

« بسم تعالی »



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده برق و رباتیک

دستور کار آزمایشگاه

الکترونیک صنعتی

« بخش اول »

سال تحصیلی ۹۱-۹۲

مهندس برسلانی

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×

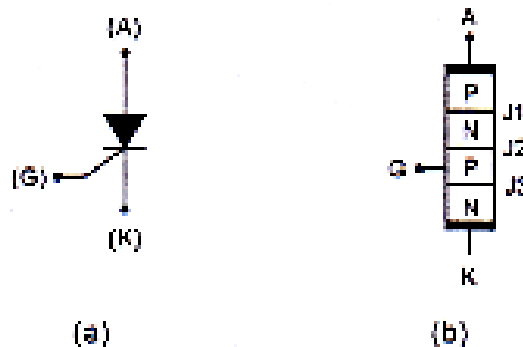
مولتی متر آنالوگ 1×

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 2-7 نشان داده شده است



شکل ۱: ساختار و نشانه SCR

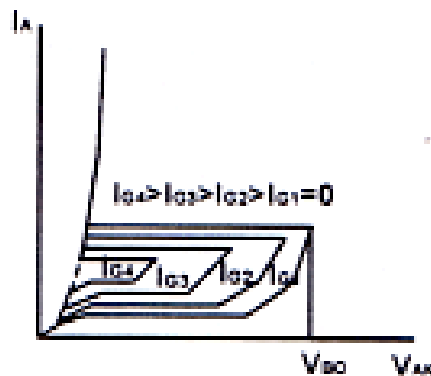
SCR خاصیت یکسوکنندگی دارد . شکل 2-8 مشخصه V-I زمانی که SCR در بایاس مستقیم است را نشان می دهد و در بایاس

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 .

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 $R \times 1$ قرار دهید و تنظیم صفر را کامل کنید .

(b) مقاومت بین ترمینالهای A و K را اندازه گیری و یادداشت کنید $R_{AK} = \dots \Omega$. پروبهای مولتی متر را برعکس کنید و اندازه گیری را تکرار کنید . $R_{AK} = \dots \Omega$. مقاومت بین ترمینالهای K و G را اندازه گیری و یادداشت کنید . $R_{GK} = \dots \Omega$. پروبهای

مولتی متر را معکوس کنید و اندازه گیری را تکرار کنید . $R_{GK} = \dots \Omega$. فقط زمانی که پروب قرمز (پلاریته منفی) به k و پروب 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 . $R_{AK} = \dots \Omega$ (باید کم باشد) اتصال را از ترمینال G جدا کرده و مقاومت را اندازه بگیرید . $R_{AK} = \dots \Omega$ (باید کم بماند) .

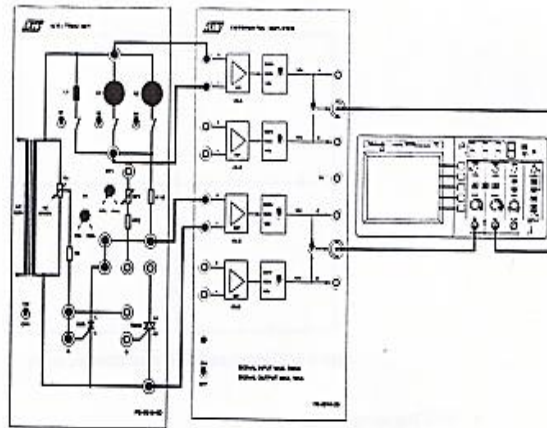
۳- اندازه گیری منحنی مشخصه های SCR :

(a) با مراجعه به دیاگرام رابطها در شکل 2-9 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 قرار دهید .



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 لیسازو (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 (CH2=Y و CH1=X 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 :

PE-5310-5D

ست 1× SCR/TRIAC

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 2-13 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 .

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.

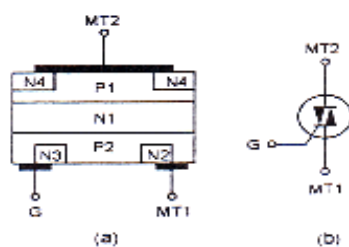
TRIAC با چهار شرط راه اندازی می شود:

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 A1 و A2 را اندازه گیری و یادداشت کنید. $R_{A1A2} = \dots \Omega$. پروبهای مولتی متر را معکوس کنید و

اندازه گیری را یادداشت کنید $R_{A2A1} = \dots \Omega$. مقاومت بین ترمینال های A1 و G را اندازه گیری و یادداشت کنید.

