« بسم تعالی »

دانشکده برق ورباتیک

دستورکار آزمایشگاه الکترونیک صنعتی

« بخش اول »

سال تحصیلی ۹۱-۹۲

مهندس برسلانی

Scanned by CamScanner

۱ آزمایش ۱: بدست آوردن مشخصه های سوئیچ های قدرت

۱.۱ الف) مشخصه ها و اندازه های SCR (یکسوکننده کنترل شده سیلیکونی)

هدف :

اندازه گیری مشخصه های ساکن SCR

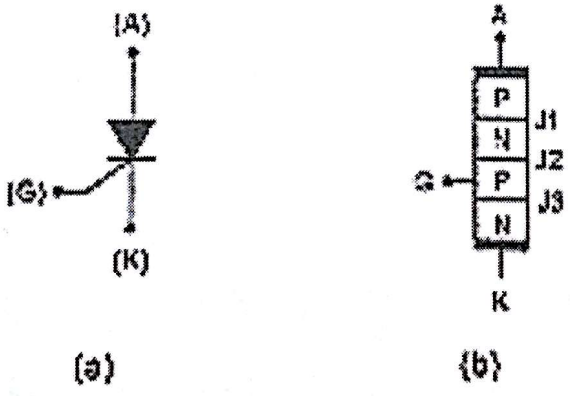
اندازه گیری منحنی مشخصه V-I SCR

وسایل مورد نیاز :

دستگاه 1× SCR/TRIAC	PE-5310-5D
تقویت کننده تفاضلی 1×	PE-5310-2B
اسیلوسکوپ دیجیتال 1×	
مولتی متر آنالوگ 1×	
سیم های رابط	

شرح مطالب :

یکسوکننده کنترلی سیلیکونی یا به زبان ساده تر (SCR) وسیله ای از چهار نیمه هادی است که سه ترمینال آند (A) ، کاتد (K) و گیت (G) دارد که در شکل 7-2 نشان داده شده است

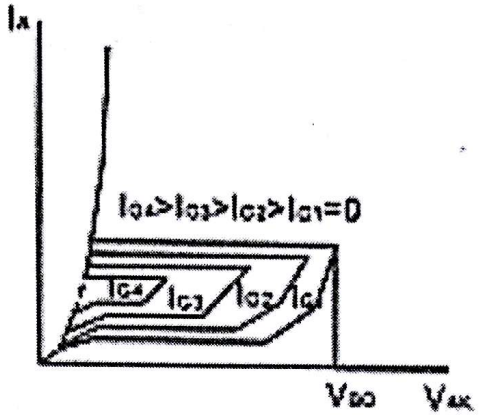


شکل ۱ : ساختار و نشانه SCR

SCR خاصیت یکسوکنندگی دارد . شکل 8-2 مشخصه V-I زمانی که SCR در بایاس مستقیم است را نشان می دهد و در بایاس معکوس نظیر دیودهای عمومی است . زمانی که SCR در بایاس مستقیم قرار دارد ($V_{AK}>0V$) است . دامنه جریان گیت I_G ولتاژ مستقیم V_{BO} را تغییر می دهد . زمانی که I_G افزایش می یابد ، V_{BO} کاهش می یابد و ولتاژ بار افزایش می یابد . . در نتیجه با تغییر دامنه I_G می توان زاویه راه اندازی SCR و قدرت تحویل داده شده به بار را کنترل کرد .

Scanned by CamScanner

زمانی که SCR در حال رسانش است ، با تغییر I_G خاموش نمی شود . برای خاموش کردن SCR در حال رسانش باید ولتاژ دو سر ترمینالهای A و K بایاس معکوس شده ($V_{AK}<0V$) یا جریان آند به سطحی پایینتر از جریان موجود کاهش یابد .



شکل ۲ : مشخصه V-I، SCR

شرح آزمایش :

۱-مدل PE-5310-5D و PE-5310-2B را در قاب آزمایشگاهی قرار دهید و مولتی متر آنالوگ و اسیلوسکوپ دیجیتال را روی میز کار بگذارید .

۲- تغذیه SCR/TRIAC را قطع کنید . مراحل زیر را برای شناسایی سرهای SCR دنبال کنید :

a) کلید تنظیم کننده رنج مولتی متر آنالوگ را روی وضعیت R×1 قرار دهید و تنظیم صفر را کامل کنید .

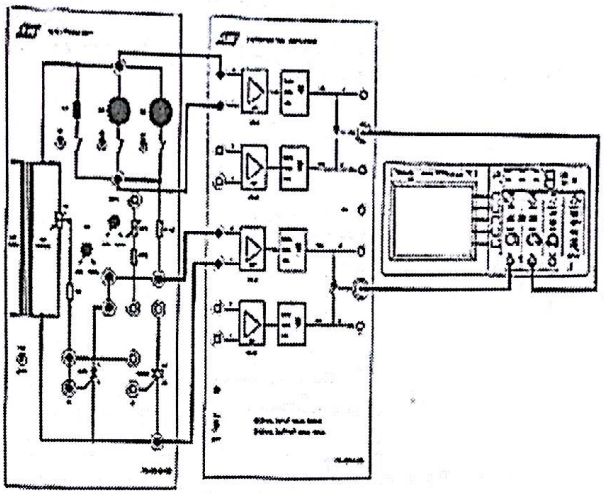
b) مقاومت بین ترمینالهای A و K را اندازه گیری و یادداشت کنید $R_{AK}=.....\Omega$. پروبهای مولتی متر را برعکس کنید و اندازه گیری را تکرار کنید . $R_{AK}=.....\Omega$. مقاومت بین ترمینالهای G و K را اندازه گیری و یادداشت کنید . $R_{GK}=.....\Omega$. پروبهای مولتی متر را معکوس کنید و اندازه گیری را تکرار کنید . $R_{GK}=.....\Omega$. فقط زمانی که پروب قرمز (پلاریته منفی) به k و پرو ب مشکی (پلاریته مثبت) به G متصل است ، مقاومت کم را می توان اندازه گرفت . در غیر اینصورت مقاومت بیشتر اندازه گرفته می شود .

c) پروب مشکی رنگ را به ترمینال A و پروب قرمز را به K وصل کنید . این عمل SCR را در وضعیت بایاس مستقیم قرار می دهد ($V_{AK}>0V$) . ترمینالهای A و G را توسط یک سیم رابط به هم وصل کنید و مقاومت را یادداشت کنید . $R_{AK}=.....\Omega$ (باید کم باشد) اتصال را از ترمینال G جدا کرده و مقاومت را اندازه بگیرید . $R_{AK}=.....\Omega$ (باید کم بماند) .

۳-اندازه گیری منحنی مشخصه های SCR :

a) با مراجعه به دیاگرام رابطها در شکل 9-2 اتصالها را کامل کنید . کلید S2 از ست SCR/TRIAC را روی وضعیت on و کلیدهای S1 و S3 را روی off قرار دهید. ولتاژ آند به کاتد SCR (V_{AK}) به ورودی CH1 از اسیلوسکوپ با استفاده از تقویت کننده تفاضلی وصل است . ولتاژ بار (ولتاژ مقابل لامپ E1 در مقابل جریان کاتد I_{AK} است .) همراه با ch.C از تقویت کننده تفاضلی به ورودی CH2 از اسیلوسکوپ وصل است . کلید انتخاب کننده رنج V از تقویت کننده تفاضلی ch.A و ch.C را در وضعیت 100v قرارا دهید .

Scanned by CamScanner



شکل ۳ : دیاگرام سیم بندی اندازه گیری منحنی مشخصه SCR

b) دکمه Autoset از اسیلوسکوپ دیجیتال را فشار دهید . دکمه کنترل Volts/Div برای CH1 و CH2 را تنظیم کنید چنانچه دامنه دو شکل موج تقریبا نزدیک هم شود .

c) دکمه Display را فشار دهید . سپس دکمه Format و حالت XY را برای نمایش نمودار لیساژو (XY) انتخاب کنید .

d) اگر یک خط راست نمایش داده شد ، دکمه کنترل R1 را برای اندازه گیری SCR روشن کنید .

e) دکمه های کنترل Volts/Div (CH1=X و CH2=Y در حالت XY) را برای منحنی واضح تنظیم کنید . Persist را فشار دهید و حالت infinite را انتخاب کنید .

f) منحنی مشخصه SCR اندازه گیری شده رسم کنید .

۱.۲ ب) اندازه گیری مشخصه های TRIAC

هدف :

۱- اندازه گیری مشخصه های ساکن TRIAC

۲- اندازه گیری منحنی مشخصه های V-I از TRIAC

وسایل مورد نیاز :

ست 1× SCR/TRIAC PE-5310-5D

شرح مطالب :

TRIAC نام اختصاری تریستور AC تریود است . وسیله ای سه – سر است که می تواند نیم سیکل مثبت و هم نیم سیکل منفی منبع ac را با بکارگیری پالس راه انداز گیت TRIAC هدایت کند . شکل 13-2 نشانه ها و ساختار TRIAC را نشان می دهد . این ساختار معادل اتصال موازی و معکوس 2 عدد SCR است بنابراین می تواند هم نیم سیکل مثبت و هم نیم سیکل منفی از منبع ac را هدایت کند .

Scanned by CamScanner

سه خروجی به عنوان آند MT1 (روی تابلو A2 برچسب گذاری شده)، دومین آند MT2 (روی تابلو A1 برچسب گذاری شده) و گیت G طراحی شده اند . ترمینال های MT1 و MT2 نمی توانند در حین استفاده معکوس شوند .

مشخصه های TRIAC معادل عملکرد موازی معکوس 2 عدد SCR است . منحنی مشخصه هایش در اولین ربع دایره یکسان با شکل 2-8 است و منحنی مشخصه ها در ربع سوم شبیه اما با پلاریته معکوس است . SCR با اعمال سیگنال گیت مثبت زمانی که ولتاژ آند مثبت است راه اندازی می شود .

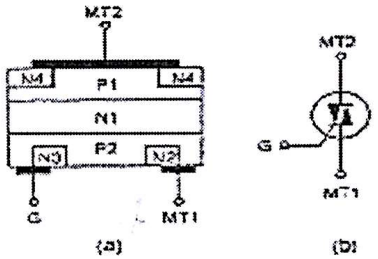
TRIAC با چهار شرط راه اندازی می شود :

I^+ : MT2 مثبت و V_G مثبت

I^- : MT2 مثبت و V_G منفی

III^+ : MT2 منفی و V_G مثبت

III^- : MT2 منفی و V_G منفی



شکل ۴ : ساختار و نشانه TRIAC

شرح آزمایش :

مدلهای PE-5310-5D و PE-5310-2B را در قاب آزمایشگاهی قرار دهید و مولتی متر آنالوگ و اسیلوسکوپ دیجیتال را روی میز کار بگذارید .

کلید SCR/TRIAC را در وضعیت off بگذارید . برای تشخیص سرهای TRIAC مراحل زیر را دنبال کنید :

a) کلید انتخاب مولتی متر آنالوگ را روی وضعیت R1 قرار دهید و تنظیمات صفر را کامل کنید .

b) مقاومت بین خروجی های A1وA2 را اندازه گیری و یادداشت کنید . R_{A1A2}=.....Ω .پروبهای مولتی متر را معکوس کنید و اندازه گیری را یادداشت کنید R_{A2A1}=.....Ω . مقاومت بین ترمینال های A1و G را اندازه گیری و یادداشت کنید . R_{A1G}=.....Ω. پروبهای مولتی متر را معکوس کرده و اندازه گیری را یادداشت کنید ...Ω..... R_{GA1}= . مقاومت بین ترمینال های A2و G را اندازه گیری را تکرار کنید . R_{A2G}=.....Ω. پروبهای مولتی متر را معکوس کرده و این عمل را تکرار کنید ...Ω..... R_{GA2}= .

