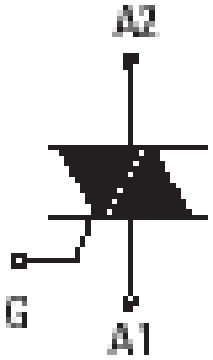
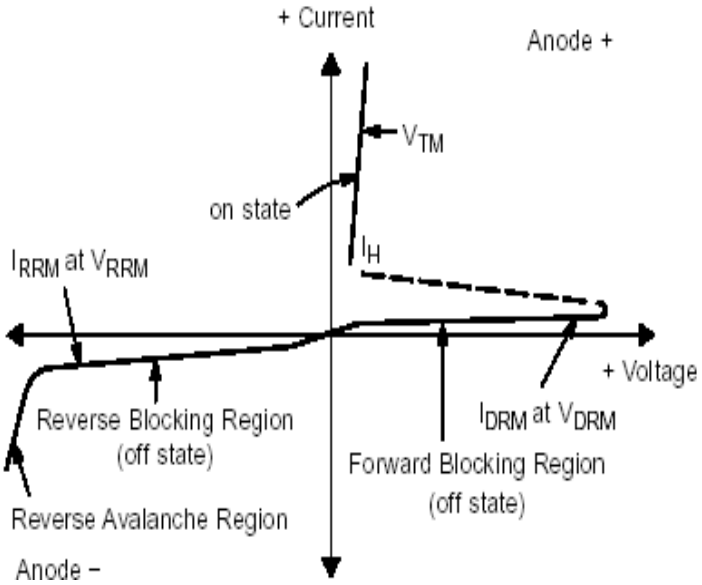
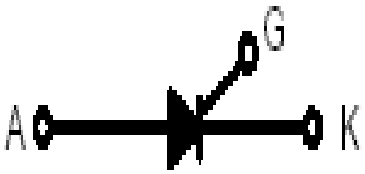
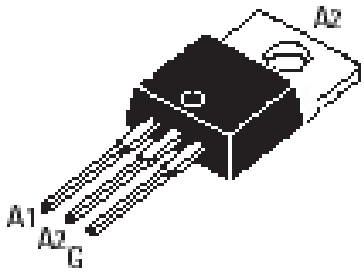
دستور کار

آزمایشگاه الکترونیک صنعتی









استاد :

مهندس محمد ذبیحی

فهرست مطالب

عناصر.....4

ديود..... 5

آزمايش شماره1..... 7

ديود زنر.....9

آزمايش شماره2 10

رگولاتورهاي سه پايه.....11

آزمايش 3.....12

يكسوساز تكفاز نيم موج كنترل نشده.....13

يكسو ساز نيم موج در بار اهمي - سلفي 14

آزمايش 4.....16

يكسوسازي تمام موج.....19

آزمايش 5.....21

دوبرابركنندةولتاژ.....23

آزمايش 6.....24

يكسوكنندة سه فاز نيم موج.....25

آزمايش 7.....26

يكسوكندة سه فاز تمام موج پل.....28

آزمایش 8.....29
تریستور.....31
آزمایش 9.....33
یکسوساز نیم موج کنترل شده.....37
یکسوساز تمام موج تمام کنترل شده.....38
یکسوساز تمام موج نیمه کنترل شده.....39
یکسوساز تمام موج، پل تمام کنترل.....40
یکسوساز نیم موج سه فاز تمام کنترل شده.....41
یکسوساز تمام موج پل سه فاز تمام کنترل شده.....41
آزمایش 10.....42
یکسوساز تمام موج پل تمام کنترل شده.....43
دیاك.....44
GTO.....45
UJT.....45
آزمایش 11 48
ترایاك.....49
آزمایش 12.....51

عناصر ← 1- هادی ها

2- نیمه هادی ها

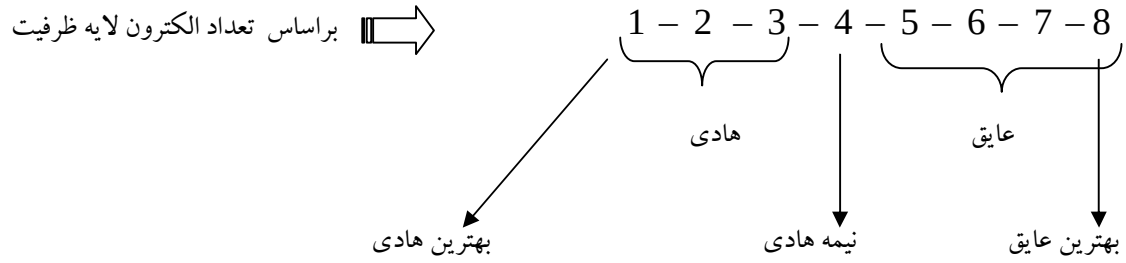
3- عایق ها

هادی ها : اگر اتم در لایه آخر (لایه ظرفیت) 1 یا2 الکترون داشته باشد، هادی نامیده می شود.

نیمه هادی ها : اگر اتم در لایه ظرفیت 4 الکترون داشته باشد، نیمه هادی نامیده می شود.مانند : کربن، سیلیسیم (سیلیکون)، ژرمانیم

Ge	Si	C
Z=32	Z=14	Z=6

عایق ها : اگر اتم در لایه ظرفیت بیش از 4 الکترون داشته باشد عایق نامیده میشود .



$2n^2$ = حداکثر الکترون هر لایه

شماره لایه

Z=32

Z=14

- پیوند کووالانسی (اشتراکی) در کریستال سیلیسیم (Si)

هر اتم Si با 4 اتم Si مجاور پیوند کووالانسی تشکیل می دهد. در دمای 273- سانتیگراد هیچ پیوندی شکسته نمی شود و هیچ الکترون آزادی در کریستال وجود ندارد. بنابراین کریستال Si کاملاً عایق است.در اثر گرما تعدادی از پیوندها شکسته شده والکترون آزاد میشود. جای خالی الکترون را حفره گویند.یک حفره به منزلهٔ یک بار مثبت است.

نا خالص کردن کریستال Si

1) با اتم های 5 ظرفیتی مانند AS (آرسنیک) – P فسفر
تولید نیمه هادی نوع N

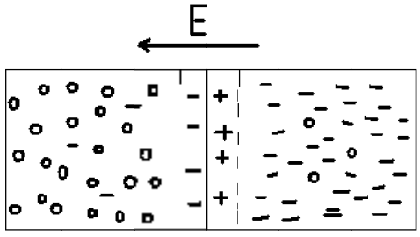
حامل های اکثریت (الکترون ها)
حامل های اقلیت (حفره ها)

2) با اتم های 3 ظرفیتی مانند AL (آلومینیوم)
تولید نیمه هادی نوع P که حامل های اکثریت حفره ها و حامل های اقلیت الکترون ها هستند.

اتصال P -N (تولید دیود نیمه هادی) :

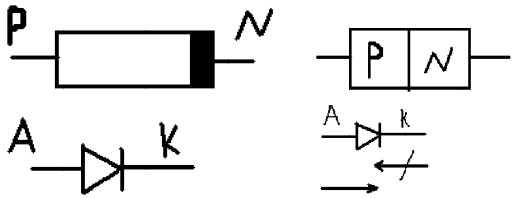
در اثر اتصال نیمه هادی P و N الکترون ها ی نیمه هادی N در محل اتصال وارد نیمه هادی P شده و حفره ها را پر می کنند، درنتیجه در این ناحیه (محل اتصال) نه الکترون آزاد وجود دارد نه حفره، این ناحیه را ناحیهٔ تخلیه گوییم.در ناحیهٔ تخلیه در نیمه هادی N یک عنصر 5 ظرفیتی الکترون از دست میدهد. پس به یون مثبت تبدیل می شود و در ناحیهٔ P یک عنصر 3 ظرفیتی الکترون می گیرد پس به یون منفی تبدیل می شود . بنابراین در ناحیهٔ تخلیه بارهای مثبت و منفی تولید شده و یک پتانسیل سد بوجود می آید. مقدار این پتانسیل برای دیودهای سیلیسیومی 7/ . و برای دیودهای ژرمانیومی2/ . ولت است.

میدان الکتریکی



ناحیهٔ تخلیه

نمای ساختمانی ومداری و شکل ظاهری دیود :



بایاس کردن دیود: منظور از بایاس کردن تغذیهٔ دیود با ولتاژ است.

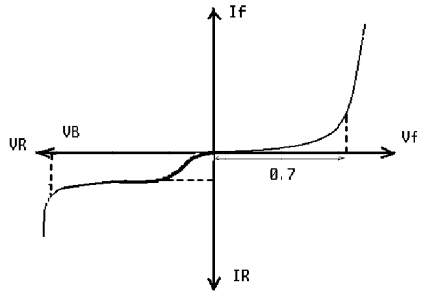
انواع بایاس دیود:

1- **بایاس مستقیم** F.B : اگر قطب مثبت باتری به نیمه هادی P و قطب منفی باتری به نیمه هادی N متصل باشد، دیود جریان را هدایت می کند.

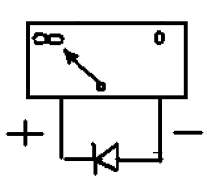
2- **بایاس معکوس** R.B : اگر قطب منفی باتری به نیمه هادی P و قطب مثبت باتری به نیمه هادی N متصل باشد، دیود جریان را هدایت نمی کند.

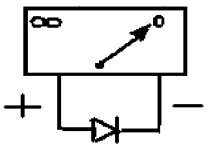
جریان اشباع معکوس دیود : در بایاس معکوس جریان بسیار ضعیفی در اثر عبور حامل های اقلیت در دیود ایجاد می شود. مقدار این جریان بسیار کم بوده و به جنس نیمه هادی و به گرمای محیط بستگی دارد.

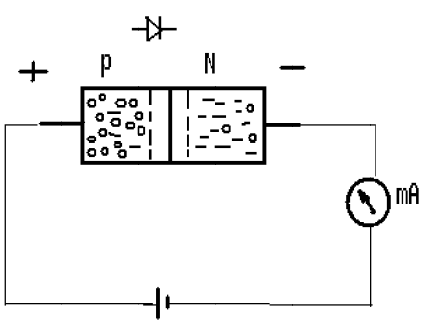
رسم منحنی ولت آمپر دیود در بایاس مستقیم و معکوس:

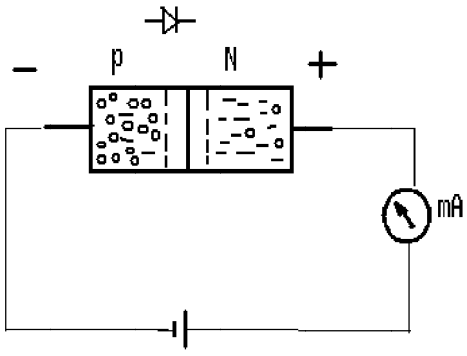


تست دیود توسط اهم متر آنالوگ:





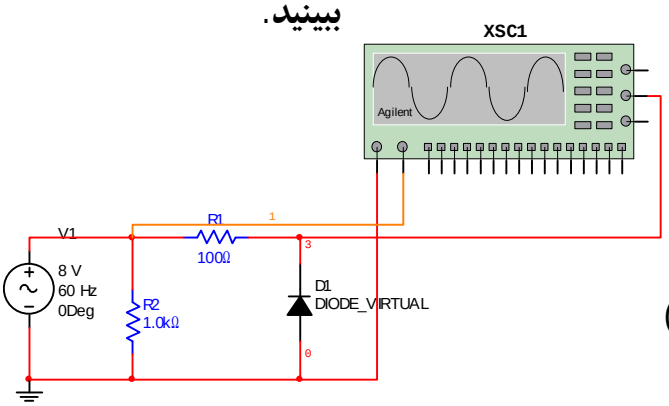


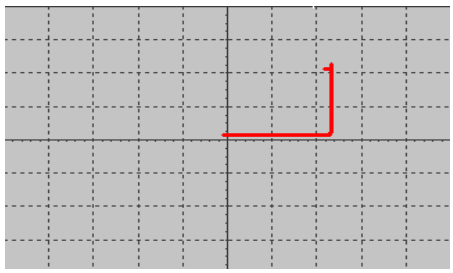


آزمایش 1)

1) تست دیود

2) الف- مدار زیر را بسته واسکوپ را در وضعیت xy قرار دهید و منحنی ولت آمپر دیود را ببینید.

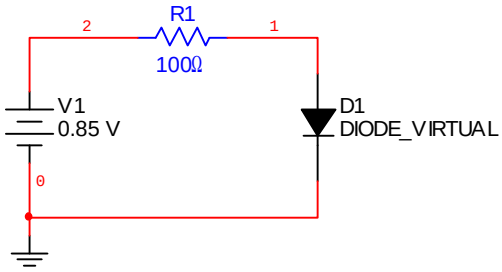




ب) ولتاژ شروع هدایت (ولتاژ آستانه) را بیابید.(V_γ)

ج) دیود شما از نوع سیلیسیم است یا ژرمانیم ؟

3) مدار زیر را بسته و جدول زیر را کامل کنید.

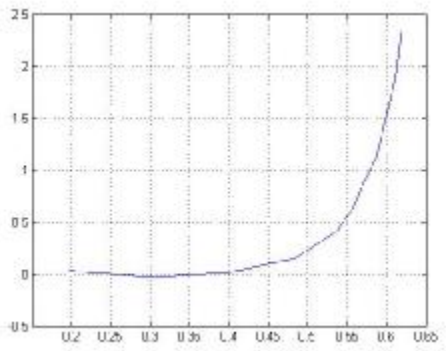


$$VR = Vs - Vd$$

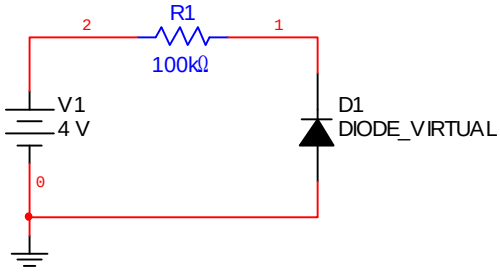
$$Id = \frac{VR}{R}$$

Vs	200 0/2	300 0/3	400 0/4	500 0/5	580 0/58	600 0/6	620 0/62	650 0/65	700 0/7	800 0/8	850 0/85	mv V
Vd												V
VR												V
Id												mA

سپس با توجه به نقاط بدست آمده از جدول (Id و Vd) منحنی ولت آمپر دیود را در بایاس مستقیم رسم کنید. Id= f (Vd)



4) مدار زیر را بسته ، جدول زیر را کامل کرده ، سپس با استفاده از جدول منحنی ولت آمپر دیود را در بایاس معکوس رسم کنید.



VR = Vs - Vd

$$Id = \frac{VR}{R}$$

Vs	4	8	12	15	20	25	30	V
Vd								V
VR=Vs-Vd								V
Id								µA

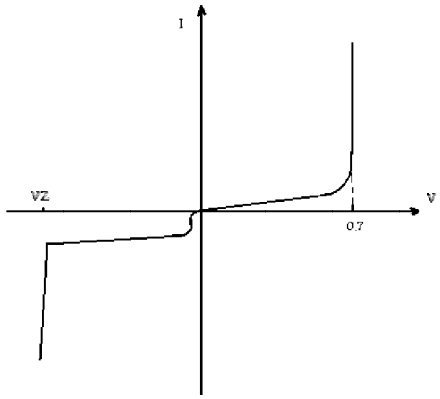
دیود زنر:

همانند دیود معمولی از اتصال دو کریستال P و N تشکیل شده است. جنس نیمه هادی از نوع سیلیکون بوده و در بایاس موافق مانند یک دیود معمولی است. برخلاف دیودهای معمولی که در بایاس مخالف در ناحیهٔ شکست آسیب می بینند دیود زنر به گونه ای ساخته شده است تا بتواند در ناحیهٔ شکست کار کند. وقتی ولتاژ بایاس مخالف دو سر دیود را به تدریج زیاد کنیم در یک ولتاژ خاص دیود شروع به هدایت می کند، ولتاژی که دیود زنر به ازای آن در بایاس معکوس هادی می شود، به ولتاژ شکست زنر معروف است.

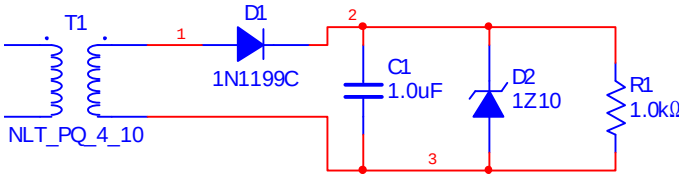
علامت دیود زنر

منحنی مشخصهٔ ولت آمپر دیود زنر:

در بایاس موافق مانند یک دیود سیلیکونی است، در بایاس معکوس تا ولتاژ خاصی بنام ولتاژ شکست جریان بسیار ناچیز نشتی از دیود می گذرد و در ولتاژ شکست جریان عبوری از دیود افزایش یافته و ولتاژ دو سر دیود تقریباً ثابت می ماند. به همین منظور از دیود زنر می توان برای تثبیت ولتاژ استفاده کرد.



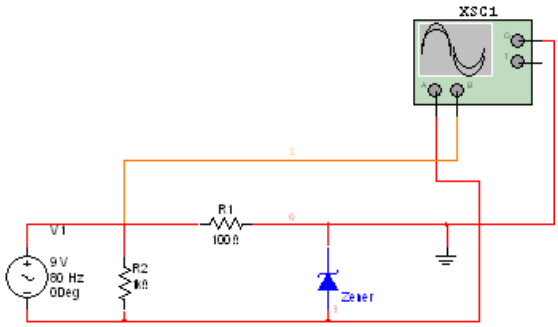
استانداردهای ولتاژ زنر: معمولاً از 2/4 ولت تا 200 ولت ساخته می شوند. از دیود زنر می توان بعنوان رگولاتور ولتاژ استفاده کرد.

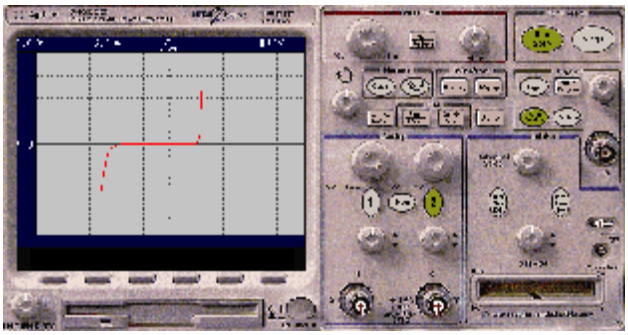


نکته : از دیود زنر می توان به عنوان تثبیت کنندهٔ ولتاژ در خروجی تمام یکسوکننده ها استفاده کرد.