$R_{A1G} = \dots \Omega$. پروبهای مولتی متر را معکوس کرده و اندازه گیری را یادداشت کنید. $R_{GA1} = \dots \Omega$. مقاومت بین ترمینال

های A2 و G را اندازه گیری را تکرار کنید. $R_{A2G} = \dots \Omega$. پروبهای مولتی متر را معکوس کرده و این عمل را تکرار کنید

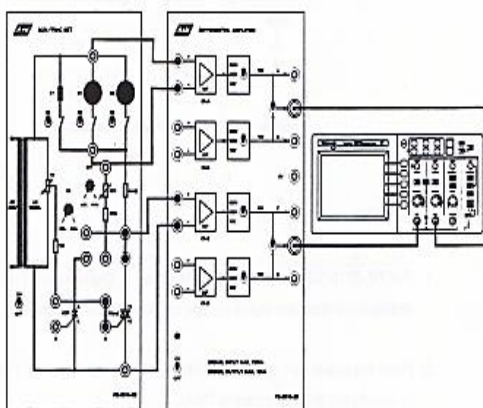
$R_{GA2} = \dots \Omega$.

(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 $R_{A1A2} = \dots\dots\dots \Omega$.

(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 $R_{A1A2} = \dots\dots\dots \Omega$. سیم رابط را از ترمینال G خارج کنید و مقاومت را یادداشت کنید . $R_{A1A2} = \dots\dots\dots \Omega$.

اندازه گیری منحنی مشخصه های TRIAC :

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

۲ آزمایش ۲: اندازه گیری مشخصه Mosfet و IGBT

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

PE-5310-2B, PE-5310-5E 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 $V_{AC} 220$ را به وسیله اتصال زمین خروجی سه فاز به 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 IGBT C-E 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 V_{100} قرار داده (نسبت $V_i/V_o = 100/10 = 10$) 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) کلید S3 (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 V_L 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 (تقریباً $V_{5.6}$). 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.

۳ آزمایش ۳: یکسو کننده دیودی تک فاز

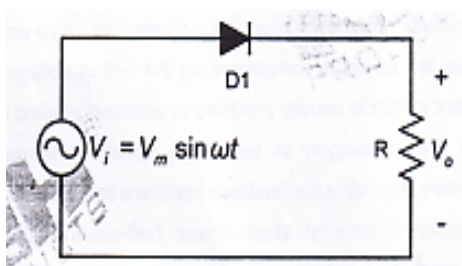
۳.۱ یکسو کننده دیودی تکفاز نیم موج

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- اندازه گیری و محاسبه قدرت یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز
- ۵- اثبات مشخصه های یکسو کننده غیر قابل کنترل شونده نیم موج تک فاز

شرح آزمایش:

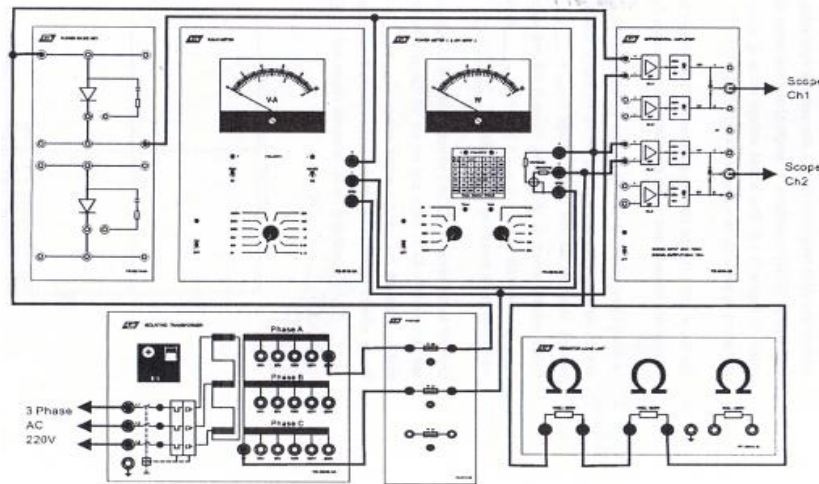
شکل ۶ یک مدار یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسو کننده مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۶: مدار یکسو کننده دیودی نیم موج تک فاز

طرز کار:

۱. مدل های PE-5310-5A, PE-5310-5B, PE-5310-3A, PE-5310-3B, PE-5310-2B در قاب آزمایش قرار دهید .
- DSO, PE-5310-3C و PE-5340-3A روی میز کار قرار دهید اتصالات را با مراجعه به دیاگرام سیمی در شکل ۷ با سیم های اتصال کامل کنید .
۲. یکسو کننده شامل ۷۲۰V تک فاز و مقاومتی ۲۰۰ Ω میباشد . ورودی CH1 اسیلوسکوپ به اندازه گیر ولتاژ ورودی یکسو کننده با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.A متصل میشود و همچنین CH2 ورودی به اندازه گیر ولتاژ بار با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.C متصل میشود .