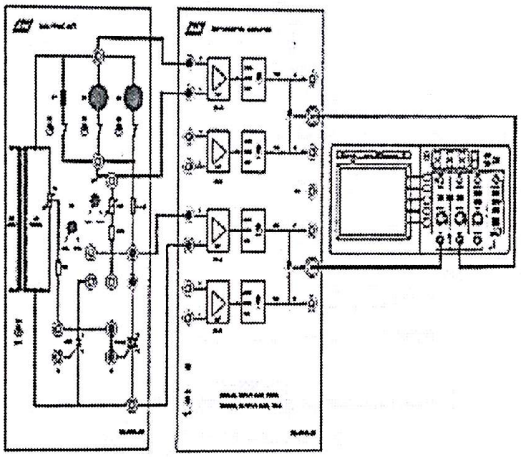
Scanned by CamScanner

c) پروب مشکی را به ترمینال A1 و قرمز را به ترمینال A2 وصل کنید . ترمینال های A1 و G را با استفاده از سیم رابط به هم وصل کنید و مقاومت بین A1 و A2 را یادداشت کنید R_{A1A2}=.....Ω .

d) پروبهای مولتی متر را خارج کنید . پروب قرمز را به ترمینال A1 و مشکی را به ترمینال A2 وصل کنید . ترمینالهای A1 و G را با استفاده از سیم رابط به هم وصل کنید و مقاومت را یادداشت کنید R_{A1A2}=.....Ω . سیم رابط را از ترمینال G خارج کنید و مقاومت را یادداشت کنید . R_{A1A2}=.....Ω .

اندازه گیری منحنی مشخصه های TRIAC :

a) اتصال ها را با مراجعه به دیاگرام سیم بندی شکل 14-2 کامل کنید .



شکل ۵ :دیاگرام سیم بندی اندازه گیری منحنی مشخصه TRIAC

b) تمام منابع را روشن کنید . منحنی مشخصه های TRIAC را اندازه گیری و رسم کنید .

Scanned by CamScanner

۲ آزمایش ۲: اندازه گیری مشخصه IGBT و Mosfet

۱.دستگاه اسکوپ را روی میز کار قرار داده و مدل های PE-5310-1A,

PE-5310-5E, PE-5310-2B را روی برد آزمایش گاهی نصب کنید.

۲.با مراجعه به دیاگرام و با استفاده از پل های ارتباطی (خطوط خمیده) و سیم های ارتباطی اتصالات را وصل کنید. منبع V AC۲۲۰ را به وسیله اتصال زمین خروجی سه فازبه منبع DC و مدل تقویت کننده تفاضلی وصل کنید.

۳.ورودی کانال ۱ اسکوپ برای اندازه گیری ولتاژ بار IGBT به وسیله تقویت کننده تفاضلی Ch.A و ورودی کانال ۲ برای اندازه گیری ولتاژ C-E IGBT از طریق تقویت کننده تفاضلی Ch.C استفاده می شوند.

۴. در مدل تقویت کننده تفاضلی، رنج ولتاژ کلید انتخابی Ch.A و Ch.C را روی موقعیت V۱۰۰ قرار داده (نسبت Vi/Vo=100/10=10) و کلید انتخابی Ch را به ترتیب در موقعیت A و C .

۵.در مدل MOSFET/IGBT set کلید S1 را روشن کنید (موقعیت چپ) کلید S2 (موقعیت بالا) کلیدS3 (موقعیت بالا)، برای متصل کردن لامپ های E1 و E2 به صورت موازی. کلید چرخشی R1 را در موقعیت min قرار دهید. این عمل باعث صفر شدن ولتاژ گیت IGBT خواهد شد.

۶.سیستم را روشن کرده و اندازه گیری و ثبت کنید ولتاژ بار VL را و همچنین ولتاژ C-E را همانطور که در شکل ۴-۷ نشان داده شده.

۷.جهت افزایش ولتاژ گیت کلید R1 را به آرامی به سمت max چرخانده تا اینکه IGBT روشن شود. ولتاژ بار(CH1) و ولتاژ C-E (CH2)) اندازه گیری شده در شکل ۴-۸ نشان داده شده است.

۸.با استفاده از یک R.M.S متر (در دیاگرام سیم بندی نشان داده نشده)، ولتاژ گیت را اندازه گیری و ثبت کنید (تقریبا V۵.۶). ولتاژ گیت اندازه گیری شده ولتاژ آستانه گیت (VT) IGBT است.

۹.کلید R1 را در موقعیت max قرار داده (حداکثر مقدار VG). اندازه گیری و ثبت کنید ولتاژ بار و ولتاژ C-E را همانطور که در شکل ۴-۹ نشان داده شد.

۱۰. کلید R1 را در موقعیت min قرار داده (حداقل مقدار VG). اندازه گیری و ثبت کنید ولتاژ بار و ولتاژ C-E را همانطور که در شکل ۴-۱۰ نشان داده شد.

۱۱. مراحل ۷ تا ۱۰ را این بار برای Mosfet تکرار نمایید.

با توجه به موارد توضیح داده شده در آزمایشگاه، آزمایش را انجام دهید.

Scanned by CamScanner

۳ آزمایش ۳: یکسو کننده دیودی تک فاز

۳.۱ یکسوکننده دیودی تکفاز نیم موج

هدف:

۱- یافتن مشخصه یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج

۲- آشنا شدن به نحوه استفاده از واحد های وابسته به یکسو کننده

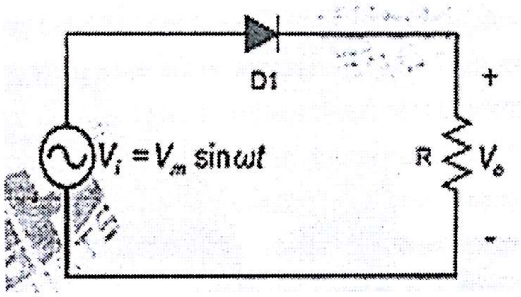
۳- اندازه گیری ولتاژ و جریان یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز

۴- اندا زه گیری و محاسبه قدرت یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز

۵- اثبات مشخصه های یکسوکننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز

شرح آزمایش:

شکل ۶ یک مدار یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسوکننده مورد بررسی قرار گیرد.



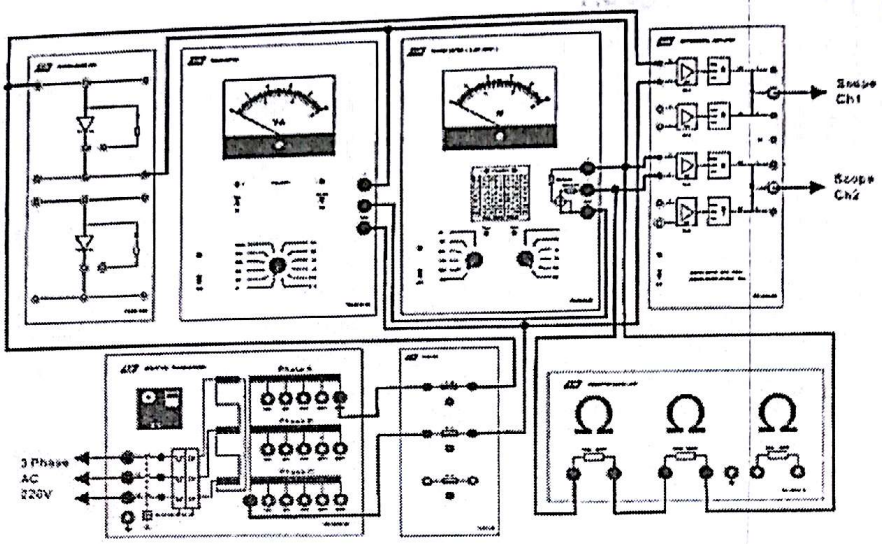
شکل ۶ : مدار یکسوکننده دیودی نیم موج تک فاز

طرز کار:

۱.مدلهای PE-5310-5A، PE-5310-5B، PE-5310-3A، PE-5310-3B، PE-5310-2Bدر قاب آزمایش قرار دهید . DSO، PE-5310-3Cو PE-5340-3A روی میز کار قرار دهید اتصالات را با مراجعه به دیاگرام سیمی در شکل۷ با سیم های اتصال کامل کنید .

۲.یکسو کننده شامل V۲۲۰ تک فاز و مقاومتی200 Ω میباشد . ورودی CH1 اسیلوسکوپ به اندازه گیر ولتاژ ورودی یکسو کننده با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.A متصل میشود وهمچنین CH2 ورودی به اندازه گیر ولتاژ بار با استفاده تقویت کننده تفاضلی ch.C متصل میشود .

Scanned by CamScanner



شکل ۷ : دیاگرام سیم بندی یکسوکننده دیودی نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۳. رنج Vکلید سلکتوری تقویت کننده تفاضلی ch.C را در موقعیت v۵۰۰ قرار دهید. ولتاژ ورودی CH1 و ولتاژ بار(CH2) شکل موجهای یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز را اندازه بگیرید مقدار ولتاژ واقعی با ولتاژ خوانده شده ضرب در نسبت Vi/V0 برابر است. با تغییر ورودی های بلوک تقویت کننده شکل موج جریان بار را بدست آورید. همچنین با استفاده از ولت متر مقدار ولتاژ dc خروجی را ثبت کنید.

۴ . رنج Vو I کلید سلکتوری توان سنج را به ترتیب روی v۳۰۰ وA۱ قرار دهید . توان موثر خروجی را اندازه گرفته و مقدار آن را ثبت کنید .

۵ . بار مقاومتی کامل را به بار اندوکیتو با اتصال مقاومت ۲۰۰ بصورت سری با اندوکتانس mH۲۰۰ تغییر دهید. شکل موجهای ولتاژ بار (CH2) و ولتاژ ورودی (CH1) یکسو کننده نیم موج تکفاز با بار اندوکیتو را اندازه گیری کنید. و نیز اندازه گیری های گام ۳ را تکرار کنید. رنج کلید سلکتوری V تقویت کننده تفاضلی ch.c درهمان موقعیت گام ۳ باقی بگذارید. مقدار زاویه ی هدایت دیود بعد از ۱۸۰ درجه را از روی شکل موج ولتاژ بدس آورید.

۶ . با مراجعه به مدار از یک دیود هرز گرداستفاده نمایید . دیود هرز گرد به صورت موازی با بار اندوکیتو به صورت معکوس می باشد . گامهای ۴ و ۵ تکرار کنید تا شکل موجهای یکسو کننده نیم موج با بار کاملاً اندوکیتو و دیود هرزگرد را اندازه بگیرید.