آزمایش 2)

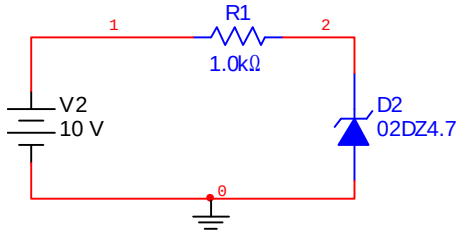
1) رسم منحنی ولت آمپر دیود زنر



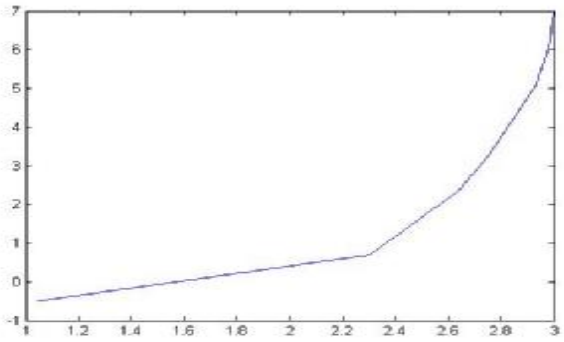


2) مدار زیر را بسته و جدول را کامل کنید:

سپس با توجه به اعداد بدست آمده منحنی ولت آمپر دیود زنر را رسم کنید.

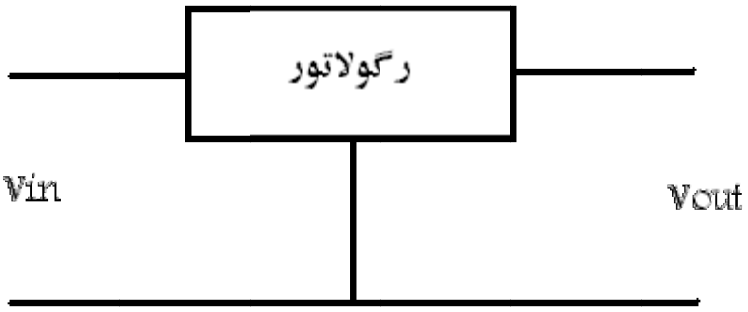


Vs	1	3	5	6	8	9	10	v
Vz								v
VR=Vs- Vz								v
$\frac{VR}{R}$ Iz =								mA



رگولاتورهای سه پایه: Three Terminal Regulator

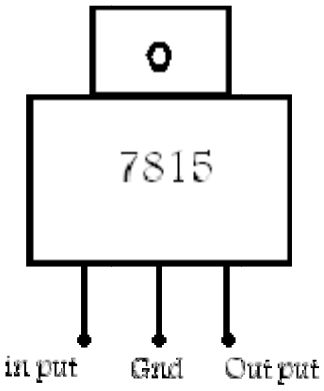
یک رگولاتور سه پایه یک مدار مجتمع (آی سی) می باشد که رگولاتور ولتاژ در آن طراحی، محاسبه و ساخته شده است. ولتاژ غیر رگوله (با تغییرات) به ورودی و ولتاژ رگوله شده در خروجی آن دریافت می شود.

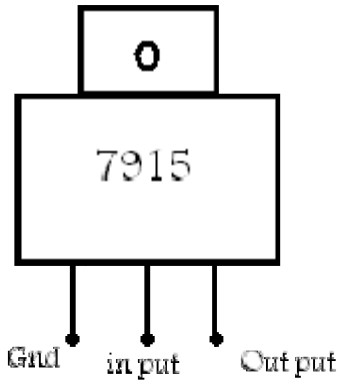


این رگولاتورها برای ولتاژهای مختلف از جریان های میلی آمپری تا چندین آمپر برای کاربردهای مختلف وجود دارند. بطور کلی دو نوع رگولاتور ولتاژ وجود دارد:

1)سری مثبت ⇦ سری 78xx ⇦ مثال: 7805 – 7809 – 7812–7815

2)سری منفی ⇦ سری 79xx ⇦ مثال: 7905 – 7909 – 7912–7915

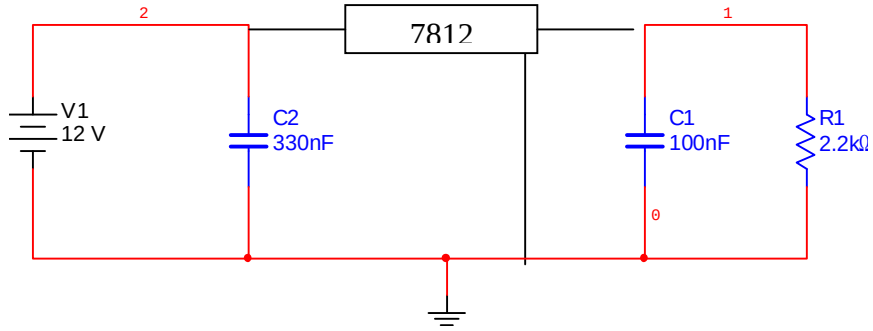




آزمایش 3)

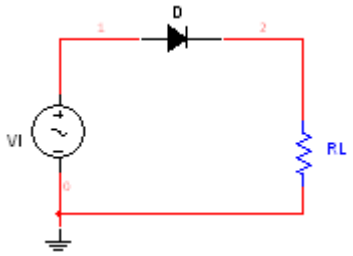
استفاده از رگولاتورهای سه پایه ای تثبیت ولتاژ

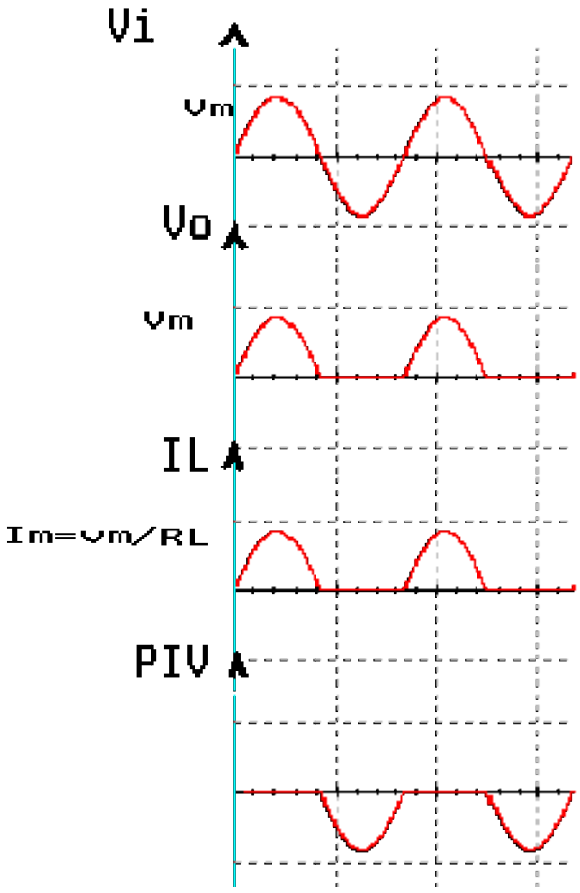
مدار زیر را بسته و جدول را کامل کنید :



Vs	12	15	20	25	30	V
Vo						V
I						mA

یکسوساز تکفاز نیم موج کنترل نشده





PIV (Peak Inverse voltage) ولتاژ ماکزیمم معکوس : به ولتاژ معکوسی که در حالت قطع دو سر دیود افت می کند و دیود آن را عبور نمی دهد PIV گویند.

روابط در یکسوساز نیم موج :

wt Vi=Vm Sin

$=0/318Vm\frac{Vm}{p}=q\,dq$ Vm Sin $\int_0^p$ $\frac{1}{2p}$ Vo=

خروجی DC یا متوسط ولتاژ Vo= $\frac{Vm}{p}$ = 0/318 Vm

ماکزیمم ولتاژ معکوس دو سر دیود PIV= Vm ولتاژ مؤثر $\frac{Vm}{2}$ Vrms=

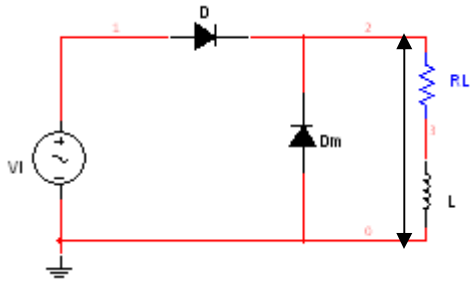
توان dc Pdc= Vdc*Idc= 0/318Vm*0/318Im= (0/318) Vm.Im

توان Pac= Vrms*Irms=0/5Vm*0/5Im= (0/5) ^{۲}Vm.Im

راندمان (ضریب بهره) h = *100=40/5 % $\frac{(0.318)}{(0.5)^{۲}}$ *100= $\frac{Pdc}{Pac}$ ac

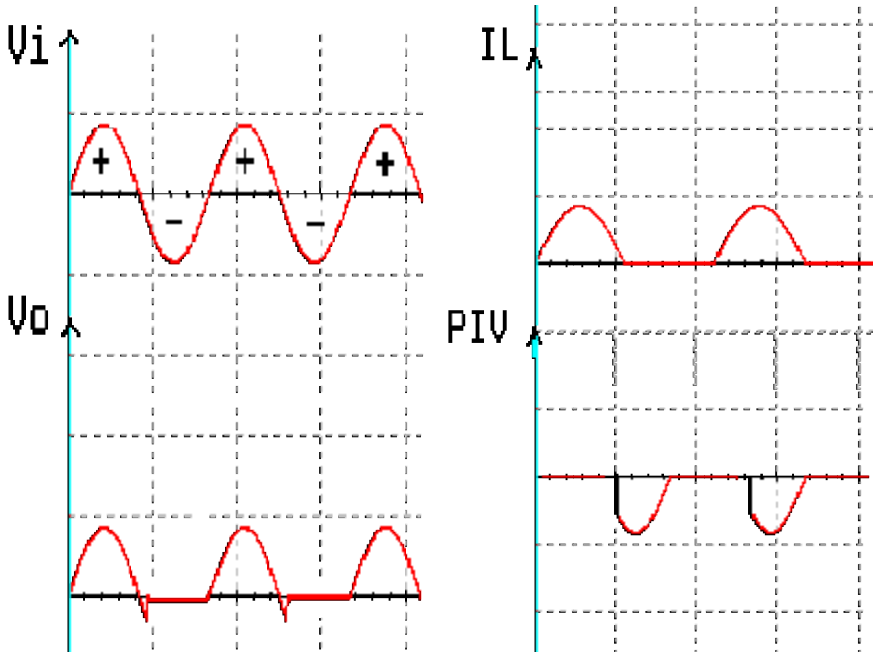
فرکانس خروجی fo = f i فرکانس ورودی

یکسوساز نیم موج در بار اهمی - سلفی



$W_L = \frac{1}{2} L I^2$ ← انرژی ذخیره شده در سلف

$W_C = \frac{1}{2} C V^2$ ← انرژی ذخیره شده در خازن

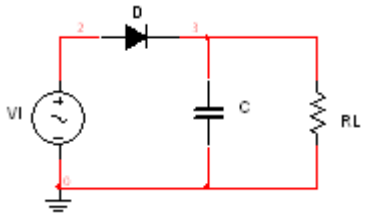


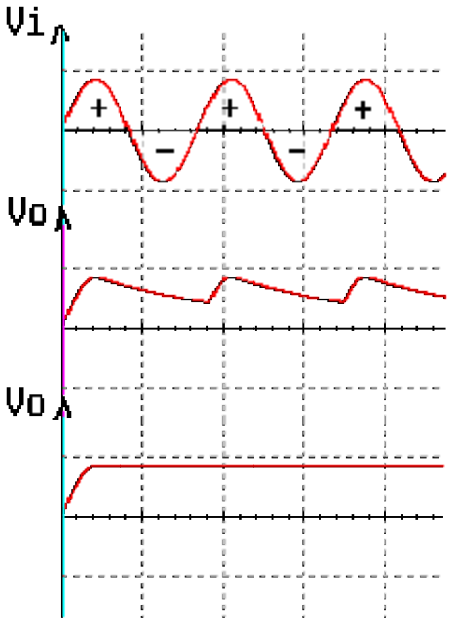
** بار سلفی باعث می شود که قسمتی از نیم سیکل منفی روی بار خروجی ظاهر شود. برای حذف این قسمت از شکل موج ، از دیود هرزگرد یا دیود کموتاسیون استفاده می شود(Dm).

** دیود هرزگرد به صورت موازی معکوس با بار خروجی قرار می گیرد . نقش این دیود جلوگیری از معکوس شدن ولتاژ بار یا انتقال جریان بار به بیرون از یکسوکنندهٔ اصلی می باشد.

در بار سلفی انرژی ذخیره شده در سیم پیچ ($w = \frac{1}{2} L I^2$) پس از نیم سیکل مثبت به مدار تزریق می شود. دیود کموتاسیون این انرژی را بازیافت می کند و باعث ایجاد یک جریان چرخشی بین بار و دیود کموتاسیون می شود و مانع ورود این انرژی به منبع می شود.

ولتاژ خروجی با فیلتر خازنی :





ولتاژ خروجی در حالت بی باری

$$C = \frac{Iout}{Fo * Vr.pp}$$

ظرفیت خازن صافی

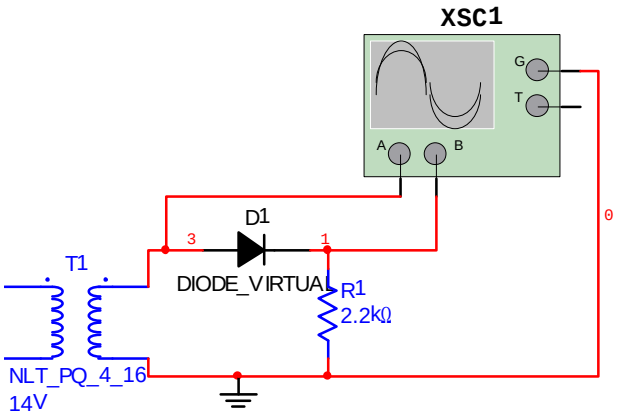
فرکانس خروجی

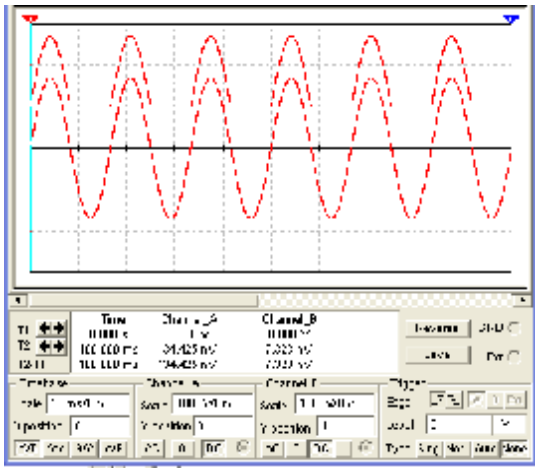
ولتاژ ریپل خازن

Vr.pp = ولتاژ ریپل خازن: با افزایش ظرفیت خازن مقدار ریپل کاهش می یابد. درنتیجه شکل موج خروجی یکسوساز صاف تر می شود.

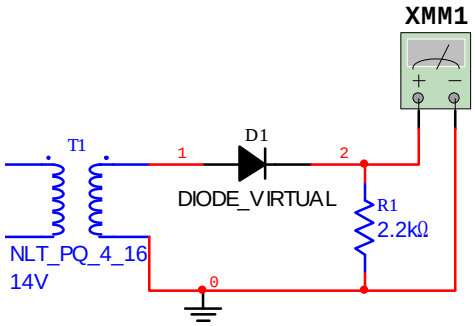
آزمایش 4)

A) مدار زیر را بسته و شکل موج ورودی و خروجی را با حفظ رابطه زمانی نسبت به هم رسم کنید.



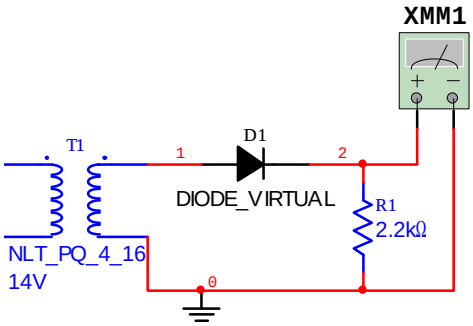


B) مقدار ولتاژ dc موجود در شکل موج خروجی را بیابید.(با استفاده از ولتمتر Dcو اسکوپ)



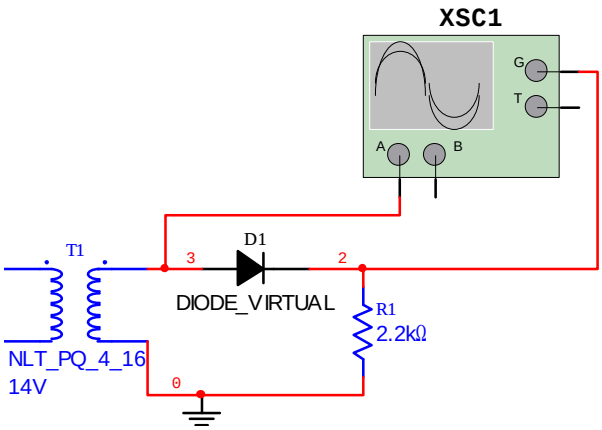
Vdc

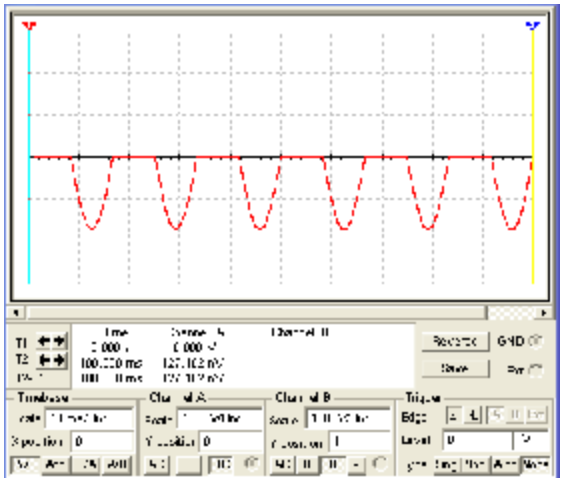
C) مقدار ولتاژ مؤثر (Vrms) خروجی را اندازه گیری کنید.(با استفاده از ولتمتر Acو اسکوپ)



Vac

D) شکل موج دو سر دیود (PIV) را با اسکوپ ببینید .

