

# آزمایش ۱: آشنایی با نحوه کار اسیلوسکوپ

## هدف

در این آزمایش با نحوه کار و بخشهای مختلف اسیلوسکوپ آشنا می شویم.

## ابزار مورد نیاز

منبع تغذیه، اسیلوسکوپ، Function Generator

## شرح آزمایش

### ۱-۱ اندازه گیری DC با اسیلوسکوپ

#### ۱-۱-۱ گام اول

اسیلوسکوپ را در مد **CH1** قرار دهید و با قرار دادن در حالت **GND**، سطح ولتاژ صفر در کانال ۱ اسیلوسکوپ را با استفاده از پیچ تنظیم موقعیت (**Position**)، تنظیم کنید.

#### ۱-۱-۲ گام دوم

برای مد **CH2** اسیلوسکوپ نیز قسمت فوق را انجام دهید. سپس کلید سلکتور **Time/Div** را روی ۰,۱ ثانیه قرار دهید. آنچه را که می بینید رسم کنید و آن را در حالت **1ms** نیز تکرار کنید و شکل موج را در همان شکل با رنگ متفاوت رسم کنید. چرا وقتی کلید سلکتور **Time/Div** روی حالت **1ms** است شکل موج آن با شکل موج در حالت ۰,۱ ثانیه متفاوت است؟

#### ۱-۱-۳ گام سوم

با قرار دادن کانال ۱ اسیلوسکوپ در حالت **DC**، ولتاژ یک منبع ولتاژ **DC** را بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و با استفاده از مقیاس ولتاژ اسیلوسکوپ، مقدار دقیق ولتاژ را اندازه گیری کنید و با تغییر پیچ مقیاس ولتاژ (**Volts/Div**) اثرات آنرا مشاهده کنید و یادداشت کنید.

#### ۱-۱-۴ گام چهارم

منبع ولتاژ **DC** را روی ۱۰ ولت قرار داده و پیچ تنظیم ولتاژ (**Volts/Div**) را یک بار روی ۲ ولت و یک بار هم روی ۵ ولت قرار دهید و نتیجه را مشاهده کنید و یادداشت کنید. اگر پیچ تنظیم ولتاژ را روی میلی ولت قرار دهیم چه اتفاقی می افتد؟

۲-۱ اندازه گیری AC با اسیلوسکوپ

## ۱-۲-۱ گام اول

پروب کانال ۱ اسیلوسکوپ را به خروجی کالیبراسیون اسیلوسکوپ (قسمت ۴ در شکل ۱) وصل کرده و شکل موج آنرا بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و با استفاده از مقیاس ولتاژ و فرکانس اسیلوسکوپ، مقدار دقیق دامنه و فرکانس آنرا اندازه گیری و یادداشت کنید و با مقدار نوشته شده بر روی اسیلوسکوپ مقایسه کنید و از صحت کالیبراسیون اسیلوسکوپ اطمینان حاصل کنید.

## ۲-۲-۱ گام دوم

کانال ۱ اسیلوسکوپ را در حالت AC قرار دهید. با استفاده از مولد سیگنال (Function Generator) یک سیگنال سینوسی تولید کرده و آنرا بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و با استفاده از مقیاس ولتاژ اسیلوسکوپ، مقدار دقیق دامنه ولتاژ سینوسی را اندازه گیری و یادداشت کنید و شکل خروجی را رسم کنید.

## ۳-۲-۱ گام سوم

با استفاده از مقیاس زمان اسیلوسکوپ، مقدار دقیق فرکانس ولتاژ سینوسی را اندازه گیری و یادداشت کنید و با تغییر پیچ مقیاس زمان (Time/Div) اثرات آنرا مشاهده کنید. مقدار فرکانس اندازه گیری شده بر روی صفحه اسیلوسکوپ را با مقدار فرکانس نمایش داده شده بر روی مولد سیگنال (Function Generator) مقایسه و یادداشت کنید.

## ۴-۲-۱ گام چهارم

با تغییر پروب از حالت x1 به حالت x10 اثر آنرا بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و علت را توضیح دهید.

## ۵-۲-۱ گام پنجم

با قرار دادن کانال ۱ اسیلوسکوپ در حالت DC مقدار آفست ولتاژ سینوسی ورودی را اندازه گیری کنید و با تغییر مقدار آفست ولتاژ ورودی اثر آنرا بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید. شکل موج دیده شده را هم رسم کنید.

