آزمایشگاه برق آموزشکده فنی و حرفه ای پسران قم

دستور کار آزمایشگاه الکترونیک صنعتی

گردآوری و تدوین :

محمد مدیلی مرتضی دادگر

(مدرسین دانشگاه فنی و حرفه ای)

مقدمه:

با حمد و سپاس به درگاه کبریائی پروردگار و با استعانت از او دستورکار حاضر برای آزمایشگاه الکترونیک صنعتی تقدیم میشود.در تهیه این دستورکار محور های زیر مد نظر قرار گرفته شده است.

۱ – توجه به کاربردی بودن مدارات و مفید بودن آنها

۲ – تکیه بر مباحث تئوری لازم برای تجزیه و تحلیل مدار و نیز عیب یابی آن

۳ – کمک به بالا بردن اطلاعات علمی و آمادگی جهت انجام پروژه های بزرگتر

ساختار آزمایش ها به شرح زیر میباشد:

در ابتدا هدف از انجام آزمایش بیان گردیده است.آنگاه مقدمه ای در مورد موضوع آزمایش بیان شده و سپس مراحل انجام آزمایش آورده شده است که در طی آن دانشجو به تجزیه وتحلیل نتایج علمی و تئوری هر آزمایش می پردازد و با هم مقایسه مینماید.در انتهای هر آزمایش گزارشکار آزمایش مربوطه با ذکر موارد مختلف آورده شده است و دانشجوی گرامی باید پس از تکمیل موارد خواسته شده گزارش آزمایش را حداکثر پس از یک هفته به مدرس درس ارائه دهد.

در این دستور کار سعی بر آن داشتیم تا با توجه به امکانت موجود در آزمایشگاه تعداد زیادی از قطعات پر کاربرد موجود در صنعت معرفی و مورد بررسی قرار گیرد لازم به ذکر است کلیه آزمایشات موجود در این دستور کار قابلیت شبیه سازی دارند.

در پایان از کلیه همکاران و دانشجویان گرامی تقاضا داریم با ارائه نقطه نظرات خود مارا در هر چه بهتر نمودن این دستور کار یاری نمایند.

دراینجا لازم است از رئیس گروه محترم الکترونیک جناب آقای مهندس محمد باقر محمدی نهایت تشکر را داشته که انگیزه لازم جهت تدوین و ارائه این دستورکار را در ما ایجاد نمودند.

محمد مدیلی– مرتضی دادگر

بهار ۹۳

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

آزمایش شماره ۱ بررسی اثر بار سلفی در یکسوسازها..... ۲

آزمایش شماره ۲ چند برابر کننده های ولتاژ..... ۵

آزمایش شماره ۳ اساس عملکرد تریستور..... ۸

آزمایش شماره ۴ اساس عملکرد دیاک..... ۱۳

آزمایش شماره ۵ تریگر کردن ترایاک با دیاک..... ۱۶

آزمایش شماره ۶ اساس عملکرد UJT..... ۲۰

آزمایش شماره ۷ کنترل فاز و زاویه آتشSCR با UJT..... ۲۵

آزمایش شماره ۸ مدار تاخیر زمانی PUT و ترایاک..... ۳۰

آزمایش شماره ۹ مدار تاخیر زمانی ترتیبی به وسیلهPUT وSCR ۳۵

آزمایش شماره ۱۰ کنترل زاویه آتش توسط تاخیر فاز..... ۳۷

آزمایش شماره ۱۱ کاربرد SCR به عنوان رگولاتور شارژ باتری..... ۴۱

آزمایش شماره ۱۲ کموتاسیون کلاس C ۴۳

آزمایش شماره‌ی ۱

بررسی اثر بار سلفی در یکسوساز ها

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم اثر حضور بارهای سلفی در مدارات یکسوکننده را بررسی نمائیم

تجهیزات مورد نیاز :

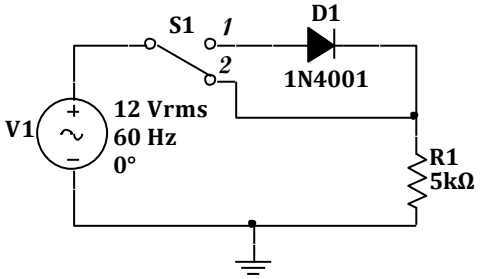
دیود $1N4001$ و $1N4148$ مقاومت $5.1k$ و 10Ω سلف $47\,mH$ و $470\,mH$ منبع سیگنال $12V$

مقدمه:

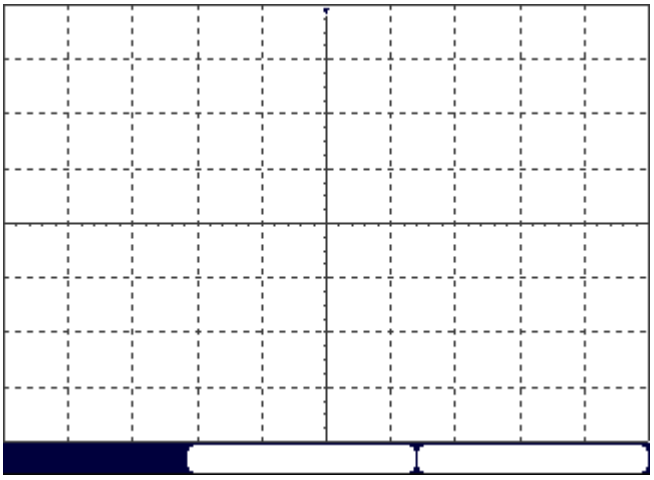
در این آزمایش فقط بحث کنترل توان با یکسوساز نیم موج مطرح است که می خواهیم ببینیم با وجود دیود چه مقدار توان روی مصرف کننده افت می کند. چون دیود در مدار قرار می گیرد و مقدار ولتاژ V_{dc} و V_{rms} را تغییر می دهد روی توان انتقالی به بار نیز تاثیر گذار است.

مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید و مراحل خواسته شده را بدقت انجام دهید.



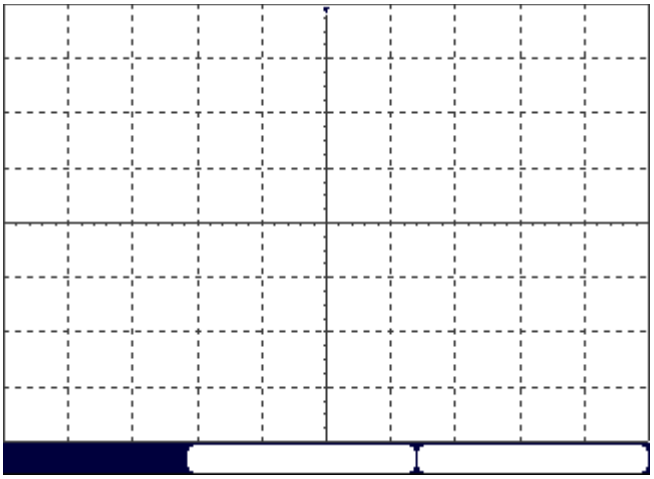
- کلید را در وضعیت ۲ قرار داده و شکل موج دو سر بار را مشاهده و رسم نمائید.



- در حالیکه کلید در وضعیت ۲ می باشد مقدار V_{Max} و V_{rms} را به کمک شکل مرحله قبل و مولتی متر دیجیتالی بدست آورده و یادداشت نمائید.

$V_{Max} = ...$ $V_{rms} = ...$

- حال کلید مزبور را در وضعیت شماره ۱ قرار دهید.و شکل موج دو سر بار را مشاهده و رسم نمائید.



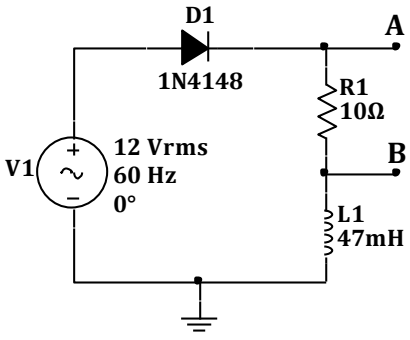
- همچنین در این مرحله V_{Max} و V_{rms} را به کمک شکل موج گرفته شده و مولتی متر دیجیتالی بدست آورده و یادداشت نمائید.

$V_{Max} = ...$ $V_{rms} = ...$

- حال بجای مقاومت بار یک لامپ قرارداده وکلید S_1 را در دو حالت،وضعیت ۱و۲ به صورت جداگانه قرار داده و همچنان که نورلامپ را درهر دو حالت مشاهده می کنید نتیجه را یادداشت نمائید.

***نتیجه آزمایش را به صورت مختصر شرح دهید :**

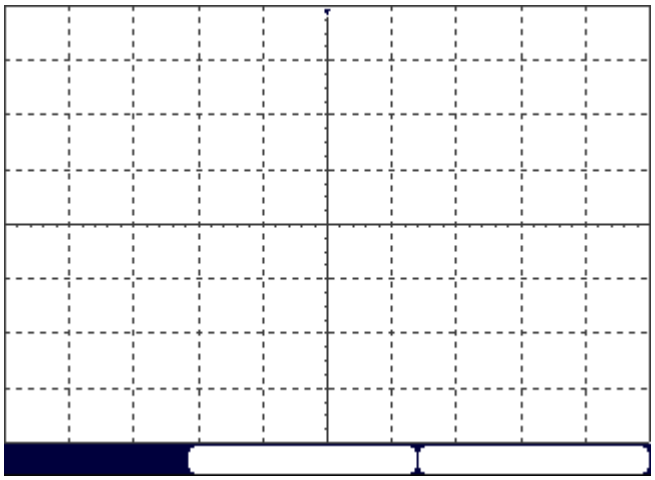
۲- مدار زیر را روی برد برد ببندید.



- شکل موج نقطه A را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده کرده و رسم نمائید. سپس به کمک ولتمتر DC مقدار ولتاژ خروجی را اندازه گرفته و یادداشت نمائید.

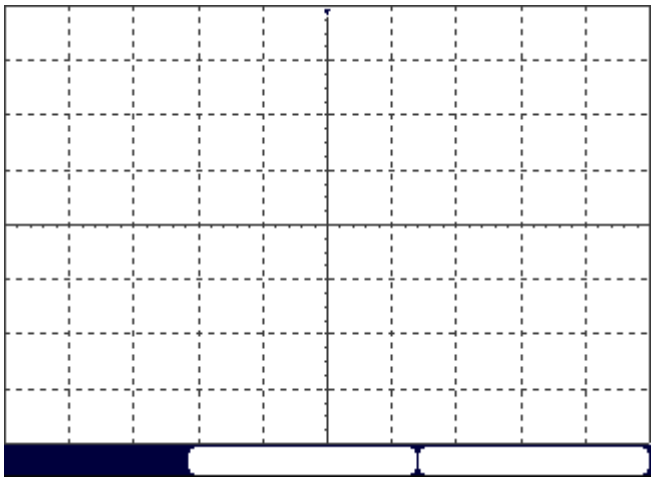
$V_{dc} = ...$

- مقدار ولتاژ V_{dc} و V_{rms} را به کمک شکل موج گرفته شده بدست آورید.



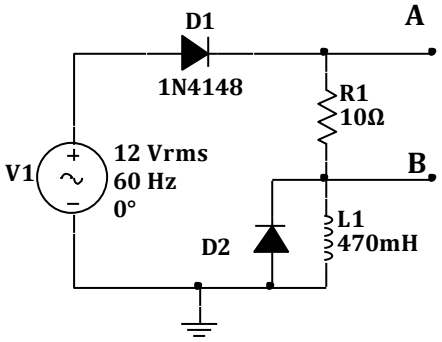
$V_{dc} = ...$ $V_{rms} = ...$

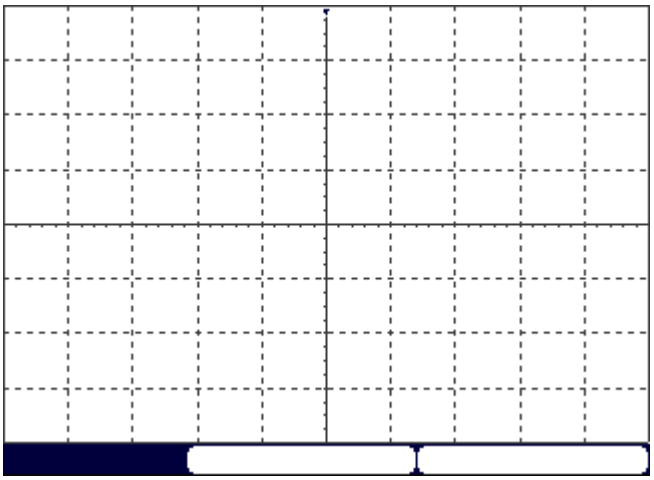
- اگر سلف بکار رفته را با یک سلف $470mH$ تغییر دهیم. شکل موج جدید نسبت به حالت قبل چه تغییری کرده با رسم شکل توضیح دهید (شکل موج نقطه B) در ضمن مقدار ولتاژ V_{dc} و V_{rms} را اندازه گیری و یادداشت نمائید.



$V_{dc} = ...$ $V_{rms} = ...$

اینک مدار قبل را با بکار بردن دیود D_2 تکمیل کرده و مراحل آزمایش بالا را تکرار کنید.





***نتیجه آزمایش انجام شده را توضیح دهید.**

آزمایش شماره‌ی ۲
چند برابر کننده های ولتاژ

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم چند نمونه از مدارهای چند برابر کننده ولتاژ را مورد بررسی قرار دهیم.

تجهیزات مورد نیاز :

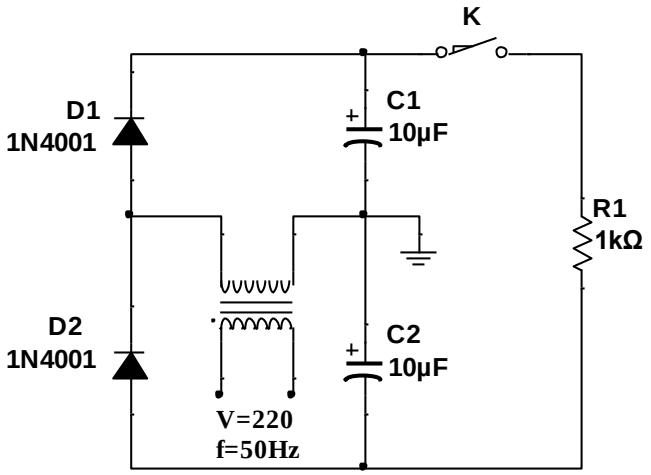
دیود $1N4001$ومقاومت $1k$خازن $470\ \mu F$ومنبع سیگنال $24V$

مقدمه:

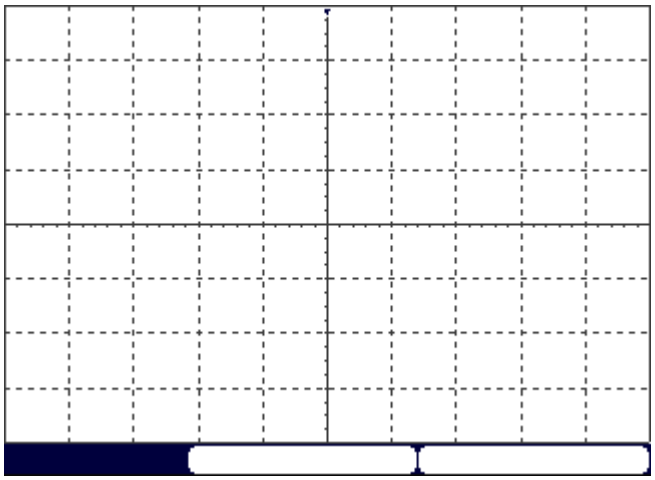
مدارات چند برابر کننده ولتاژ در صنعت کاربرد زیادی داشته که این مدارات قابلیت افزایش ولتاژ با تعداد طبقات نامحدود را دارا هستند.که از نمونه کاربرد آنها میتوان چند برابر کننده های ولتاژ موجود در تلویزیون ها را نام برد.

مراحل انجام آزمایش:

۱- به کمک خازن های الکترولیتی $470\ \mu F$ با ولتاژ مجاز $35V$ مدار شکل زیر را مونتاژ نمائید.

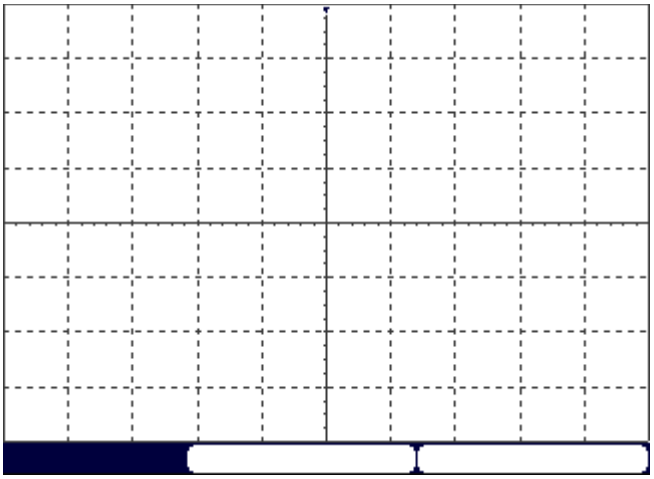


- شکل موج خروجی ترانس را رسم نموده مقادیر دامنه و فرکانس آن را اندازه گیری و یادداشت نمائید.