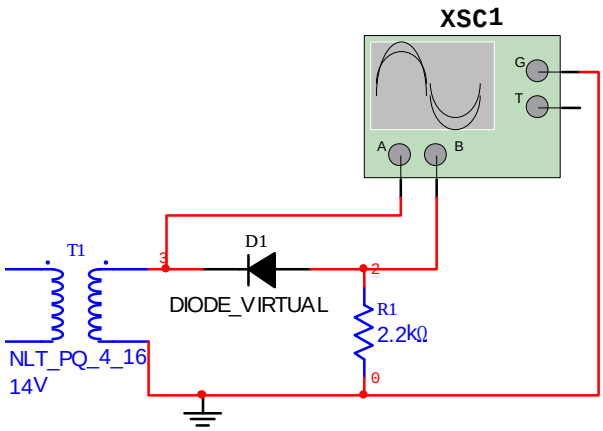


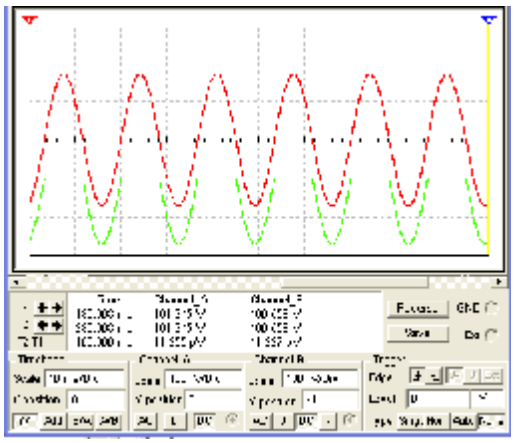


E) مقدار PIV را بیابید .

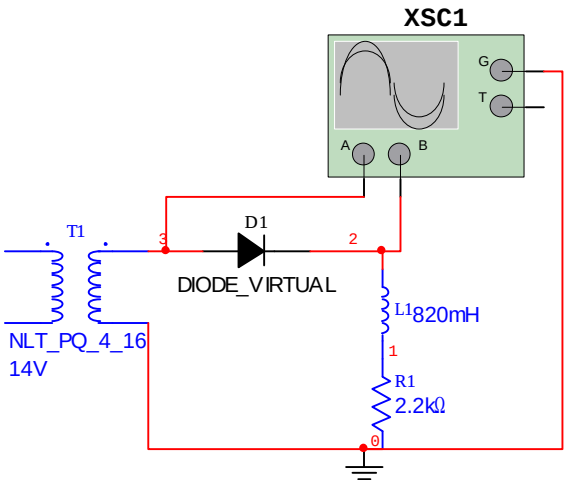
F)فرکانس موج خروجی چقدر است ؟

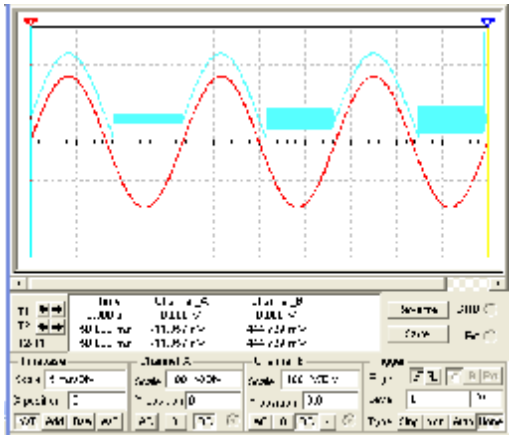
G) جهت دیود را عوض کرده و شکل موج خروجی را رسم کنید .



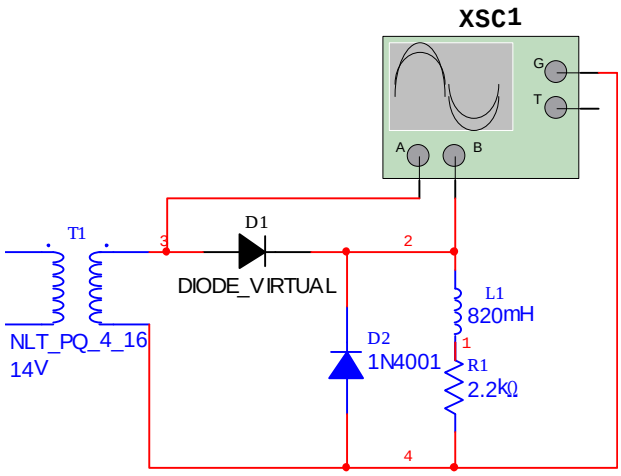


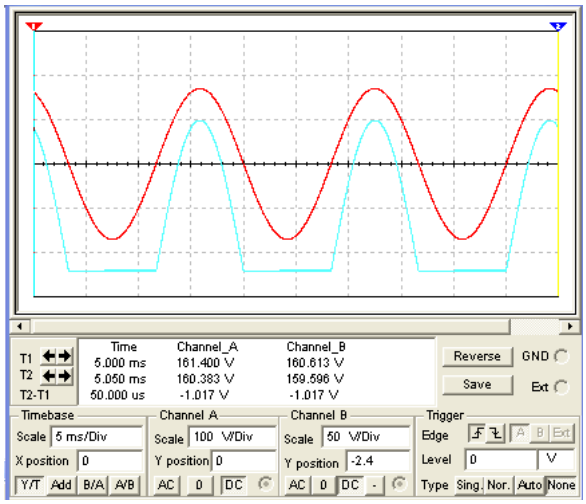
H) یک سلف با مقاومت خروجی سری کرده و شکل موج ورودی وخروجی را رسم کنید.





I) موازی با خروجی از دیود هرزگرد استفاده کرده و شکل موج خروجی را ببینید.

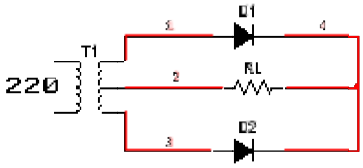


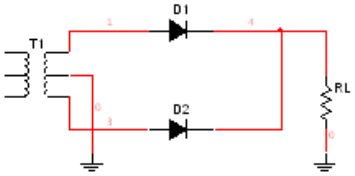


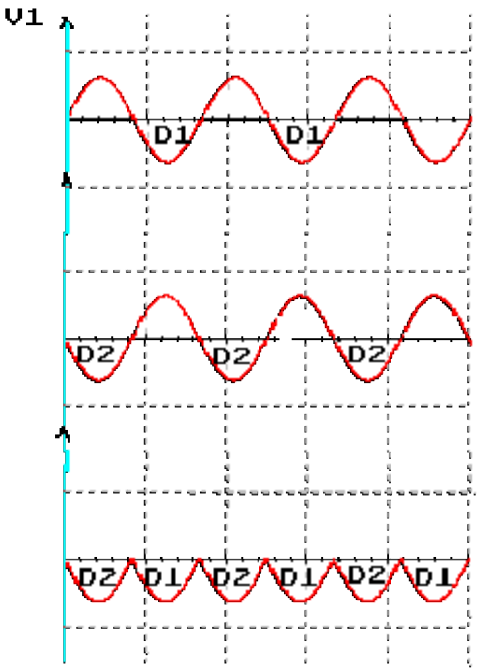
یکسوسازی تمام موج ⟵ 1- با دو دیود و ترانس سروسط

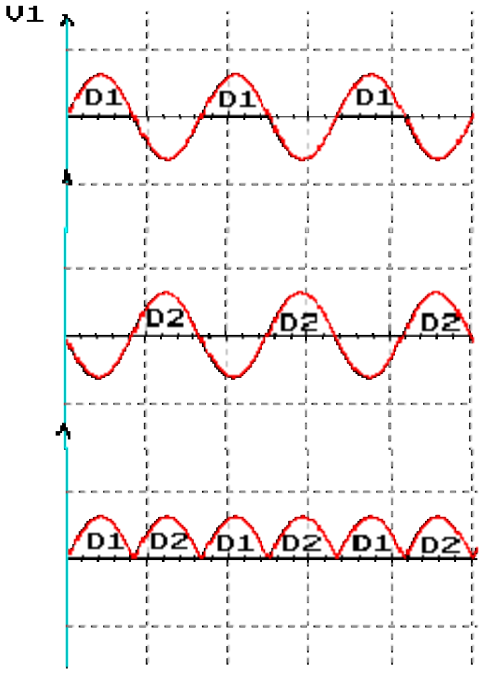
2- با چهار دیود (پل دیودی)

1- یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط :

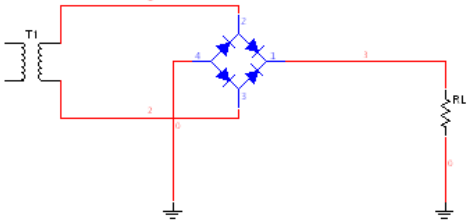


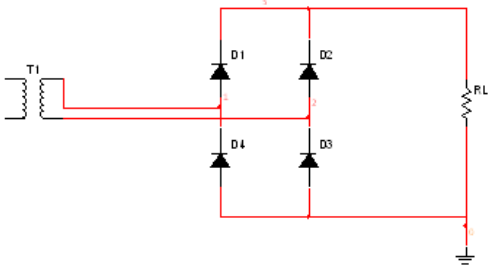


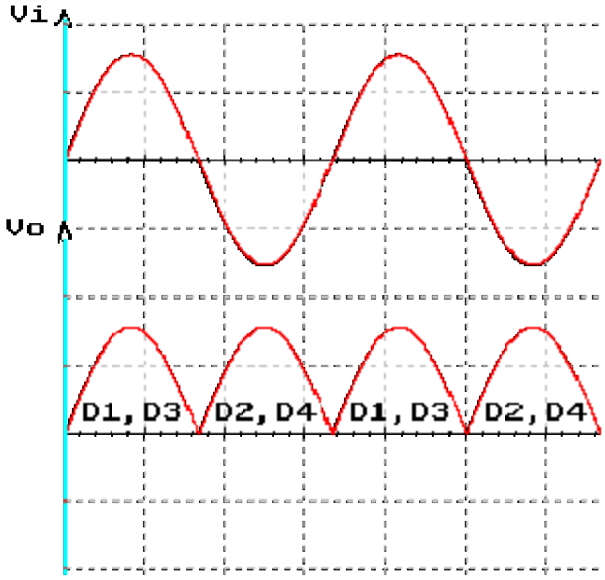




2-یکسوساز تمام موج پل :







t *w* Vi= Vm Sin

$\frac{1}{p}$ Vo= Vdc= $\frac{2Vm}{p}$ =*q* d *q* Sin $\int_0^p$

ولتاژ متوسط یا dc خروجی =0.636 Vm $\frac{2Vm}{p}$ Vo=Vdc=

ولتاژ مؤثر = 0.707 $\frac{Vm}{\sqrt{2}}$ Vrms= Vm

فرکانس خروجی fo =2 f i فرکانس ورودی

در ترانس سر وسط PIV = 2Vm

در یکسوساز پل PIV = Vm

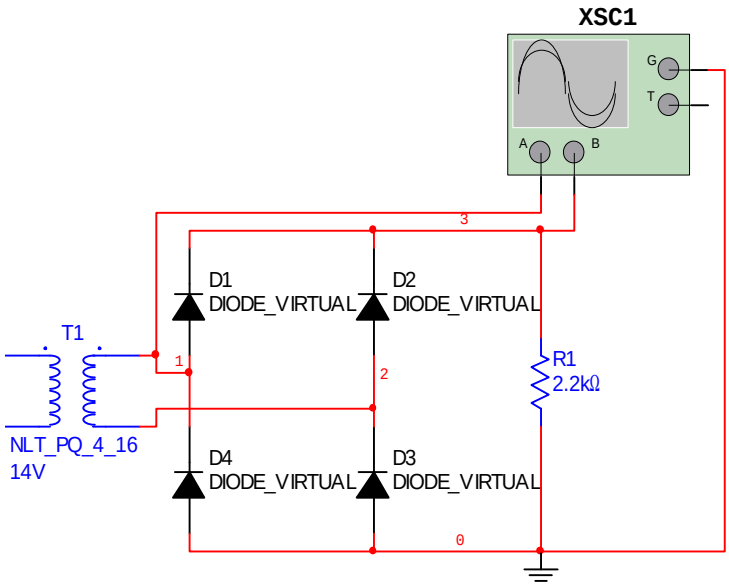
dc توان Pdc= Vdc*Idc= 0.636Vm*0. 636Im= (0. 636)^{۲} Vm.Im

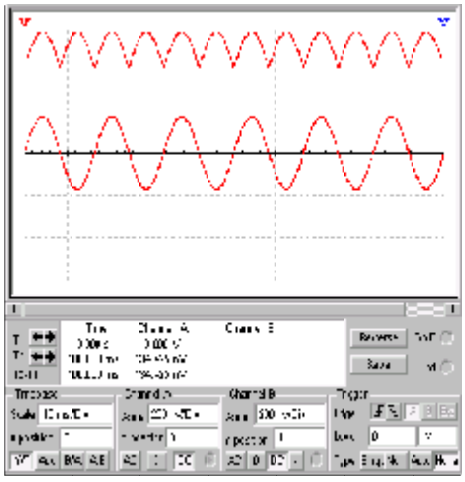
acتوان Pac= Vrms*Irms=0.707Vm*0.707Im= (0.707)^{۲} Vm.Im

راندمان (ضریب بهره) *h* = $\frac{Pdc}{Pac}$ *100=(0.636/0.707)*100= 80 %

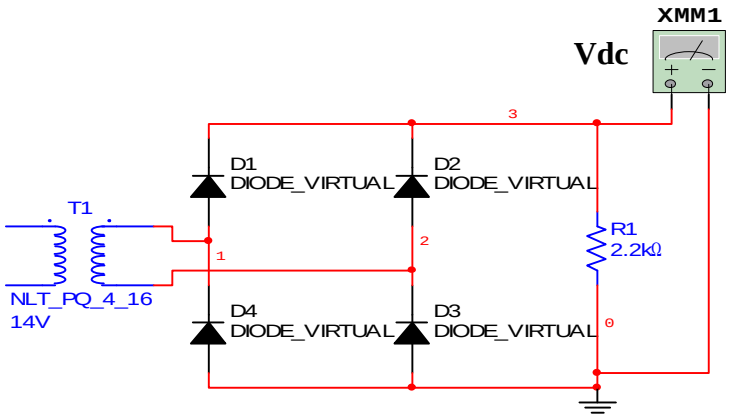
آزمایش 5)

A) مدار زیر را بسته و شکل موج ورودی و خروجی را با حفظ رابطه زمانی نسبت به هم رسم کنید.

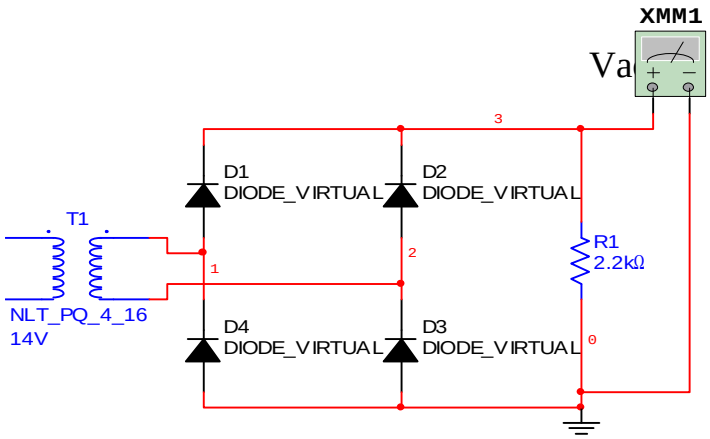




B) مقدار ولتاژ متوسط (dc) خروجی چقدر است ؟

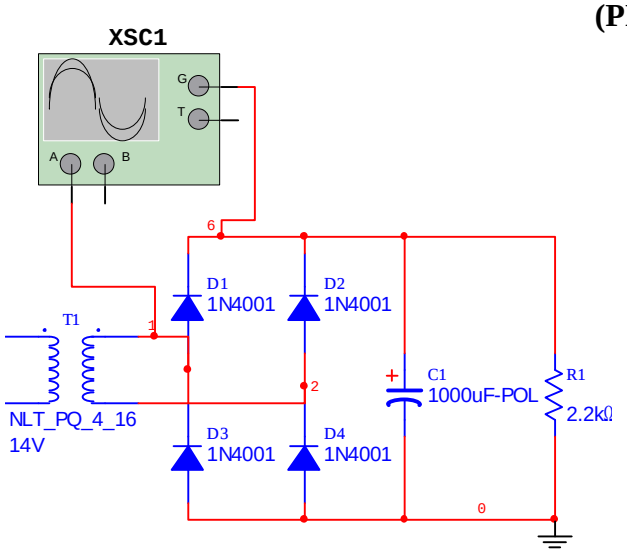


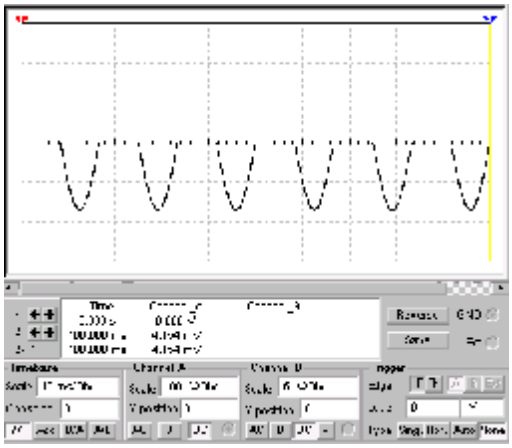
C) مقدار ولتاژ مؤثر (Vrms) خروجی چقدر است ؟