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

۳. رنج V کلید سلکتوری تقویت کننده تفاضلی $ch.C$ را در موقعیت 500V 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 V_i/V_0 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 V و I کلید سلکتوری توان سنج را به ترتیب روی 300V و 1A 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 $200\text{ }\Omega$ بصورت سری با اندوکتانس 20mH 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 $ch.C$ در همان موقعیت گام ۳ باقی بگذارید. مقدار زاویه ی هدایت دیود بعد از 180° درجه را از روی شکل موج ولتاژ بدس آورید.

۶. با مراجعه به مدار از یک دیود هرز گرد استفاده 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 هرز گرد 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؟

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؟

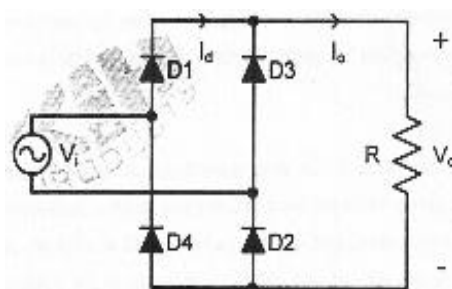
۳.۲ یکسوکننده دیودی تکفاز تمام موج

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. اندازه 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:

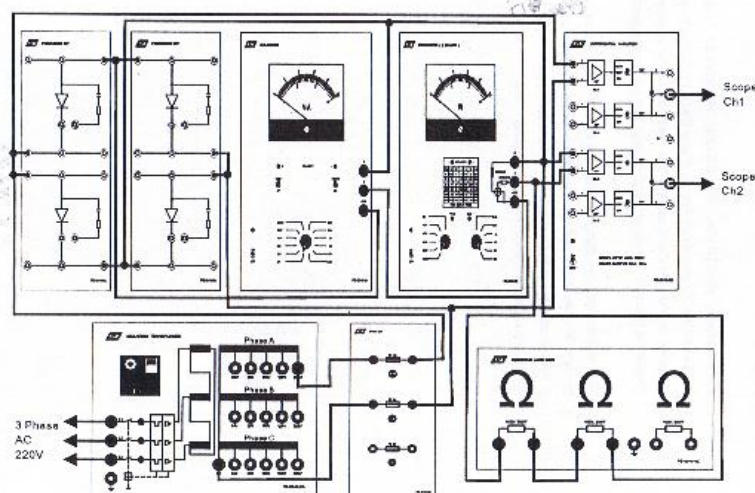
شکل ۸ یک مدار یکسو کننده دیودی تمام موج تک فاز با بار کاملاً مقاومتی را نشان می دهد. در این آزمایش هدف آن است که با بدستن مدار نشان داده شده در شکل، مشخصه های یکسوکننده مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۸: مدار یکسوکننده تمام موج دیودی تکفاز

طرز کار:

۱. مدل های PE-53-10-5A و PE-53-10-5B و PE-53-10-3A و PE-53-10-3B و PE-5310-2B را در قاب آزمایشگاهی قرار دهید. DSO و PE-5310-3C و PE-5340-3A را روی میز قرار دهید. اتصالات مثل شکل ۹ توسط سیم ها و دو شاخه های پل کامل شود.
۲. یکسو کننده شامل ۷۲۲۰ تک فاز و مقاومتی ۲۰۰ Ω میباشد. ورودی CH1 اسیلوسکوپ به اندازه گیر ولتاژ ورودی یکسو کننده با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.A متصل میشود و همچنین CH2 ورودی به اندازه گیر ولتاژ بار با استفاده از تقویت کننده تفاضلی ch.C متصل میشود.



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

۳. رنج V کلید سلکتوری تقویت کننده تفاضلی $ch.C$ را در موقعیت ۷۵۰۰ 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 V_i/V_0 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 V و I کلید سلکتوری توان سنج را به ترتیب روی ۷۳۰۰ و $A1$ قرار دهید. توان موثر خروجی را اندازه گرفته و مقدار آن را ثبت کنید.