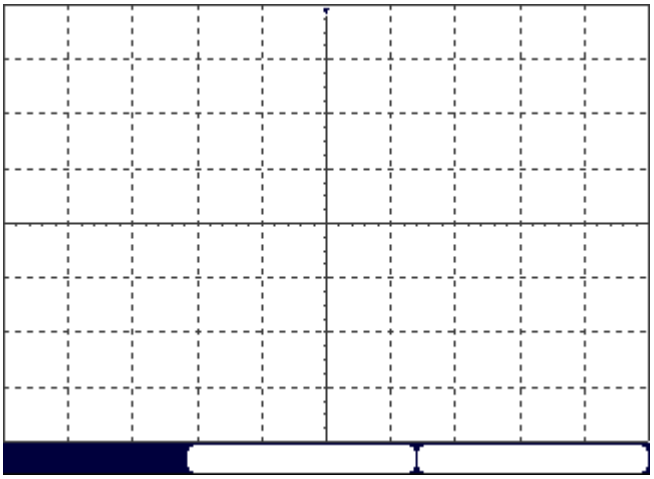
$V_m =$ ..... $f =$ .....

- شکل موج دو سر بار را زمانی که کلید باز است مشاهده و رسم کنید مقدار ولتاژ متوسط خروجی را اندازه گیری نمائید.



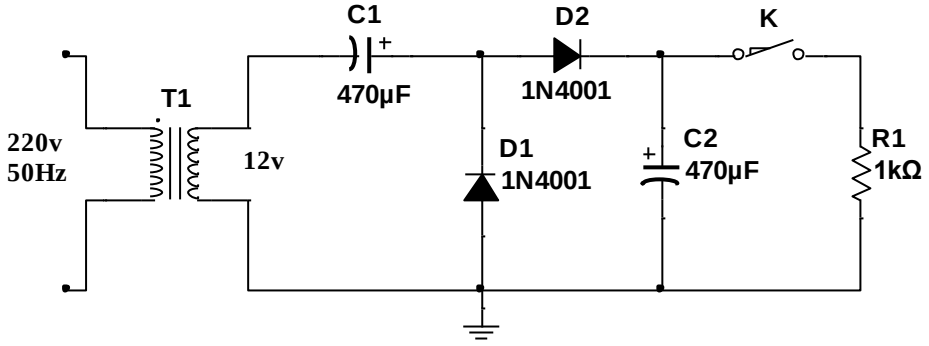
$V_{dc} = ...$

- شکل موج دو سر بار را زمانی که کلید بسته می شود مشاهده و رسم کنید مقدار ولتاژ متوسط خروجی را اندازه گیری نمائید.چه تفاوتی مشاهده میکنید؟ علت را ذکر کنید.



$V_{dc} = ...$

۲- مدار را مطابق شکل زیر تغییر دهید.



- اندازه گیری های مدار قبل را برای این مدار مجددا تکرار کنید آیا در نتایج اندازه گیری شده تغییری حاصل شده است؟ نحوه عملکرد مدار را به صورت کامل بررسی کنید.

- مداری پیشنهاد کنید که بتواند ولتاژ ورودی را تا n برابر افزایش دهد.

آزمایش شماره‌ی ۳
اساس عملکرد تریستور

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم با قطعه تریستور SCR یا ($Silicon \quad Controlled \quad Rectifier$) آشنا شویم و چگونگی عملکرد آن را بررسی نمائیم.

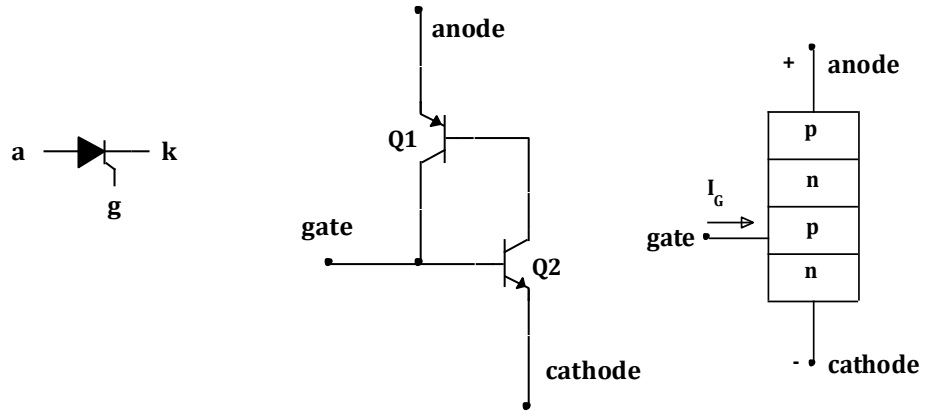
تجهیزات مورد نیاز :

دیود $1N4001$ وتریستور $BT151$ مقاومت $10\ \Omega$، $100\ \Omega$، $220\ \Omega$ پتانسیومتر $10\ k$ و $50\ k$ لامپ $12V$ ومنبع سیگنال $24V$

مقدمه:

دیود یک قطعه نسبتاً غیر کاربردی در صنعت است چرا که دارای قدرت کمی می باشد و قابلیت تحمل جریان های بالا و افت ولتاژ های زیاد را ندارد.پس برای کنترل زاویه آتش و کنترل توان از دیود های چهار لایه استفاده می شود. (زاویه آتش زاویه ایست که قطعات در آن زاویه هدایت می کنند) یکی ازاین دیود های چهار لایه SCR (یکسو ساز سیلیکونی) نام دارد.این دیود به صورت چهار لایه بوده و ساختار داخلی آن مطابق شکل زیر است و تفاوت آن با دیود های معمولی تحمل جریان های نسبتا بالا و وجود پایه کنترلی آن است که می توان به کمک این پایه زمان روشن شدن SCR را تعیین نمود.

در زیر به ترتیب از سمت راست ساختمان داخلی، مدار معادل ترانزیستوری ونماد مداری SCR مشخص شده است.



هدایت SCR مستلزم مثبت تر بودن آند نسبت به کاتد واعمال یک پالس مثبت به گیت آن است هردو شرط باید برقرار باشد.تا SCR هدایت کند.که می توان بایک منبع DC این پالس را اعمال نمود البته در صنعت از نوسانساز ها به منظور تریگر کردن قطعات صنعتی استفاده می شود.(با جریانی در حد میلی آمپر هدایت SCR صورت می گیرد.)

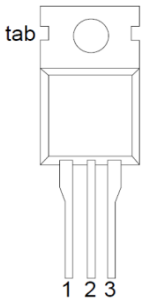
نکته قابل توجه در رابطه با هدایت SCR این است که حتی بدون اعمال پالس به گیت هم می توان SCR را هادی نمود برای این کار باید یک ولتاژ زیاد در حدود $1500\ V$ را به صورت لحظه ای به دو سر SCR اعمال نمود. بنابر این یکی از معایب SCR هدایت ، بدون تحریک گیت است.که در صنعت با قرار دادن فیلتر هایی از این عمل جلوگیری کرده تا مبادا SCR خود به خود روشن شود.

SCR در نیم سیکل منفی به مانند یک دیود معمولی عمل نموده واساس عملکرد آن در نیم سیکل مثبت است.

I_H جریان $(Holding)$ حداقل جریان لازم جهت روشن ماندن SCR است یکی از راه های خاموش کردن SCR کمتر شدن جریان عبوری گیت از I_H است.و راه دوم اتصال کوتاه کردن آند نسبت به کاتد است یعنی $V_{AK} = 0$ شود.

- شماره پایه ها :

PIN	DESCRIPTION
1	cathode
2	anode
3	gate
tab	anode

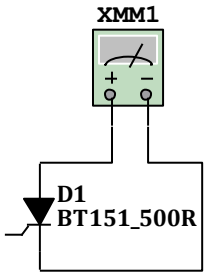


BT 151 *Series*

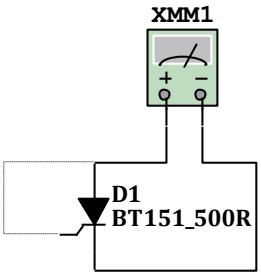
* معمولا در اکثر *SCR* ها ترتیب پایه ها مطابق بالا می باشد(از چپ به راست کاتد،آند،گیت) یا همان(کاج). یعنی با عوض شدن مدل *SCR* ترتیب پایه ها تغییر نمی کند.

- تست *SCR* :

برای تست این قطعه ابتدا اهم متر را به دو سر آند و کاتد متصل می کنیم،اهم متر مقاومت بی نهایت را نشان می دهد.اکنون با اتصال گیت به آند مقاومت نشان داده شده توسط اهم متر کاهش می یابد. (در حقیقت با اتصال کوتاه نمودن گیت به آند به گیت یک پالس مثبت اعمال می کنیم) اگر اتصال گیت به آند را قطع کنیم. مقدار اهم متر نباید تغییر کند مطابق شکل زیر:



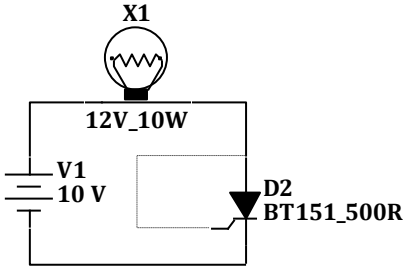
اهم متر مقاومت بی نهایت را نشان می دهد.



اهم متر مقدار کمی را نشان می دهد

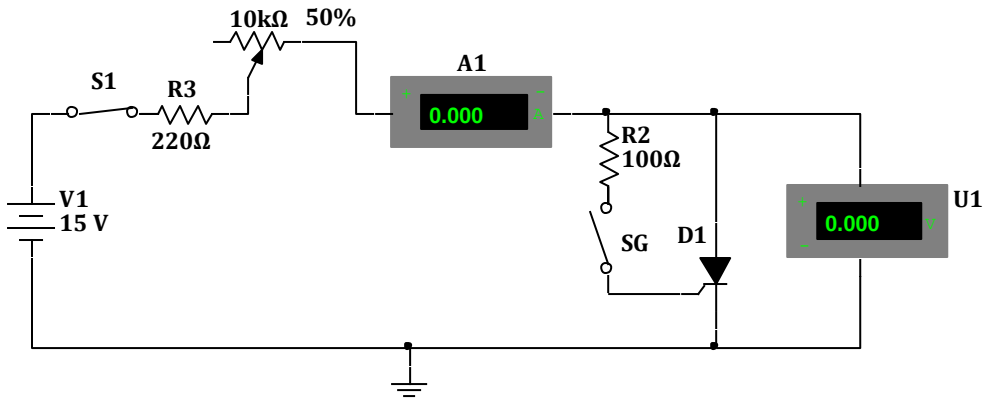
*روش فوق برای تریستور های با قدرت کم تا 8 *A* می باشد.

علاوه بر روش فوق تریستورها را می توان مطابق با روش زیر تست نمود. در حالت کلی لامپ خاموش است، پس از اتصال گیت به آند لامپ روشن شده و بعد از قطع آن لامپ روشن باقی می ماند.این روش بهترین روش برای تست تریستور می باشد چرا که برای اکثر تریستور ها جواب می دهد.



مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید و مراحل خواسته شده را بدقت انجام دهید.



- با باز کردن کلید های S_1 و S_G،منبع تغذیه DC را متصل کرده و آنرا برای $15\,V$ تنظیم کنید.کلید S_1 را ببندید.

- پتانسیومتر را در کمترین مقدار آن قرار داده و جریان آند I_A و ولتاژ روی تریستور V_{AK} را یادداشت نمائید.

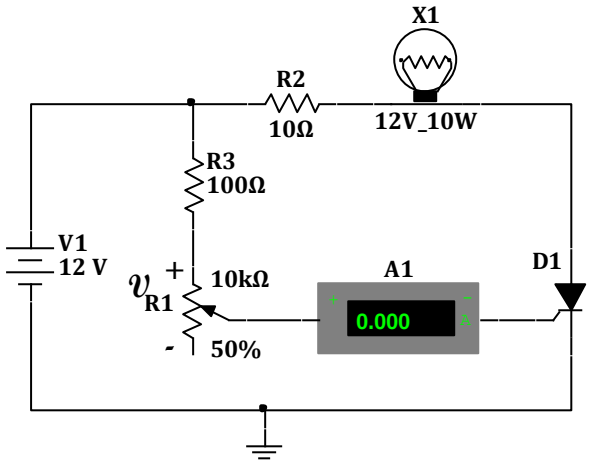
V_{AK} =..... I_A =.....

- کلید S_G را به طور لحظه ای ببندید. حال تریستور آتش شده است.مقادیر I_A و V_{AK} را یادداشت نمائید.

V_{AK} =..... I_A =.....

- برای تعیین جریان نگهدارنده I_H،مقدار پتانسیومتر را کم کم افزایش دهید.مشاهده می شود که I_A به همان میزان کاهش می یابد. در نقطه ای تریستور خاموش خواهد شد.(I_H جریانی است که قبل از خاموش شدن از قطعه عبور می کند)

۲- حال با قرار دادن پتانسیومتر V_{R1} بصورت سری با R_G و یک لامپ $12\,V$ در مدار مطابق شکل زیر:



- با قرار دادن یک میلی آمپر متر در پایه گیت، پتانسومتر را روی بیشترین مقدار خود قرار دهید.در این حالت لامپ خاموش است چرا؟

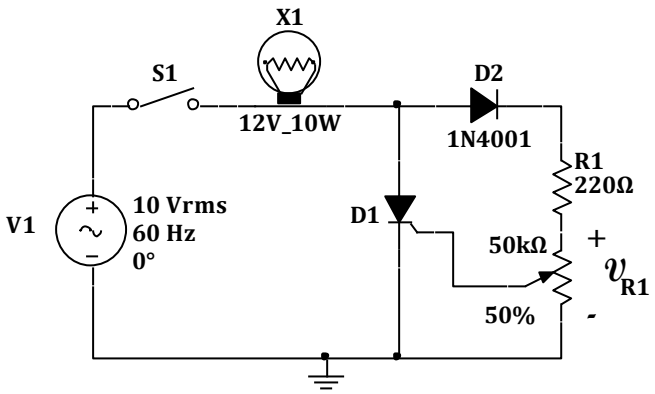
- مقدار پتانسیومتر را آهسته آهسته کم کنید تا لامپ روشن شود. در این هنگام مقدار جریان I_G را یادداشت نمائید.

I_G =.....

نکته : در عمل برای ایجاد پالس فرمان جهت روشن کردن SCR از مدار های الکترونیکی یا کامپیوتری استفاده می شود.

کنترل زاویه آتش با SCR

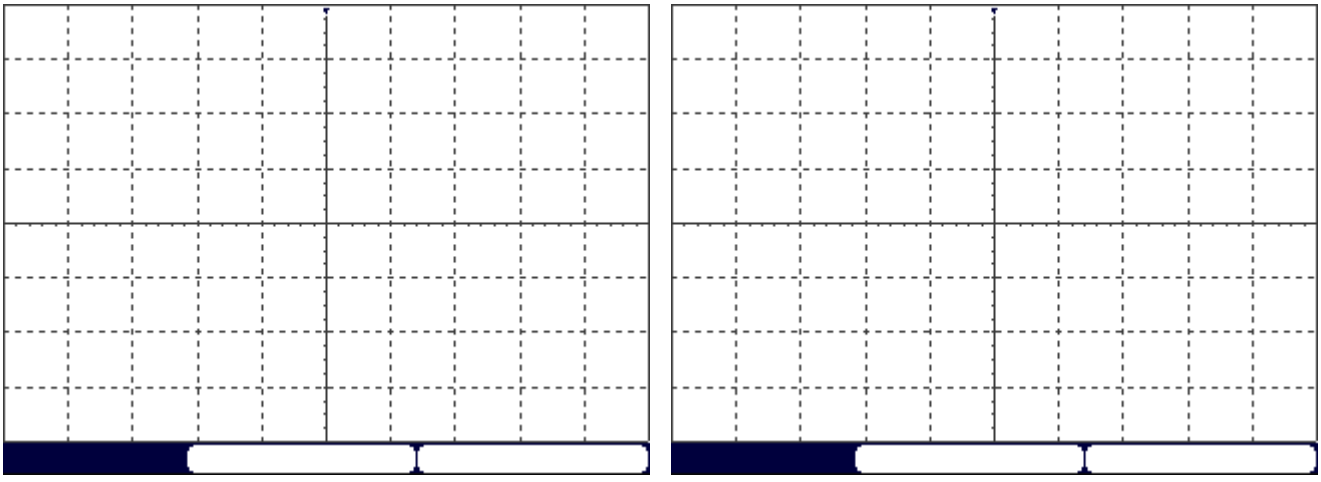
- مدار زیر را تشکیل دهید.



-شکل موج ورودی V_i را با اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.

- کلید S_1 را ببندید (در این مدار هرگاه V_G به حدود 0.7 ولت برسد جریانی از گیت SCR عبور می کندو تریستور را به حالت رو شن می برد)حال با تغییر پتانسیومتر می توان دامنه V_G را تغییر داد.و به این ترتیب زمان روشن شدن SCR قابل کنترول می شود.

-شکل موج ولتاژ گیت را مشاهده و رسم نمائید.