شبیه سازی و نتیجه گیری

مدار یکسوکننده دیودی تک فاز نیم موج با بارهای مورد آزمایش را با تنظیم پارامترهای مدار در نرم افزار شبیه سازی کنید. کلیه ی شکل موج های مشاهده شده در بخش قبل را به همراه اندازه گیری های لازم بدست آورده و با نتایج حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان ولتاژ dc خروجی مبدل را با استفاده از روابط درس الکترونیک صنعتی بدست آورده و آن را با مقادیر حاصل از شبیه سازی و میزان بدست آمده در آزمایش مقایسه کنید. وجود اختلاف بین اعداد را چگونه توجیه می کنید؟

Scanned by CamScanner

در حالت بار اندوکتیو، میزان هدایت دیود بعد از ۱۸۰ درجه را از روی شبیه سازی و روابط درس الکترونیک صنعتی بدست آورده و با میزان حاصل از آزمایش مقایسه کنید. مقدار خطای آزمایش چقدر است؟

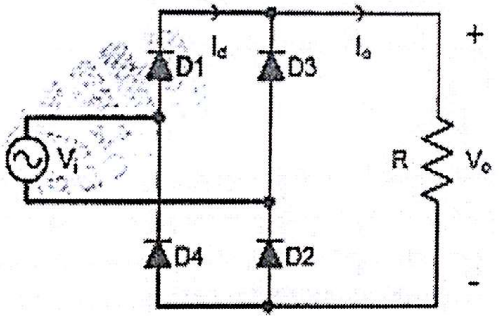
۳.۲ یکسوکننده دیودی تکفاز تمام موج

هدف:

۱. یافتن مشخصه یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده تمام موج
۲. آشنا شدن به نحوه استفاده از واحد های وابسته به یکسو کننده
۳. اندازه گیری ولتاژ و جریان یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده تمام موج تک فاز
۴. اندا زه گیری و محاسبه قدرت یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز
۵. مشاهده پدیده کموتاسیون و بدست آوردن زاویه ی کموتاسیون

شرح آزمایش:

شکل ۸ یک مدار یکسو کننده دیودی تمام موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسوکننده مورد بررسی قرار گیرد.



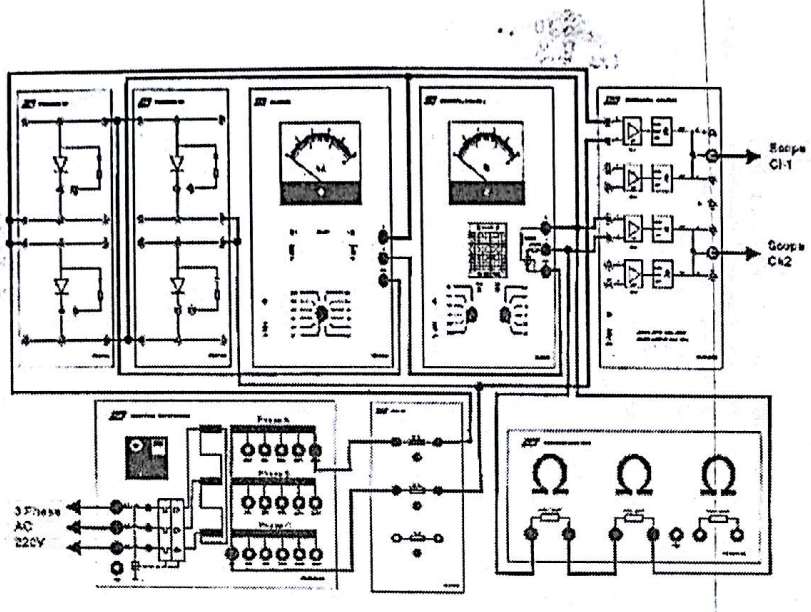
شکل ۸ : مدار یکسوکننده تمام موج دیودی تکفاز

طرز کار:

۱.مدل هایPE-53-10-5A و PE-53-10-5B وPE-53-10-3A وPE-53-10-3B وPE-5310-2B را در قاب ازمایشگاهی قرار دهید . DSO وPE-5310-3C و PE-5340-3A را روی میز قرار دهید .اتصالات مثل شکل۹ توسط سیم ها و دو شاخه های پل کامل شود.

۲.یکسو کننده شامل V۲۲۰ تک فاز و مقاومتی200 Ω میباشد . ورودی CH1 اسیلوسکوپ به اندازه گیر ولتاژ ورودی یکسو کننده با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.A متصل میشود وهمچنین CH2 ورودی به اندازه گیر ولتاژ بار با استفاده تقویت کننده تفاضلی ch.C متصل میشود .

Scanned by CamScanner



شکل ۹ : دیاگرام سیم بندی یکسوکننده دیودی تمام موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۳. رنج Vکلید سلکتوری تقویت کننده تفاضلی ch.C را در موقعیت v۵۰۰ قرار دهید. ولتاژ ورودی CH1 و ولتاژ بار(CH2) شکل موجهای یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز را اندازه بگیرید مقدار ولتاژ واقعی با ولتاژ خوانده شده ضرب در نسبت Vi/V0 برابر است. با تغییر ورودی های بلوک تقویت کننده شکل موج جریان بار را بدست آورید. همچنین با استفاده از ولت متر مقدار ولتاژ dc خروجی را ثبت کنید.

۴ . رنج Vو I کلید سلکتوری توان سنج را به ترتیب روی v۳۰۰ و A۱ قرار دهید . توان موثر خروجی را اندازه گرفته و مقدار آن را ثبت کنید .

۵ . بار مقاومتی کامل را به بار اندوکیتو با اتصال مقاومت ۲۰۰ بصورت سری با اندوکتانس mH۲۰۰ تغییر دهید. شکل موجهای ولتاژ بار (CH2) و ولتاژ ورودی (CH1) یکسو کننده نیم موج تکفاز با بار اندوکیتو را اندازه گیری کنید. و نیز اندازه گیری های گام ۳ را تکرار کنید. رنج کلید سلکتوری V تقویت کننده تفاضلی ch.c درهمان موقعیت گام ۳ باقی بگذارید.

۶ . در حالت بار اندوکتیو آیا پدیده کموتاسیون را در شکل موج ولتاژ خروجی مشاهده می کنید؟ علت بوجود آمدن آن را توضیح دهید. میزان زاویه کموتاسیون مشاهده شده در یک حالت مشخص اندازه گیری و ثبت کنید.

شبیه سازی و نتیجه گیری

مدار یکسوکننده دیودی تک فاز تمام موج با بارهای مورد آزمایش را با تنظیم پارامترهای مدار در نرم افزار شبیه سازی کنید. کلیه ی شکل موج های مشاهده شده در بخش قبل را به همراه اندازه گیری های لازم بدست آورده و با نتایج حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان ولتاژ dc خروجی مبدل را با استفاده از روابط درس الکترونیک قدرت بدست آورده و آن را با مقادیر حاصل از شبیه سازی و میزان بدست آمده در آزمایش مقایسه کنید. وجود اختلاف بین اعداد را چگونه توجیه می کنید؟در حالت بار اندوکتیو، میزان زاویه کموتاسیون را با استفاده از روابط درس الکترونیک صنعتی بدست آورده و این میزان را با نتایج حاصل از شبیه سازی و آزمایش مقایسه کنید. میزان خطای آزمایش و شبیه سازی چقدر است؟

Scanned by CamScanner

۴ آزمایش ۴: مدارهای تضعیف نور لامپ خودکار

اهداف

۱. یادگیری عملکرد مدارهای فاز TRIAC و SCR

۲. یادگیری عملکرد مدارهای کنترل فاز DIAC-TRIAC

۳. انجام کنترل تضعیف نور لامپ خودکار

تشریح مطالب :

مدار فاز TRIAC

۱. کنترل فاز RC

TRIAC، مانند SCR، اغلب در مدارهای AC برای کنترل توان روی بار استفاده می‌شود. TRIAC می‌تواند در مدارهای کنترل فاز تمام موج کار کند در حالیکه SCR می‌تواند روی مدارهای کنترل فاز نیم موج عمل کند. از آن جاییکه توان نامی TRIACها کوچکتراز SCRها می‌باشد، استفاده از آن در کاربردهای AC ساده‌تر است.

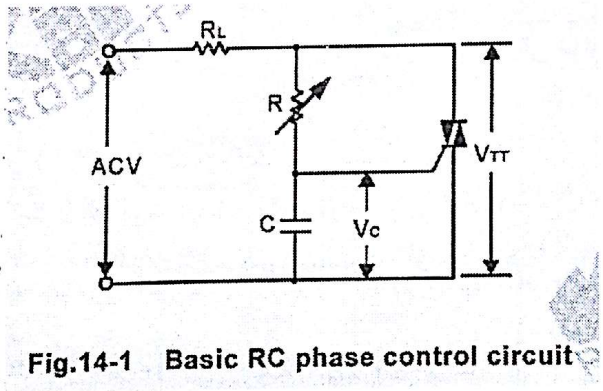


Fig.14-1 Basic RC phase control circuit

شکل ۱۰: مدار اصلی کنترل فاز RC با استفاده از TRIAC

شکل ۸ مدار اصلی کنترل فاز RC را نشان می‌دهد. ولتاژ خازن V_C نسبت به V_{TT} پس فاز است که زاویه به ثابت زمانی RC و سطح تریگر گیت مورد نیاز برای آتش TRIAC، مطابق شکل Fig 14-2، وابسته است. در نیم سیکل مثبت ولتاژ خط ، مقدار مثبت V_C در نقطه t_1 به سطح تریگر می‌رسد و TRIAC روشن می‌شود. X_1 زاویه آتش یا زاویه تریگرینگ نامیده می‌شود. این کار در مد +I انجام می‌شود به این معنی که T_2 مثبت و گیت مثبت است. در نیم سیکل منفی، TRIAC در نقطه t_3 تریگر می‌شود با زاویه تریگر α_2. این در مد -III است یا اینکه T_2 منفی و گیت مثبت است. از آنجاییکه حساسیت تریگرینگ در مد +I برابر مد -III می‌باشد، تفاوت کمی میان α_1 و α_2 وجود دارد، $\alpha_1 \neq \alpha_2$

Scanned by CamScanner

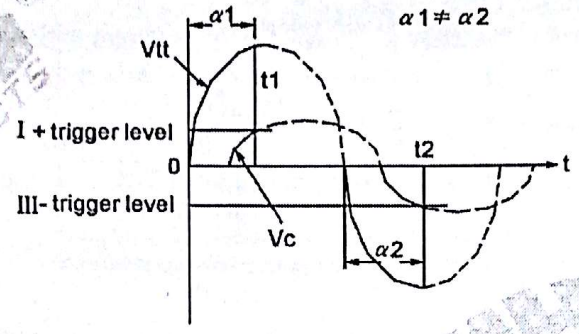


Fig.14-2 Relationship between V_C and V_{TT} in the circuit of Fig.14-1

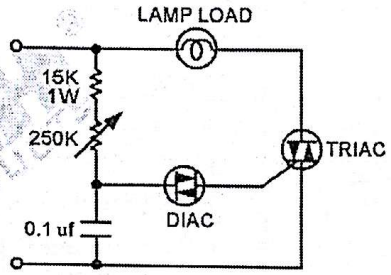


Fig.14-3 Basic DIAC-TRIAC phase control circuit

ابتدایی ترین و بنیادی ترین شکل مدار کنترل فاز تمام موج، مدار ساده DIAC-TRIAC شکل Fig 14-3 می‌باشد. زمانی که ولتاژ خازن به ولتاژ شکست V_{BO} برسد، DIAC روشن می‌شود و TRIAC را روشن می‌کند، از آن‌جاییکه مقادیر V_{BO+} و V_{BO-} به هم نزدیک هستند، بنابراین زاویه‌های تریگرینگ در نیم سیکل‌های مثبت و منفی، مطابق شکل Fig 14-4، برابر هستند.

