۴-۲):

مدار قدرت یکسوکننده تک فاز با ترانسفورمر سر وسط دار (دوفاز)

مدار قدرت یکسو کننده تک فاز باترانسفورمر سر وسط دار شکل(۴-۵) را آماده کرده و خروجی‌های مدار فرمان بخش قبل را به این مدار وصل کنید.

پس از آماده کردن مدار، مراحل اجرای آزمایش را انجام دهید. این یکسوکننده می‌تواند با دیگر مدار فرمان هائی که در این دستور کار آمده کار کند. در اینجا به منظور آشنایی دانشجویان با نمونه دیگری از مدار فرمان، از این طرح استفاده شده است. عمل کرد مدار قدرت این بخش از آزمایش، مانند مدار قدرت آزمایش (۵-۲) است. تفاوت آن مربوط به افت ولتاژ معکوس تریستور ها است که باید به آن توجه شود.



شکل (۴-۵)

● مراحل اجرای آزمایش:

الف) کلید تغذیه مدار را وصل کرده، در این شرایط باید با تغییر مقاومت VR نور لامپ تغییر کند. این مورد را بررسی کنید.

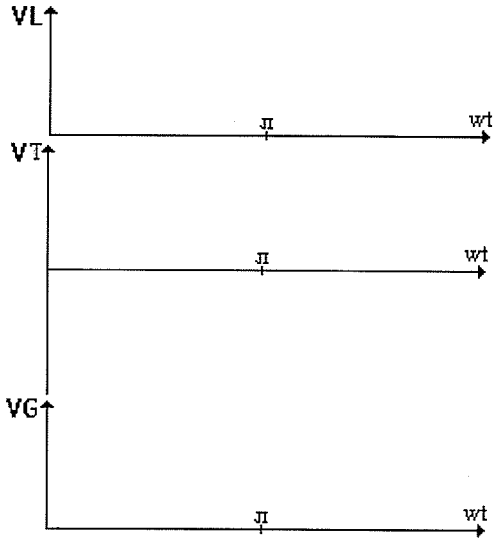
☼ راهنمائی

اگر این تغییر نور را مشاهده نکردید توسط دو کانال اسیلوسکوپ ولتاژهای آند و گیت یکی از تریستورها را نسبت به کاتد آن مشاهده نموده (اولی سینوسی و دومی پالسی شکل می‌باشند)، در این شرایط با تغییر مقاومت VR باید پالس گیت در نیم موج مثبت ولتاژ سینوسی(ولتاژ آند) جابجا شود.

اگر این تغییرات در نیم موج منفی باشد، لازم است پایه‌های ولتاژ ۹ ولت ورودی مدار فرمان جابجا شده، تا بدین ترتیب یک اختلاف ۱۸۰درجه برای سیگنال سنکرون کننده ایجاد شود. این اصلاح باعث روشن شدن لامپ خواهد شد.

پس از روشن شدن لامپ، ولتاژ بار (لامپ) را توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در این حالت اگر هر دو تریستور درست عمل کنند، در هر 10msec یک نیم موج با زاویه هدایت قابل تغییر توسط مقاومت VR ، وجود خواهد داشت، در این شرایط به کمک شکل ولتاژ بار، زاویه آتش تریستورها را

بر روی ۶۰ درجه تنظیم کرده، سپس شکل موج ولتاژهای دو سر بار(لامپ)، ولتاژهای آند وگیت یکی از تریستورها را مشاهده و در زیر رسم کنید.

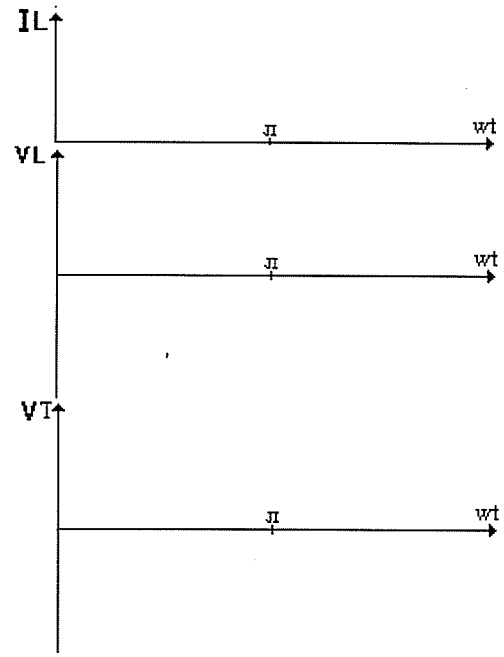


† سئوال:

در این یکسوکننده، ماکزیمم ولتاژ معکوس (PIV) را که هر یک از SCRها باید تحمل کنند، چه نسبتی با ولتاژ موثر یکی از بوبین های ثانویه ترانس (110V rms) دارد.