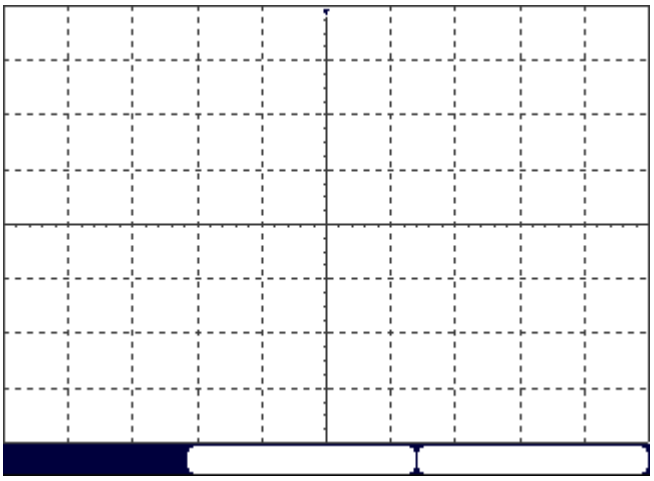


شکل موج ولتاژ گیت قبل از هدایت تریستور

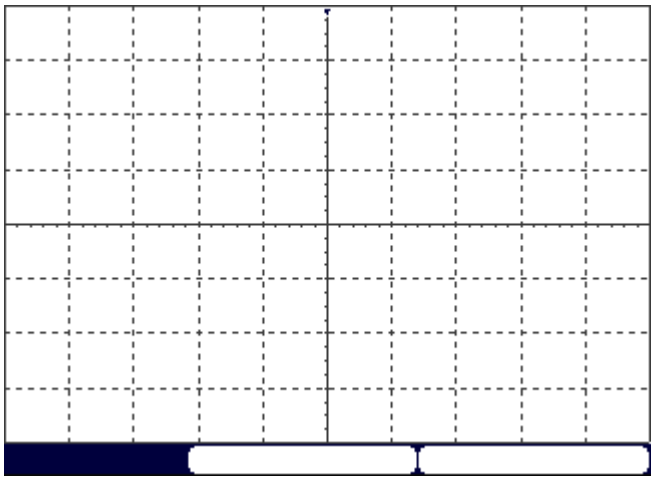
شکل موج ورودی

- شکل موج دو سر آند- کاتد تریستور را در حالیکه زاویه آتش در حداقل مقدار خود است مشاهده و رسم نمائید.

- شکل موج دو سر بار رامشاهده و زاویه آتش تریستور را باتوجه به شکل مشاهده شده بدست آورید.



شکل موج ولتاژ دو سر بار



شکل موج دو سر آند- کاتد تریستور در زاویه آتش حداقل

- در این حالت توان دو سر بار را محاسبه و یادداشت نمائید.

$P_L = ...$

- نقش دیود در مدار فوق چیست؟

آزمایش شماره‌ی ۴
اساس عملکرد دیاک

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم با قطعه دیاک *Diac* یا (*Diod ac*)آشنا شویم و چگونگی عملکرد آن را بررسی نمائیم.

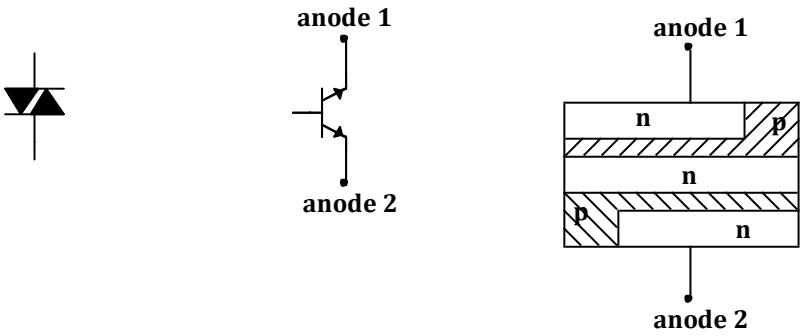
تجهیزات مورد نیاز :

دیاک $DB3C935$ومقاومت Ω 100، $1k$، $10\ k$، $100\ k$پتانسیومتر $100k$و خازن $100\ nF$ ومنبع سیگنال $60V$

مقدمه:

دیاک از آن دسته قطعاتی است که از آن به منظور تحریک استفاده می شود. مانند تحریک گیت قطعاتی مانند SCR، ترایاک و .... این قطعه تولید کننده پالس است و می توان از آن به عنوان اسیلاتور نیز استفاده نمود. (در ضمن این قطعه قابلیت تحمل جریان های زیادی را داراست) بنابراین امروزه عملاً به جای استفاده از مدارات ترانزیستوری برای تحریک از دیاک ها استفاده می شود.

دیاک ها به دو صورت سه لایه و پنج لایه ساخته می شوند که با شماره ها و ولتاژ های کاری مختلف موجوداند.در زیر به ترتیب از راست به چپ ساختار داخلی، مدل ترانزیستوری و نماد مداری دیاک مشخص شده اند.با توجه به ساختار داخلی این قطعه مشخص است که این قطعه در هر دو نیم سیکل (مثبت و منفی) قابلیت هدایت را داراست.



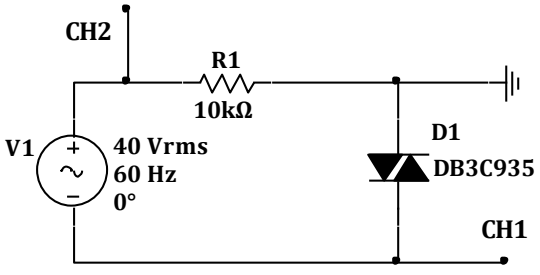
تست دیاک : دیاک را نمی توان با اهم متر تست نمود چرا که اگر یک دیاک سالم را به اهم متر وصل کنیم از هر دو طرف مقاومت ∞ را نشان می دهد. از طرفی اگر دیاک بسوزد ویا دچار قطعی شود باز هم مقاومت ∞را نشان خواهد داد. فقط در حالتی خاص اگردیاک اتصال کوتاه شده باشد می توان با اهم متر تشخیص داد که دیاک سوخته است.

کاربرد دیاک :

از این قطعه بیشتر در مدارات اسیلاتوری، مدارات کنترل کننده توان، دیمر، کنترل دور نیم موج موتور های اونیورسال و مدارات آشکار ساز تماس(کلید لمسی) استفاده می شود.

مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید و مراحل خواسته شده را بدقت انجام دهید.

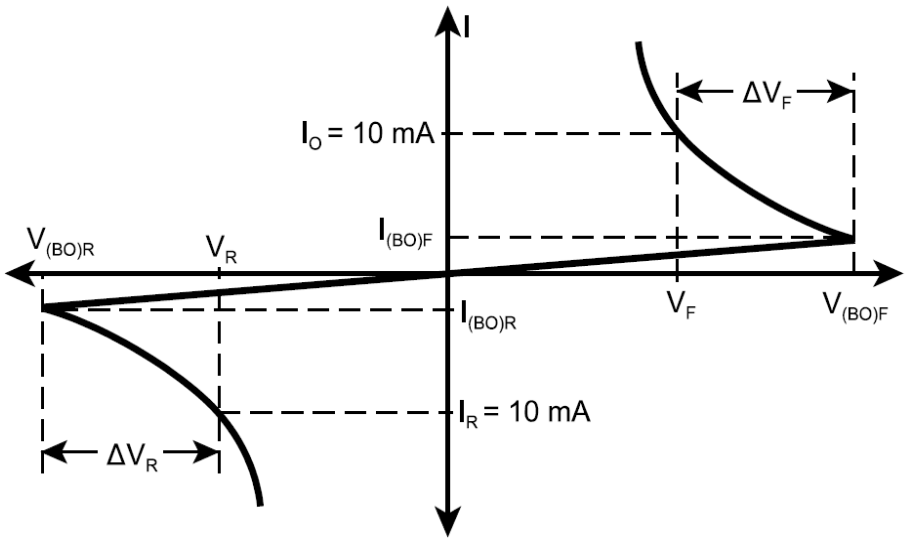


- در مدار فوق در صورت موجود بودن با دیاک های متفاوت مقادیر V_{BO} ، W_V و Δ_V را بدست آورده و یادداشت نمائیـد.(در جدول طرح شود) $\Delta_V = V_{BO} - W_V$

نوع دیاک	V_{BO}	W_V	Δ_V
$DB3$			

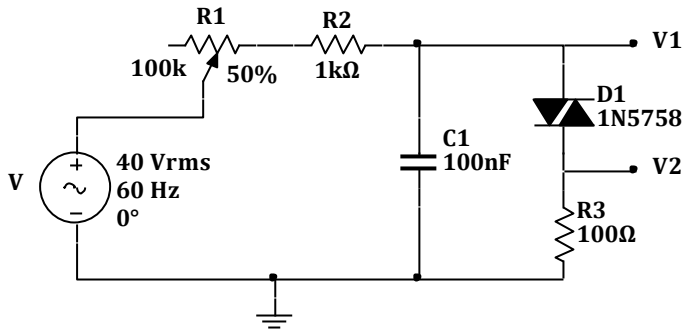
- منحنی مشخصه دیاک :

به کمک منحنی مشخصه دیاک مشخص می شود که تفاوت دیاک های ۳ لایه با ۵ لایه در ولتاژ کاری آن هاست. بـرای مثـال فـرض کنیـد کـه ولتـاژ شکسـت (*Break Over*) هـردو نـوع مـثلا $35\,V$ اسـت ولـی بعـد از شکسـت ولتـاژ دوسـر دیـاک هـای ۳ لایـه (*Working Voltage*) (ولتاژ کار) به $25\,V$و ولتاژ دو سر دیود های ۵ لایه به $5\,V$تنزل می کند. دیاک ها در ولتاژ های کاری مختلف از $20\,V$ به بالا $30\,V$و $45\,V$و .... ساخته می شوند.

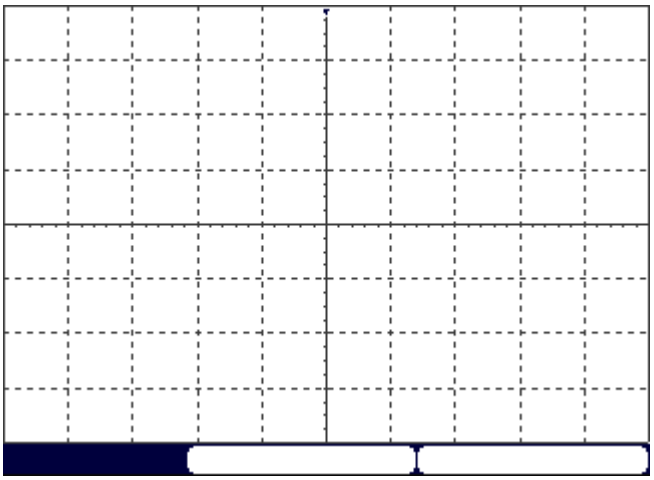


منحنی مشخصه ترسیمی دیاک

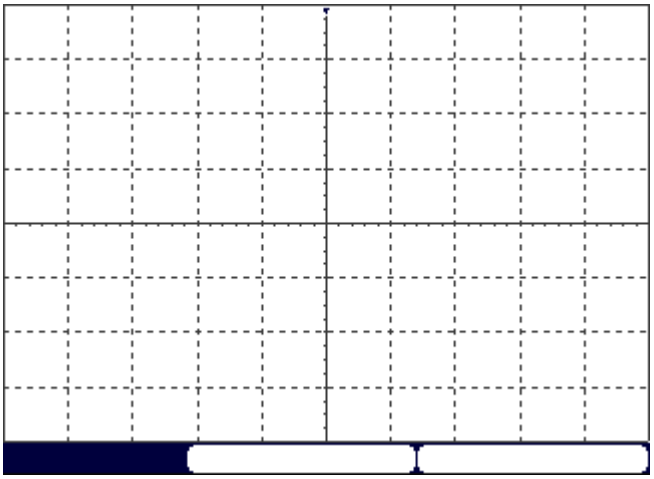
- مدار زیر را تشکیل دهید:



- شکل موج خروجی V_1 و V_2 را با اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.



شکل موج V_1



شکل موج V_2

- مدار بالا را با ولتاژ DC منبع تغذیه $0 \sim 60\,V$ انجام داده و مراحل بالا را تکرار کنید.

نوع دیاک	V_{BO}	W_V	Δ_V
$DB3$			

***عملکرد مدار و کاربرد آن را توضیح دهید.**

آزمایش شماره‌ی ۵
تریگر کردن ترایاک با دیاک

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم با قطعه ترایاک *Triac* آشنا شویم و چگونگی تحریک آن با دیاک را مورد بررسی قرار دهیم.

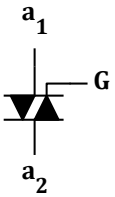
تجهیزات مورد نیاز :

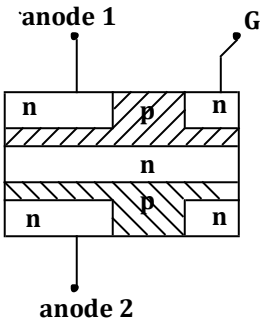
ترایاک $BT136$ دیاک $DB3$ مقاومت $10\ \Omega$، $100\ \Omega$، $1k$ پتانسیومتر $100k$ وخازن $100\ nF$، پل دیود، فتو دیود ولامپ $12V$

مقدمه:

ترایاک را می توان هم مانند دیاک و هم مانند تریستور در نظر گرفت. مانند دیـاک، از ایـن جهـت کـه از لحـاظ شـکلی و سـاختمانی شباهت زیادی به دیاک دارد و تفاوت این دو در پایه کنترلی موجود در ترایاک است. و مانند تریستور، چون می توان ترایاک را مشـابه دو تریستور که در جهت مخالف باهم موازی شده وگیت آنها به هم متصل است دانست.

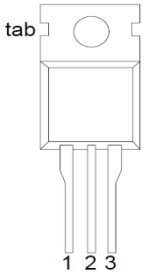
ترایاک در هر دو نیم سیکل + و- هدایت کرده و هر دو پایه آن را به عنوان آند می شناسیم A_1 و A_2 و روی هر دو پایه هم در نیم سیکل + وهم در نیم سیکل- می توانیم کنترل داشته باشیم.ساختار داخلی و نماد مداری آن در زیر مشخص است.





- شماره پایه ها :

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate *BT* 136 *Series*
tab	main terminal 2



- منحنی مشخصه ترياک :

منحنی مشخصه تریاک شبیه به منحنی دیاک است و تفاوت اصلی آنها در V_{BO} آنهاست. ولتاژ (*Break Over*)در ترایاک ها را در عمل نمی توان در عمل به طور دقیق اندازه گیری نمود. چون در هر دو نیم سیکل هدایت کرده و حتی گاهی با یک پالس لحظه ای تحریک می شوند.به همین دلیل در جر یان های بالا از تریستور استفاده می شود.

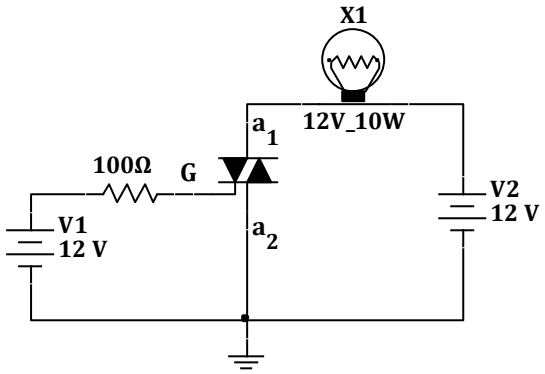
- کاربرد تریاک :

از این قطعه بیشتر به منظور کنترل فاز(توان) ،دور موتور، نور، ولتاژ وحرارت، استفاده می شود.تریستور جایگزینی مناسب برای تریاک خواهد بود، اگر بخواهیم عمل تحریک را با پالس های مثبت صورت دهیم. تریستو در صنعت کاربرد بیشتری نسبت به تریاک دارد چرا که قابلیت تحمل جریان های بیشتر را داراست.در ضمن برای استفاده از تریاک در نیم سیکل + و – باید حتماً تقارن ولتاژ داشته باشیم. و در مواردی که از بار های سلفی زیاد (الکترو موتور) استفاده می شود این تقارن به هم خورده وباعث آسیب دیدن ترانس می شود.پس ورودی آن باید حتماً دارای تقارن بین دو نیم سیکل باشد.دلیل دوم استفاده کمتر از تریاک حساسیت بالای آن (تحریک لحظه ای در هر دو نیم سیکل) است. که اطمینان خاطر لازم را ایجاد نمی کند.

تست تریاک :

پایه A_2 را با اهم متر می توان پیدا نمود. چون نه به G راه می دهد نه به A_1 ولی A_1 و Gبه هم راه می دهند. پس پایه ها را با اهم متر نمی توانیم بشناسیم.

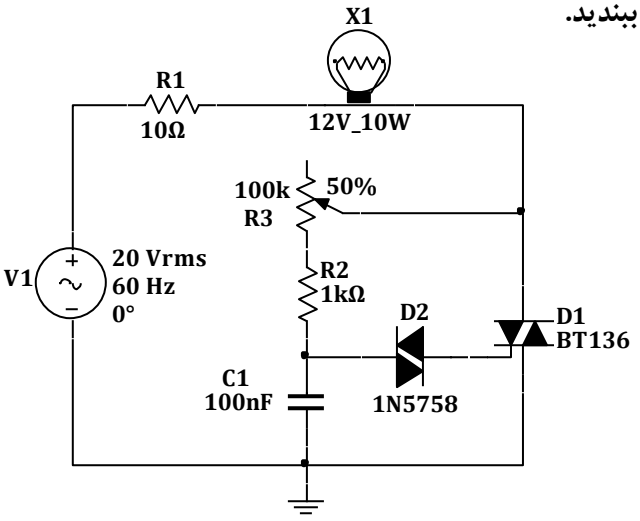
برای تست تریاک باید آن را مطابق شکل زیر تغذیه نمود در این حالت ترایاک رو شن خواهد شد.اگر پلاریته هر دو منبع را تغیر دهیم ۳ حالت دیگر روخ می دهد که بنا به ساختار داخلی و نحوه تحریک تریاک در این ۳ حالت هم باید روشن شود اگر در هر ۴ حالت تریاک رو شن شود سالم است.این ۴ حالت با هم تفاوت خاصی ندارند فقط حالتی که در شکل زیر مشخص شده است. در عمل استفاده نمی شود. چرا که در این حالت تریاک کمترین حساسیت را داراست.