۳-۱ تریگر کردن اسیلوسکوپ

## ۱-۳-۱ گام اول

یک سیگنال سینوسی را به کانال ۱ اسیلوسکوپ وصل کرده ولی سورس تریگر (قسمت ۳ در شکل ۱) را کانال ۲ قرار دهید. چه تغییری در شکل موج بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده می شود؟ توضیح دهید.

## ۲-۳-۱ گام دوم

با تغییر پیچ Level چه تغییری در شکل موج حاصل می شود؟

۱-۳-۳ گام سوم

کاربرد دکمه SLOPE چیست؟

۱-۳-۴ گام چهارم

اگر مد تریگر را به جای AUTO بر روی NORM قرار دهیم چه اتفاقی می افتد؟ تفاوت اینها در چیست؟

۱-۳-۵ گام پنجم

دو مد TV-V و TV-H در چه مواقعی استفاده می شوند؟

۴-۱ اندازه گیری دو کاناله با اسیلوسکوپ

۱-۴-۱ گام اول

پروب کانال ۱ اسیلوسکوپ را به خروجی کالیبراسیون اسیلوسکوپ وصل کرده و بطور همزمان یک سیگنال سینوسی با فرکانس ۵۰۰ هرتز را به کانال ۲ اسیلوسکوپ متصل کنید.

۱-۴-۲ گام دوم

اسیلوسکوپ را در مد Dual قرار دهید و هر دو کانال را بطور همزمان بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید. شکل موج خروجی را رسم کنید.

۱-۴-۳ گام سوم

با تغییر سورس تریگر از کانال ۱ به کانال ۲ چه تغییری بر روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده می کنید؟ کاربرد مدهای LINE و EXT چیست؟

۱-۴-۴ گام چهارم

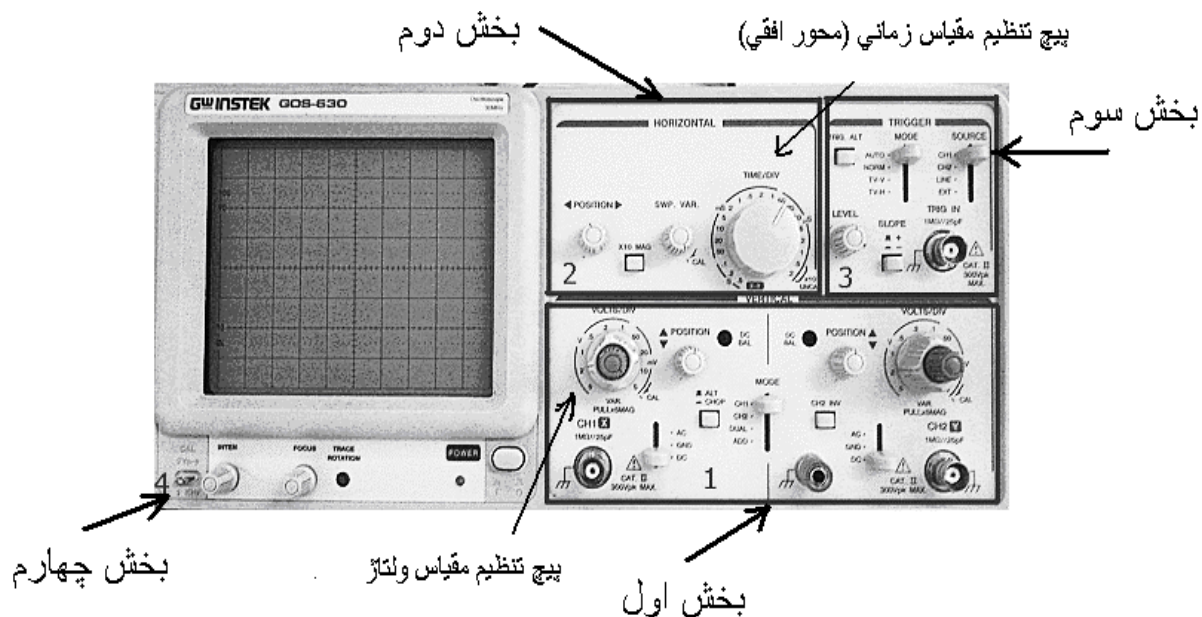
در صورتیکه قادر به مشاهده هر دو شکل بطور ثابت نیستید، اسیلوسکوپ را در حالت ALT قرار دهید و در قسمت تریگر ، TRIG ALT را فشار دهید.