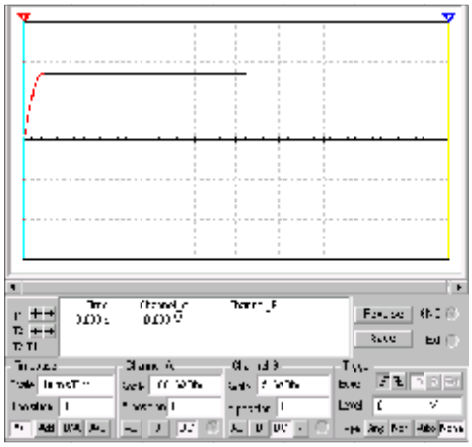
D) فرکانس موج خروجی را بیابید :

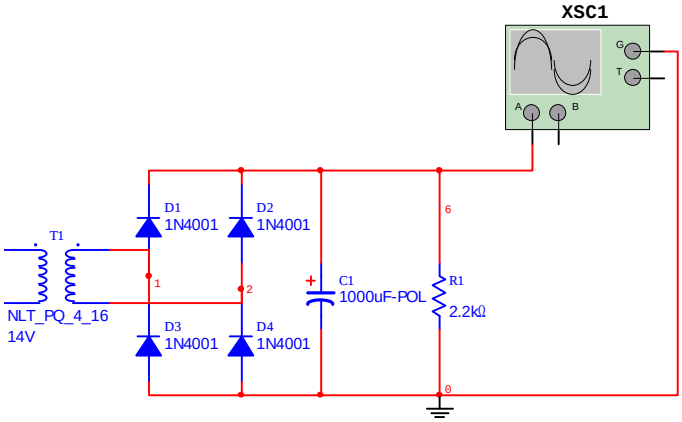
E) شکل موج دو سر D1 را رسم کنید.(PIV)

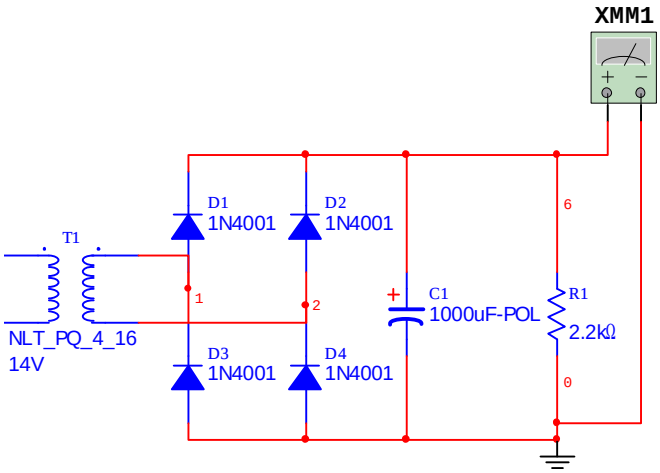




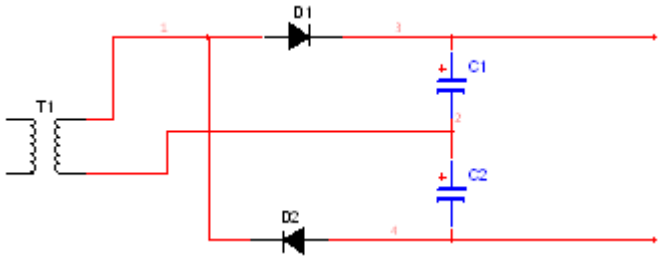
F) شکل موج خروجی را با قرار دادن یک صافی خازنی (c =1000 µf) رسم کرده و مقدار ولتاژ خروجی را اندازه گیری کنید.







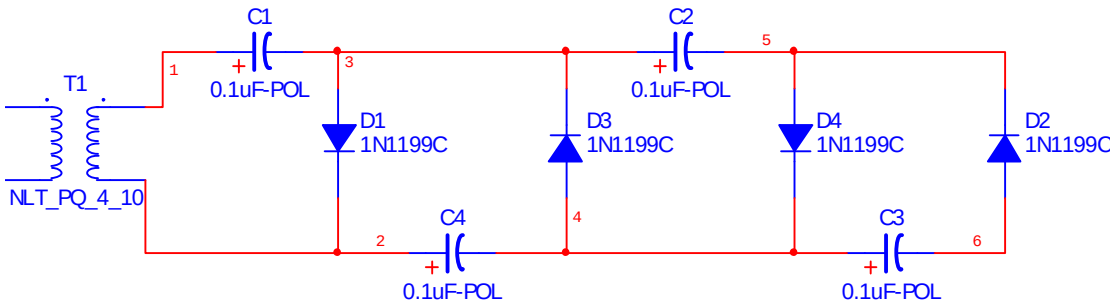
دو برابر کنندهٔ ولتاژ :



Vo= 2Vm

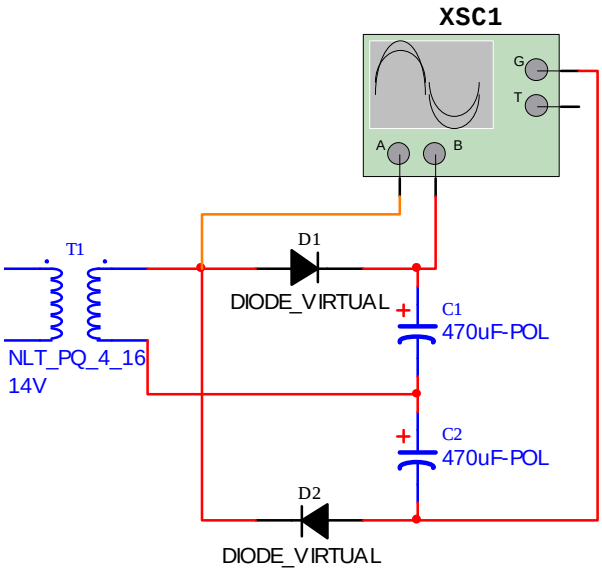
با استفاده از دیود و خازن می توان مدارات چند برابر کنندهٔ ولتاژ طراحی کرد. شکل مقابل مدار دوبرابرکنندهٔ ولتاژ نشان می دهد. در نیم سیکل مثبت خازن C1 به اندازهٔ Vm شارژ می شود زیرا D1 وصل و D2 خاموش (قطع) است. در نیم سیکل منفی D1 قطع و D2 وصل است بنابراین خازن C2 به اندازهٔ Vm شارژ می شود. بنابراین ولتاژ خروجی دو برابر Vm خواهد شد.

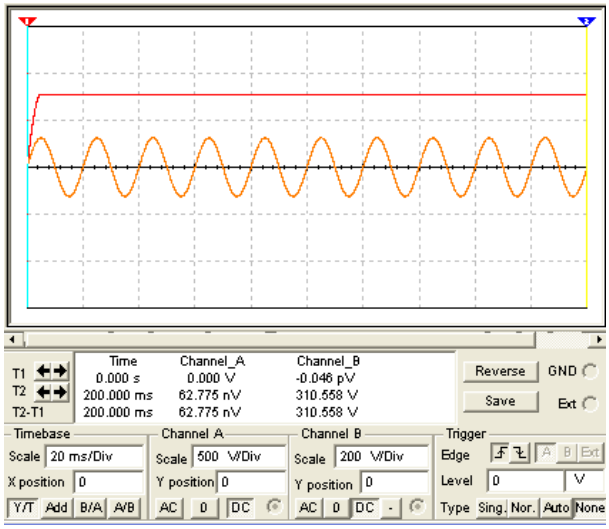
مدار چند برابر کنندهٔ ولتاژ:



آزمایش 6)

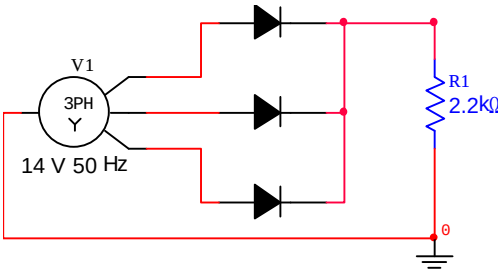
A) مدار دو برابرکننده ولتاژ زیر را بسته، ولتاژورودی و خروجی را رسم کنید.

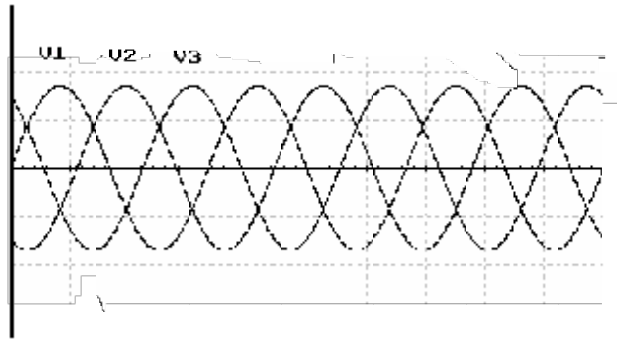




B) مقدار ولتاژ خروجی چقدر است؟ چرا ؟

یکسوکنندۀ سه فاز نیم موج





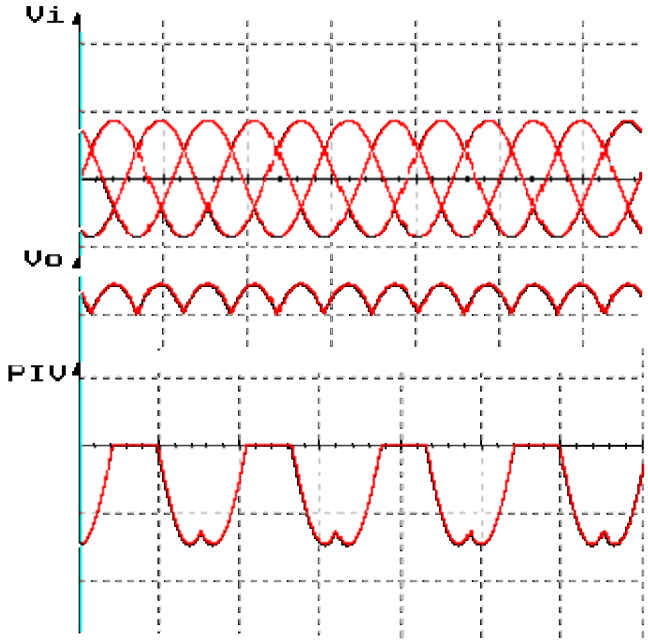
نکته 1: شرط هدایت دیود مثبت تر بودن آندش نسبت به کاتدش می باشد.

نکته 2: هر دیود به اندازۀ 120 درجه هدایت می کند یعنی جریان هر فاز 120 درجه فعال است .

ولتاژ سه فازه ورودی

ولتاژ خروجی

ماکزیمم ولتاژ معکوس دو سر هر دیود



روابط مربوط به یکسو ساز سه فاز نیم موج :

$$\frac{3\sqrt{3}}{2p} = q\,dq\ Vm\ Sin \int_{\frac{p}{6}}^{\frac{5p}{6}} \quad \frac{3}{2p}\ Vdc = Vm$$

ولتاژ متوسط یا dc خروجی ← $Vdc = Vo = Vm = 0.827\ Vm$ $\frac{3\sqrt{3}}{2p}$

ولتاژ مؤثر خروجی ← $Vrms = 0.841\ Vm$

$PIV = Vm\ \sqrt{3}$

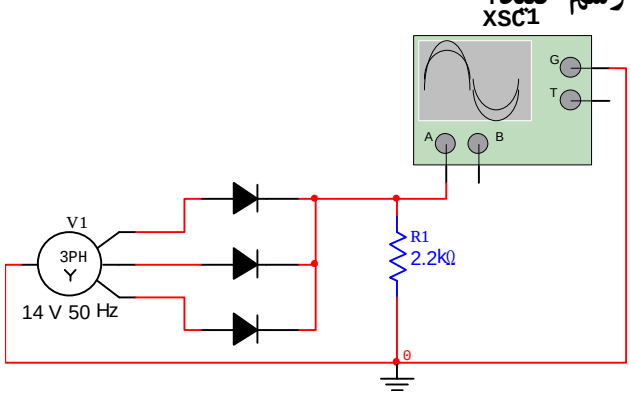
فرکانس ورودی $Fo=3fi$ فرکانس خروجی

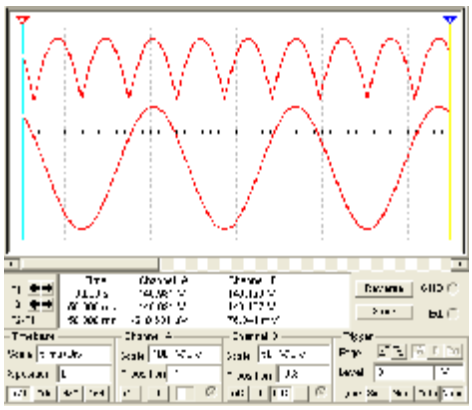
$$\begin{cases} Pdc = Vdc * Idc = 0.827\ Vm * 0.827\ Im \\ Pac = Vrms * Irms = 0.841\ Vm * 0.841\ Im \end{cases}$$

$$\eta = \frac{Pdc}{Pac} * 100 = 96.77\ \%$$

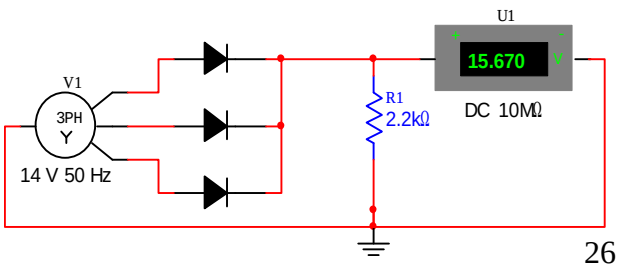
آزمایش 7)

A) مدار مقابل را بسته ، شکل موج خروجی را رسم کنید.

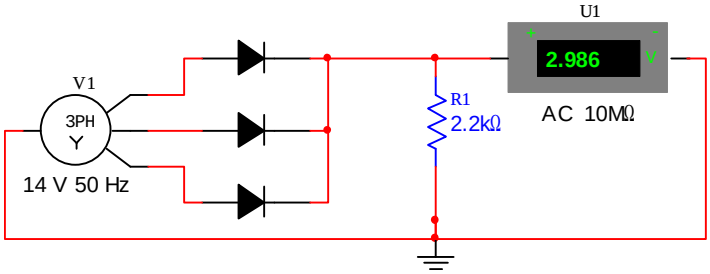




B)مقدار ولتاژdc خروجی چقدر است؟

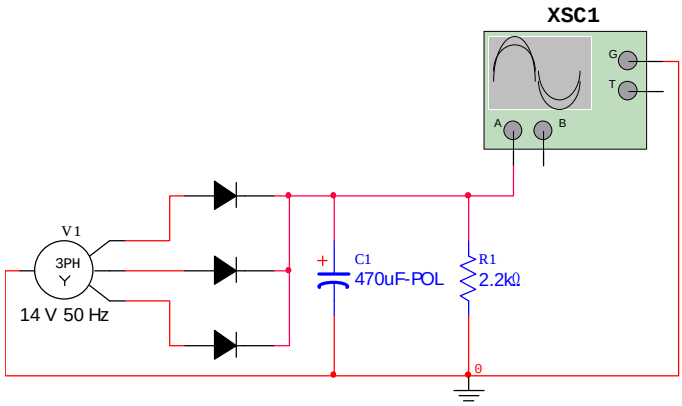


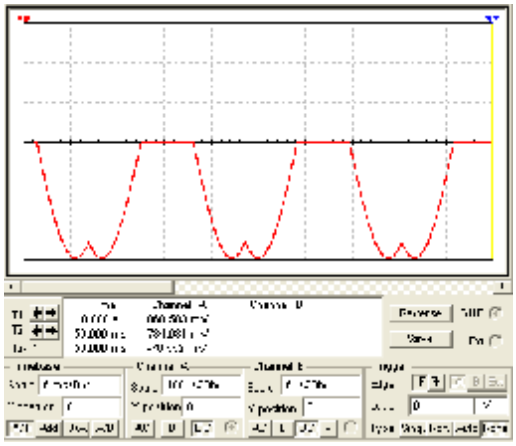
C) مقدار ولتاژ مؤثر Vrms خروجی چقدر است؟



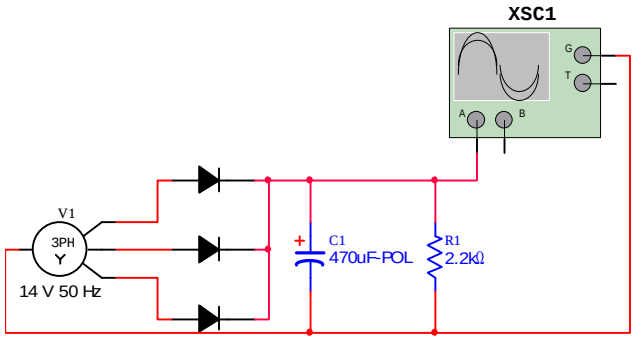
D) فرکانس خروجی چقدر است ؟

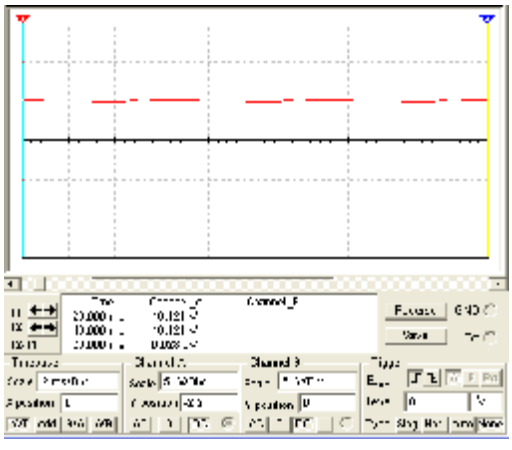
E) ولتاژ دو سر D1 را رسم کنید.(PIV)



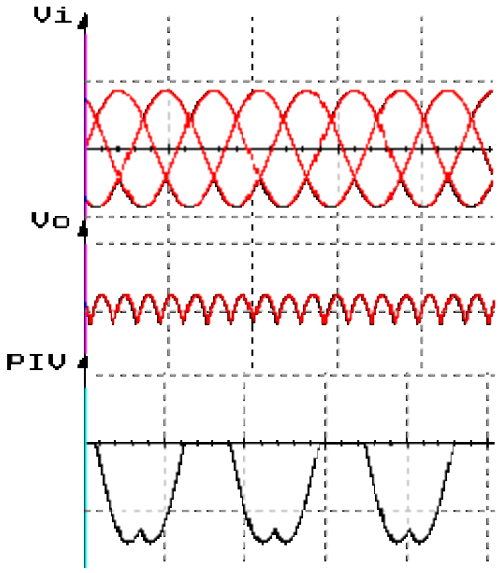


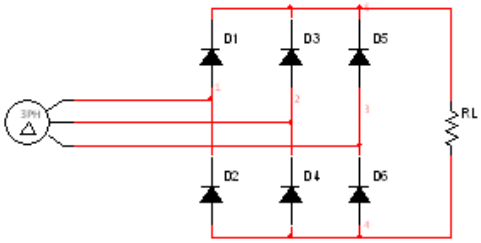
F) یک خازن 220 µf با خروجی موازی کرده و شکل موج خروجی را رسم کنید.