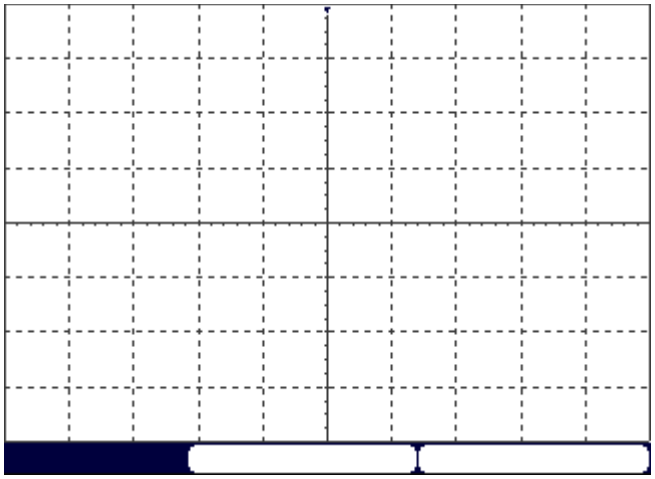
MT_2نسبت به MT_1 منفی است وسیگنال گیت مثبت آتش شده است

مراحل انجام آزمایش:

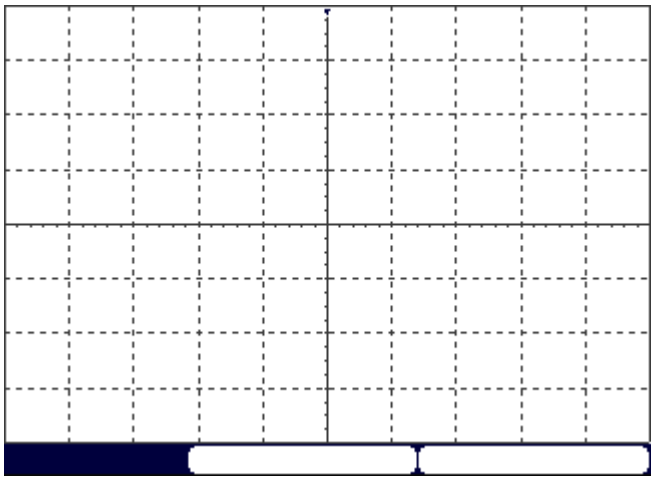
- مدار زیر را روی برد برد ببندید.



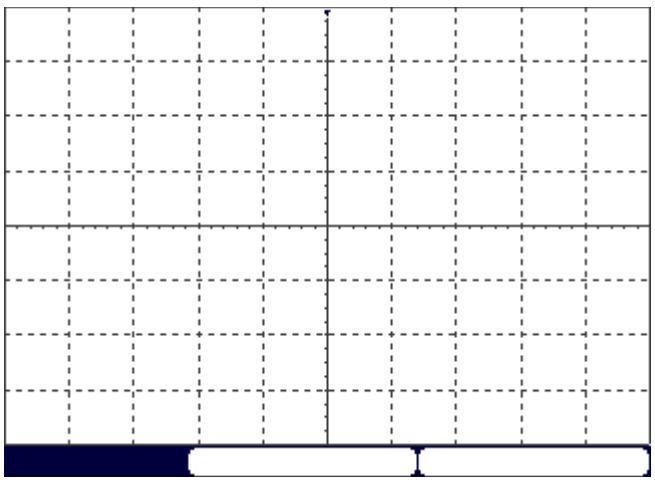
۲- منحنی شکل موج ورودی را مشاهده و رسم نمائید.



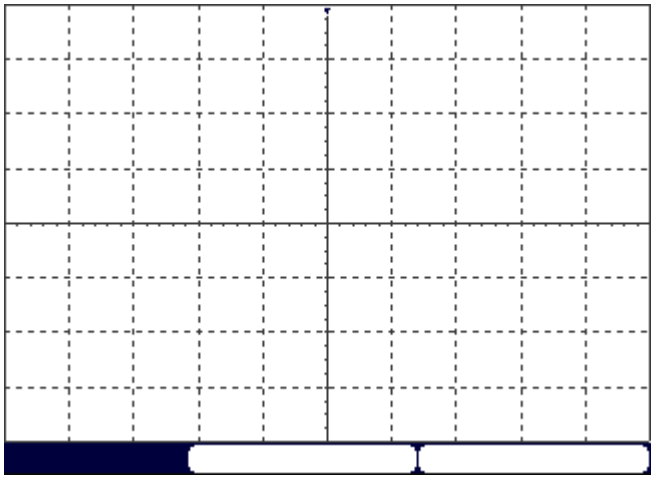
- شکل موج دو سر $MT_1 - G$ را در نقطه آتش $90^\circ - 45^\circ$ مشاهده و رسم نمائید.



- شکل موج دو سر خازن را در نقطه آتش $90^\circ - 45^\circ$ مشاهده و رسم نمائید.



- شکل موج دو سر بار را در نقطه آتش $45^\circ - 90^\circ$ مشاهده و رسم کرده و در این نقاط توان بار را بدست آورید.



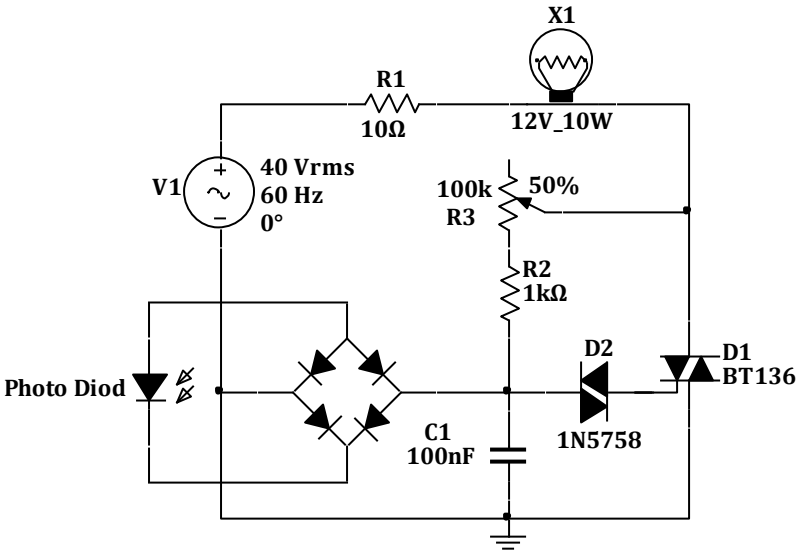
$P_L = V_{L(ac)} \times I_{L(ac)} = ...$

- ولتاژ تحریک ترایاک را بدست آوریده و یادداشت کنید.

$V_G = ...$

- کاربرد مدار فوق به غیر از تغییر نور لامپ در چه مواردی می تواند باشد؟

- مدار شکل زیر همان مدار فوق است که کنترل نور به کمک دیود نوری نیز امکان پذیر است مدار زیـر را تشـکیل داده و عملکرد آن را بررسی نمائید.



آزمایش شماره‌ی ۶

اساس عملکرد UJT

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم اساس عملکرد UJTو یک نمونه مدار تحریک آن را مورد بررسی قرار دهیم.

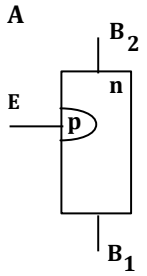
تجهیزات مورد نیاز :

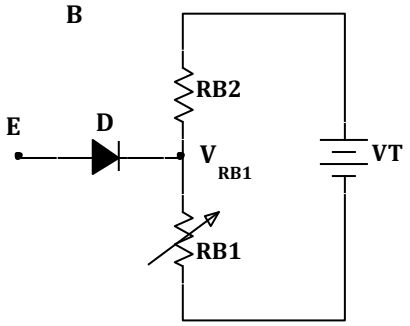
UJTاز نوع $2N2646$،دیود $1N4001$،مقاومت $100\,\Omega$و $470\,\Omega$، $1k$،پتانسیومتر $100\,k$،دیود زنر $9.1V$، پل دیود ومقاومت LDR

مقدمه:

UJTمخفف ($Silicon\ Unijunction\ Transistor$)است در این لغت کلمه ترانزیستور به چشم می خورد، کـه نشـان دهـده آن است که UJT در گروه ترانزیستور ها قرار می گیرد.(ترانزیستور تک اتصالی) اما باید به این نکته توجه داشت که این قطعـه بـه هـیچ عنوان نمی تواند مانند ترانزیستور عمل تقویت سیگنال را انجام دهد.به عبارت بهتر در گروه ترانزیستورها بوده اما کاربرد ترانزیستوری ندارد.

این قطعه از اتصال دو نیمه هادی n و p به مانند شکل A تشکیل شده که دو پایه خروجی از نیمه هادی n را به عنـوان بـیس و پایـه خروجی از نیمه هادی p را به عنوان امیتر(منتشر کننده) می شناسیم.





مدار معدل یک UJT را می توان مطابق شکل Bرسم نمود. V_{RB_1} قبل از هدایت دیود طبق رابطه زیر محاسبه می شود.

$$V_{RB_1} = V_T \frac{R_{B_1}}{R_{B_1} + R_{B_2}}$$

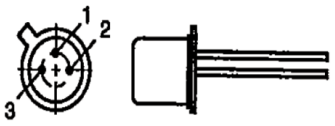
این ولتاژ ضریبی از V_T بوده واین نسبت را با η می شناسیم با توجه به شکل Aمشخص است فاصله پایه B_1نسبت به p بیشتر از پایـه B_2است.لزا معمولا ηرا نسبت دوری مقاومت داخلی پایه B_1یا همان R_{B1} نسبت به نا خالصی نوع pمی داننـد.معمـولا مقـدار تعیـین شده آن توسط کارخانه سازنده ما بین 0.5تا 0.8 در نظر گرفته شده که به طور کلی در صورت اطلاع نداشـتن از مقـدار دقیـق آن مـی توانیم آن را 0.6 در نظر بگیریم.

$$V_{RB_1} = \eta\, V_T\big|_{I_E=0}$$

در شکل Bمقاومت R_{B1} را به صورت متغییر رسم کرده ایم چرا که مقدار آن به جریان امیتر وابسته بوده و با تغییرات این جریان، R_{B1} نیز تغییر می کند.در واقع R_{B1}در یک نمونه UJT می تواند بین 5^Kتا 50^Ω باشد این دو مقدار مثلا بـا I_Eبـین 0 و 50^{uA} متناظرنـد.در مدار فوق زمانی دیود هدایت می کند که $V_E \geq \eta\, V_T + V_D$ گردد. به کمک این رابطه مقدار دقیق ولتاژ ورودی را می توان تعیین نمود.

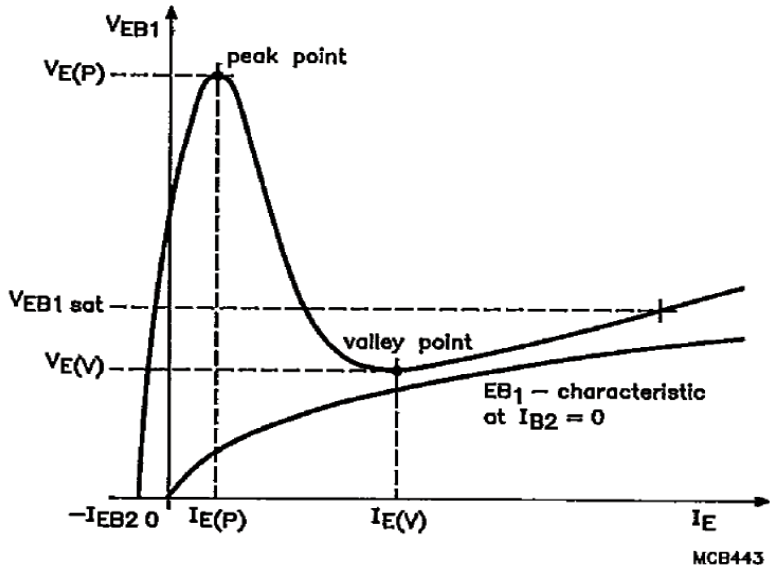
- شماره پایه ها :

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base 1
3	base 2



2*N*2646 *Series*

- منحنی مشخصه *UJT* :



با توجه به منحنی مشخصه به محض رسیدن V_E به ولتاژ *Peak Point* جریان امیتر افزایش یافته و ولتاژ امیتر کاهش می یابد به این ناحیه ناحیه مقاومت منفی گفته که از این ویژه گی *UJT* به عنوان سوئیچینگ و نوسانسازی نیز استفاده می شود.بعد از کاهش ولتاژ و رسیدن آن به مقدار *Valley Point* جریان و ولتاژ هردو افزایش یافته و *UJT* از ناحیه مقاومت منفی خارج می شود.

- کاربرد *UJT* :

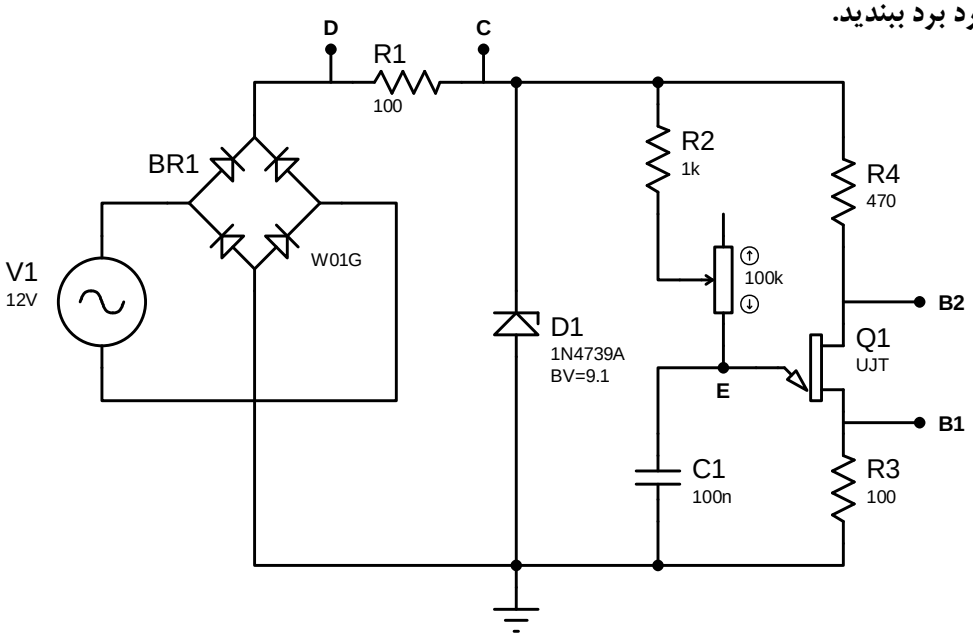
از جمله کاربرد های *UJT* می توان کاربرد آن در نوسانسازها، مدار های تریگر، مولد موج دندان اره ای، کنترل فاز ،مدار های زمانبندی، مدار دو پایا و منابع ولتاژ و جریان تنظیم شده را بر شمرد.این که توان مصرفی این عنصر در شرایط عادی کار کم است، کار ساخت مدارهای پر بازده را بسیار ساده کرده است.البته در بیشتر موارد به جای *UJT*از *PUT*استفاده می شود چراکه دامنه پالس های تولیدی آن بیشتر بوده عمل تحریک را سریع تر و راحت تر انجام می دهد.

- تست *UJT* :

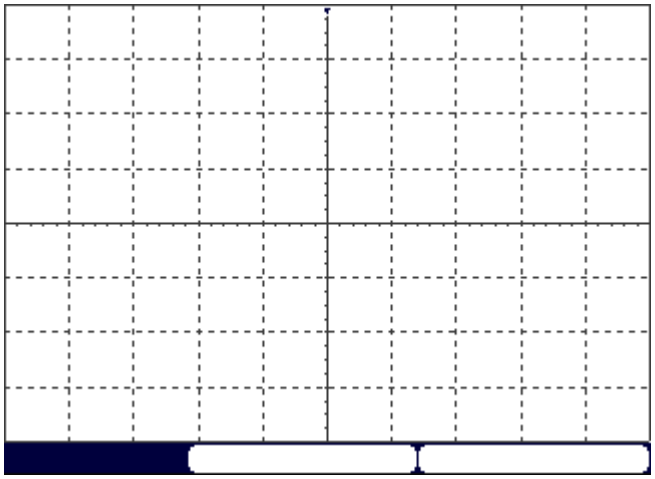
پایه امیتر به هردوپایه بیس راه می دهد که مقاومت بین امیتر و پایه B_1 بیشتر از مقاومت بین امیتر و B_2 است.در ضمن بین دو پایه B_1 و B_2 مقاومتی حدود 4^K تا 10^Kدیده می شود.

مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید.

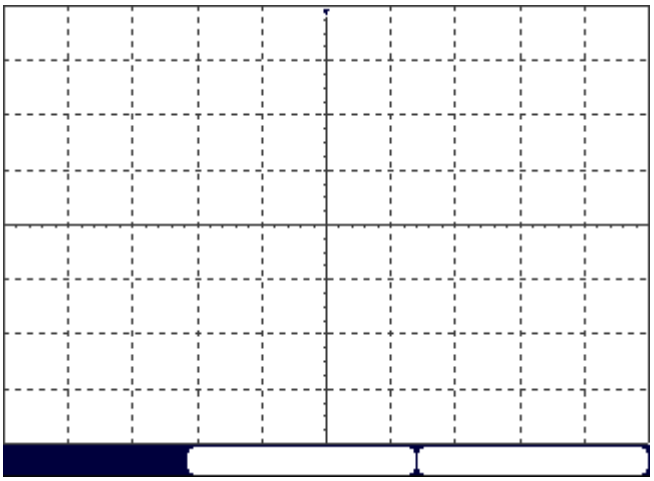


۲- شکل موج نقاط D و C را به وسیله اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.مقدار ولتاژ پیک آن را اندازه گیری نموده و یادداشت نمائید.