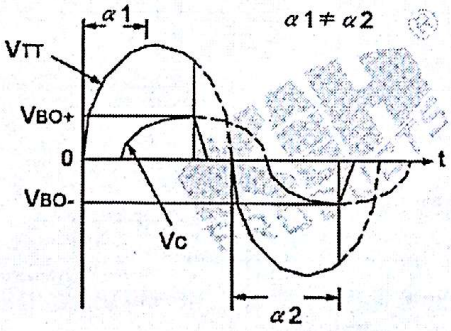


Fig.14-4 Relationship between V_C and V_{TT} in the circuit of Fig.14-3

مدار شکل Fig 14-3 بصورت گسترده‌ای در مدارهای کنترل تضعیف نور لامپ و کنترل سرعت فن استفاده می‌شوند. اشکال و عیب این مدار این است که رنج زاویه آتش کمتر از 180 درجه است.

Scanned by CamScanner

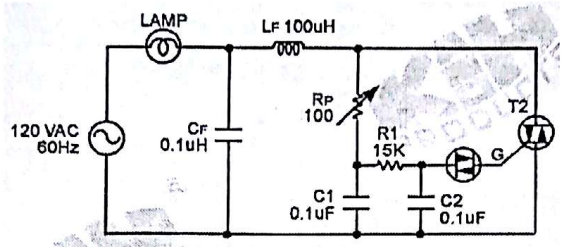


Fig.14-5 Extended range phase control circuit

برای افزایش رنج زاویه آتش، راه حل مناسب اتصال دو بخش از شبکه شیفت فاز RC بصورت سری مطابق شکل Fig 14-5 می‌باشد. خازن C_F برای محدود کردن مقدار dv/dt و سلف L_F برای محدود کردن مقدار di/dF استفاده شده‌اند.

۲. کنترل فاز با تریگرینگ پالس

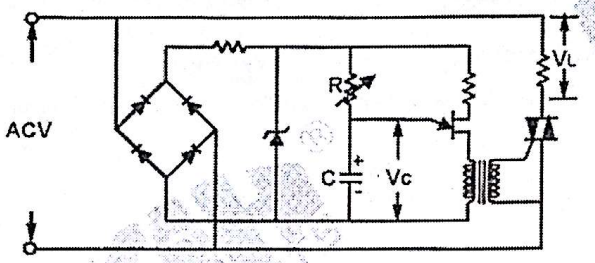


Fig.14-6 UJT relaxation oscillator in TRIAC phase control

شکل Fig 14-6 مدار تریگرینگ پالس برای TRIAC را نشان می‌دهد. پالس تریگر توسط اسیلاتور UJT تولید می‌شود و بوسیله ترانسفورمر با گیت TRIAC کوپل می‌شود.

تشریح مدار آزمایش

مدار شکل Fig 14-7 مدار کنترل تضعیف نور لامپ است که در آزمایش به کار رفته است. شرح کوتاهی از آن در ادامه آمده است:

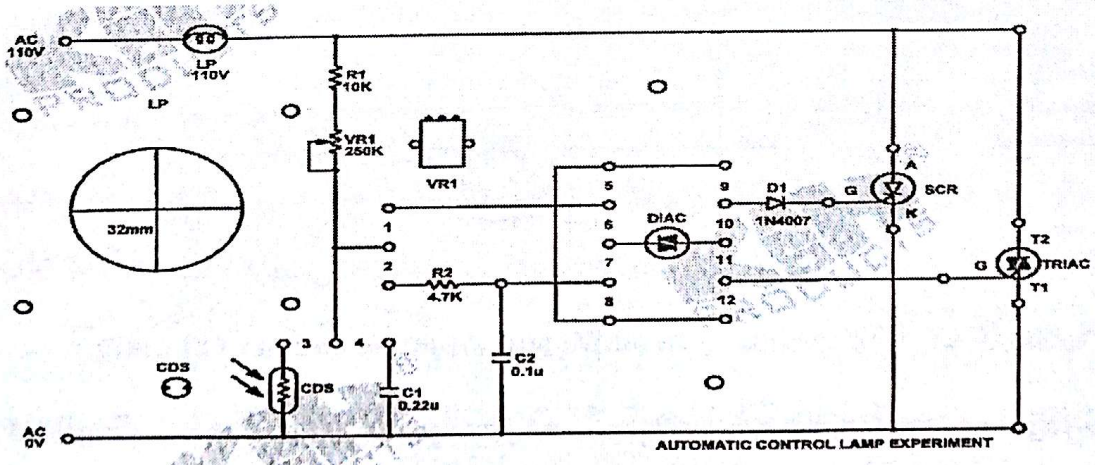


Fig.14-7 Experiment circuit

DIAC یک وسیله تریگر سودمند برای کاربردهای کنترل توان TRIAC می‌باشد. اگر ولتاژ اعمالی به دو سر ترمینال‌ها به ولتاژ شکست DIAC برسند، DIAC روشن می‌شود. در مدار شکل Fig 14-7، زمانی که ولتاژ خط اعمال می‌شود، خازن C_1 از طریق R_1 و VR_1 شارژ می-

Scanned by CamScanner

شود و ولتاژ کافی و مناسبی برای تریگر کردن و روشن کردن SCR یا TRIAC می‌سازند. با تنظیم VR_1، زاویه هدایت SCR یا TRIAC می‌تواند برای دستیابی به وظیفه کنترل تضعیف نور تغییر کند. به گونه‌ای مشابه، اگر از DIAC استفاده شود و C_1 به مقدار ولتاژ شکست DIAC شارژ شود، DIAC روشن می‌شود و SCR یا TRIAC برای هدایت تریگر می‌شوند. R_2C_2 برای افزایش رنج زاویه‌های آتش استفاده می‌شوند. دیود D_1 برای حفاظت گیت SCR از پالس‌های تریگرینگ منفی می‌باشد. از CDS برای انجام وظیفه کنترل تضعیف نور لامپ خودکار استفاده می‌شود. در شرایط نور عادی، پتانسیل تریگر در سطح پایین که نتواند DIAC را تریگر و روشن کند قرار می‌گیرد. بنابراین SCR یا TRIAC و لامپ (L_D) خاموش هستند. زمانی که منبع نور مسدود می‌شود، افزایش مقاومت CDS سبب ایجاد پتانسیل کافی برای روشن کردن DIAC می‌شود. سپس SCR یا TRIAC روشن و لامپ هم روشن می‌شود.

تجهیزات مورد نیاز

۳. منبع تغذیه واحد KL-51001

۴. ترانسفورمر ایزوله KL-58002

۵. مدل KL-53007

۶. اسیلوسکپ

روند انجام آزمایش :

۱. تغذیه 110 v AC را از روی واحد تغذیه KL-58002 , KL-51001 به مدل KL-53007 وصل کنید. لامپ را در سوکت روی مدل نصب کنید.

۲. سیم‌های رابط را در موقعیت‌های ۱ و ۴ و ۵ و ۹ وارد کنید. VR_2 را بصورت اتفاقی بچرخانید، تغییرات در نود لامپ را مشاهده و یادداشت نمایید. آیا هیچ نوع پدیده هیسترزیس ملاحظه می‌کنید؟

۳. VR_1 را در مقدار میانی قرار دهید شکل موج‌های ولتاژ آند SCR و خازن C_1 را رسم کنید.

۴. سیم رابط را از موقعیت ۹ خارج کرده و وارد موقعیت ۱۲ نمایید. مرحله ۲ و ۳ را تکرار کنید. نتایج را در جدول Table 14-2 ثبت کنید.

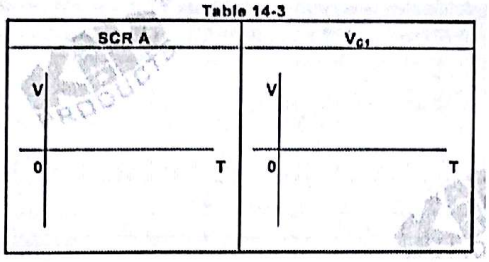
Table 14-2

TRIAC T2	V_{C1}
V, 0, T	V, 0, T

۵. همه سیم‌های رابط را خارج کنید و در موقعیت‌های ۱ و ۴ و ۶ و ۱۰ وارد کنید. مرحله ۲ و ۳ را تکرار کنید. نتایج را در جدول Table 14-3 ثبت کنید.

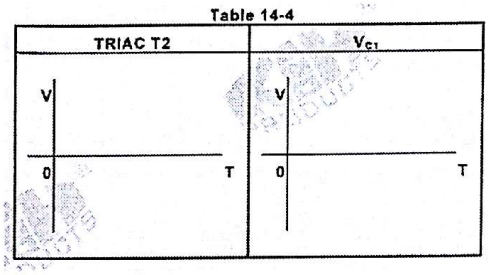
Scanned by CamScanner

Table 14-3



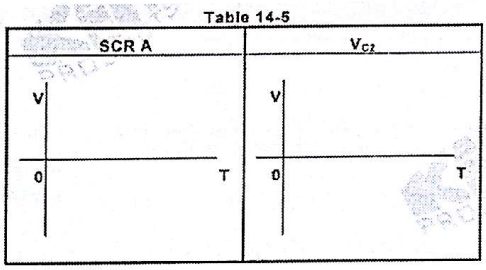
۶. سیم رابط را از موقعیت ۱۰ خارج و وارد موقعیت ۱۱ کنید. مرحله ۲ و ۳ را تکرار کنید و نتایج را در جدول Table 14-4 ثبت کنید.

Table 14-4



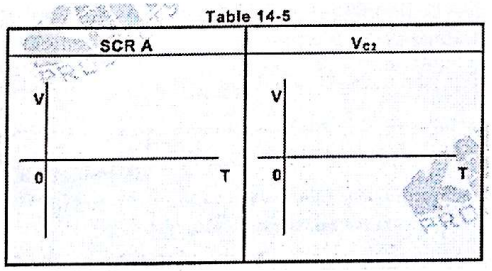
۷. سیم‌های رابط را در موقعیت‌های ۲ و ۴ و ۸ و ۹ وارد کنید. VR_1 را بچرخانید، تغییرات در نور لامپ را مشاهده و یادداشت کنید. آیا هیچ نوع پدیده‌ی هیسترزیس ملاحظه می‌کنید؟

Table 14-5



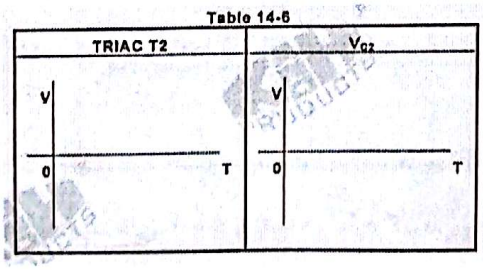
۸. VR_1 را در مقدار وسط قرار دهید. شکل موج‌های آند SCR و خازن C_2 را در جدول Table 14-5 رسم کنید.

Table 14-5



۹. سیم رابط را از موقعیت ۹ خارج و وارد موقعیت ۱۲ کنید. مرحله ۷ و ۸ را تکرار کنید و نتایج را در جدول Table 14-6 ثبت کنید.

Table 14-6



Scanned by CamScanner

۱۰. سیم‌های رابط را در موقعیت‌های ۲ و ۴ و ۷ و ۱۰ وارد کنید. مرحله ۷ و ۸ را تکرار کنید و نتایج را در جدول Table 14-7 ثبت کنید.