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

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؟

۴ آزمایش ۴: مدارهای تضعیف نور لامپ خودکار

اهداف

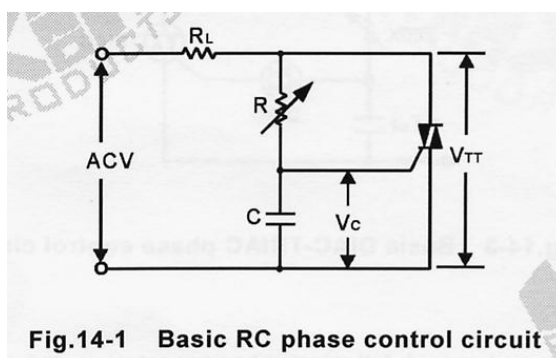
۱. یادگیری عملکرد مدارهای فاز TRIAC و SCR
۲. یادگیری عملکرد مدارهای کنترل فاز DIAC-TRIAC
۳. انجام کنترل تضعیف نور لامپ خودکار

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 کوچکتر از SCRها می‌باشد، استفاده از آن در کاربردهای AC ساده‌تر است.



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، $\alpha_1 \neq \alpha_2$

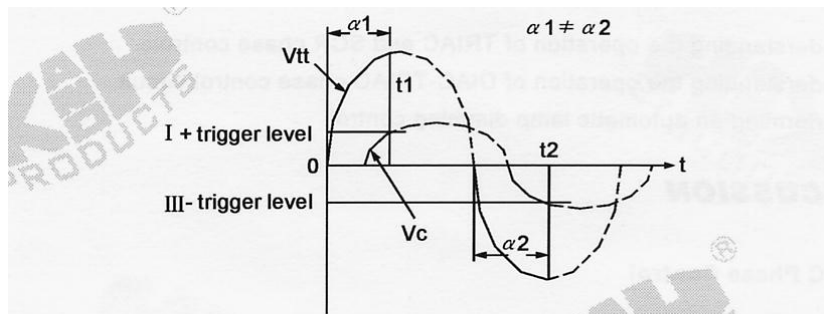


Fig.14-2 Relationship between V_c and V_{TT} in the circuit of Fig.14-1

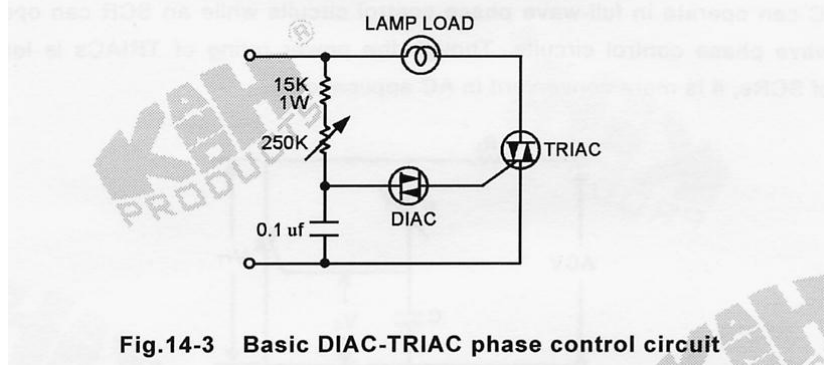


Fig.14-3 Basic DIAC-TRIAC phase control circuit

ابتدایی ترین و بنیادی ترین شکل مدار کنترل فاز تمام موج، مدار ساده DIAC-TRIAC شکل Fig 14-3 می باشد. زمانی که ولتاژ خازن به ولتاژ شکست V_{BO} برسد، DIAC روشن می شود و TRIAC را روشن می کند، از آن جاییکه مقادیر V_{BO+} و V_{BO-} به هم نزدیک هستند، بنابراین زاویه های تریگرینگ در نیم سیکل های مثبت و منفی، مطابق شکل Fig 14-4، برابر هستند.