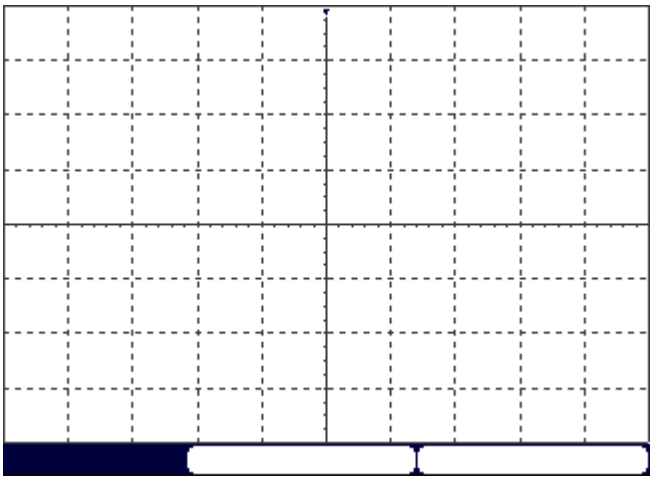


رسم شکل موج نقطه C و D بصورت هم زمان

- شکل موج نقاط E و B_1 و B_2 رابه وسیله اسیلوسکوپ مشاهده ورسم نمائید.در مورد شکل موج های بدست آمده توضیح دهید.



شکل موج دو سر خازن



شکل موج های پایه های خروجی

- مقدار ولتاژ آتش UJTرا از نقطه E به صورت عملی اندازه گیری و یادداشت نمائید.

$V_E = ...$

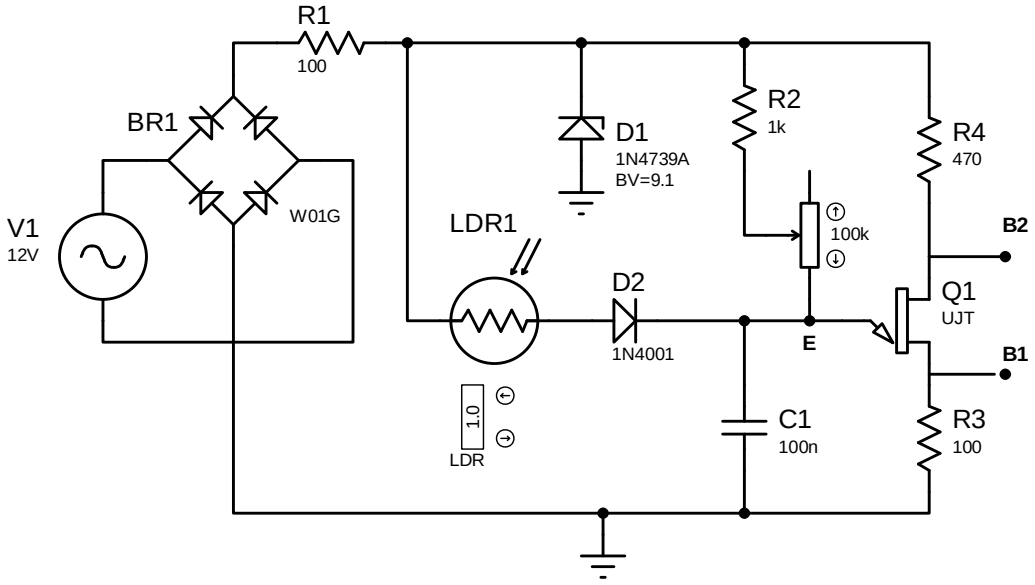
- مقدار زمان تناوب و فرکانس در نقطه B_1 را اندازه گیری نمائید.

$T = ...\quad , f = ...$

- با تغییر پتانسیومتر مراحل آزمایش را تکرار کرده و نتیجه آن را ذکر کنید.

- کاربرد مدار فوق را ذکر نمائید.

- مدار شکل زیر تغییرات فرکانس خروجی را به کمک یک فتوسل یا LDR میسر ساخته است. در این مدار دیود عمل حذف پالس های اعمالی از UJT به سمت منبع را انجام می دهد. مطلوب است اندازه گیری حداقل و حد اکثر فرکانس خروجی در حداقل و حد اکثر نور.



$f_{max} = \ldots\ldots\ldots \quad f_{min} = \ldots\ldots\ldots$

آزمایش شماره‌ی ۷

کنترل فاز وزاویه آتشSCR و UJT

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم زاویه آتش *SCR*را با *UJT* کنترل کنیم که دو روش کلی ارائه خواهد گردید.

تجهیزات مورد نیاز :

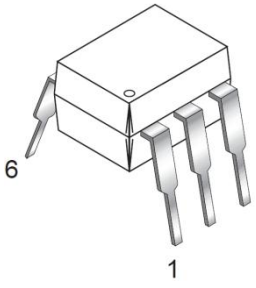
UJT، *SCR*،مقاومت $10\,\Omega$و $470\,\Omega$، $1k$،پتانسیومتر $50\,k$،دیود زنر $8.2V$، لامپ $12V$ وخازن $100\,nF$و *Optocouple r*

مقدمه:

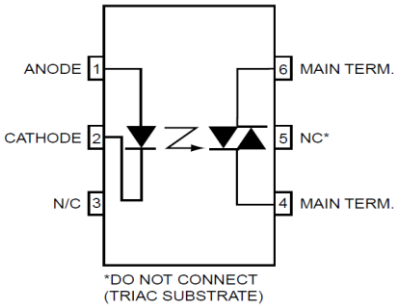
برای جداسازی مدار فرمان از مدار قدرت از قطعه ای به نام *Optocouple r* استفاده میشود که به بررسی آن میپردازیم این تراشه ها به صورت بسته های دوردیفه *dil*، (*dual in line*)موجودند.این بسته شامل یک دیود گسیل دهنده پرتو فروسرخ *LED* که یک قطعه حساس به نور را راه اندازی می کند،است.ورودی اپتوکوپلر خروجی *LED*را مشخص می کند و نور گسیل شده از آن، عنصر حساس به نور را کنترل می کند.

اگر به هر دلیلی برای مدار فرمان و یا قدرت مشکلی ایجاد شود، در نتیجه یک عایق 5^{KV}بین ورودی و خروجی به وجود می آید،زیرا تنها رابطه اتصال بین آنها یک پرتوی نور است.

انواع مختلفی از اپتوکوپلر ها موجودند. که شماره پایه ها و ساختار داخلی نمونه موجود در آزمایشگاه در زیر آورده شده است.

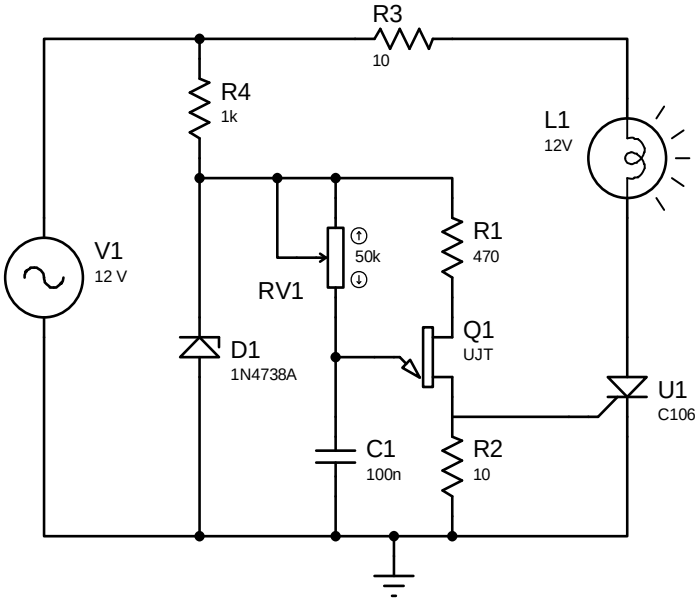


*MOC*30*XX Series*

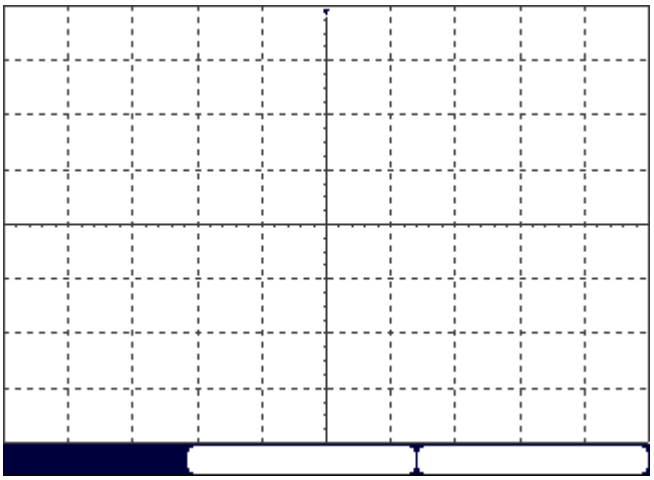


مراحل انجام آزمایش:

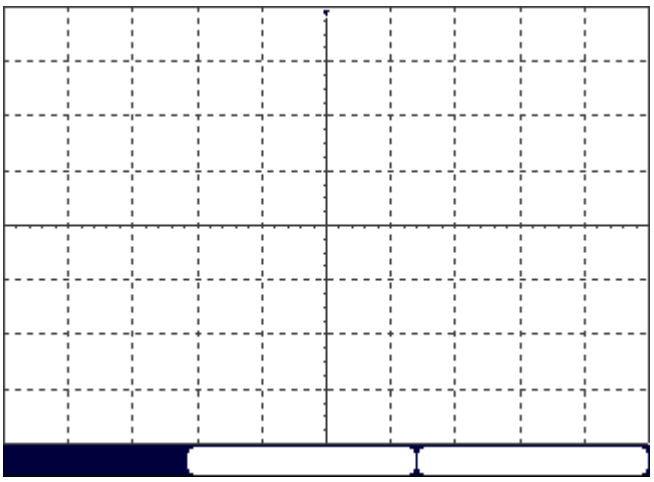
۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید :



- شکل موج ورودی و شکل موج دو سر دیود زنر را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.

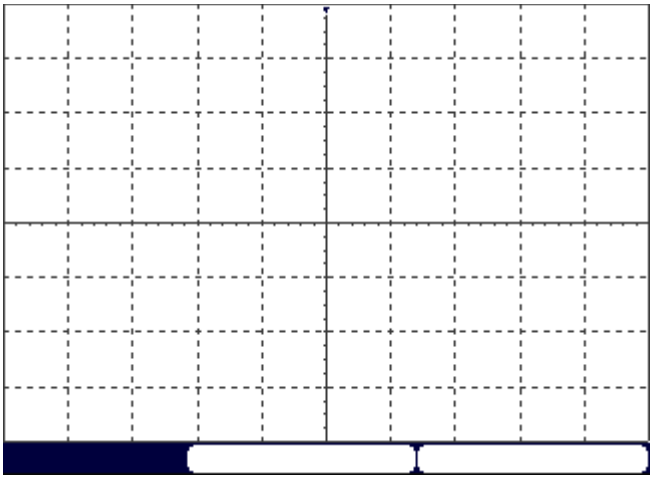


شکل موج ورودی

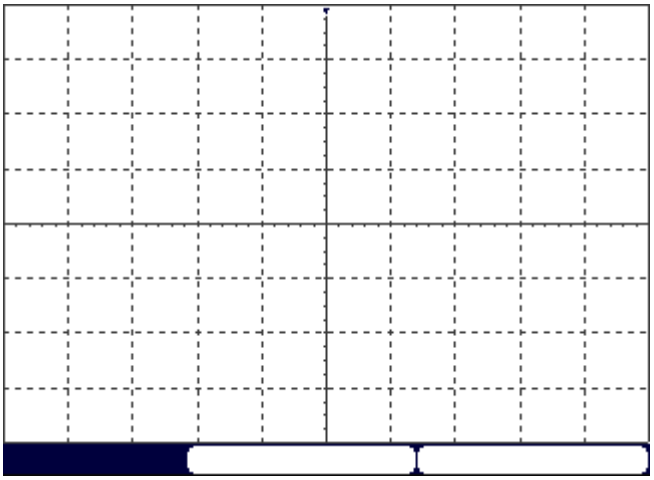


شکل موج خروجی

- منحنی دو سر خازن را در نقطه آتش 45° و 90° مشاهده و رسم نمائید.

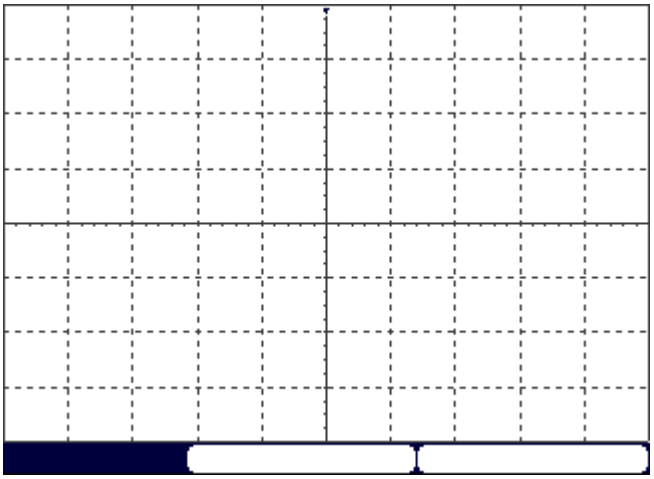


شکل موج دو سر خازن با زاویه آتش 45°

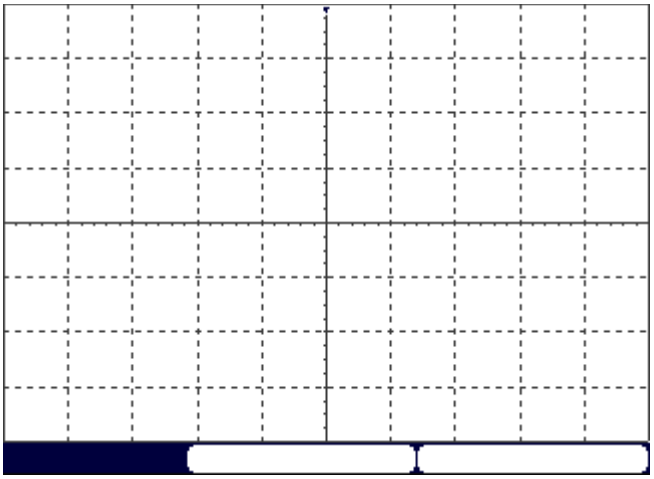


شکل موج دو سر خازن با زاویه آتش 90°

- شکل موج دو سر SCR را مشاهده و رسم نمائید.(در زاویه 90°)

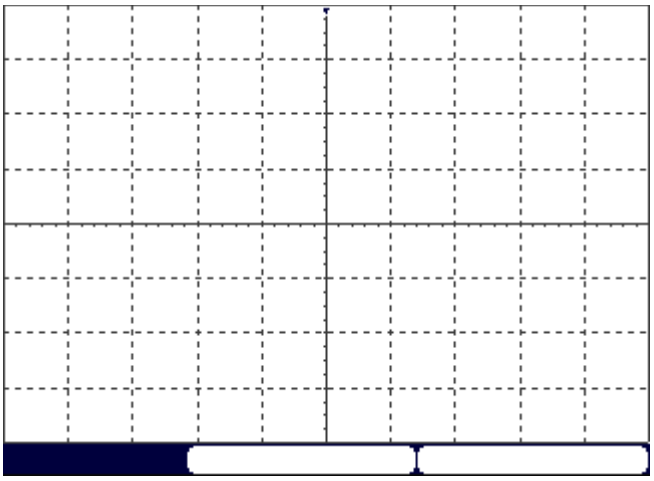


- منحنی دو سر بار را در نقاط آتش 45° و 90° مشاهده و رسم نموده و توان ac منتقل شده به بار را در هر دو حالت محاسبه نمائید.



شکل موج دو سر بار با زاویه آتش 45°

$$P_{ac} = ...$$



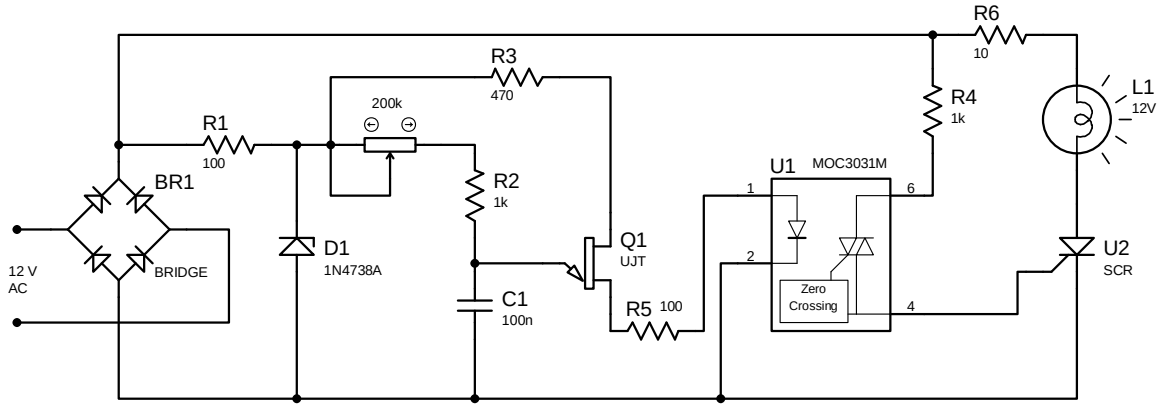
شکل موج دو سر بار با زاویه آتش 90°

$$P_{ac} = ...$$

- کاربرد مدار فوق در صنعت چیست؟

- معایب مدار فوق چیست و چگونه میتوان آنرا بر طرف کرد؟

۲- مدار شکل زیر را تشکیل دهید و چگونگی ایزوله شدن مدار فرمان از قدرت را بررسی نمائید.



آزمایش شماره‌ی ۸
مدار تاخیر زمانی PUT وتریاک

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم از *PUT* به منظور تحریک *UJT* استفاده کنیم.