Table 14-7

SCR A	V_{C2}
V, 0, T	V, 0, T

۱۱. سیم رابط را از موقعیت ۱۰ خارج و وارد موقعیت ۱۱ کنید. مرحله ۷ و ۸ را تکرار کنید و نتایج را در جدول Table 14-8 ثبت کنید.

Table 14-8

TRIAC T2	V_{C2}
V, 0, T	V, 0, T

۱۲. کدام یک از مدارهای تریگر بهترین است؟

کدام یک از مدارهای کنترل توان بیشترین توان خروجی را دارد؟

۱۳. سیم‌های رابط را در موقعیت‌های ۱ و ۳ و ۶ و ۱۱ وارد کنید. CDS را در معرض نور عادی قرار دهید. VR_1 را طوری تنظیم کنید که TRIAC در حالت خاموش پیش از هدایت قرار بگیرد.

۱۴. CDS را با دستان خود بپوشانید. حالت‌های لامپ، DIAC و TRIAC را مشاهده و ثبت کنید.

۱۵. دستان خود را از روی CDS بردارید. حالات لامپ، DIAC و TRIAC را مشاهده و ثبت کنید.

نتیجه‌گیری :

کنترل تضعیف نور لامپ خودکار را آزمایش کردید. کنترل شیفت فاز RC بخشی سبب پدیده هیسترزیس می‌شود. این اثر را می‌توان با اضافه کردن یک شبکه RC سری حذف کرد.

از آنجاییکه SCR فقط در طول نیم سیکل مثبت ولتاژ خط هدایت می‌کند، توان رسیده به بار کوچکتر از مدار کنترل TRIAC است. این اثر را می‌توان با اندازه‌گیری ولتاژ بار و مشاهده شدت نور لامپ اثبات کرد. بوسیله این روش، مدار کنترل نور CDS را می‌توان بعنوان مدار کنترل نور خیابان به کار برد.

Scanned by CamScanner

« بسمه تعالی »

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده برق ورباتیک

دستورکار آزمایشگاه

الکترونیک صنعتی

« بخش دوم »

سال تحصیلی ۹۱-۹۲

تهیه کننده : برسلانی

Scanned by CamScanner

آزمایش ۵: یکسو کننده تریستوری تک فاز

۱.۱ یکسوکننده تریستوری تکفاز نیم موج

هدف:

۱. یافتن مشخصه یکسو کننده کنترل شونده نیم موج

۲. آشنا شدن به نحوه استفاده از واحد های وابسته به یکسو کننده کنترل شونده

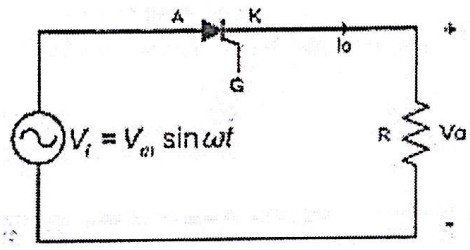
۳. اندازه گیری ولتاژ و جریان یکسو کننده کنترل شونده نیم موج تک فاز در چند زاویه ی آتش مختلف

۴. اندا زه گیری و محاسبه قدرت یکسو کننده کنترل شونده نیم موج تک فاز در چند زاویه آتش مختلف

۵. اثبات مشخصه هاییکسوکننده کنترل شونده نیم موج تک فاز

شرح آزمایش:

شکل ۱۱ یک مدار یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسوکننده مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۱ : مدار یکسوکننده تریستوری نیم موج تک فاز

شرح مطالب :

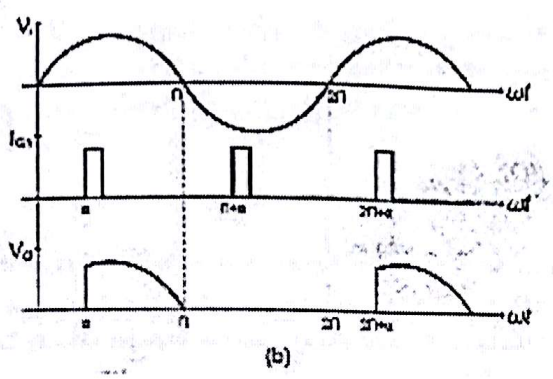
عملکرد مدار یکسو کننده کنترلی نیم موج تک فاز شبیه یکسو کننده دیود نیم موج تک فاز است . به بیانی برای تغییر اندازه متوسط ولتاژ خروجی dc دیود با تریستور جایگزین شده (عموماً SCR) است . با تغییر زاویه آتش α تریستور ولتاژ خروجی متوسط یکسوکننده کنترلی نیم موج تک فاز نیز تغییر می کند .

شکل ۱۲ شکل موج و مدار یکسو کننده کنترلی نیم موج تک فاز با مدار بار مقاومتی خالص را شرح می دهد . تا زمانی که شرایط ساختمان SCR به این شرح است :

۱) هر دو V_{AK} و V_{GK} مثبت اند . ۲) جریان آند I_A بزرگتر از جریان نگهدارنده SCR , I_H است .

بنابراین در زمان نیم سیکل منفی V_i ، SCR هم چنان در حالت خاموشی است با اینکه پالس راه انداز به گیت SCR در $t = \pi + \alpha$ ω اعمال شود . بنابراین V_o برابر 0V است . زاویه راه انداز α می تواند از 0° تا 180° تغییر کند . شکل موج ولتاژ خروجی متناظر در شکل 3-3-1(b) نشان داده شده است .

Scanned by CamScanner



(b)

شکل ۲ : مدار و شکل موجهای یکسوکننده کنترل شده نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

تا زمانی که یکسو کننده کنترلی نیم موج ، فقط یک پالس خروجی (V_O) بار را در سیکل کامل ولتاژ ورودی(V_i) به جا آورد ، این مدار یکسو کننده کنترلی تک پالس نیز نامیده می شود . فواید این یکسو کننده ساده و ارزان بودن است و معایب جزء dc شرح داده شده در جریان ورودی را دارد پس غیر عملی است .

چنانچه در شکل ۱۲ نشان داده شده است ، مقدار متوسط ولتاژ خروجی dc با تغییر زاویه آتش α تریستور بین 0° تا 180° تغییر می کند . زمانی که $\alpha=0^\circ$ است ، این مدار عملکردی مشابه یکسو کننده دیود نیم موج دارد . در این زمان متوسط ولتاژ خروجی با V_{D0} علامت گذاری شده است . زمانی که $\alpha \neq 0^\circ$ متوسط ولتاژ خروجی با $V_{d\alpha}$ بیان می شود . به عنوان مثال ، V_{d60° یعنی متوسط ولتاژ خروجی در زاویه 60° است .

$$V_{av} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\omega t d(\omega t) = \frac{1}{\pi}V_m \qquad (2\text{-}3\text{-}1)$$

$$V_{av} = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin\omega t d(\omega t) = \frac{1}{2\pi}V_m(1+\cos\alpha) \qquad (2\text{-}3\text{-}2)$$

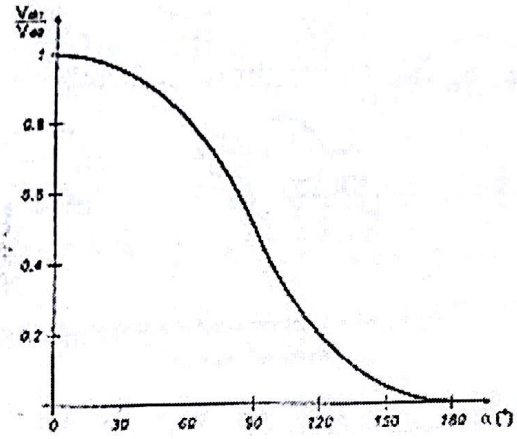
با جاگذاری رابطه 1-3-3 در رابطه 2-3-2

$$V_{d\alpha} = 0.225V_{i(rms)}(1+\cos\alpha) = \frac{V_{d0}}{2}(1+\cos\alpha) \qquad (2\text{-}3\text{-}3)$$

V_{RMS} ولتاژ مؤثر ورودی است. با تغییر زاویه راه اندازی α از 0° تا 180° متوسط ولتاژ خروجی $V_{d\alpha}$ می تواند تغییر کند از $0.45 V_{i(RMS)}$ تا $0V$ و ماکزیمم مقدار $V_{d\alpha}$ برابر $0.45 V_{i(RMS)}$ است .

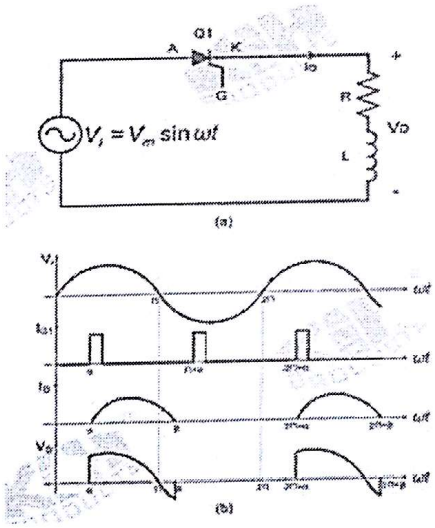
شکل ۱۳ منحنی مشخصات $V_{d\alpha} / V_{d0}$ در مقابل زاویه راه انداز تریستور α مربوط به یکسو کننده کنترلی نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص را نشان می دهد .

Scanned by CamScanner



شکل ۳ : منحنی Vdα/Vd0 یکسوکننده کنترل شده نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

شکل ۱۴ مدار و شکل موج یکسو کننده کنترلی نیم موج تک فاز با بار RL را شرح می دهد . تا زمانی که اندوکتانس L عنصر ذخیره کننده انرژی است ، با هر تغییر در جریان مخالفت می کند بنابراین جریان Io آرامتر از یکسوکننده با بار مقاومتی خالص تغییر می کند و در $\omega t=\beta$ می ایستد . این یکسوکننده جریان پیوسته بیشتری را ایجاد می کند .



شکل ۴ : مدار و شکل موج یکسو کننده کنترلی نیم موج تک فاز با بار RL

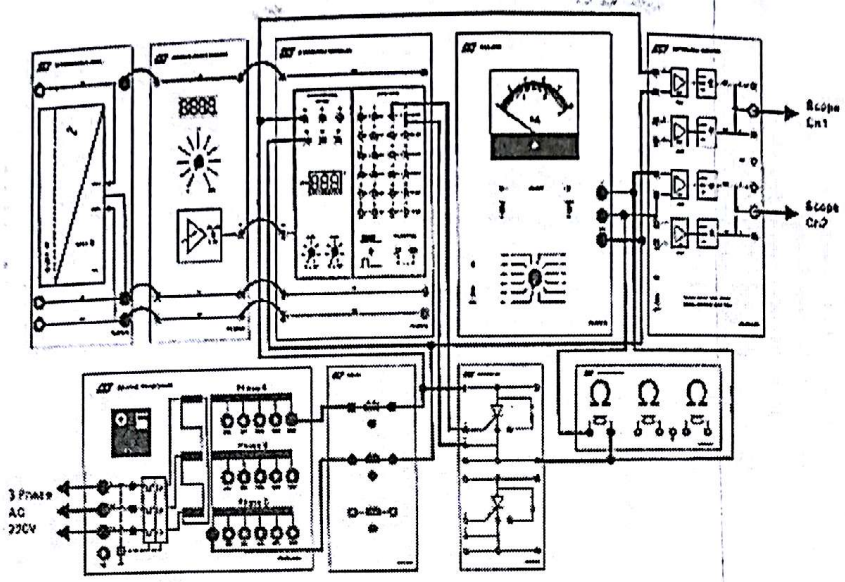
طرز کار:

۱. PE-5310-1A ، PE-5310-2A ، PE-5310-2D و PE-5310-5C را در تابلوی آزمایشگاهی بگذارید . DSO ، PE-5310-3C و PE-5340-3A را روی میز کار قرار دهید . با استفاده از سیم های رابط و دوشاخه های پل بندی بنا به شکل ۱۲ اتصال ها را کامل کنید .