۱-۴-۵ گام پنجم

با تغییر از حالت ALT به حالت CHOP چه تغییری در شکل موج حاصل می شود؟ تفاوت ALT و CHOP در چیست؟

۱-۴-۶ گام ششم

اسیلوسکوپ را در مد ADD قرار دهید و شکل حاصل را مشاهده کنید. در صورت نیاز از پیچ Level برای تریگر کردن استفاده کنید. کاربرد مد ADD را توضیح دهید. برای تفاضل دو شکل موج چه راهی پیشنهاد می کنید.



شکل ۱-۱ نمای اسیلوسکوپ و بخشهای مختلف

بخش ۱: بخش تنظیمات مربوط به مقیاس ولتاژ، مد و حالت‌های کاری کانال‌های ۱ و ۲ اسیلوسکوپ

بخش ۲: بخش تنظیمات مربوط به مقیاس زمانی (محور افقی) اسیلوسکوپ

بخش ۳: بخش تنظیمات مربوط به تریگر کردن اسیلوسکوپ

بخش ۴: خروجی کالیبراسیون اسیلوسکوپ

## آزمایش ۲: تعیین مشخصات دیود پیوندی PN

### هدف

در این آزمایش مشخصات دیود پیوندی PN را بدست آورده و مورد بررسی قرار می دهیم.

### وسایل و اجزای مورد نیاز

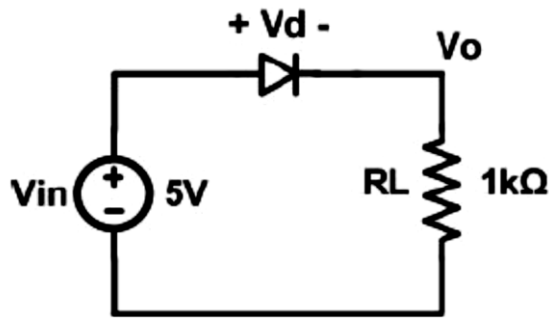
دیودهای 1N4148 ، 1N4001 ، 1N4002 ، یا 1N4004 و همچنین دیود زنر با ولتاژ شکست بین ۴ تا ۷ ولت.

مقاومتهای 100KΩ, 10KΩ, 1KΩ, 560Ω, 100Ω, 10Ω

منبع تغذیه، اسیلوسکوپ، فانکشن ژنراتور، بردبورد، مولتی متر و سیم.

### پیش گزارش

۱. مدار زیر را در نظر بگیرید:



شکل ۱-۲

الف) مشخصه انتقال ( نمودار تغییرات  $V_o$  بر حسب  $V_{in}$  ) را رسم کنید.

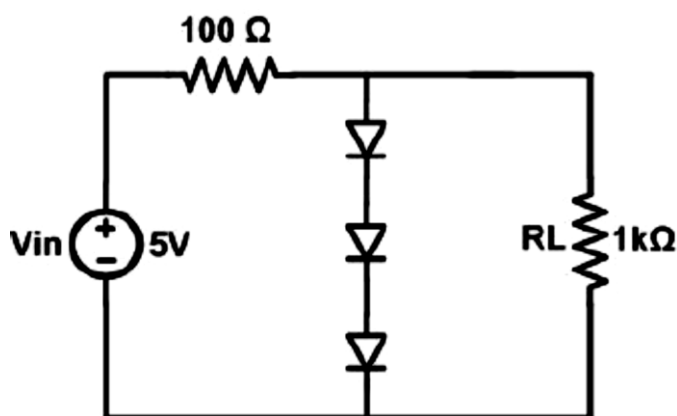
ب) منحنی مشخصه تقریبی دیود ( $I_D$  بر حسب  $V_D$  ) را رسم کنید. مقدار معکوس شیب نمودار در نقطه کار را بدست آورید. این مقدار مقاومت دینامیکی دیود نامیده می شود.