تجهیزات مورد نیاز :

PUT،ترایاک،مقاومت $22\,\Omega$، $33\,\Omega$، 100Ω، $560\,\Omega$، $1k$، $10k$، $15k$، $1M$، $1k$،پتانسیومتر $50\,k$، $100k$، $500k$،دیود زنر $9.1V$، لامپ $12V$ وخازن $100\,nF$و $100\,\mu F$

مقدمه:

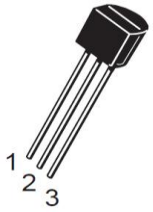
- *PUT* (Pr*ogrammable Unijunction Transistor*) :

به رغم تشابه اسمی، اساس ساختمان وشیوه کارترانزیستور *PUT* با ترانزیستور تک قطبی *UJT* کاملاً متفاوت است. در واقع مشابهت مشخصه های $I-V$ و کاربرد آن با *UJT* سبب انتخاب این اسم برای قطعه مورد بحث بوده است. *PUT* همان *UJT* قابل برنامه ریزی است با این تفاوت که ضریب تجربی η در *UJT* مقداری ثابت است. چرا که مقاومت های داخلی این قطعه، تعیین کننده این ضریب هستند. ولی در *PUT* مقدار η قابل تنظیم می باشد. چرا که ضریب η توسط مقاومت های خارجی مدار تعین می گردد.

- شماره پایه ها :

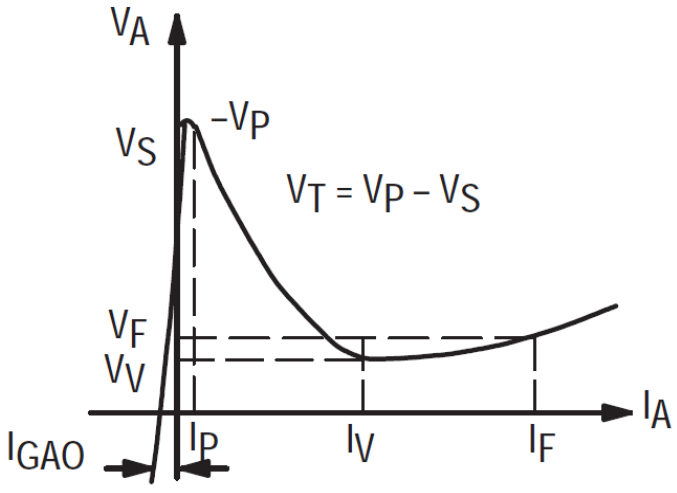
PIN ASSIGNMENT	
1	Anode
2	Gate
3	Cathode

$2N6027_2N6028$



TO–92 (TO–226AA)
CASE 029
STYLE 16

- منحنی مشخصه *PUT* :



IC – Electrical Characteristics

همان طور که از منحنی فوق مشخص است عملکرد این قطعه کاملاً مشابه UJT است. با این تفاوت که در زمان هـدایت PUTافـت ولتاژ ناگهانی آن به مراتب بیشتر از UJT است حدوداً به اندازه $1V$ تا $1.5V$ کاهش ولتاژ داریم.(در زمان هدایت ولتـاژ دو سـر آن به $1.5V$ می رسد)

- کاربرد PUT :

از این قطعه به منظور نوسانسازی و مدارات تاخیر زمانی استفاده می شود. برای مثال به کمک این قطعه می تـوان چنـدین دسـتگاه را پشت سر هم با تاخیر زمانی روشن نمود. به طوریکه تا دستگاه اول روشن نشده دستگاه دوم نمی تواند روشن شود.در ضـمن کـاربرد این قطعه نسبت به UJT بیشتر است.

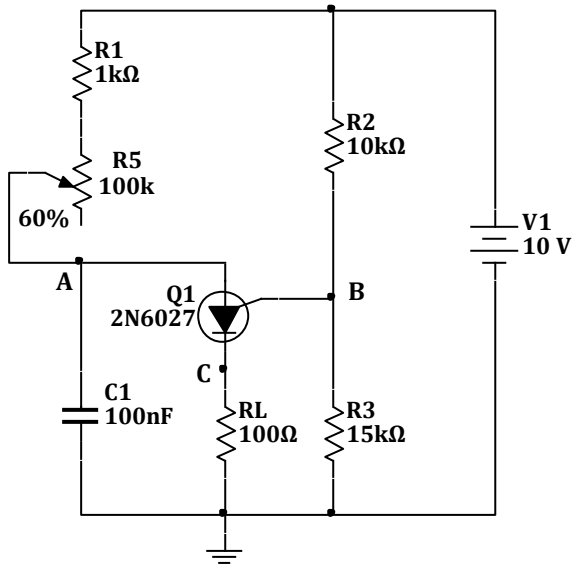
PUTرا به عنوان یک قطعه صنعتی نمی شناسیم چرا که قابلیت جریان وولتاژ های بالا را ندارد در رابطه با قطعاتی مثل SCR بحـث از $1000V$ می کنیم.اما یک PUTآمپر بالا حداکثر ولتاژ $200V$ وجریانی در حدود $2A$را می تواند تحمل کند.

- تست PUT :

این قطعه را می توان همانند SCRتست نمود بااین تفاوت که گیت را یک لحظه به کاتد متصل می کنیم.

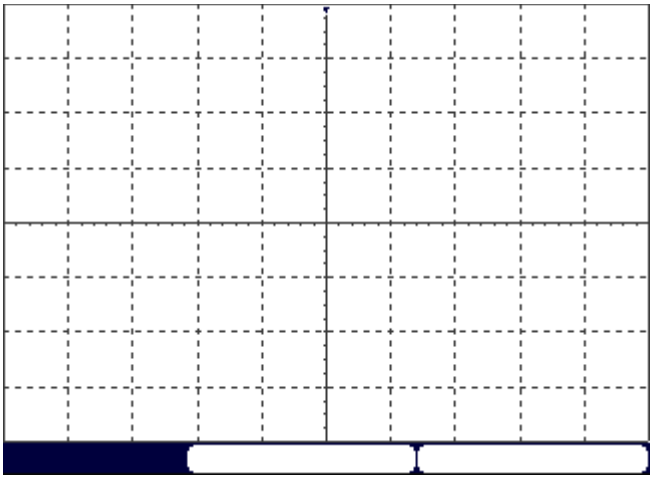
مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار زیر را روی برد برد ببندید.

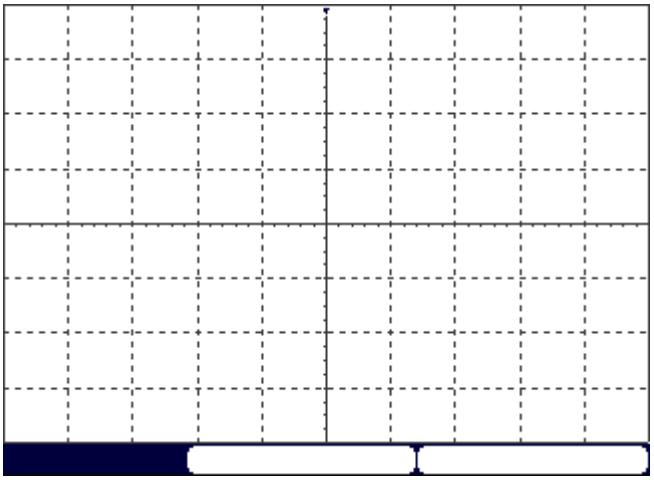


در مدار فوق ضریب تجربی η توسط دو مقاومت $10k$و $15k$ تعیین مـی گـردد.بـرای هـدایت PUTشـرط زیـر بایـد حتمـا برقـرار باشد.(ولتاژ آند از کاتد مثبت تر بوده و $V_A > V_B + 0.7$ باشد).به کمک خازن در رسیدن V_Aبه مقدار $V_B + 0.7$تاخیر ایجاد می کنیم.

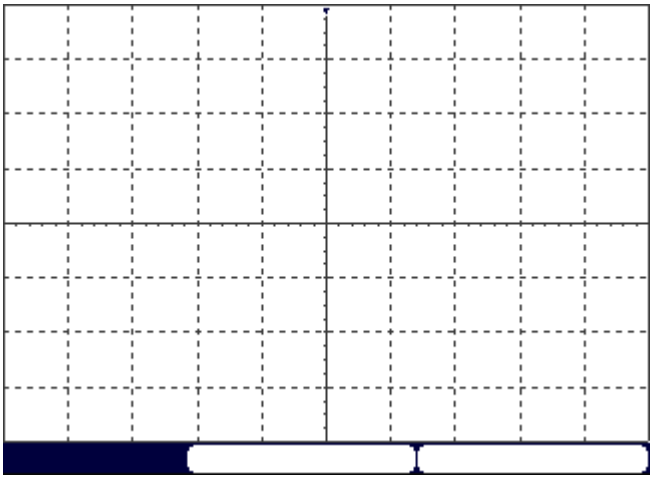
- شکل موج نقاط C, B, A را مشاهده و رسم نمائید.



شکل موج نقطه A



شکل موج نقطه B

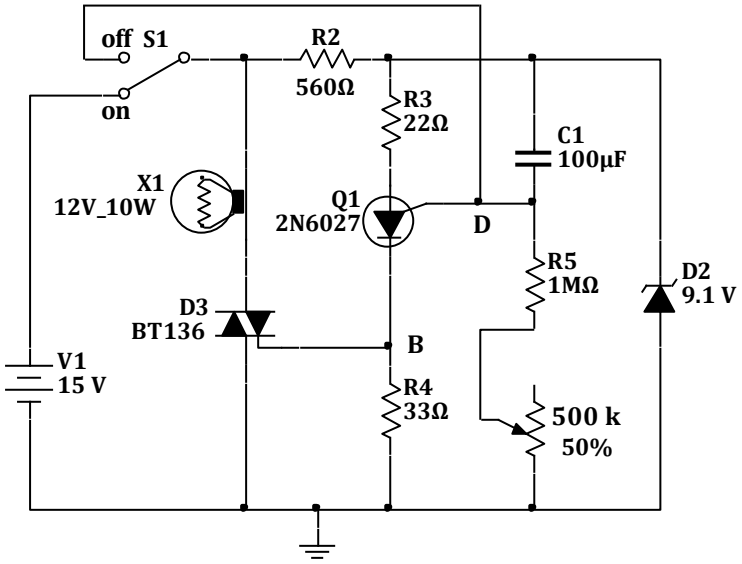


شکل موج نقطه C

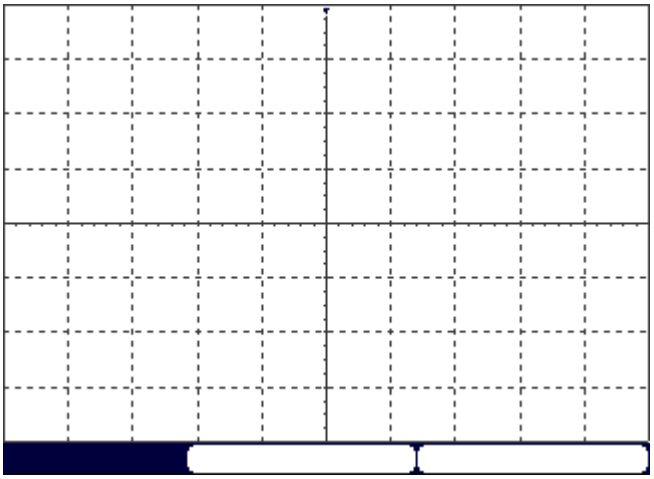
- با تغییر کدام المان می توان فرکانس موج تولیدی را تغییر داد؟

- آیا می توان با قرار دادن یک لامپ به جای مقاومت بار، مدار را به عنوان دیمر نیز به کار برد؟ آزمایش نمائید.

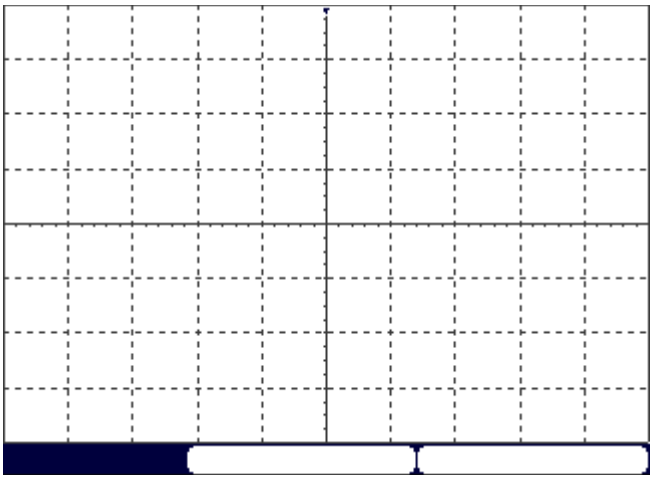
- مدار زیر را روی برد برد منتاژ نمائید و مراحل آزمایش را انجام دهید.



- با وصل کلید در حالت on **، شکل موج نقاط** B **و** D **را مشاهده و رسم نمائید.**

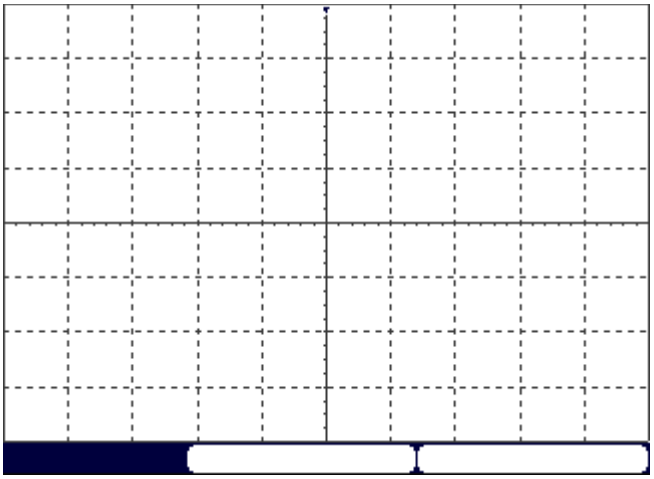


به ترتیب شکل موج نقاط B

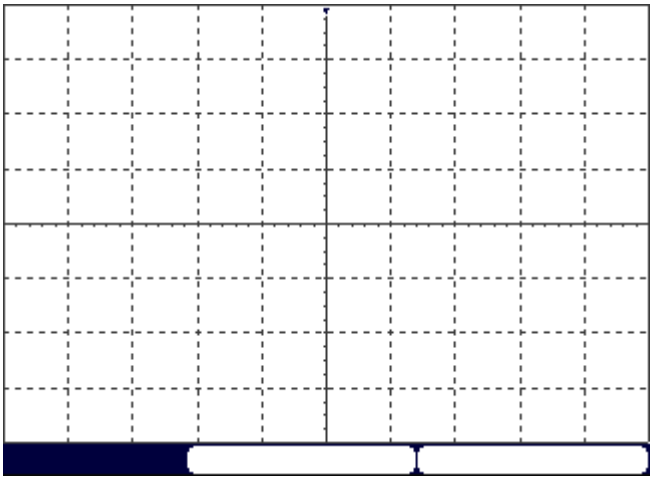


به ترتیب شکل موج نقاط D

- با تغییر پتانسیو متر $500\,k$ ، تغییرات شکل موج نقاط B و D را مشاهده و همراه با توضیحات چگونگی تغییرات، شکل موج را رسم نمائید.

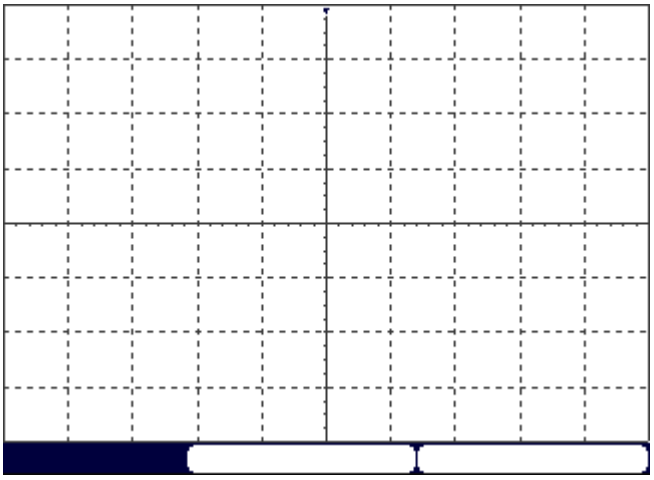


به ترتیب شکل موج نقاط B



به ترتیب شکل موج نقاط D

- حال با تغییر مقدار ظرفیت خازن ، تغییرات روی شکل موج را مشاهده و نتیجه را یادداشت نمائید.



- عملکرد مدار را توضیح دهید.