۲. این یکسوکننده ولتاژ 220V تک فاز و مدار 100Ω را به کار می اندازد . در مدل ژنراتور مرجع متغیر ، کلید انتخابگر رنج Vc را در 0~+10V قرار دهید و دکمه کنترل ولتاژ را در وضعیت 0% قرار دهید .

در مدل کنترل کننده زاویه سه فاز ، خروجی تک فاز را انتخاب کنید ، $\alpha_{min}=0$ و $\alpha_{max}=180^\circ$ قرار دهید . بنابراین زاویه راه انداز می تواند با چرخاندن دکمه کنترل ولتاژ ژنراتور مرجع متغیر بین 0° تا 180° تغییر کند .

Scanned by CamScanner



شکل ۵ : دیاگرام سیم بندی یکسوکننده تریستوری نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۳. دکمه کنترل ولتاژ ژنراتور مرجع متغیر را برای زاویه راه انداز 90° تنظیم کنید . (کنترل کننده زاویه فاز3φ را از صفحه نمایش 7-segment بخوانید) . انتخابگر رنج ولتاژ تقویت کننده تفاضلی ch.A و ch.c را در وضعیت 500v قرارا دهید . از DSO استفاده کنید ، شکل موج ولتاژ ورودی CH1 و شکل موج ولتاژ بار CH2 اندازه گیری شده از یکسوکننده کنترلی نیم موج تک فاز را ثبت کنید همچنین با تغییر ورودی های بلوک تقویت کننده، شکل موج جریان بار را نیز مشاهده و ثبت کنید.

تغییر زاویه راه انداز را تمرین کنید و تغییرات در شکل موج ولتاژ بار را مشاهده کنید .

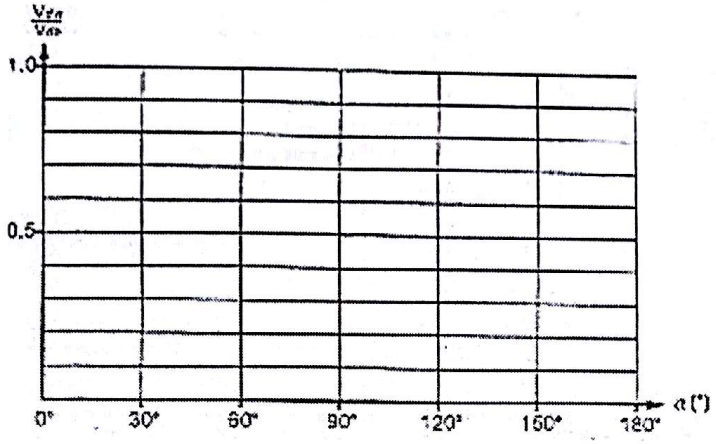
۴ . انتخابیگر AC+DC/AC و RMS/AV از RMS سنج را به ترتیب در وضعیت AC+DC و AV قرار دهید . V_{da} متوسط ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید ، زمانیکه α برابر 0° ، 30° ، 60° ، 90° ، 120° ، 150° و 180° است و نتایج را در جدول ۱ یادداشت کنید . انتخابگر رنج V/I از RMS سنج را در وضعیت مناسب برای قرائت دقیق هنگام تغییرات ولتاژ خروجی متوسط قرار دهید .

α[°]	0	30	60	90	120	150	180
$V_{d\alpha}$							
$\frac{V_{d\alpha}}{V_{d0}}$	1						0

جدول ۱: مقادیر Vdα اندازه گیری شده یکسوکننده کنترل شده نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۵ . از مقادیر V_{da} یادداشت شده در جدول 1-3-3 استفاده کنید و نسبت V_{da}/V_{do} را محاسبه و یاداشت کنید . منحنی $V_{d\alpha}/V_{do}$ در مقابل α را مطابق شکل ۱۳رسم کنید .

Scanned by CamScanner



شکل ۶ : منحنی Vdα/Vd0 یکسوکننده کنترل شده نیم موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۶ . مدار را با وصل کردن مقاومت 100Ω به صورت سری با سلف 200mH اصلاح کنید . این بار مقاومتی خالص را به بار سلفی تغییر می دهد . دکمه کنترل V از ژنراتور مرجع متغیر را برای تغییر زاویه راه انداز تنظیم کنید . از DSO استفاده کنید ، شکل موج ولتاژ ورودی CH1 و ولتاژ بار CH2 از یکسوکننده را اندازه بگیرید و شکل موج های اندازه گیری شده را ثبت کنید.

۷ . میزان زاویه آتش را روی ۶۰ درجه تنظیم کنید. در این حالت میزان ولتاژ dc خروجی را ثبت کنید. در حالت میزان هدایت تریستور بعد از ۱۸۰ درجه را اندازه گیری و ثبت کنید.

شبیه سازی و نتیجه گیری

مدار یکسوکننده تریستوری تک فاز نیم موج با بارهای مورد آزمایش را با تنظیم پارامترهای مدار در نرم افزار شبیه سازی کنید. کلیه ی شکل موج های مشاهده شده در بخش قبل را به همراه اندازه گیری های لازم بدست آورده و با نتایج حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان ولتاژ dc خروجی مبدل را در چند زاویه آتش مختلف با استفاده از روابط درس الکترونیک قدرت بدست آورده و آن را با مقادیر حاصل از شبیه سازی و میزان بدست آمده در آزمایش مقایسه کنید. وجود اختلاف بین اعداد را چگونه توجیه می کنید؟

در حالت زاویه آتش ۶۰ درجه و بار اندوکتیو، میزان هدایت تریستور بعد از ۱۸۰ درجه را با استفاده از شبیه سازی و روابط درس الکترونیک صنعتی، بدست آورده و با میزان حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان خطای آزمایش چقدر است؟

۱.۲ یکسوکننده تریستوری تکفاز تمام موج

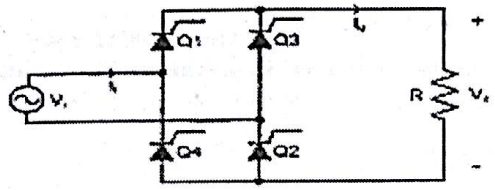
هدف:

۱. یافتن مشخصه یکسو کننده کنترل شونده نیم موج
۲. آشنا شدن به نحوه استفاده از واحد های وابسته به یکسو کننده کنترل شونده
۳. اندازه گیری ولتاژ و جریان یکسو کننده کنترل شونده نیم موج تک فاز در چند زاویه ی آتش مختلف
۴. اندا زه گیری و محاسبه قدرت یکسو کننده کنترل شونده نیم موج تک فاز در چند زاویه آتش مختلف

Scanned by CamScanner

شرح آزمایش:

شکل ۱۱ یک مدار یکسو کننده دیودی تمام موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسوکننده مورد بررسی قرار گیرد.



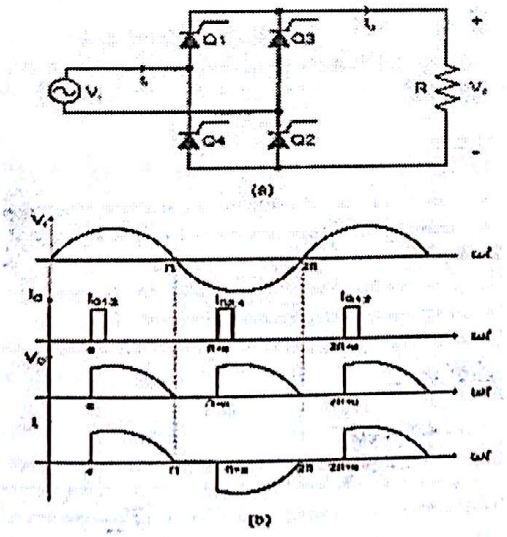
شکل ۷ : مدار یکسوکننده تریستوری تمام موج تک فاز

شرح مطالب :

ساختمان مدار یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز شبیه به مدار یکسوکننده دیودی تمام موج تک فاز است . برای کنترل متوسط ولتاژ خروجی ، دیودها با تریستور جایگزین شده اند . با تغییر α زاویه آتش تریستورها ، متوسط ولتاژ خروجی یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز می تواند تغییر کند .

شکل ۱۸ مدار و شکل موج های یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز با بار مقاومتی خالص را نشان می دهد . در طول نیم سیکل مثبت V_i ، Q1 و Q2 در $\omega t=\alpha$ هدایت می کنند ، در طول فاصله $\alpha\leq\omega t\leq\pi$ ، V_i ، Q1 و Q2 به بار وصل است . در طول نیم سیکل منفی V_i ، Q3 و Q4 در $\omega t=\alpha$ هدایت می کنند و در طول فاصله $2\pi+\alpha\leq\omega t\leq2\pi$ ، V_i ، Q3 وQ4 به بار وصل است .

با تغییر زاویه آتش از 0 تا 180° ، شکل موج ولتاژ و جریان در شکل (b) 1-4-3 نشان داده شده است ، به علاوه جریان خروجی I_o و ولتاژ خروجی V_o از نظر شکلی یکسان اما با دامنه متفاوت اند . به اینکه سیگنالهای راه انداز Q3 و Q4 به ترتیب پشت (پس فاز)سیگنالهای گیت Q1 و Q2 با فاز 180° هستند توجه کنید . سیگنالهای راه انداز Q1 و Q2 (Q3 و Q4) باید از نظر الکتریکی نسبت به هم ایزوله باشند در غیر اینصورت اتصال کوتاه رخ می دهد .



شکل ۸ : مدار و شکل موجهای یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

Scanned by CamScanner

هنگامی که یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز در پالس بار را در یک سیکل کامل از منبع قدرت فراهم می کند ، یکسوکننده کنترل شده دو پالسی نیز نامیده می شود . این یکسوکننده معایب یکسوکننده تمام موج را بهبود می بخشد که جریان ورودی شامل ترکیبات dc است . چنانچه در شکل (b) ۱۸ نشان داده شده است ، جریان ورودی I_i یک شکل موج متقارن است و ترکیبات dc ندارد . چنانچه در شکل (b) ۱۸نشان داده شده است ، متوسط ولتاژ خروجی با تغییر زاویه آتش از 0° تا 180° می تواند تغییر کند .