یکسوکنندهٔ سه فاز تمام موج پل





نکته1 : در تمام موج پل هر دیود به اندازهٔ 60 درجه جریان از آن می گذرد و فعال است.

نکته 2: ولتاژ خروجی : اختلاف ولتاژ بین دو فاز یعنی ولتاژ خطی است که روی بار می افتد.

نکته3 : در نیم موج $Vdc= Vm \frac{3\sqrt{3}}{2p}$ که در تمام موج صورت در 2 ضرب می شود.

یادآوری ⇐ نیم موج $Vdc= Vm \frac{3\sqrt{3}}{2p}$

تمام موج سه فاز $Vdc=2\times vm \frac{2*3\sqrt{3}}{2p} = q\, dq\, Vm \sin \int_{\frac{p}{6}}^{\frac{5p}{6}} \frac{3}{2p}$

$Vdc= vm \frac{2*3\sqrt{3}}{2p}$

ولتاژ متوسط یا dc خروجی $Vdc= Vm= 1.6542\ Vm \frac{3\sqrt{3}}{p}$

ولتاژ مؤثر $Vrms= 1.6554\ Vm$

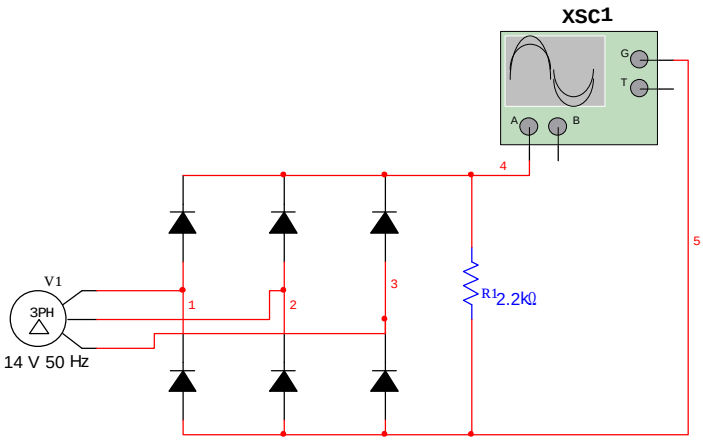
راندمان $\% h = *\frac{Pdc}{Pac} 100= 99/86\ \%$

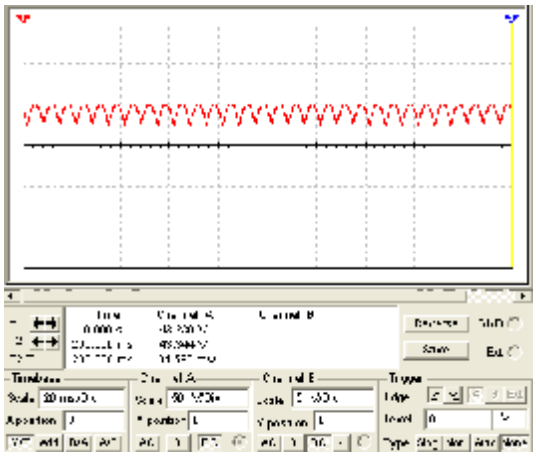
$PIV= vm \sqrt{3}$

fo=6fi

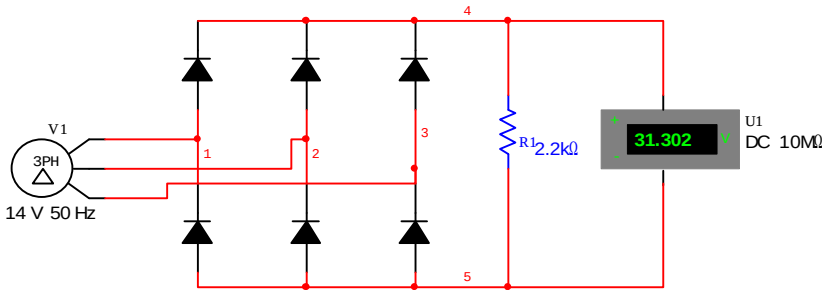
آزمایش 8)

A)- مدار مقابل را بسته و شکل موج خروجی را رسم کنید.

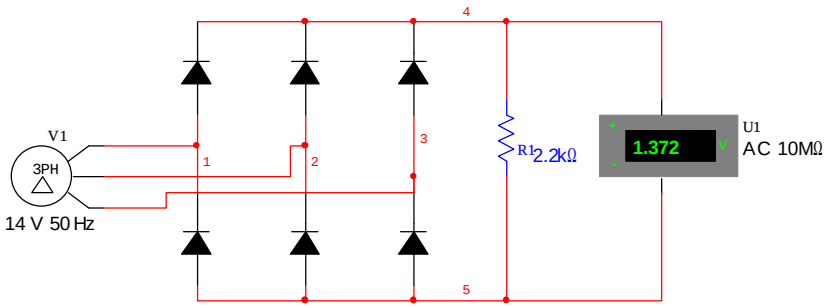




B)- مقدار ولتاژ dc خروجی چقدر است؟

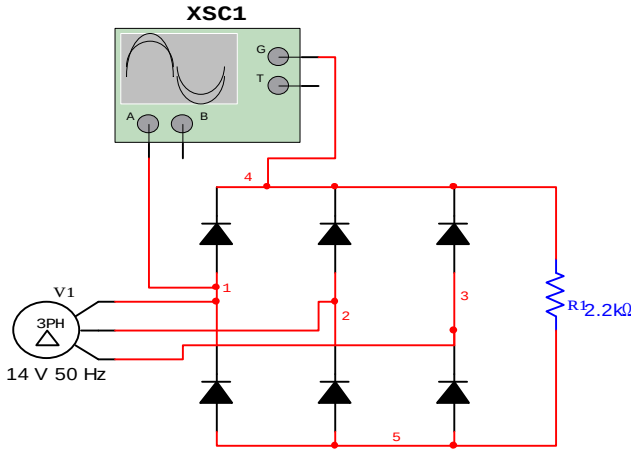


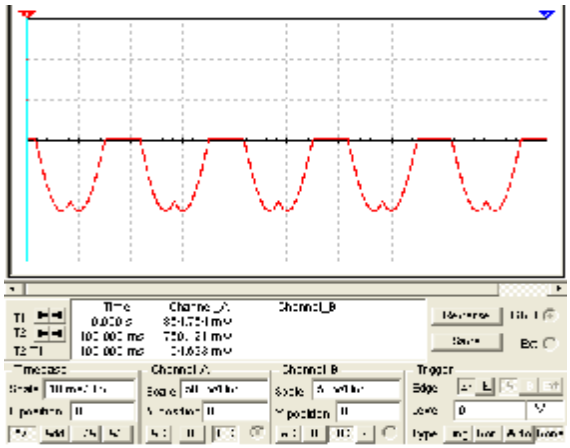
C)- مقدار ولتاژ Vrms مؤثر خروجی چقدر است؟



D)- فرکانس موج خروجی چند هرتز است؟

E)- شکل موج ولتاژ معکوس دو سر D1 را رسم کنید. (PIV)

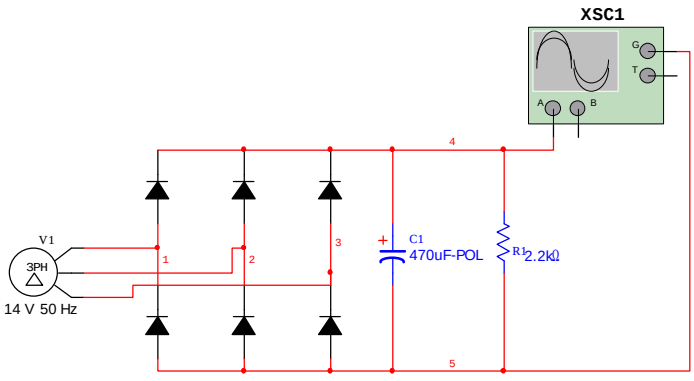




F)- مقدار ولتاژ معکوس دو سر D1 چقدر است؟(PIV)

G)- مقدار جریان متوسط و مؤثر خروجی چقدر است؟

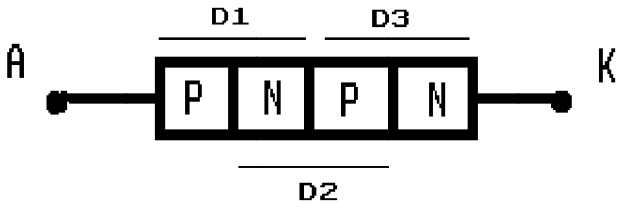
H)- یک خازن 470 uf 63 v را با خروجی موازی کرده (فیلتر خازنی) و شکل موج خروجی را رسم کنید.



I)- مقدار ولتاژ ریپل خازن را بدست آورید؟

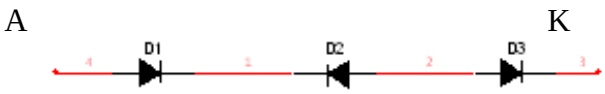
برای اندازه گیری ریپل خازن ← پیک تا پیک خروجی را* عدد پراب * عدد (v/div) می کنیم. (کلید اسکوپ در حالت AC) .

دیود چهارلایه: این دیود خالص از چهار لایه نیمه هادی PNPN تشکیل شده است.



بطوری که لایهٔ اول از نوع P و آند و لایهٔ آخر N و کاتد می باشد.

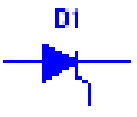
مدار معادل این دیود به شکل زیر است:



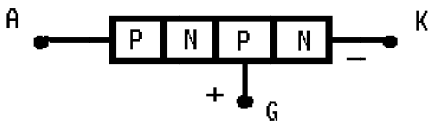
در صورت اعمال ولتاژ به دو سر این نیمه هادی، جریانی از آن عبور نمی کند، زیرا در بایاس مستقیم ، D2 و در بایاس معکوس D1 و D3 قطع خواهند بود.

تریستور: Silicon controlled Rectifier

تریستور یا SCR : چون اعمال ولتاژ زیاد به دو سر یک دیود چهار لایه مشکل و در بعضی موارد غیر ممکن است یک پایه به لایه P میانی متصل می شود که به آن گیت یا پایه فرمان یا پایه آتش زنه گفته می شود.



نمای مداری SCR



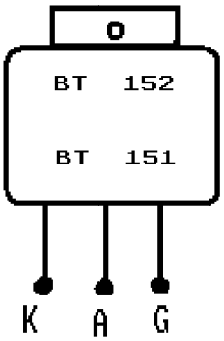
نمای ساختمانی SCR

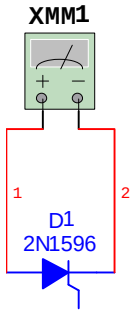
در صورتی که ولتاژ مثبتی بین آند و کاتد وجود داشته باشد و جریانی به پایهٔ گیت تزریق شود، تریستور هدایت خواهد کرد.

تشخیص پایه های تریستور به کمک اهم متر:

فقط دو پایهٔ تریستور به هم راه می دهند (مقاومت کمی نشان می دهند). آن دو پایه، گیت و کاتد هستند. پس پایهٔ دیگر آند است. این دو پایه که به هم راه می دهند از یک طرف مقاومت زیاد و از طرف دیگر (تعویض پلاریته) مقاومت کمتری نشان می دهند. در حالتی که مقاومت کمتری نشان می دهد، پایه ای که به مثبت واقعی اهم متر وصل است، گیت است. پس پایهٔ دیگر کاتد است.

آزمایش صحت تریستور با اهم متر:

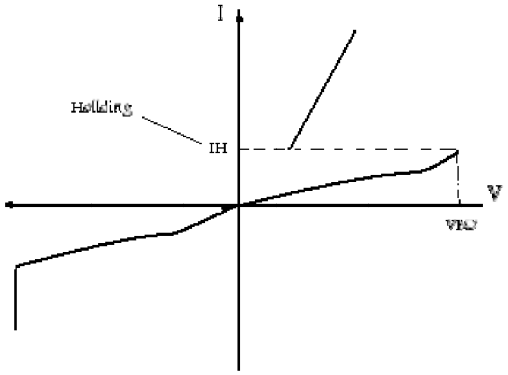




سیم مثبت اهم متر به آند و سیم منفی را به کاتد وصل می کنیم اهم متر مقاومت بی نهایت را نشان می دهد . در همین حال گیت را به آند وصل کنید . اهم متر مقاومت کمی را نشان می دهد. حال گیت را از آند جدا کنید، اهم متر باید همچنان مقاومت کم را نشان دهد.

برای خاموش کردن تریستور در این حالت می توان ، یک لحظه آند کاتد را به هم اتصال کوتاه کرد.

منحنی ولت آمپر تریستور:

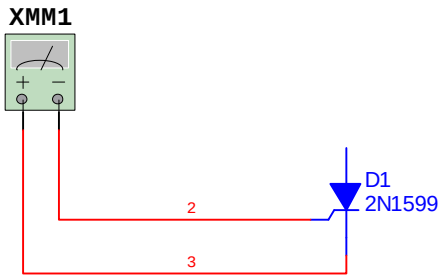


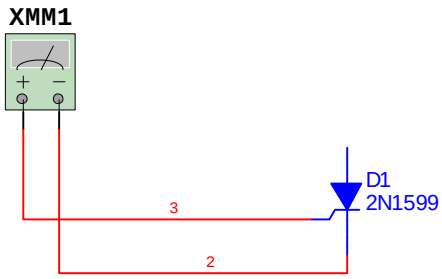
I_H : حداقل جریان آند کاتد که تریستور را در حالت وصل نگه می دارد.

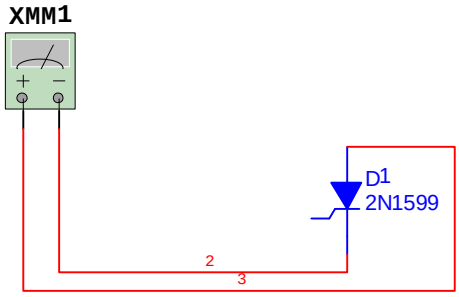
I_L: جریان لچینگ (زانو)

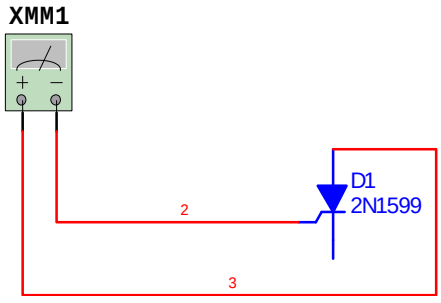
آزمایش 9)

1) پیدا کردن پایه های SCR توسط اهم متر



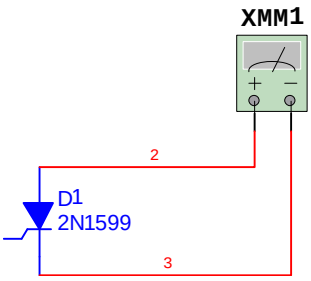




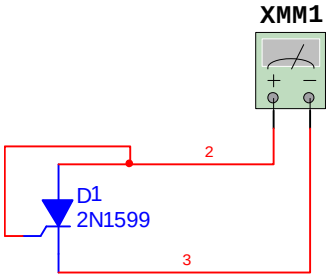


2) تست صحت SCR

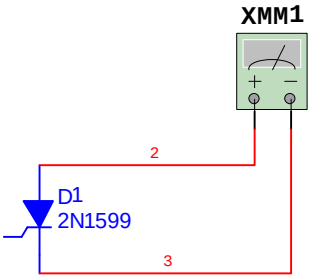
39.999 MOhm
A
V
Ω
dB
Set...


XMM1
2
D1
2N1599
3

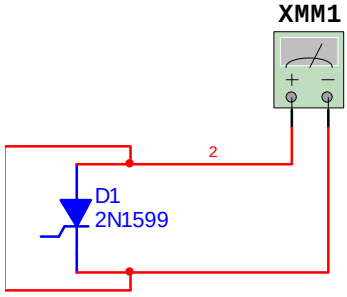
349.997 Ohm
A
V
Ω
dB
Set...


XMM1
2
D1
2N1599
3

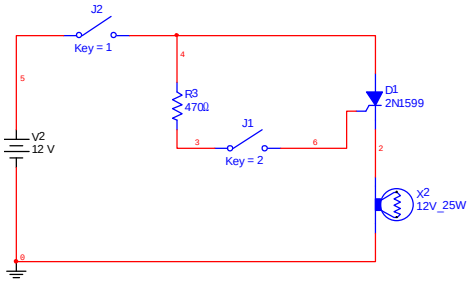
349.997 Ohm
A
V
Ω
dB
Set...

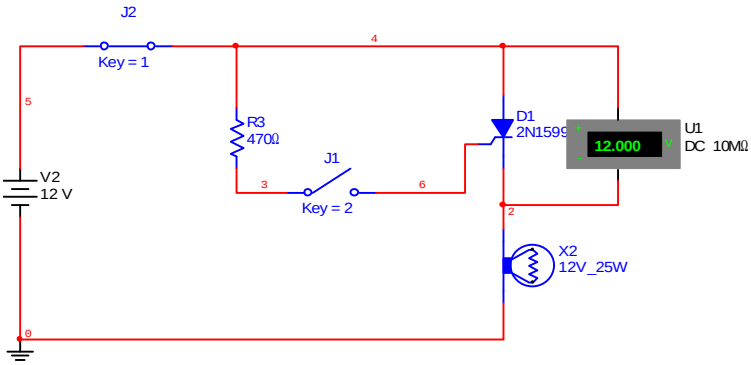

XMM1
2
D1
2N1599
3

0 Ohm
A
V
Ω
dB
Set...

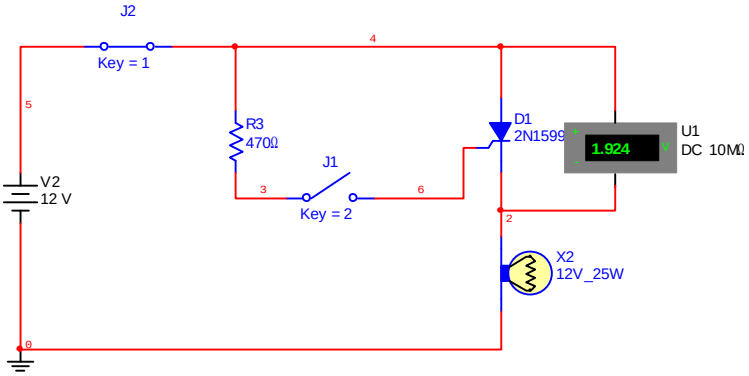

XMM1
2
D1
2N1599

3) مدار مقابل را بسته و به پرسش های زیر پاسخ دهید.