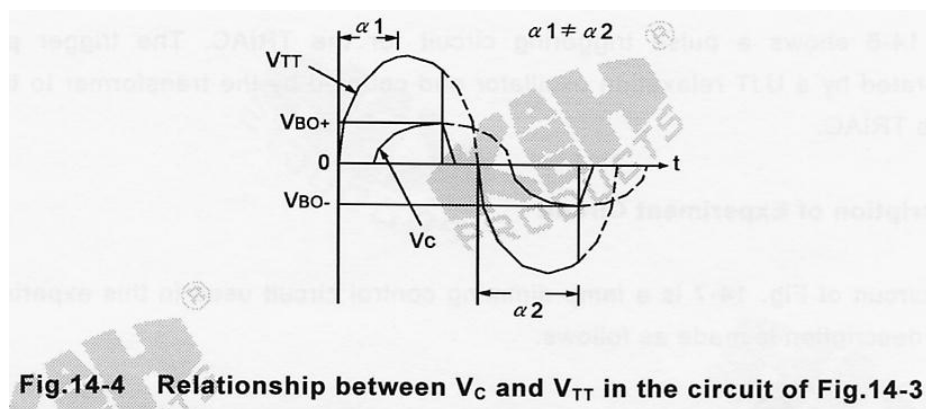


Fig.14-4 Relationship between V_c and V_{TT} in the circuit of Fig.14-3

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

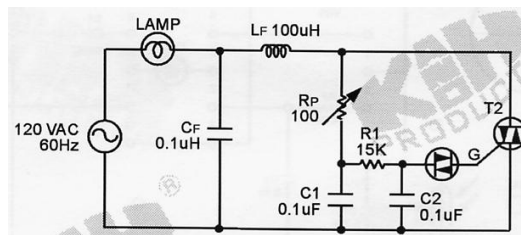


Fig.14-5 Extended range phase control circuit

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

۲. کنترل فاز با تریگرینگ پالس

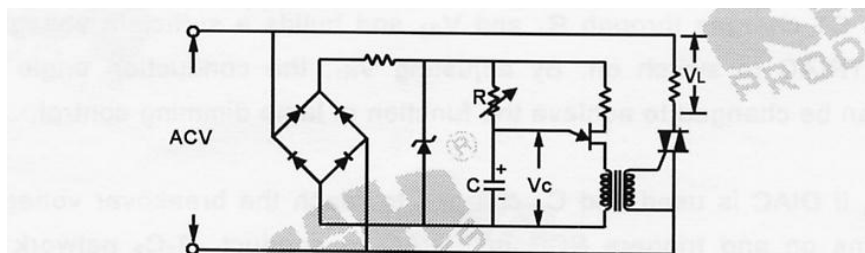


Fig.14-6 UJT relaxation oscillator in TRIAC phase control

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

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:

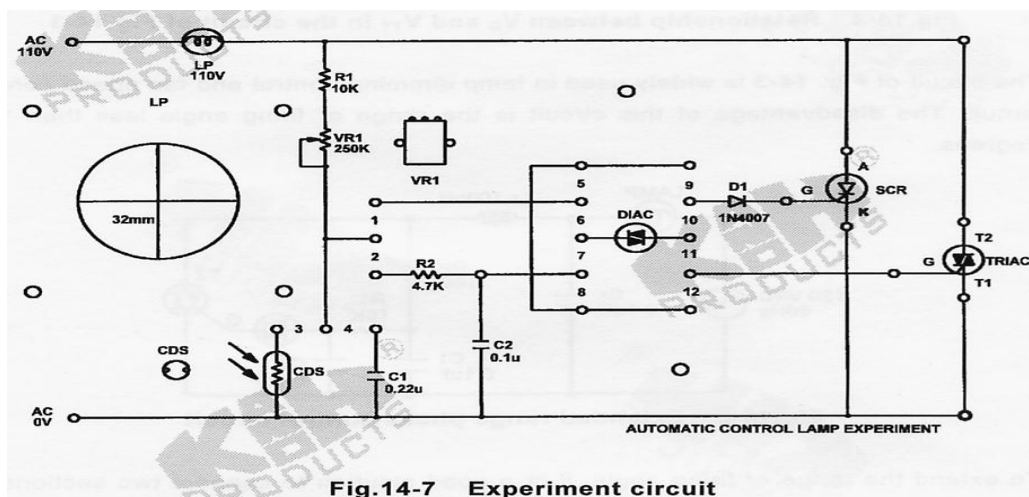


Fig.14-7 Experiment circuit

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

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

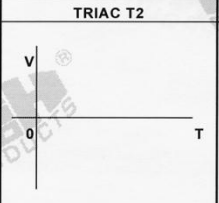
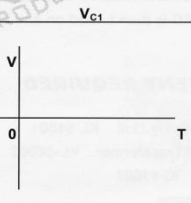
روند انجام آزمایش :

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 هیستریزیس 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.

TRIAC T2	V_{C1}
	

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.

Table 14-3

SCR A	V_{C1}

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

TRIAC T2	V_{C1}

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 هیستریزیس ملاحظه می‌کنید؟

Table 14-5

SCR A	V_{C2}

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

SCR A	V_{C2}

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

TRIAC T2	V_{C2}

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	V
0	0
T	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	V
0	0
T	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 شیف‌فاز RC بخشی سبب پدیده هیستریزیس 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.