زمانیکه $\alpha=0^\circ$ است این مدار عملکردی شبیه یکسوکننده دیودی تمام موج دارد ، متوسط ولتاژ خروجی با V_{do} نشان داده می شود . زمانی که $\alpha\neq0^\circ$ ، متوسط ولتاژ خروجی با $V_{d\alpha}$ نشان داده می شود ، به عنوان مثال ، V_{d90} نشان دهنده ولتاژ خروجی در $\alpha=90^\circ$ است . بنابراین :

$$V_{dc} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\omega t\, d(\omega t) = \frac{2}{\pi}V_m \qquad (2\text{-}4\text{-}1)$$

$$V_{dc} = \frac{1}{2}\int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin\omega t\, d(\omega t) = \frac{1}{\pi}V_m(1+\cos\alpha) \qquad (2\text{-}4\text{-}2)$$

جاگذاری رابطه 1-4-3 در رابطه 2-4-2 ، بدست می آوریم :

$$V_{dc} = 0.45V_{i(rms)}(1+\cos\alpha) = \frac{V_{dm}}{2}(1+\cos\alpha) \qquad (2\text{-}4\text{-}3)$$

جایی که $V_{in(max)}$ مؤثر ولتاژ ورودی یکسوکننده است . هنگامی که زاویه راه انداز α بین 0° تا 180° تغییر می کند ، اندازه متوسط ولتاژ خروجی یکسوشده $V_{d\alpha}$ بین $0.9\ V_{in(max)}$ تا 0v تغییر می کند و ماکزیمم $V_{d\alpha}$ برابر $0.9\ V_{in(max)}$ است .

شکل ۱۹ مدار و شکل موج یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز با بار RL را نشان می دهد . در طول نیم سیکل مثبت V_i ، Q1 و Q2 در $\omega t=\alpha$ برای هدایت راه اندازی می شوند ، در فاصله $\alpha<\omega T<\pi$ ، V_i توسط Q1 و Q2 به بار اعمال می شود . در این فاصله سلف L انرژی را از ذخیره می کند . در نیم سیکل منفی ولتاژ ورودی ، در طول فاصله $\pi\leq\omega t\leq\pi+\alpha$ هدایت را ادامه می دهد ، در این فاصله سلف انرژی از دست می دهد . زمانیکه $\omega t=\pi+\alpha$ ، Q1 و Q2 در وضعیت off ، و Q3 و Q4 در وضعیت on قرار میگیرند .

با توجه به شکل (b) ۱۹ ، متوسط ولتاژ خروجی یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز می تواند با تغییر زاویه راه انداز α مثبت یا منفی شود . با مدار سلفی خالص جریان بار به طور متناوب تغییر می کند و متوسط ولتاژ خروجی به فرم زیر بیان می شود :

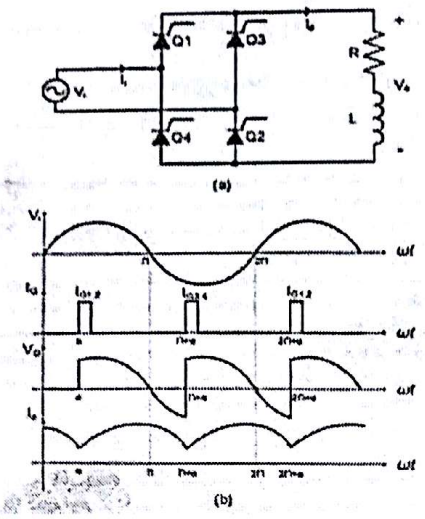
$$V_{dc} = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin\omega t\, d(\omega t) = \frac{2}{\pi}V_m \cos\alpha \qquad (2\text{-}4\text{-}4)$$

جاگذاری رابطه 1-4-3 در رابطه 4-4-3 ،بدست می آوریم :

$$V_{dc} = 0.9V_{i(rms)}\cos\alpha = V_{do}\cos\alpha \qquad (2\text{-}4\text{-}5)$$

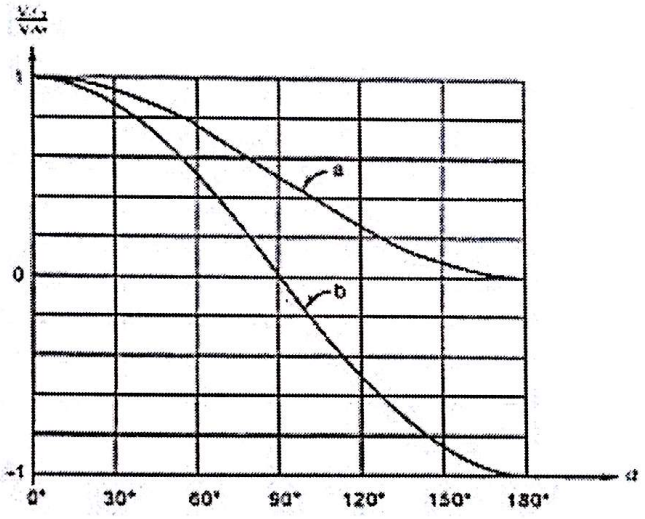
با تغییر زاویه راه انداز α بین 0° تا 180° ، $V_{d\alpha}$ متوسط ولتاژ خروجی از $-0.9V_{i(rms)}$ تا $0.9V_{i(rms)}$ تغییر می کند و ماکزیمم مقدار $V_{d\alpha}$ برابر $0.9V_{i(rms)}$ است .

Scanned by CamScanner



شکل ۹ : شکل موجها و مدار یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز با بار RL

از روابط 3-4-3 و 5-4-3 ، منحنی مشخصه های $V_{d\alpha}/V_{do}$ در مقابل α از یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز در شکل ۲۰ رسم شده است . در این شکل ، منحنی a، منحنی مشخصه های یکسوکننده با بار مقاومتی خالص است ، منحنی b هم منحنی مشخصه های یکسوکننده با بار سلفی خالص است و منحنی مشخصه های یکسوکننده با بار سلفی ما بین منحنی a و b قرار می گیرد .



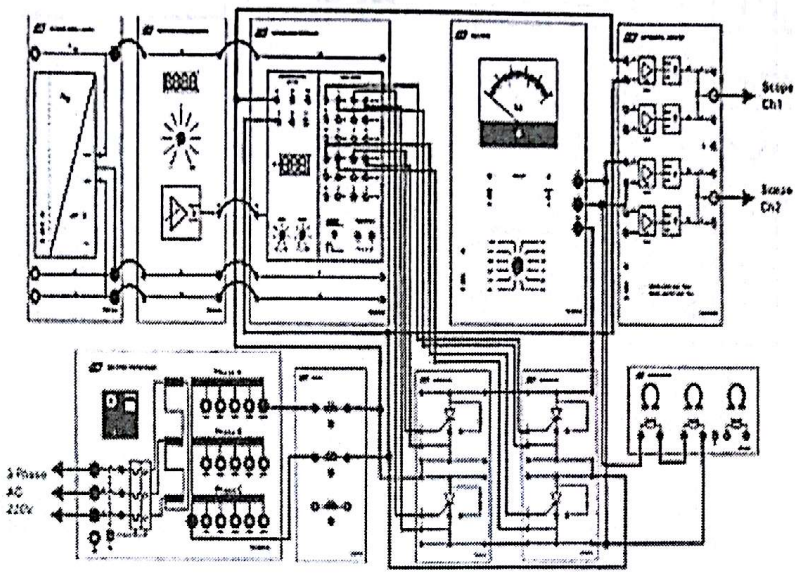
شکل ۱۰ : منحنی Vdα/Vd0 یکسوکننده کنترل شده تمام موج تک فاز

طرز کار:

۱.مدلهای PE-5310-1A ، PE-5310-2A ، PE-5310-2D و PE-5310-5C را در تابلوی آزمایشگاهی قرار دهید . DSO ، PE-5310-3C ، PE-5340-3A را روی میز کار بگذارید . اتصالها را با توجه به شکل ۲۱ با استفاده از دو شاخه های پلبندی و سیم های رابط کامل کنید .

۲.این مدار از ولتاژ 220V تک فاز و بار مقاومتی 200Ω استفاده می کند . در مدل ژنراتور مرجع متغیر کلید انتخابگر رنج Vc را روی 0~+10V تنظیم کنید و دکمه های کنترل V در وضعیت 0% ، در مدل کنترل کننده زاویه سه فاز ، خروجی تک پالس را انتخاب کنید ، $\alpha_{min}=0$ و $\alpha_{max}=180$ تنظیم کنید . زاویه راه انداز با چرخاندن دکمه کنترل v از ژنراتور مرجع متغیر بین 0° تا 180° تغییر می کند .

Scanned by CamScanner



شکل ۱۱ : دیاگرام سیم بندی یکسوکننده تریستوری تمام موج تک فاز با بار مقاومتی خالص

۳. دکمه کنترل V از ژنراتور مرجع متغیر را تنظیم کنید تا زاویه راه انداز $\alpha=60^\circ$ را در صفحه نمایش 7-segment کنترل کننده زاویه فاز3φ بخوانید . کلید انتخابگر رنج V از تقویت کننده تفاضلی ch.A و ch.C را در وضعیت 500v قرار دهید . با استفاده از DSO شکل موج های ولتاژ ورودی (CH1) و ولتاژ بار (CH2) از یکسوکننده تمام موج تک فاز را اندازه بگیرید. آیا زاویه هدایت تریستور θ ($\theta=\beta-\alpha$) برابر 120° است؟

همچنین با تغییر ورودی های بلوک تقویت کننده، شکل موج جریان بار را نیز مشاهده و ثبت کنید.

تغییر زاویه راه انداز را تمرین کنید و تغییرات در شکل موج ولتاژ بار را مشاهده کنید .

۴ . کلید انتخابگر AC+DC/AC , RMS/AV از RMS سنج را در وضعیت های AC+DC , AV قرار دهید . متوسط ولتاژ خروجی از یکسوکننده را در $\alpha=0^\circ$, $\alpha=60^\circ$ اندازه گیری و یادداشت کنید , سپس نسبت V_{d60°/V_{d0} را محاسبه کرده و رابطه 3-4-3 را تحقیق کنید .

با استفاده از RMS سنج اندازه بگیرید :V_{d0}=..... , V_{d60°=.....

محاسبه کنید . .....V_{d60°/V_{d0}=

با استفاده از رابطه 3-4-3 محاسبه کنید:

$V_{d60^\circ}=V_{d0}\times(1+\cos 60^\circ)/2$=.....

آیا این مقدار به مقدار اندازه گیری شده خیلی نزدیک است؟ .....

۵ . مدار بار را با اتصال سری مقاومت 200Ω به سلف 200 mH اصلاح کنید . دکمه کنترل V از ژنراتور مرجع متغیر را برای بدست آوردن $\alpha = 60^\circ$ تنظیم کنید . با استفاده از DSO , شکل موج های ولتاژ ورودی CH1 و ولتاژ بار CH2 از یکسو کننده را اندازه بگیرید.

Scanned by CamScanner

زاویه هدایت تریستور را اندازه بگیرید ؟ $\theta =$.....°

آیا این زاویه هدایت بیشتر از زاویه بخش 3 است(با بار مقاومتی خالص)؟.....پاسخ خود را توضیح دهید.....

تغییر در شکل موج ولتاژ بار را با تغییر زاویه راه انداز و مقادیر R , L تمرین و مشاهده کنید.

۶ . مدار را با وصل کردن مقاومت 100Ω به صورت سری با سلف 200mH اصلاح کنید . این بار مقاومتی خالص را به بار سلفی تغییر می دهد . دکمه کنترل V از ژنراتور مرجع متغیر را برای تغییر زاویه راه انداز تنظیم کنید . از DSO استفاده کنید ، شکل موج ولتاژ ورودی CH1 و ولتاژ بار CH2 از یکسوکننده را اندازه بگیرید و شکل موج های اندازه گیری شده را ثبت کنید.

۷ . میزان زاویه آتش را روی ۶۰ درجه تنظیم کنید. در حالت بار اندوکتیو آیا پدیده کموتاسیون را در شکل موج ولتاژ خروجی مشاهده می کنید؟ علت بوجود آمدن آن را توضیح دهید. میزان زاویه کموتاسیون مشاهده شده در یک حالت مشخص اندازه گیری و ثبت کنید.