آزمایش شماره‌ی ۹

مدار تاخیر زمانی ترتیبی به وسیله PUT و SCR

هدف آزمایش:

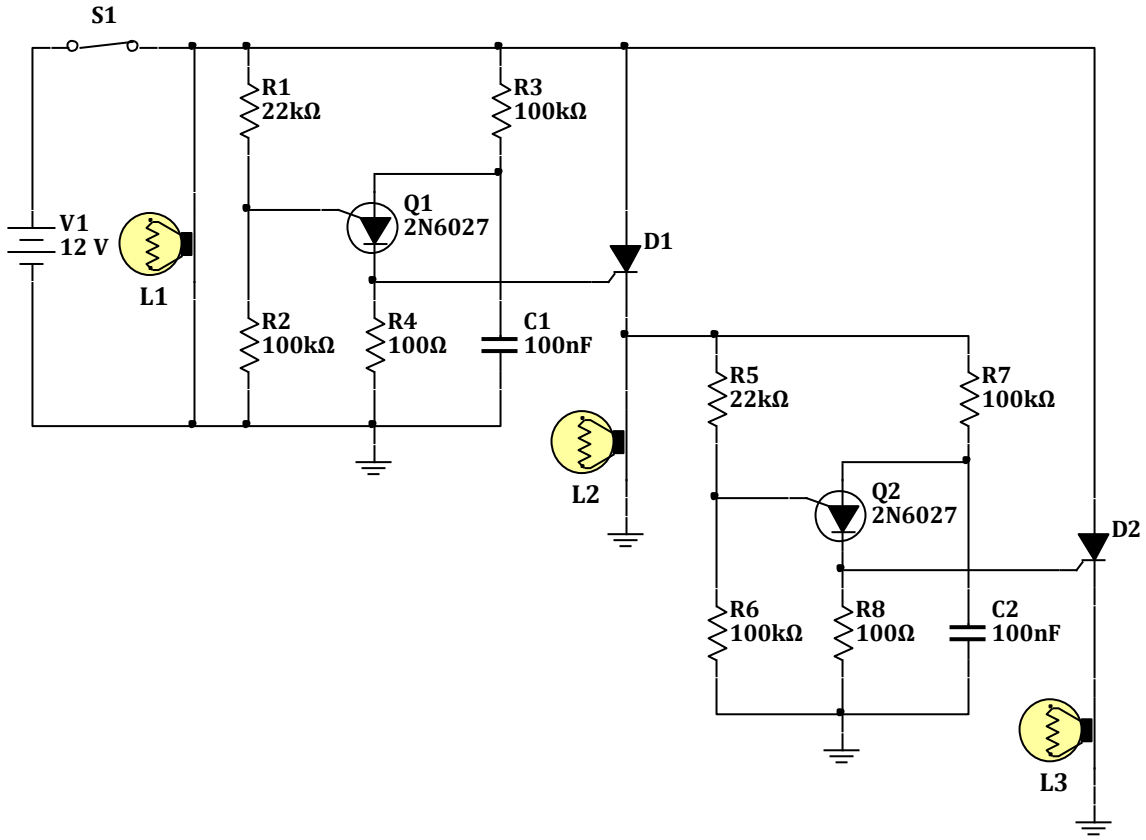
در این آزمایش قصد داریم به کمک *PUT* دستور فرمان برای چند طبقه متوالی را صادر نمائیم.

تجهیزات مورد نیاز :

PUT،ترایاک،مقاومت 100Ω، $22k$، $100k$، لامپ $12V$ وخازن $100\,nF$

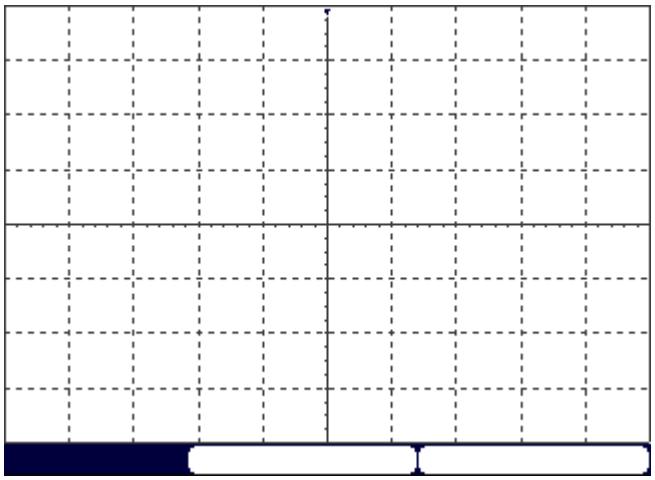
مراحل انجام آزمایش:

- مدار زیر را روی بردبرد ببندید.



- با وصل کلید S_1 وضعیت لامپ L_1 را مشاهده و یادداشت نمائید.

- شکل موج گیت SCR_1 را با اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.



شکل موج گیت SCR_1

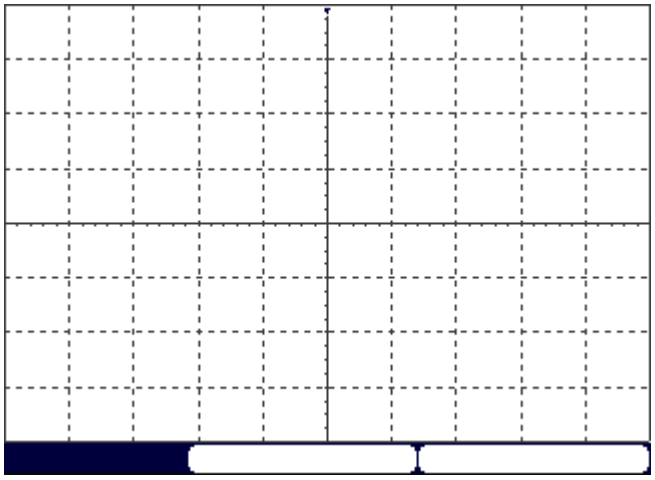
- وظیفه مقاومتهای 22^K و 100^K روی گیت PUT_1 و PUT_2 در این مدار چیست؟

- لامپ L_2 بعد از چه مدت زمانی می تواند رو شن شود ؟ $\tau =$.....

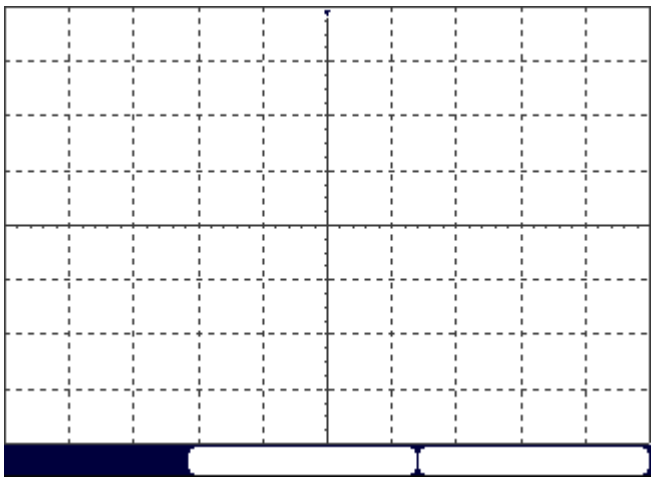
- همچنین لامپ L_3 بعد از چه مدت زمان از لامپ L_2 می تواند روشن شود؟ $\tau =$.....

- SCR_1 و SCR_2 چگونه و ازچه طریق آتش می شوند؟

- شکل موج خروجی SCR_1 و SCR_2 را مشاهده ورسم نمائید.



شکل موج خروجی SCR_1



شکل موج خروجی SCR_2

آزمایش شماره‌ی ۱۰
کنترل زاویه آتش توسط تاخیر فاز

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم به کمک مدارات تاخیر زمانی زاویه آتش را کنترل کنیم.

تجهیزات مورد نیاز :

ترانزیستور $BD137$ و $BD138$،ترایاک،مقاومت $100\ \Omega$، $2.2k$، $10k$،پتانسیومتر $100k$،لامپ $12V$وپل دیود

مقدمه:

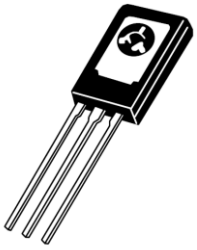
- تا کنون سه نوع کنترل زاویه آتش مطرح گردید.اولین آنها کنترل زاویه آتش با جریان DC بود یعنی در هر زمانی که به گیت جریانی اعمال می شد قطعه مربوطه هدایت میکرد. در روش دوم از نوسانسازها استفاده شد، نه به عنوان نوسانساز بلکه به عنوان مدار مولد پالس تحریک که هم از پالس های مثبت و هم از پالس های منفی استفاده شد. روش سوم استفاده از مدارات تاخیر زمانی بود که مشخص می کردیم در چه فازی هدایت صورت گیرد.

در این آزمایش هم از تاخیر فاز استفاده می کنیم. به کمک یک ترانزیستور مثبت و یک ترانزیستور منفی. به ورودی مدار یک سیگنال سینوسی اعمال شده و به کمک پتانسیومتر می توان زمان هدایت ترانزیستور ها را کنترل نمود.

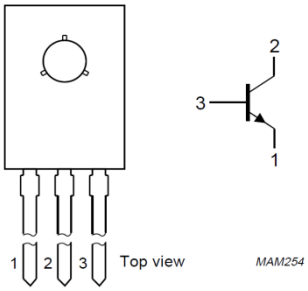
این آزمایش بیشتر ایده تئوری دارد وچون قطعات ترانزیستوری هستند این مدار در صنعت کاربردی ندارد.

- شماره پایه ها :

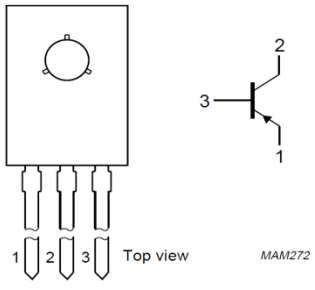
1.5 AMPERE
POWER TRANSISTORS
PNP SILICON
45, 60, 80 VOLTS
10 WATTS



CASE 77–08
TO–225AA TYPE



*BD*137 *Series*

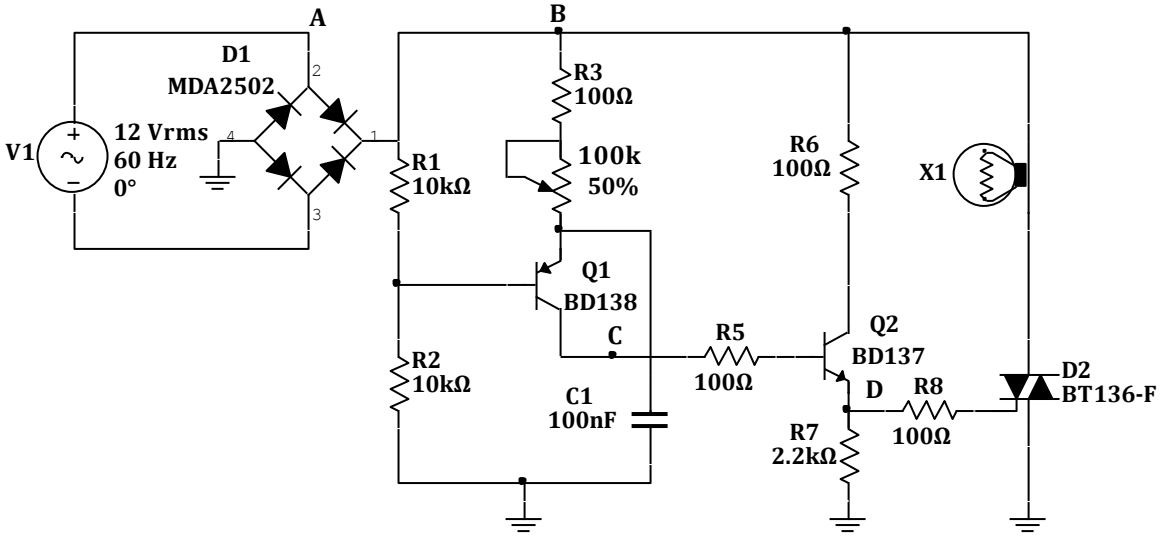


*BD*138 *Series*

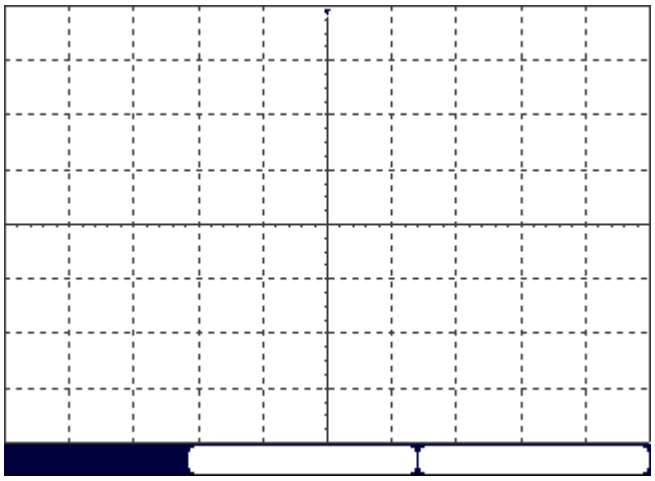
ترانزیستورهایی که عدد آنها فرد است از نوع منفی npn وترانزیستور هایی که عدد آنها زوج است از نوع مثبت pnp هستند.

مراحل انجام آزمایش:

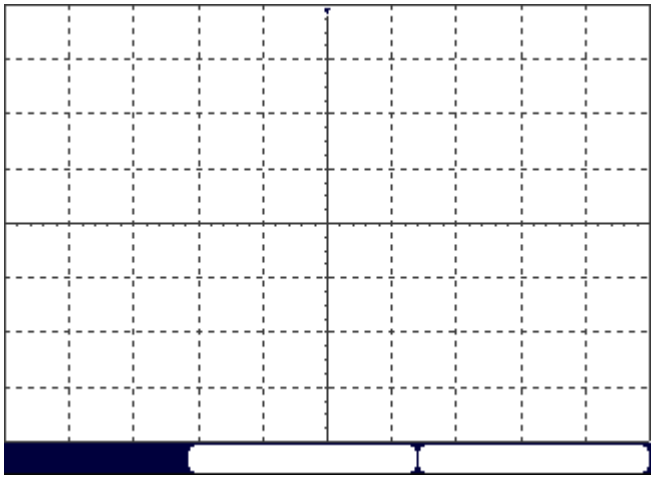
- مدار زیر را روی برد برد ببندید : (در این آزمایش می توان به جای تریاک از *SCR* استفاده نمود)



- شکل موج نقاط *A* و *B* را به وسیله اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید. ولتاژ پیک برای هر کدام را ذکر نمائید.

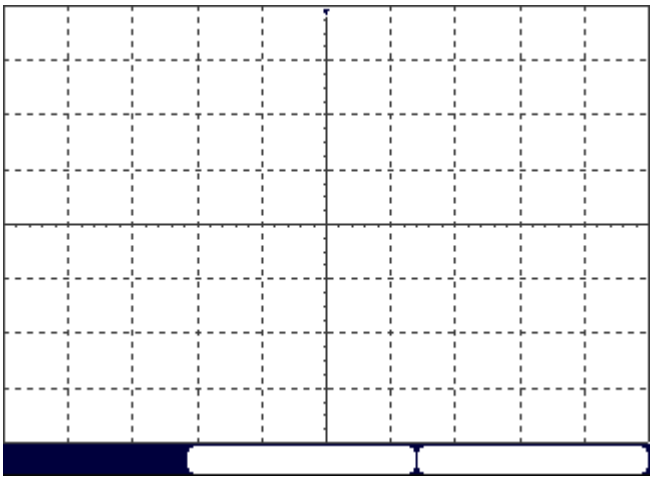


شکل موج نقطه *A*

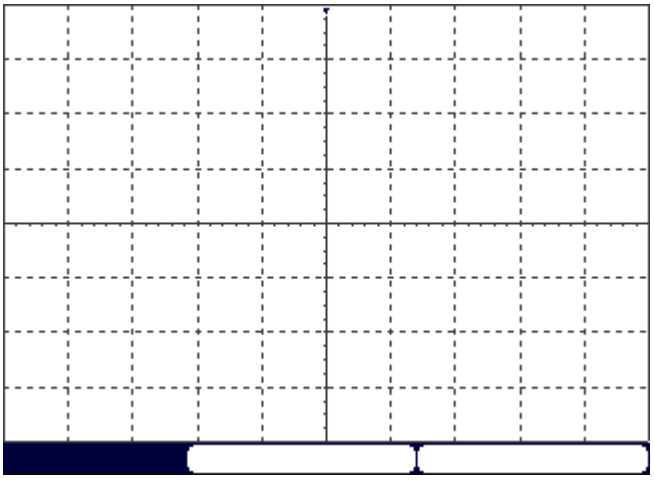


شکل موج نقطه *B*

- شکل موج نقاط C و D را در نقطه آتش 90° مشاهده و رسم نمائید. ولتاژ پیک برای هرکدام ذکر شود.

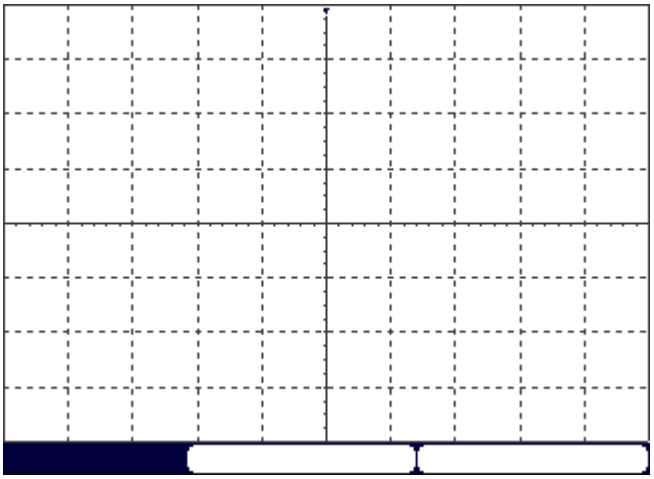


شکل موج نقطه C



شکل موج نقطه D

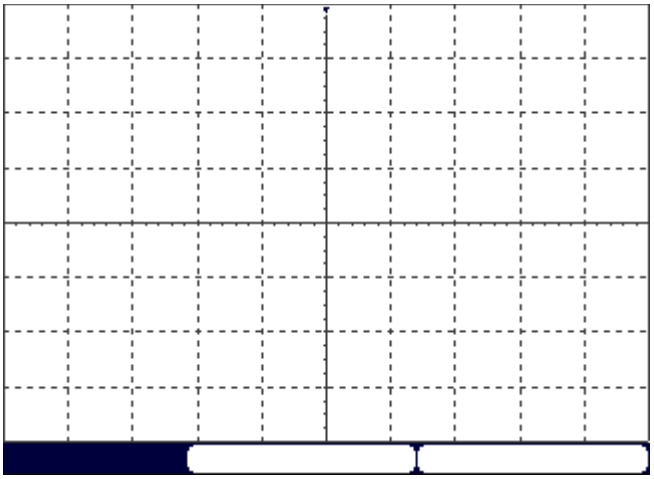
- منحنی دو سر بار را در نقطه آتش 90° مشاهده و رسم نمائید. در این حالت توان بار را محاسبه نمائید.