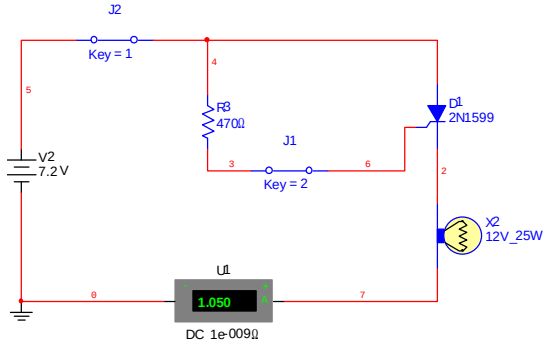


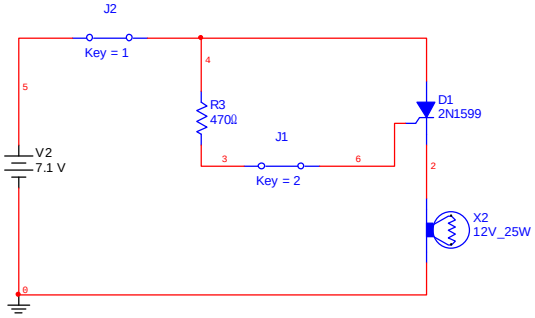
الف) Sw1=on ، Sw2=off ، وضغیت L =؟ ، VAK=?



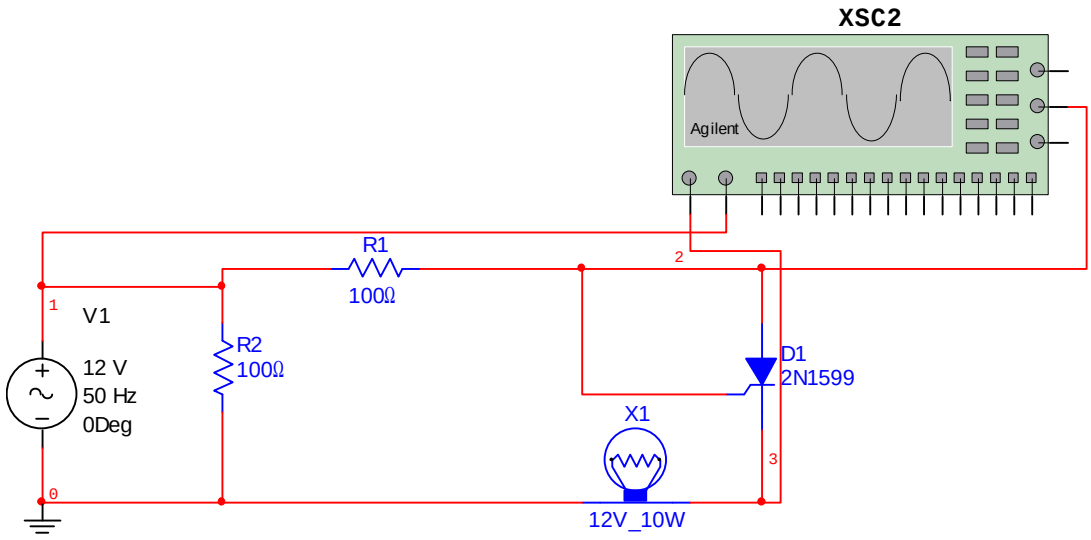
ب) Sw1=on ، Sw2=on یک لحظه ، وضغیت L =؟ ، VAK=?

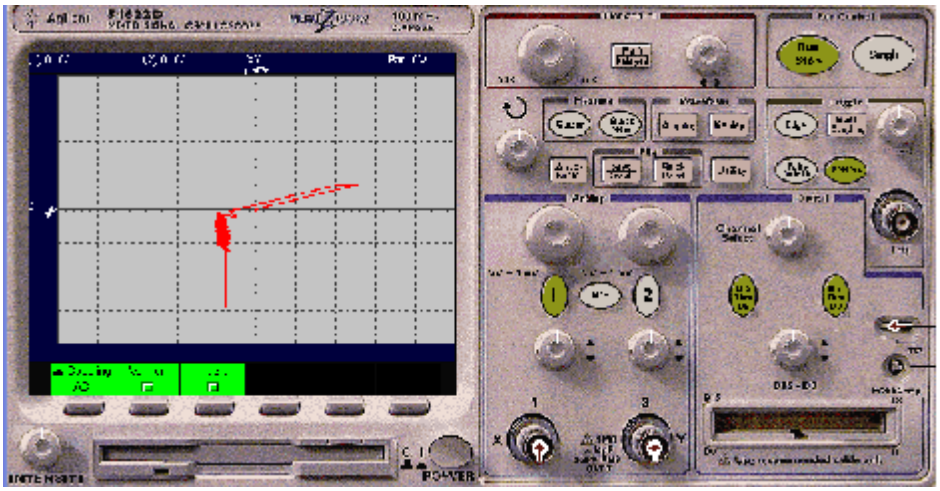
ج) Sw1 و sw2 را بسته ولتاژ منبع را از0 تا 6 ولت به تدریج افزایش دهید و یک میلی آمپرمتر را با لامپ سری کنید. مقدار IL را پیدا کنید.





د) برای یافتن منحنی ولت آمپر تریستور مدار زیر را ببندید.(اسکوپ در حالت XY)





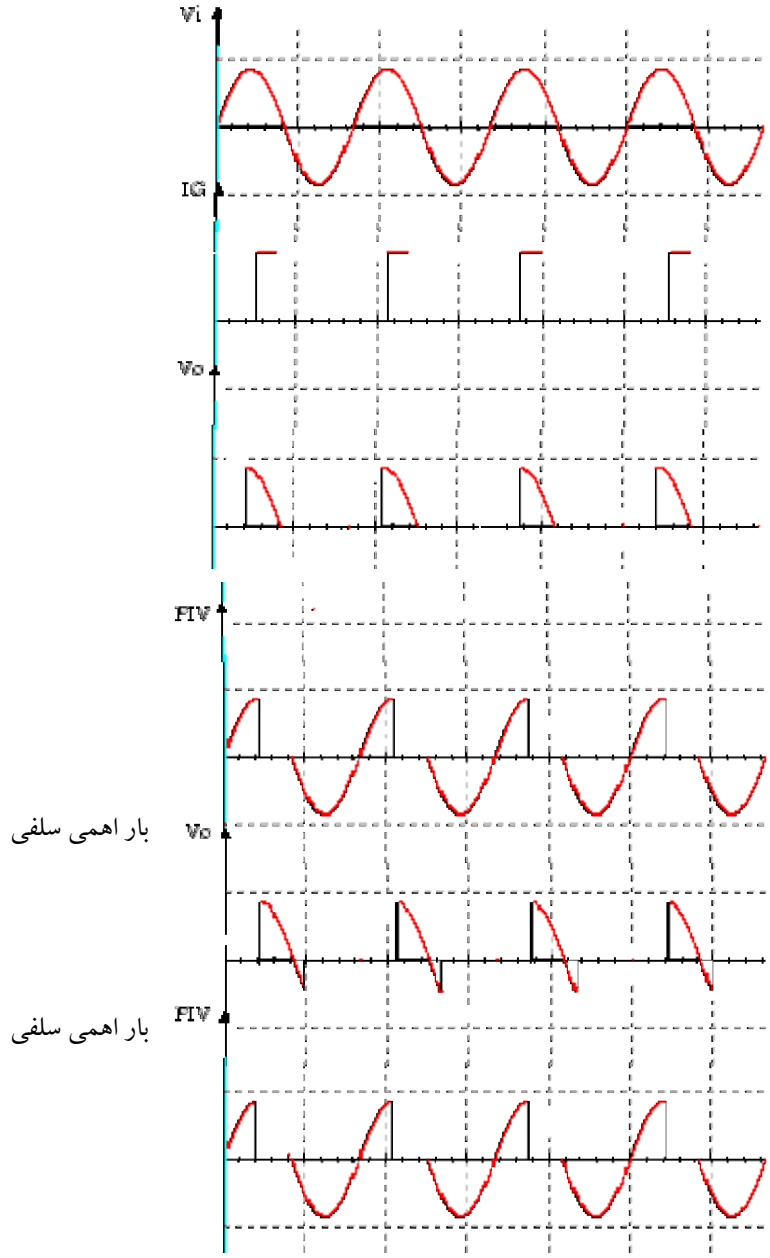
یکسو ساز نیم موج کنترل شده (بار اهمی و اهمی سلفی) :

زاویهٔ آتش تریستور $a = 90°$

$$Vdc = \frac{1}{2p}\int_0^p VmSin\,\Theta d\Theta(1+Cos\,a)$$

$$\frac{Vm}{p}=0 \Longrightarrow Vdc = a \qquad \text{If}$$

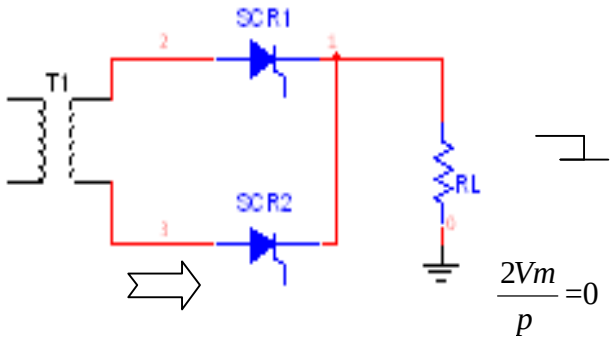
که همان رابطه یکسوساز دیودی است .



یکسوساز تمام موج تمام کنترل شده(بار اهمی) :

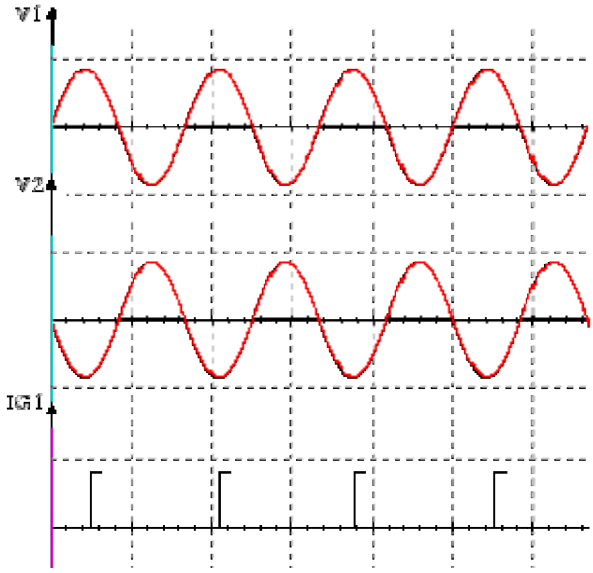
زاویهٔ آتش تریستور $a = 90°$

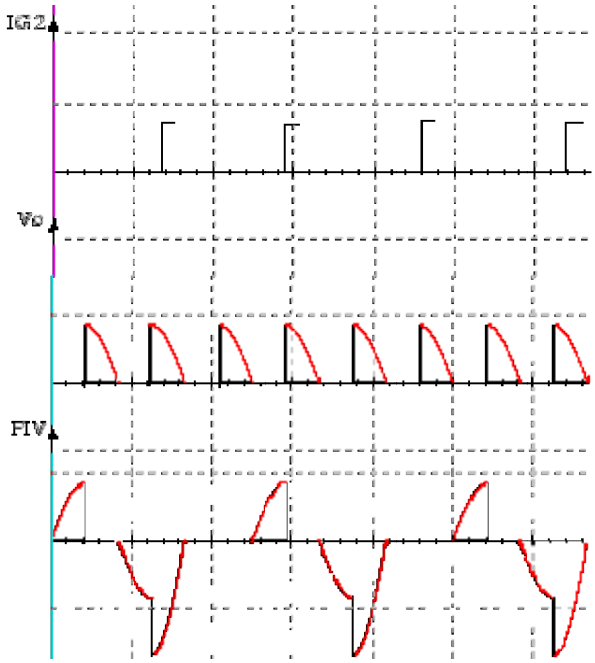
$\frac{Vm}{p}$ Vdc= $)a$ (1+Cos



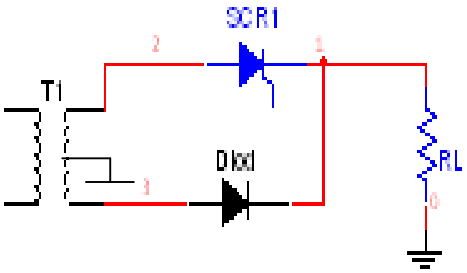
$\frac{2Vm}{p}$ =0 Vdc= a If

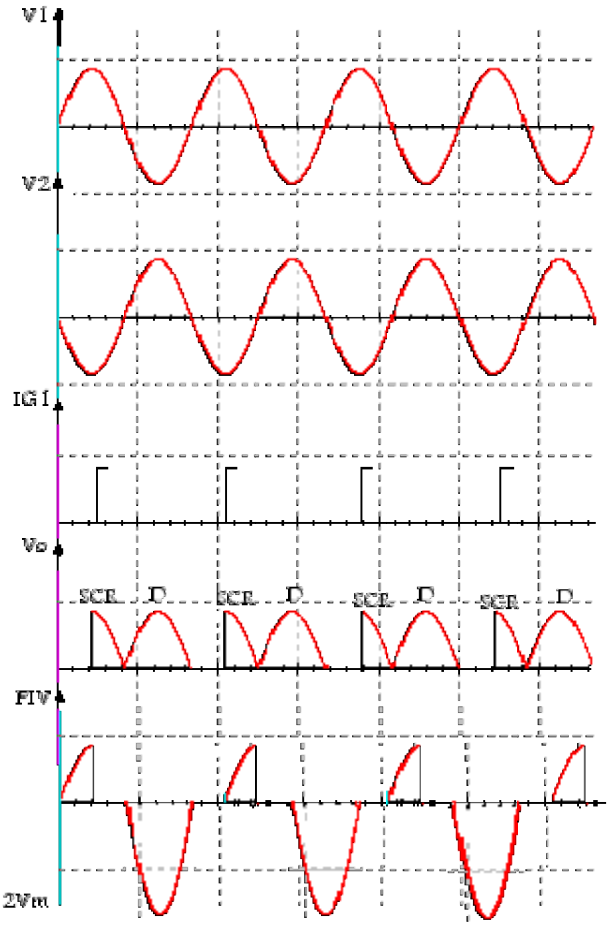
PIV=2Vm





یکسوساز تمام موج نیمه کنترل شده:





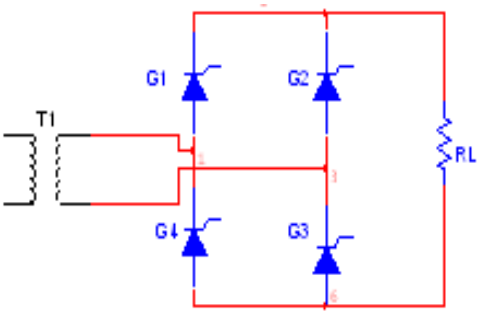
$$q\,dq \quad Vm\,Sin \int_{\partial}^{p} \quad \frac{1}{2p} Vdc_{1=}$$

$$q\,dq \quad Vm\,Sin \int_{0}^{p} \quad \frac{1}{2p} Vdc_{2=}$$

$$Vdc = Vdc_1 + Vdc_2$$

$$\frac{Vm}{2p} = \quad (3+COS\alpha)$$

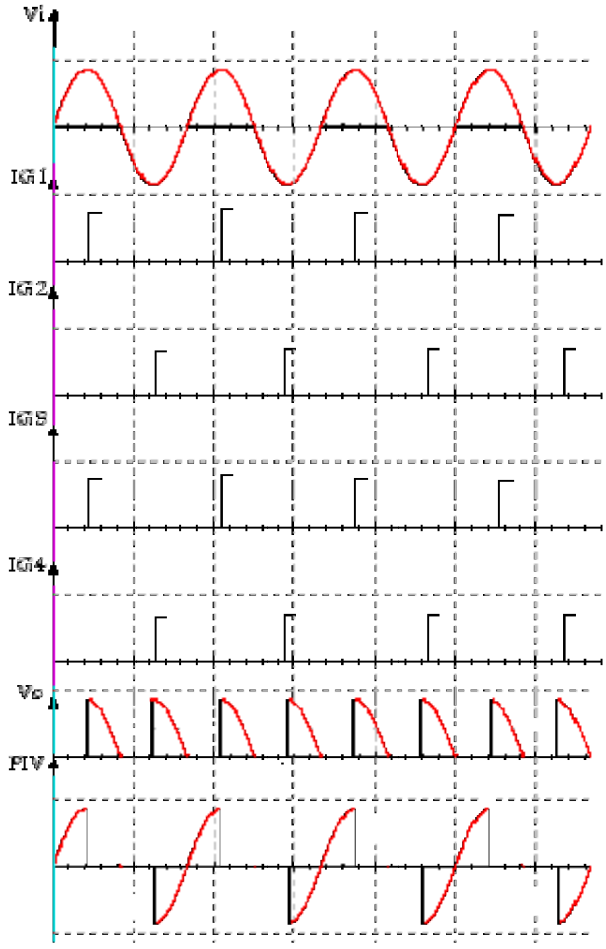
یکسوساز تمام موج، پل تمام کنترل:



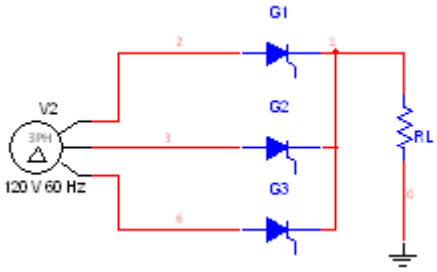
$$Vdc = \frac{Vm}{p}(1+\cos a)$$

If $a = 0$ $\Rightarrow$ $Vdc = \frac{2Vm}{p}$

PIV=Vm



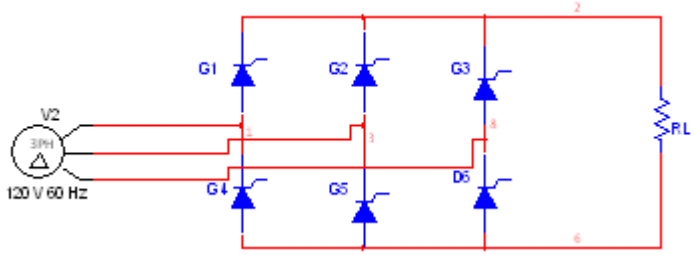
یکسوساز نیم موج سه فاز تمام کنترل شده:



$$\frac{3\sqrt{3}}{4p}Vm(1+Cosa)\ \text{Vdc=}$$

$$a=0\ \text{If}\Rightarrow Vdc=\frac{3\sqrt{3}}{2p}Vm$$

یکسوساز تمام موج پل سه فاز تمام کنترل شده:



$$Vdc=\frac{3\sqrt{3}}{2p}Vm(1+Cosa)$$

$$\text{If}\qquad a=0\Rightarrow Vdc=\frac{3\sqrt{3}}{p}Vm$$

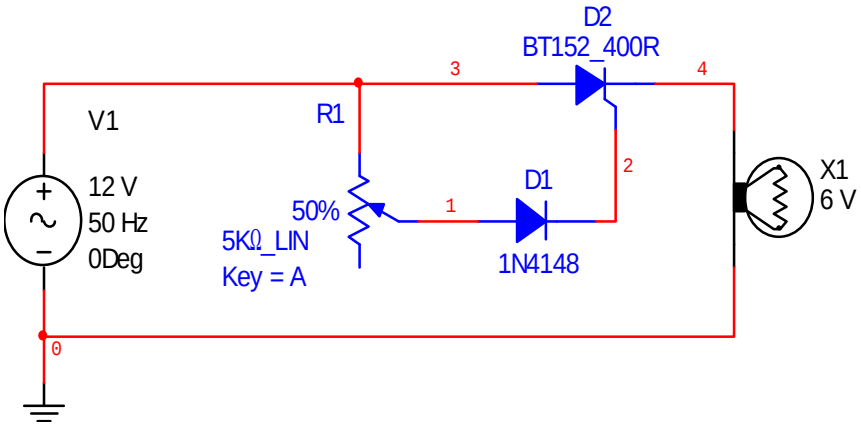
آزمایش 10)

1) یکسو ساز نیم موج کنترل شده :

الف) شکل موج خروجی را نسبت به ورودی در زوایای آتش $a = 0°$ و36و72و90و120 درجه رسم کنید.

ب) مقدار ولتاژ متوسط و مؤثر خروجی در زاویهٔ آتش $a = 90°$ چقدر است؟

ج) شکل موج PIV دو سر SCR را رسم کنید.



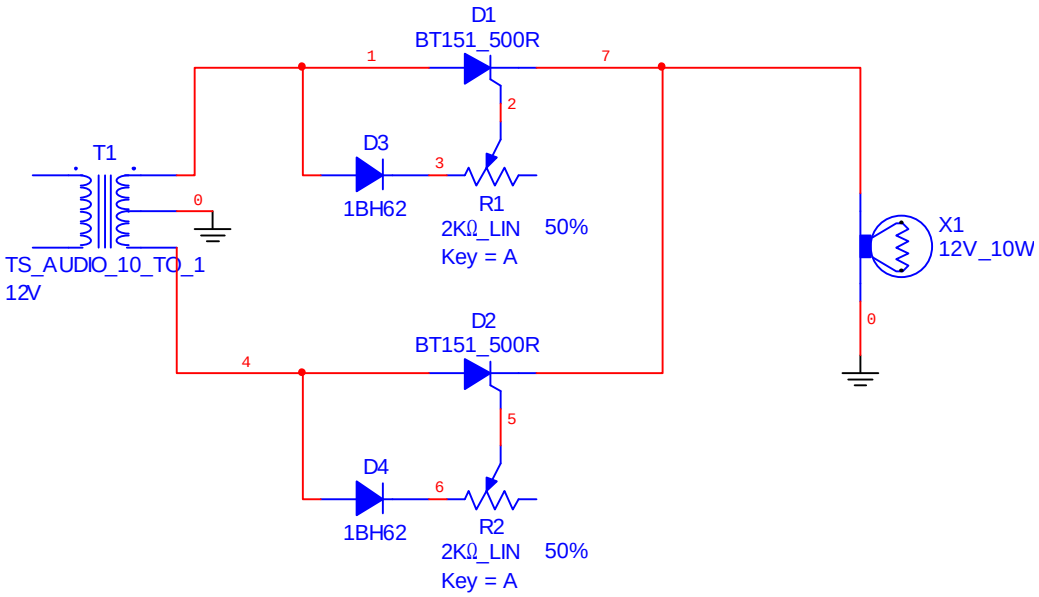
2) یکسو ساز تمام موج کنترل شده :

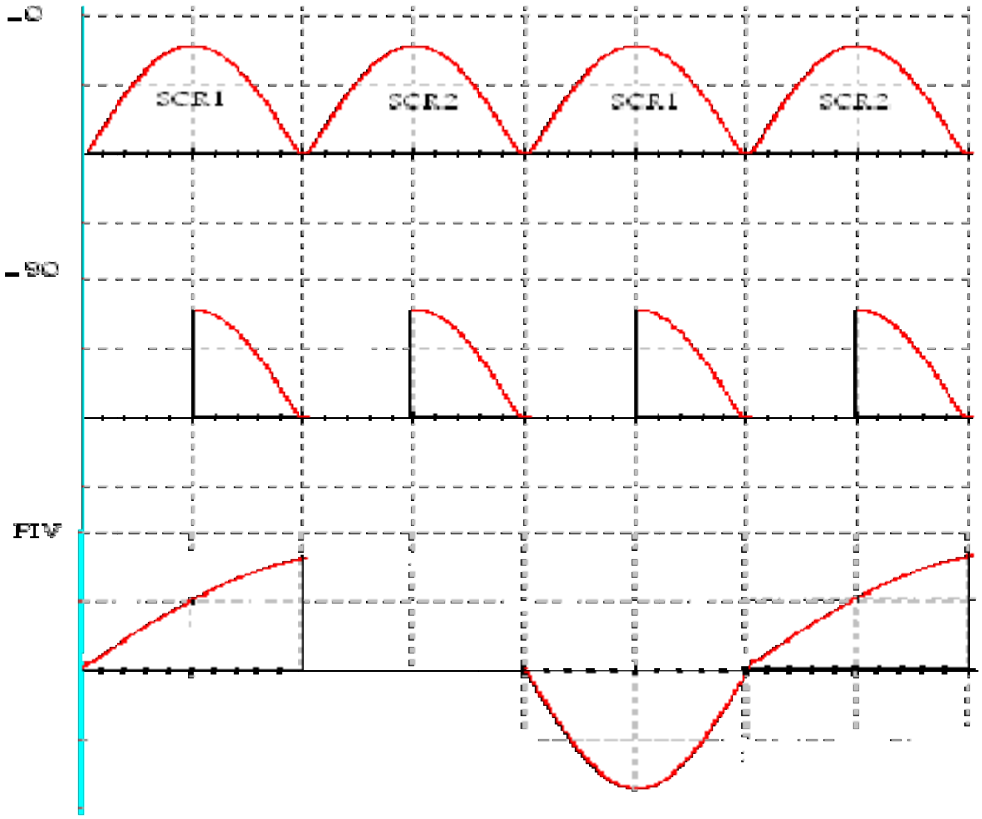
الف) شکل موج خروجی را نسبت به ورودی در زاویهٔ آتش $a = 90°$ و $a = 0°$ رسم کنید.

ب) مقدار ولتاژ متوسط و مؤثر خروجی در زاویهٔ آتش $a = 90°$ چقدر است؟

ج) شکل موج PIV دو سر SCR1 را رسم کنید.

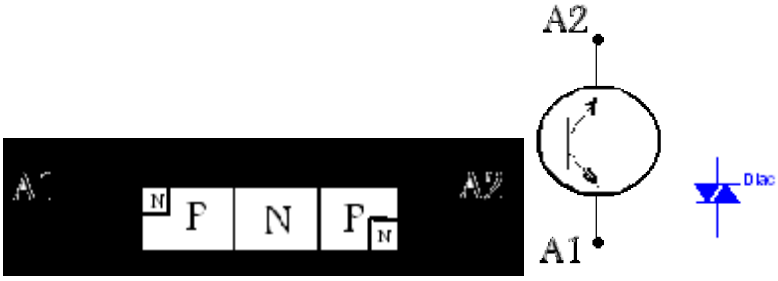
د) جریان I_L متوسط در زاویهٔ $a = 90°$ چقدر است؟

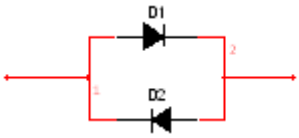




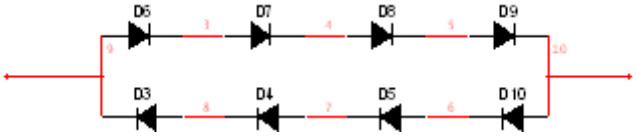
دیاک Diac (دیود جریان متناوب):

دیاک در واقع دیود جریان متناوب است که دارای دو پایه می باشد. پایه های دیاک آند 1 و آند 2 هیچ گونه تفاوتی با هم ندارند. امتحان سالم بودن دیاک را نمی توان بوسیلهٔ اهم متر انجام داد، زیرا اهم متر از هر دو طرف مقاومت بی نهایت را نشان می دهد. ولتاژ های شکست دیاک های مختلف بین 25 تا 42 ولت می باشد. زمانی که ولتاژ دو سر دیاک به ولتاژ شکست برسد، دیاک از خود مقاومت منفی نشان می دهد. از این خاصیت دیاک می توان در مدارات تریگر استفاده کرد.



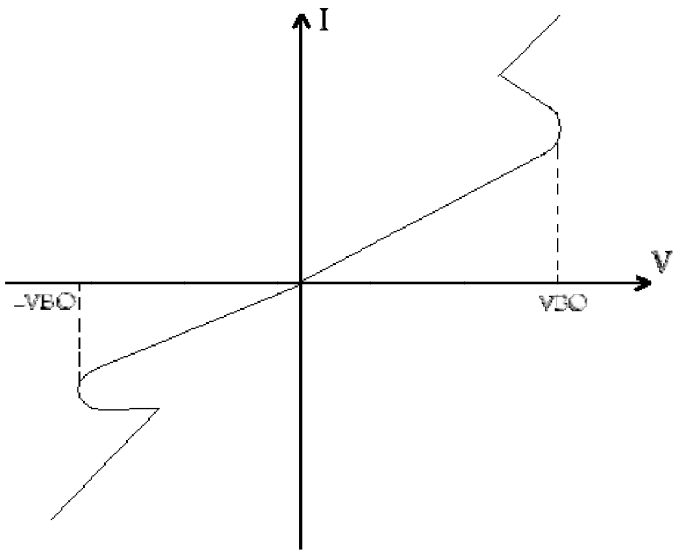


VBO=0.7 v



VBO=3 v

منحنی ولت آمپر دیاک:

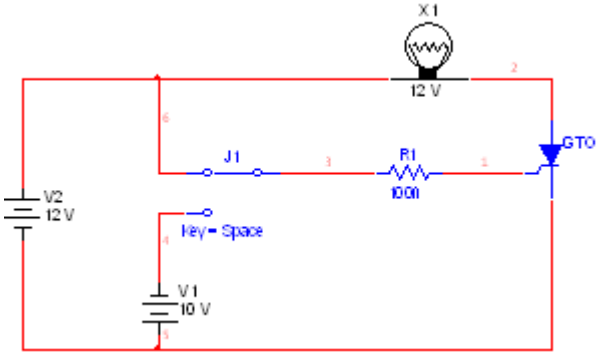


GTO (Gate turn off) :

GTO در واقع تریستوری است که با کشیدن جریان از گیت می توان آن را خاموش کرد. روشن شدن GTO همانند تریستور معمولی است (تزریق جریان به گیت)

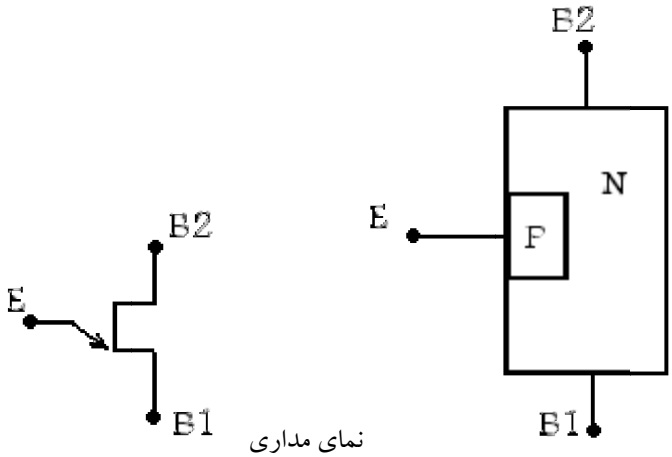
نکته) برای خاموش کردن تریستور معمولی باید جریان آندکمتر از جریان Holding شود.

مدار زیر می تواند طرز کار GTO را نشان دهد.



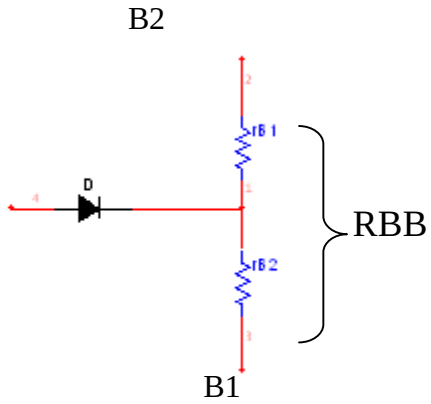
ترانزیستور Ujt (Unijunction Transistor) –ترانزیستور تک اتصالی :

Ujt یک نوع ترانزیستور تک اتصالی است. در ساختمان این ترانزیستور یک قطعهٔ کوچک کریستال نوع P روی یک کریستال نوع N متصل است.



Ujt نمای مداری

Ujt فقط دارای یک اتصال PN است. دو پایهٔ B1 و B2 نسبت به هم مانند یک مقاومت هستند. مقاومت بین B1 و B2 را با RBB نشان می دهند. مقدار RBB برای Ujt های مختلف از $4K\Omega$ تا $10K\Omega$ می باشد. امیتر نسبت به B1و B2 مانند دیود عمل می کند. مدار معادل Ujt مانند شکل زیر است.

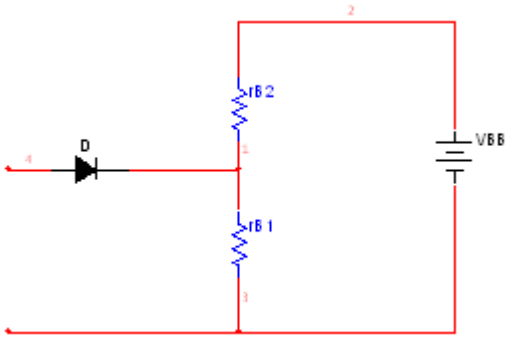


مقاومت بین امیتر و B1 بیشتر از امیتر و B2 است.

طرز کار Ujt :

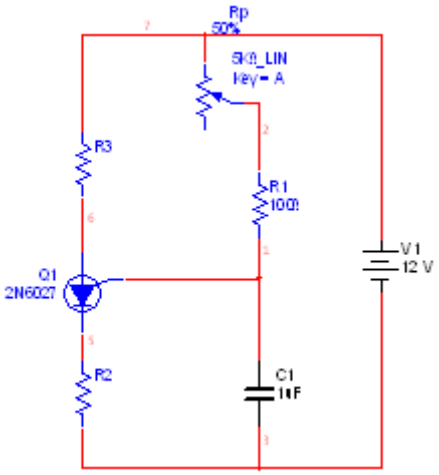
هر گاه منبع ولتاژ VBB به دو پایهٔ B1 و B2 اتصال یابد، بعلت مقاومت زیاد بین دو پایهٔ B1 و B2 جریان کمی از منبع کشیده می شود و منبع ولتاژ VBB بین دو مقاومت RB1 و RB2 تقسیم ولتاژ می شود.
افت ولتاژ دو سر RB1 برابر ولتاژ کاتد امیتر بیس است و از رابطهٔ زیر بدست می آید:

$$VrB1 = \frac{rB1}{rB1 + rB2} * VBB \qquad VrB1 = h\,VBB \qquad VEB1 = h\,VBB + VD$$

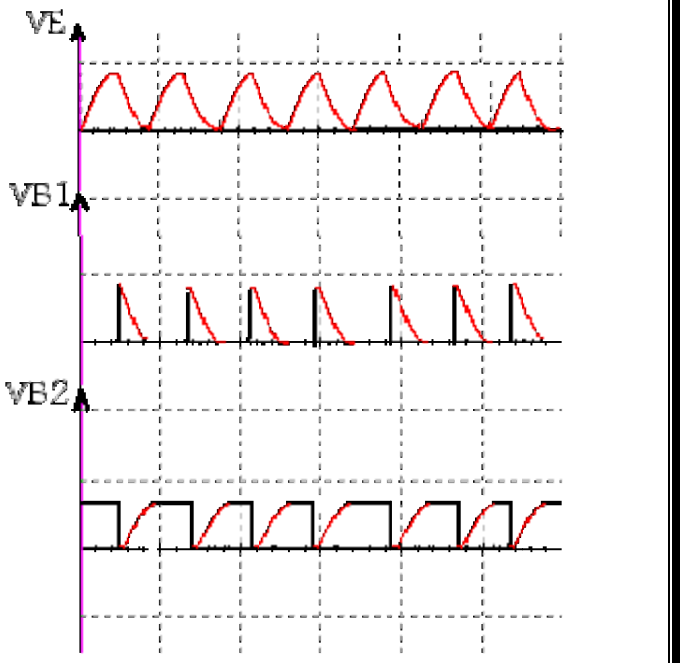


اگر ولتاژ اعمال شده به امیتر نسبت به B1 به حدی برسد که دیود امیتر وصل شود (این ولتاژ به ولتاژ امیتر معروف است)، مقاومت rBB بسرعت کاهش می یابد، زیرا بارهای کریستال P وارد ناحیهٔ N می شوند و از منبع VBB جریان زیاد کشیده می شود.