شبیه سازی و نتیجه گیری

مدار یکسوکننده تریستوری تک فاز نیم موج با بارهای مورد آزمایش را با تنظیم پارامترهای مدار در نرم افزار شبیه سازی کنید. کلیه ی شکل موج های مشاهده شده در بخش قبل را به همراه اندازه گیری های لازم بدست آورده و با نتایج حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان ولتاژ dc خروجی مبدل را در چند زاویه آتش مختلف با استفاده از روابط درس الکترونیک قدرت بدست آورده و آن را با مقادیر حاصل از شبیه سازی و میزان بدست آمده در آزمایش مقایسه کنید. وجود اختلاف بین اعداد را چگونه توجیه می کنید؟

در حالت زاویه آتش ۶۰ درجه و بار اندوکتیو، میزان زاویه کموتاسیون را با استفاده از شبیه سازی و روابط درس الکترونیک صنعتی، بدست آورده و با میزان حاصل از آزمایش مقایسه کنید. میزان خطای آزمایش چقدر است؟

Scanned by CamScanner

آزمایش ۶: مدار کنترل فاز UJT-SCR

اهداف

۱. یادگیری قاعده کنترل فاز

۲. یادگیری عملکرد مدار کنترل فاز RC

۳. یادگیری کاربرد اسیلاتور UJT در کنترل فاز SCR

تشریح مطالب :

فرم‌های مختلفی از کنترل فاز با تریستورها، مطابق شکل۲۲ وجود دارد. ساده‌ترین فرم آن کنترلِ نیم موج با استفاده از یک SCR برای کنترل جریان که فقط در یک جهت جریان پیدا کند، می‌باشد((Fig 10-1(a). این مدار برای بارهایی که نیاز به کنترل توان از صفر تا حداکثر نیمی از موج کامل را دارند و همچنین اجازه می‌دهند (یا نیاز دارند) به جریان مستقیم، استفاده می‌شود. اضافه کردن یک دیود یکسوساز D، شکل 10-1(b)، یک نیم سیکل توان ثابت که رنج کنترل توان را به حداقل نصف توان و حداکثر تمام توان ولی با جزء dc زیاد شیفت داده‌است، مهیا می‌کند. استفاده کردن از دو SCR، Fig 10-1(c)، سبب کنترل توان از صفر تا مقدار کامل آن می شود.زاویه‌های تریگرینگ یکسانِ دو SCR، موج خروجی متقارنی بدون جزء dc تولید می‌کند. خروجی dc نیم موج برگشت پذیر با کنترل تقارن زاویه تریگرینگ بدست می‌آید. کنترل تمام موج حالت متناوب در Fig 10-1(d) نشان داده شده‌است. این مدار دارای مزیت‌هایی از قبیل کاتد مشترک و ارتباط گیت برای دو SCR می‌باشد. درحالیکه دو یکسوساز از ظاهر شدن ولتاژ روی SCRها جلوگیری می‌کنند، راندمان مدار را با تلف توان درحین هدایت کاهش می‌دهند.

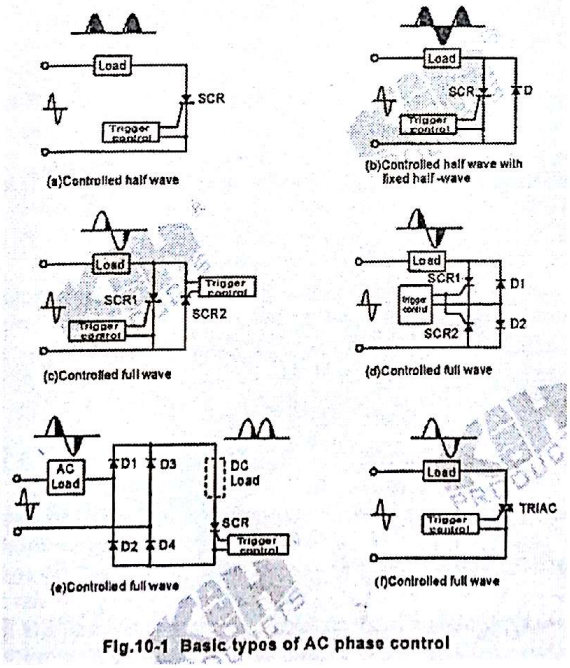


Fig.10-1 Basic typos of AC phase control

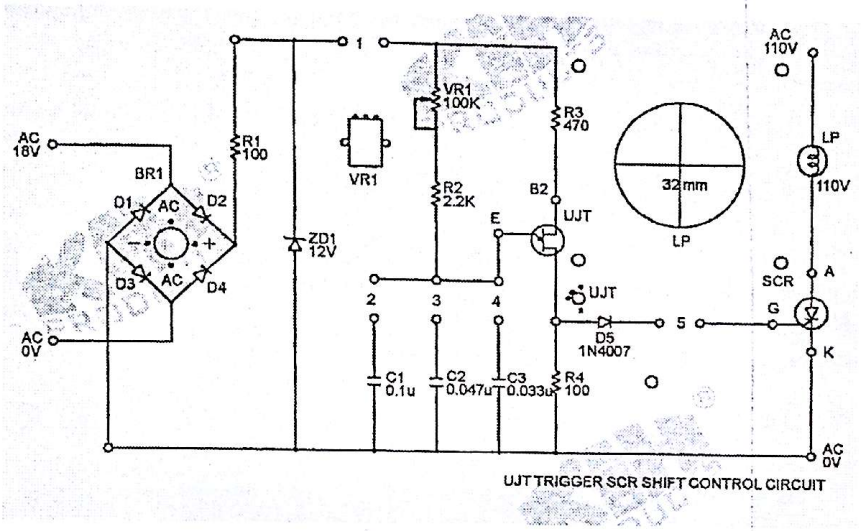
شکل ۱۲ : فرم های مختلفی از کنترل فاز با تریستور

Scanned by CamScanner

در مداری که قابلیت انعطاف بیشتری دارد، Fig 10-1(e)، از یک SCR در یکسوکننده پل استفاده شده‌است و ممکن است برای کنترل ac یا یکسو شده تمام موج dc استفاده شود. زمانی که از یک بار AC استفاده می‌شود،بار باید بین ولتاژ ac و یکسوساز پل متصل شود. اگر از بار dc استفاده شود،بار باید در محل نقطه‌چین قرار گیرد.Fig 10-1(e) . تلفات در یکسوسازها، این مدارها را در جرگه مدارها با کمترین بهره قرار می‌دهد .

یک روش کارآمد و قابل اطمینان برای کنترل توان AC استفاده از تریستور سه شاخه دو جهته، TRIAC، مطابق Fig 10-1(f) می‌باشد. عملکرد این مدار در بحث مدار آزمایش تشریح خواهد شد.

تشریح مدار آزمایش



شکل ۱۳ : مدار کنترل فاز UJT-SCR مورد بررسی در آزمایش

شکل ۲۳ مدار کنترل فاز UJT-SCR را که در آزمایش استفاده شده‌است نشان می‌دهد. یکسوکننده پل، D_1 تا D_4، یک dc ضربانی را از ولتاژ 18v ac فراهم می‌کند. دیود زنر ZD_1 ولتاژ dc ضربانی را در 12v برای اسیلاتور نگه می‌دارد. مقاومت R_1 از زنر در برابر صدمات افزایش جریان محافظت می‌کند.

زمانی که هیچ پالس تریگری به گیت SCR اعمال نشود،SCR در حالت خاموش و لامپ خاموش است. اگر اسیلاتور UJT عمل کند، پالس‌ها در بیس یک SCR را برای هدایت در هر نیم سیکل مثبت تریگر می کنند، بنابراین جریان به سمت لامپ جاری می‌شود. توان متوسط بار بوسیله زاویه هدایت SCR کنترل می‌شود. خلاصه مطلب اینکه توان باربا پریود پالس تریگرینگ نسبت عکس دارد.

روند انجام آزمایش :

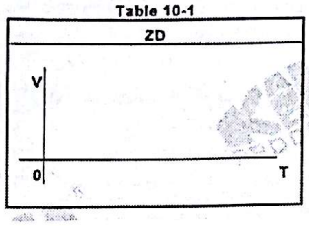
۱. مدار کنترل شیفت SCR تریگر UJT، شکل Fig 10-14، روی مدل KL-53005 را آماده کنید. ولتاژ 18v ac را از منبع تغذیه KL-51001، KL-58002 به این مدار اعمال کنید.

Scanned by CamScanner

۲. سیم‌های رابط را در موقعیت‌های ۱،۲و۵ وارد کنید. VR_1 را در جهت عقربه‌های ساعت برای دستیابی به کمترین مقاومت بچرخانید.

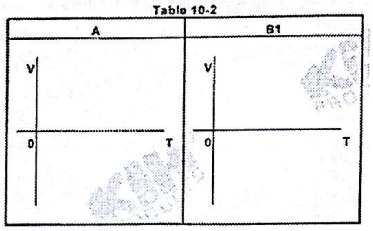
۳. با استفاده از اسیلوسکپ، شکل موج ولتاژ دوسر دیود زنر Z_D را اندازه‌گیری و در جدول Table 10-1 ثبت کنید.

Table 10-1



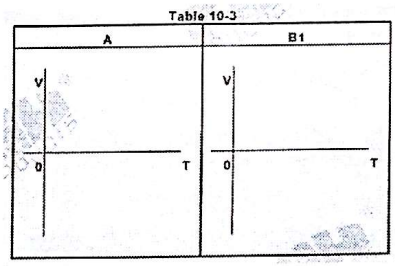
۴. با استفاده از اسیلوسکپ، شکل موج ولتاژ در B_1 (UJT) و دوسر آند-کاتد (A-K) (SCR) را اندازه‌گیری کنید و نتایج را در جدول Table 10-2 ثبت کنید. مقدار روشنایی لامپ را مشاهده و یادداشت کنید.

Table 10-2



۵. VR_1 را در موقعیت وسط قرار دهید. مرحله ۴ را تکرار کنید و نتایج را در جدول Table 10-3 یادداشت کنید. مقدار روشنایی لامپ را مشاهده و یادداشت کنید.

Table 10-3



۶. VR_1 را بطور دلخواه بچرخانید و شکل موج V_{AK} و شدت روشنایی لامپ را مشاهده کنید. تغییرات روشنایی لامپ و زاویه تریگرینگ را یادداشت کنید.

۷. سیم رابط را از موقعیت ۲ خارج کنید و در موقعیت ۳ وارد کنید. مرحله ۴ و ۵ را تکرار کنید.

۸. VR_1 را به دلخواه بچرخانید و شکل موج V_{AK} و روشنایی لامپ را مشاهده کنید. تغییرات شدت روشنایی لامپ و زاویه تریگرینگ را یادداشت کنید. تفاوت میان این نتیجه و نتیجه مرحله ۶ را توضیح دهید.

۹. سیم رابط را از موقعیت ۳ خارج کرده وارد موقعیت ۴ کنید. مراحل ۴ و ۵ را تکرار کنید.

۱۰. VR1 را به دلخواه بچرخانید. شکل موج VAK و روشنایی لامپ را مشاهده کنید. تغییرات روشنایی لامپ و زاویه تریگرینگ را یادداشت کنید.تفاوت میان این نتیجه و نتیجه مرحله ۸ را توضیح دهید.

Scanned by CamScanner