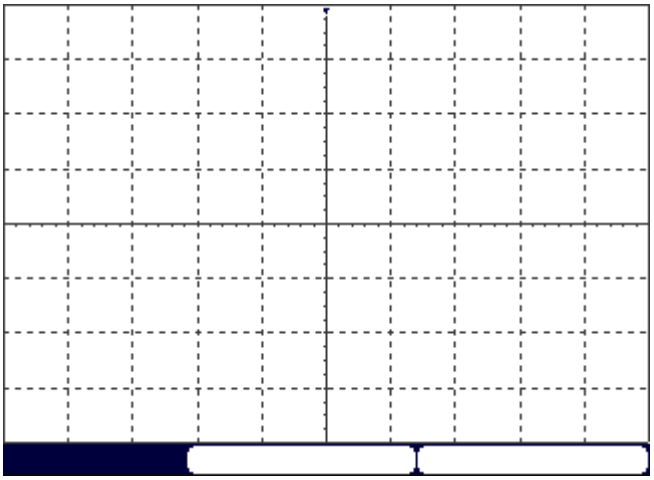
$P_{L\max} = ...$

$P_{L rms} = ...$

- حداقل و حد اکثر زاویه آتش را مشاهده و رسم نمائید. ولتاژ پیک برای هر کدام ذکر شود.



حداقل زاویه آتش



حداکثر زاویه آتش

*** نتیجه را یادداشت نمائید**

آزمایش شماره‌ی ۱۱

کاربردSCR به عنوان رگولاتور شارژ باتری

هدف آزمایش:

هدف از انجام این آزمایش بررسی یک رگولاتور با SCR

تجهیزات مورد نیاز :

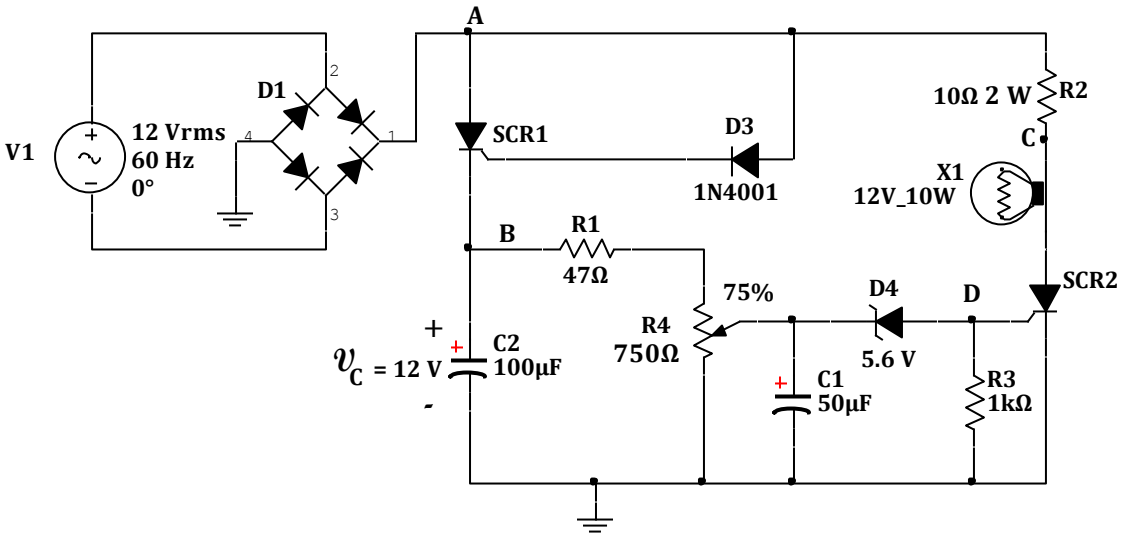
دیود $1N4001$وتریستور $BT151$ مقاومت Ω 10، Ω 47، $1k$پتانسیومتر 750Ωو $50\ k$لامپ $12V$وخازن $50\mu F$و $100\mu F$

مقدمه:

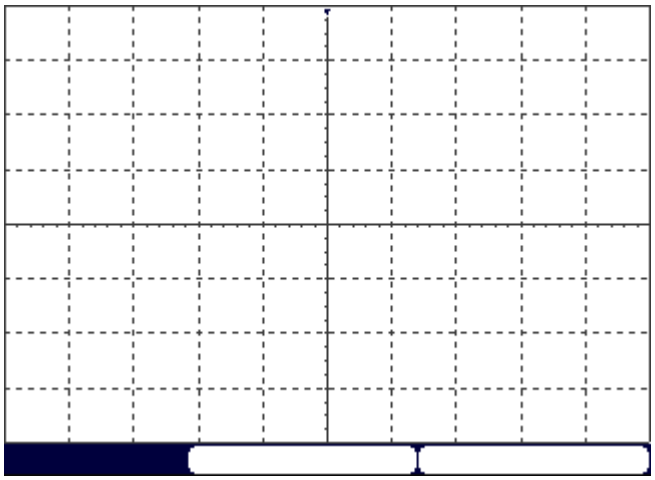
در زیر مدار رگولاتور شارژ باتری آورده شده است. برای استفاده از این مدار به صورت عملی باید از ترانس های آمپر بالا استفاده نمود.(۲۵ آمپر به بالا) مثلا برای شارژ باتری ماشین های سواری از ترانس های ۵۶آمپر ساعت استفاده می شود.مثلا ترانس را می توان ۱ساعت با ۵۶آمپر و یا ۵۶ ساعت با ۱ آمپر جریان شارژ نمود.معمولا در مدار فرمان این مدارات از SCR و دو لامپ استفاده می شود. یک لامپ زمانی که باتری در حال شارژ است روشن است.و دیگری زمانی که باتری شارژ می شود روشن می شود. یا در بعضی موارد از لامپ های وات بالا استفاده می شود تا با افزایش شارژ باتری نور لامپ کم کم زیاد شود.

مراحل انجام آزمایش:

- مدار زیر را روی برد برد منتاژ نمائید.



- شکل موج نقطه A را مشاهده ولتاژ موثر و ولتاژ پیک آن را اندازه گیری و یادداشت نمائید.



شکل موج نقطه A قبل از شارژ باتری

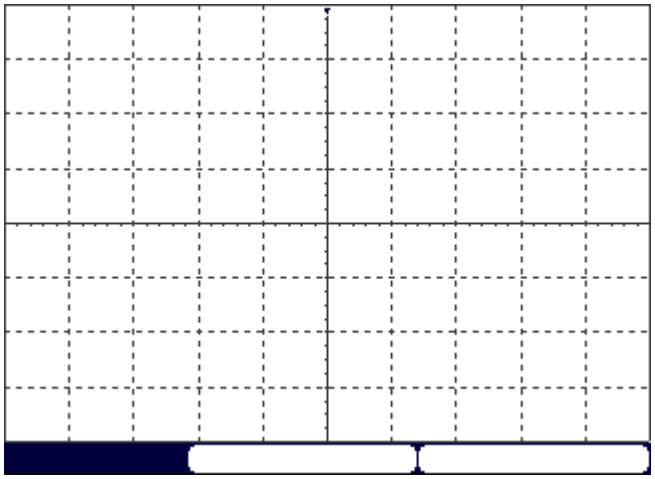
- مسیر شارژ باتری توسط کدام المانها صورت می گیرد ، مشخص نمائید.

- چگونگی هدایت SCR_1 و SCR_2 را توضیح دهید.(عمل شارژ باتری چگونه است)

- ولتاژ نقطه B و C را بوسیله مولتی متر اندازه گیری و یادداشت نمائید.

$V_B = ...$ $V_C = ...$

- شکل موج نقطه D را مشاهده و لتاژ آن را اندازه گیری و یادداشت کنید.



ولتاژ گیت تریستور دوم بعد از شارژ باتری

- وظیفه دیود D_3 و دیود زنر در مدار فوق چیست؟

آزمایش شماره‌ی ۱۲
کموتاسیون کلاس C

هدف آزمایش:

در این آزمایش قصد داریم یکی از روش های خاموش کردن SCRرا بررسی نمائیم.

تجهیزات مورد نیاز :

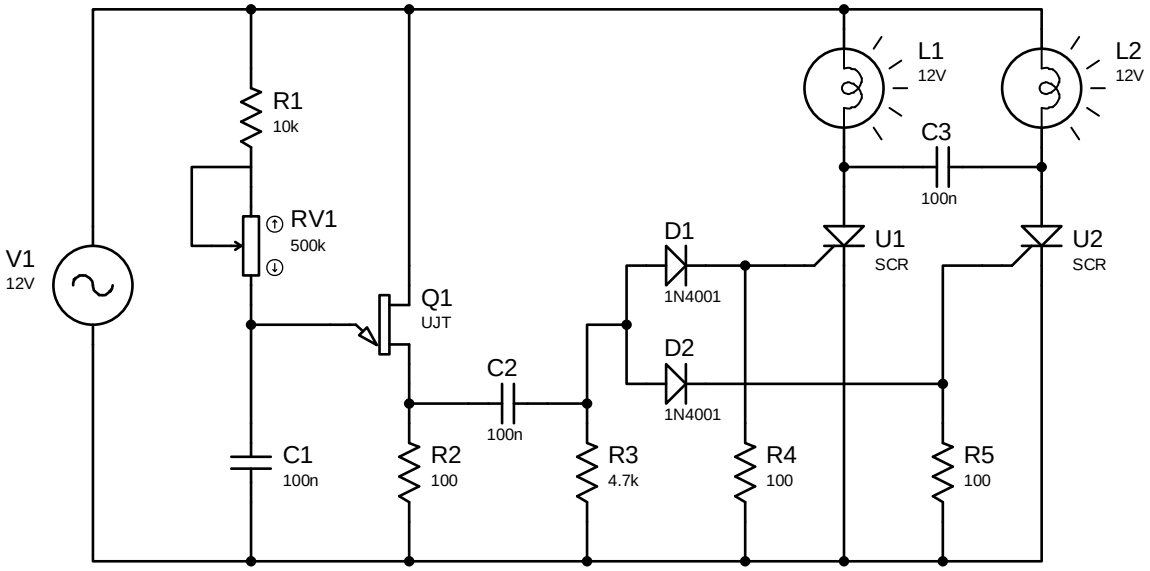
دیود $1N4001$،تریستور $BT151$ ، UJT،مقاومت Ω 100، $4.7\,k$ ، $10k$،پتانسیومتر $500k$،لامپ $12V$وخازن $100nF$

مقدمه:

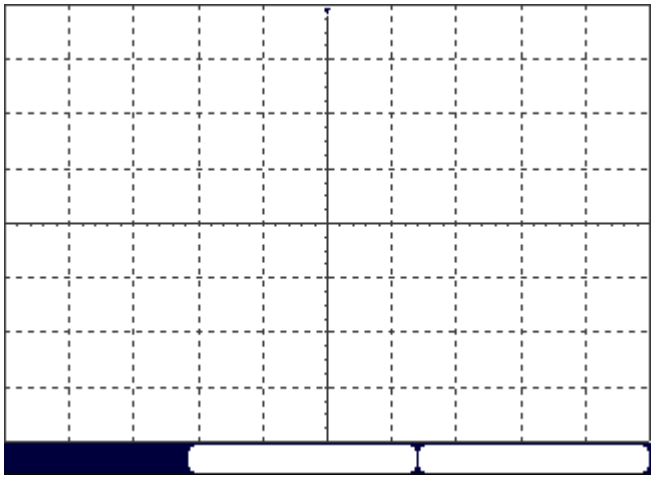
در آزمایشات قبلی روی تحریک SCR بحث شد و نحوه تحریک آن را بررسی کردیم در ایـن آزمـایش میخـواهیم یکی از انواع روش های خاموش کردن SCR یعنی کوتاسیون نوع Cرا که پر کاربرد ترین نوع کموتاسیون می باشـد را بررسی کنیم.چهار نوع کموتاسیون A، B، Cو Dوجود دارد که هر یک کاربرد خاص خود را دارند.

مراحل انجام آزمایش:

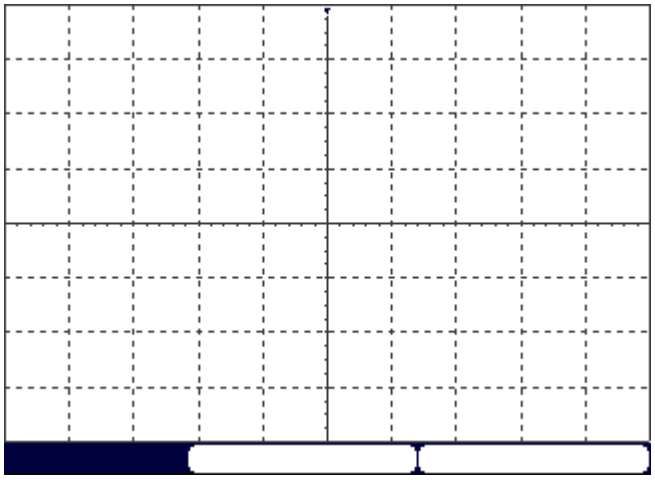
- مدار زیر را روی بردبرد ببندید.



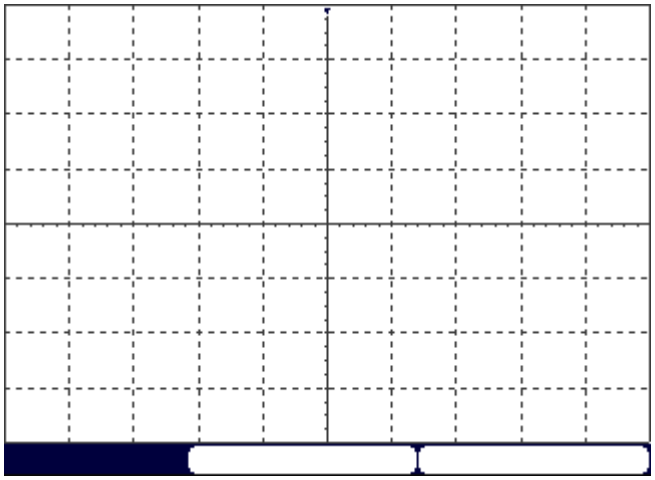
- شکل موج ورودی مدار را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.



- شکل موج نقاط A و B را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید.

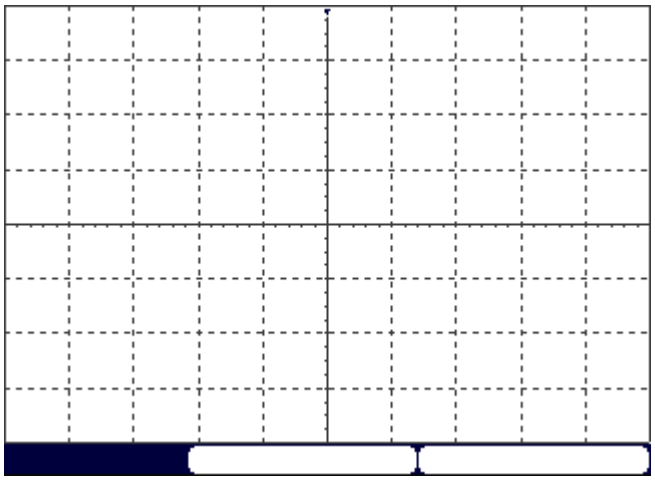


شکل موج نقطه A

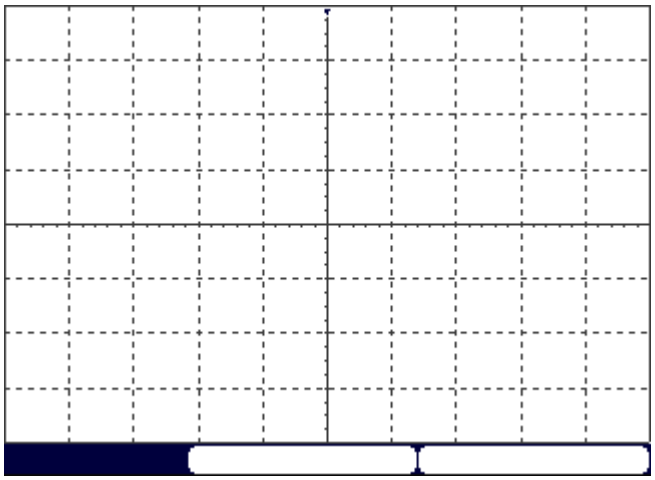


شکل موج نقطه B

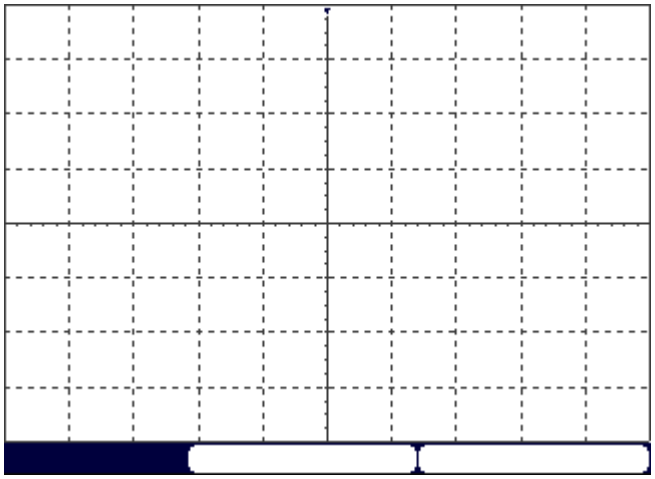
-شکل موج نقاط C و D را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و رسم نمائید. SCR_1 روشن و SCR_2 خاموش.



شکل موج نقطه C



شکل موج نقطه D



شکل موج نقطه D با ظرفیت خازن برابر $500uF$

- مطابق با شکل در زیر آمده عملکرد مدار فوق را به طور خلاصه شرح دهید.