ب) مقدار ولتاژ متوسط دو سر لامپ را بازای زاویه آتش ۶۰ درجه اندازه‌گیری کرده و با مقداری که از راه تئوری محاسبه می‌کنید، مقایسه ودر گزارش کار خود منعکس کنید.

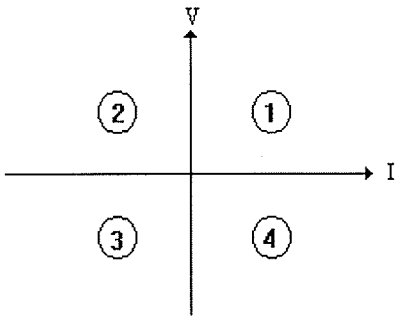
$$V_{av} = \frac{V_m}{\pi}(1+\cos\alpha)$$



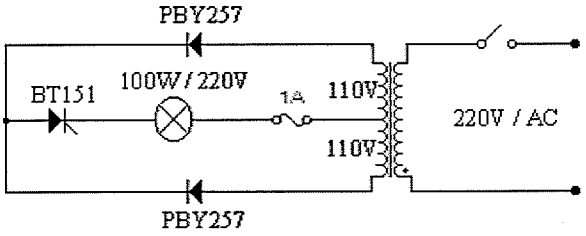
ج) باندازه 0.240mH سلف با بار اهمی سری کرده، سپس شکل موج های ولتاژ وجریان بار و ولتاژ تریستور را بازاء زاویه آتش ۶۰ توسط اسیلوسکوپ مشاهده کرده و در صفحه قبل رسم کنید.

† سئوال:

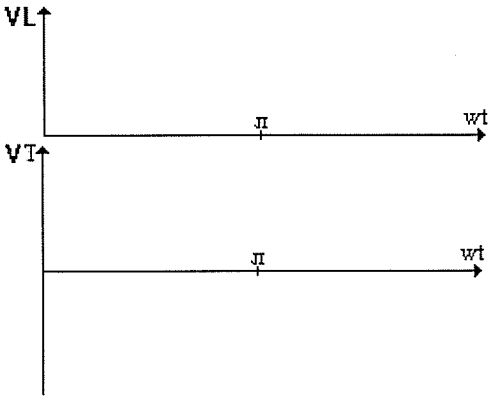
با توجه به شکل موج‌های ولتاژ و جریان بار، این مبدل در کدام یک از چهار ناحیه زیر می‌تواند عمل کند؟



د) مدار قدر ت را مانند شکل (۴-۶) تغییر داده شکل موج ولتاژ بار (لامپ) و تریستور را بازاء زاویه آتش ۶۰ در جه در زیر رسم کنید.

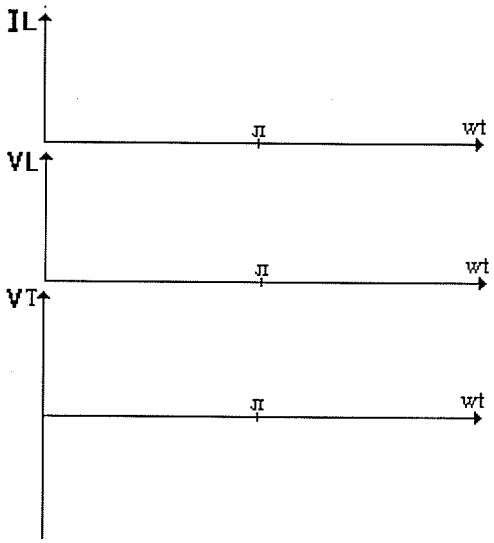


شکل (4-۶)



ه) بررسی کنید آیا مدار شکل (۴-۵) می تواند با بار اهمی سلفی بدون دیود بازیابنده انرژی (هرزگرد) درست کارکند یا خیر؟ و چرا؟

در هر حالتی که می تواند کار کند شکل موج‌های ولتاژ وجریان بار و ولتاژ تریستور را بازاء زاویه آتش ۶۰ توسط اسیلوسکوپ مشاهده، و در زیر رسم کنید.



† سئوال:

با توجه به شکل موجهای ولتاژ و جریان بار، مبدل شکل(۴-۶) در کدام یک از چهار ناحیه زیر می‌تواند عمل کند؟