کاربرد Ujt بعنوان مولد موج (اسیلاتور با موج دندان ارهای و سوزنی) :



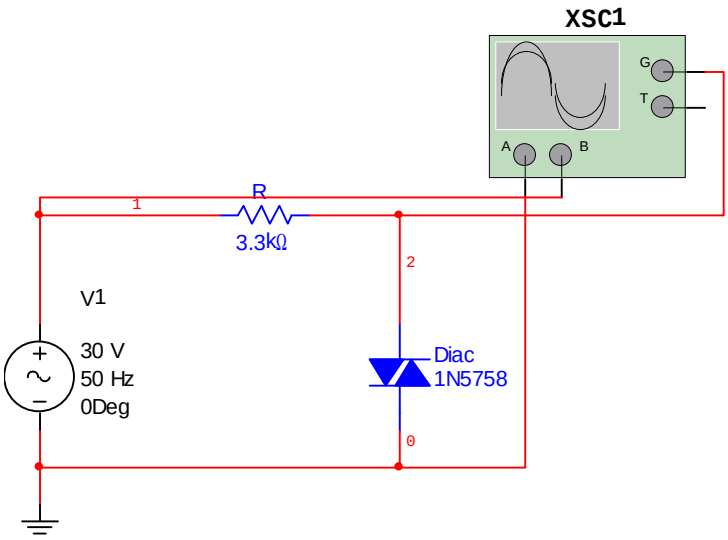
هر گاه منبع ولتاژ VBB به دو پایهٔ B1 و B2 وصل شود بعلت مقاومت زیاد بین B1 و B2 جریان کمی از منبع کشیده می شود و منبع VBB بین دو مقاومت rB1 و rB2 تقسیم ولتاژ می شود. افت ولتاژ دو سر rB1 از روابط بالا محاسبه می گردد.



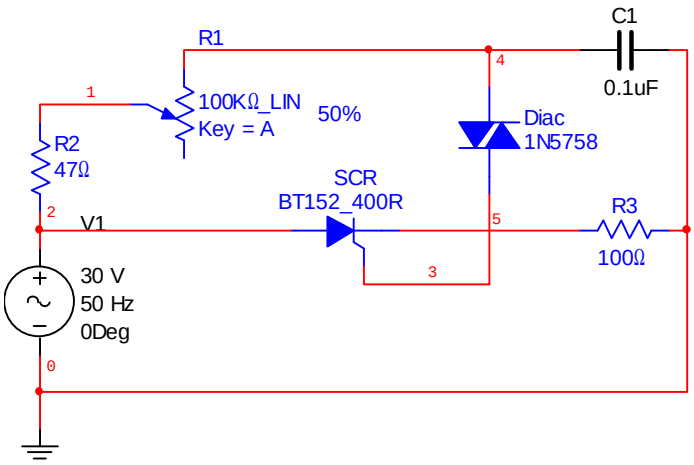
خازن C از طریق R1 و Rp شروع به شارژ می کند و ولتاژ دو سر خازن یعنی ولتاژ امیتر بتدریج افزایش می یابد. هر وقت ولتاژ امیتر بحدی برسد که بتواند Ujt را هادی کند، دیود امیتر وصل می شود و ولتاژ خازن در مقاومت R2 تخلیه می شود. با دشارژ خازن و کاهش ولتاژ آن دیود امیتر در Ujt قطع می شود. این عمل شارژ و دشارژ پی در پی تکرار می شود. مقاومت R2 و مقاومت درونی بین امیتر و B1 ، زمان دشارژ خازن C و درواقع پهنای پالس سوزنی را مشخص می کند. پتانسیومتر Rp زمان شارژ خازن یا درواقع فاصلهٔ پالس های سوزنی را مشخص می کند.

آزمایش 11)

1) رسم منحنی ولت آمپر دیاک:



2) یکسوکنندهٔ نیم موج کنترل شده با دیاک



الف) رسم شکل موج خروجی نسبت به ورودی در زاویهٔ آتش $a = 90°$

ب) مقدار متوسط و مؤثر ولتاژ خروجی در زاویهٔ آتش $a = 90°$

ج) مقدار جریان متوسط خروجی در زاویهٔ آتش $a = 90°$

د) یک سلف L= 400 mH با مقاومت خروجی سری کرده و شکل موج خروجی را رسم کنید.

3) کاربرد Ujt بعنوان مولد موج (اسیلاتور) با موج دندان اره ای و سوزنی

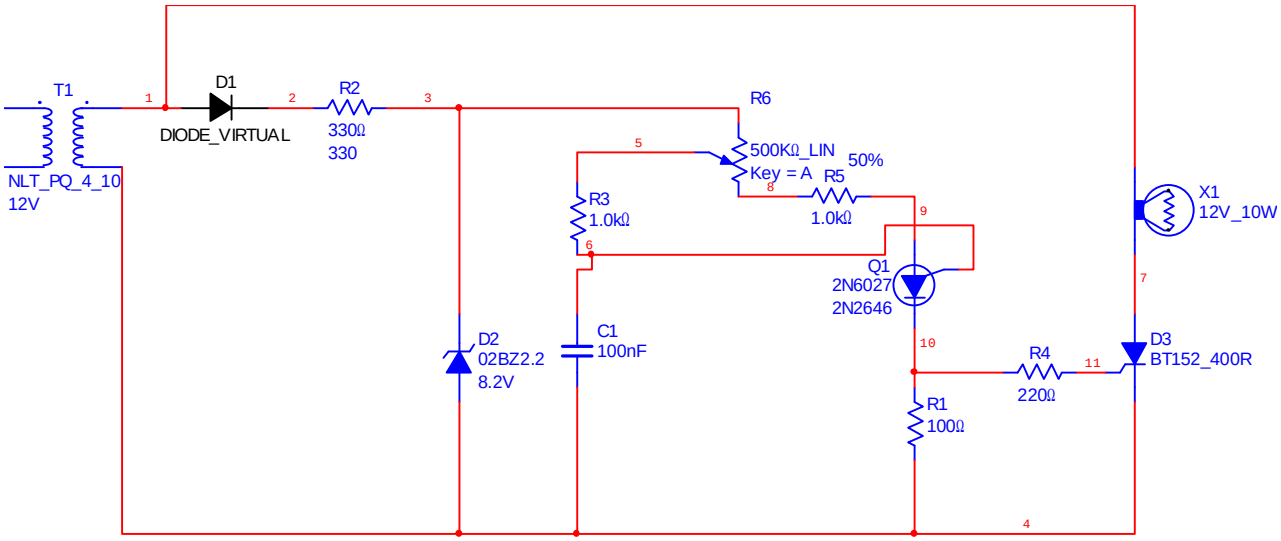
الف) مدار زیر را بسته و شکل موج کانال y ⟹ VE

ب) شکل موج کانال x ⟹ VB1

ج) شکل موج VB2

د) با تغییر پتانسیومتر Rp شکل موج قسمت الف و ب و ج چه تغییری می کند؟

ه) با استفاده از نتیجهٔ قسمت (د) بیان کنید که فرکانس خروجی Ujt تابع چیست؟



ترایاک Triac

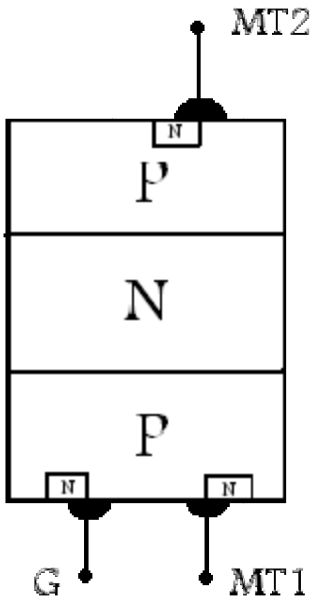
عیب بزرگ تریستور آن است که جریان را فقط در یک جهت کنترل می کند ودر جهت دیگر عایق است . با این وجود این عیب در ترایاک برطرف شده است.

ترایاک یک کلید دو طرفه نیمه هادی و دارای سه پایه است که قادر به کنترل جریان در هر دو جهت می باشد.

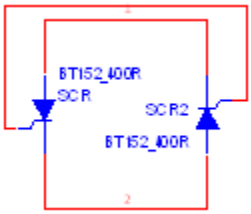
پایه های ترایاک را با MT1 و MT2 و G (گیت) نشان می دهند. ترایاک می تواند در هر دو جهت هدایت کند و از نظر الکتریکی کار دو تریستور موازی – معکو س را انجام می دهد.

ترایاک را می توان هم بوسیلهٔ جریان مثبت و هم بوسیلهٔ جریان منفی گیت، به حالت روشن بودن سویچ کرد. اما بهتر این است که به هنگام مثبت بودن T2، جریان مثبت و به هنگام منفی بودن T2 ، جریان منفی به گیت تزریق کرد. از ترایاک برای کنترل موتورهای ac استفاده می شود و در دیمر برای کنترل دور پنکه و نور لامپ استفاده می شود.

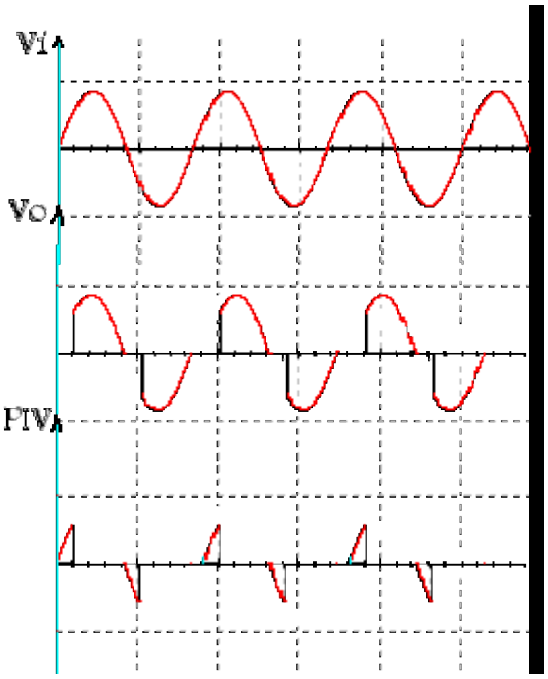
یکی از کاربردهای مفید ترایاک جا یگزین کردن مستقیم آن بجای یک کلید مکانیکی جریان متناوب است.

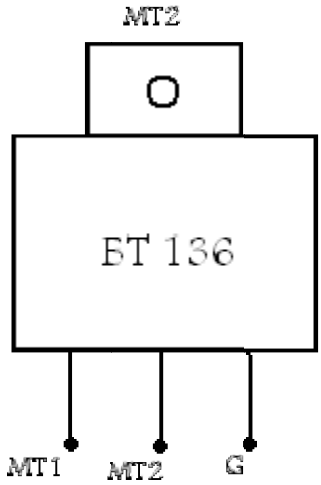


ساختمان ترایاک

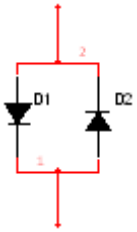


مدار معادل ترایاک

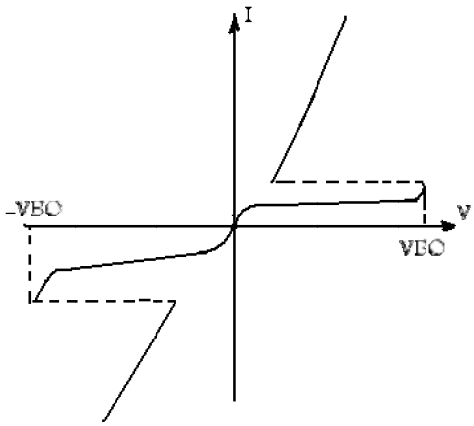




طرز تشخیص پایه های Triac با اهم متر: پایه های گیت و MT2 از هر دو طرف به هم راه نمی دهند. پایه های MT2 و MT1 از هر دو طرف به هم راه نمی دهند.پایه های MT1 و گیت از هر دو طرف به هم راه می دهند ومدارمعادل این دو پایه مانند اتصال دو دیود بصورت موازی معکوس است.



و بنابراین تنها پایه ای را که می توان با اهم متر تشخیص داد MT2 است.



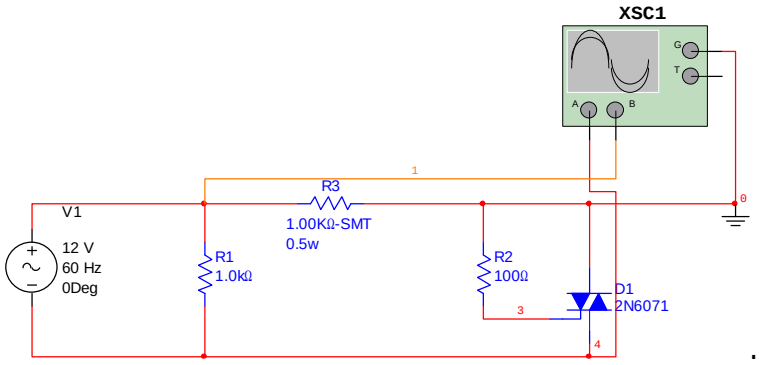
منحنی ولت آمپر ترایاک:

آزمایش 12)

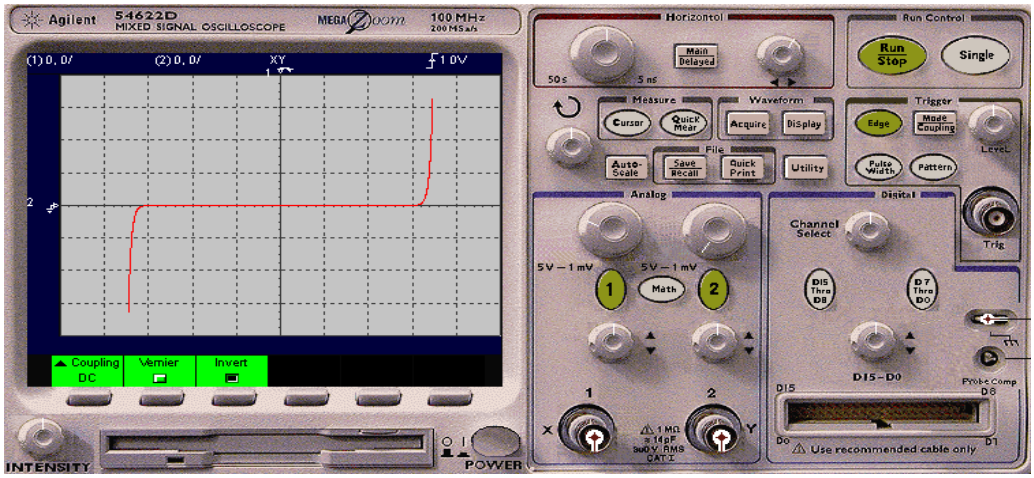
1)

الف) رسم منحنی ولت آمپر ترایاک

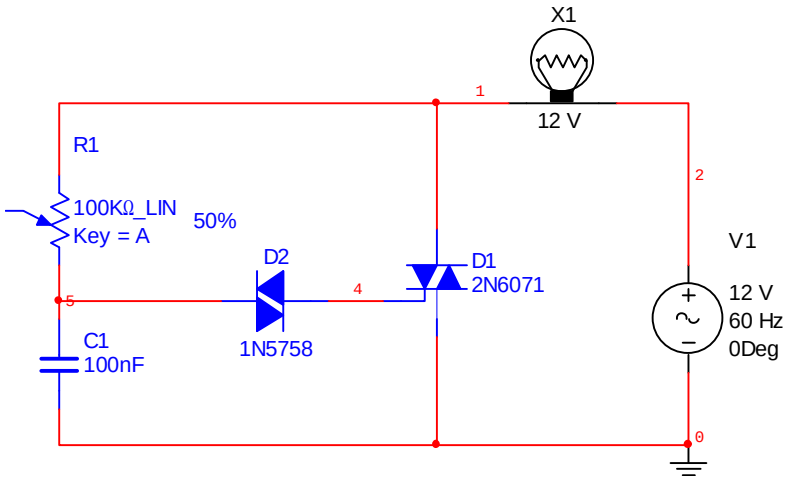
ب) VBO را بیابید.

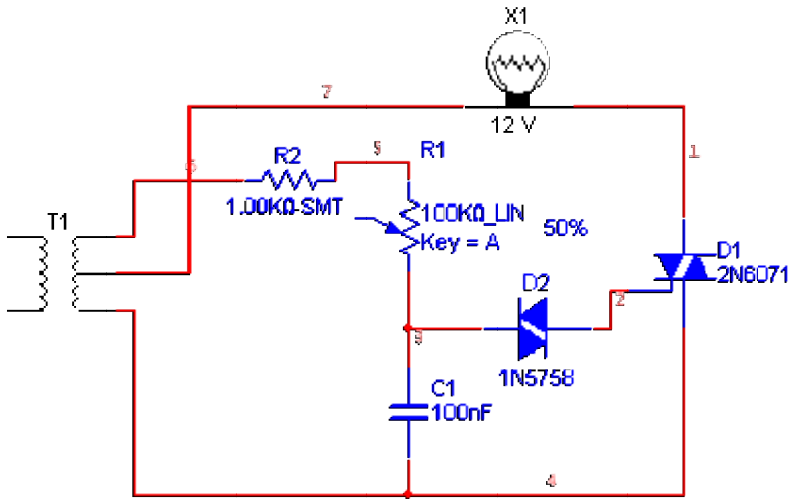


ج) IHolding را بیابید.



2) **مدار دیمر همراه با دیاک و ترایاک.**





الف) شکل موج خروجی را در چند مرحله از a رسم کنید.

ب) مقدار ولتاژ مؤثر خروجی را بدست آورید.