ج) فرض کنید ولتاژ ورودی یک سیگنال سینوسی با دامنه ۶ ولت و فرکانس ۱ کیلوهرتز باشد. با در نظر گرفتن ولتاژ ۰.۶ ولت به عنوان ولتاژ آستانه هدایت دیود ( $V_f = 0.6\text{ v}$ )، شکل موج ولتاژ خروجی  $V_o(t)$  را رسم کنید.

د) دیود را با یک دیود زنر با ولتاژ شکست ۷ ولت و ولتاژ آستانه هدایت ۴ ولت جایگزین کنید. مشخصه انتقال ( نمودار تغییرات  $V_o$  بر حسب  $V_{in}$  ) و منحنی مشخصه تقریبی دیود (  $I_D$  بر حسب  $V_Z$  ) را رسم کنید.

ه) یکبار دیگر منبع ورودی را یک منبع سینوسی مطابق قسمت (ج) قرار داده و شکل موج خروجی  $V_o(t)$  را رسم کنید.

۲. مدار زیر را در نظر بگیرید. این مدار را می توان به عنوان یکسوکننده ولتاژ به کار برد اگرچه برای عملکرد صحیح مدار می بایست اثر مقاومت بار را در نظر گرفت. ( ولتاژ آستانه هدایت دیودها را برابر با ۰٫۶ ولت و مقاومت  $R_L$  را برابر با  $1k\Omega$  فرض کنید)



شکل ۲-۲

الف) مشخصه انتقال ( نمودار تغییرات  $V_o$  بر حسب  $V_{in}$  ) را بدون در نظر گرفتن مقاومت  $R_L$  و با در نظر گرفتن مقاومت  $R_L$  بطور جداگانه رسم کرده و دو نمودار را با یکدیگر مقایسه کنید و توضیح دهید که آیا این مدار برای بارهای بزرگ مناسب است یا خیر؟ ( $V_{in} = 0V$  to  $8V$ )

ب) با جابجا کردن شاخه دیودی با دیود زنری با مشخصات ( $V_V = 0.6V$  و  $V_{break} = 4V$ ) قسمت اول را دوباره تکرار کنید و توضیح دهید کدام مدار (قسمت الف یا ب) مناسب تر می باشند. ( مقدار حداکثر جریان معکوس دیود زنر را برابر با ۵۰ میلی آمپر در نظر بگیرید). نحوه جایگزینی شاخه دیودی با دیود زنری را نیز توضیح دهید.

## شرح آزمایش

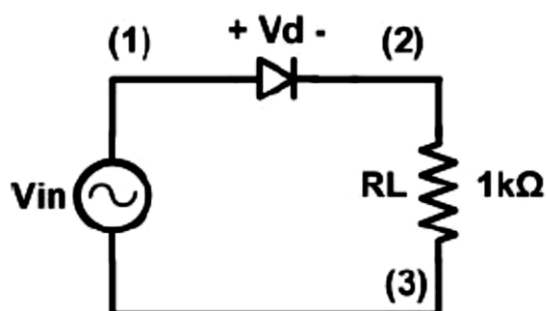
### ۲-۲ تعیین مشخصات استاتیک دیود

در این قسمت مشخصات استاتیک دیود را با استفاده از بدست آوردن مشخصه دیود از طریق مد XY اسیلوسکوپ بدست می آوریم.

## ۲-۲-۱ گام اول

مدار شکل ۲-۳ را ببندید. دیود را از نوع **1N4148** و ورودی را یک ولتاژ سینوسی با دامنه ۶ ولت و فرکانس ۱ کیلوهرتز قرار دهید.

تذکر: خط روی بدنه دیود نشان دهنده کاتد آن است.



شکل ۲-۳

## ۲-۲-۲ گام دوم

زمین اسیلوسکوپ را به نقطه شماره ۲ وصل کنید و پروب های کانال ۱ و ۲ را به نقاط ۱ و ۳ متصل کنید و اسیلوسکوپ را در مد **XY** قرار داده و مشخصه دیود را مشاهده کرده و رسم کنید. مقدار  $V_V$  را بدست آورید. نتیجه را با قسمت پیش گزارش مقایسه کنید. (توجه: ابتدا هر دو را در **GND** قرار دهید و زمین آنها را تنظیم نمایید. فراموش نکنید که اندازه گیری شما در مد **DC** انجام می شود.)

## ۲-۲-۳ گام سوم

قسمت قبل را برای دیود **1N400X** تکرار کنید. بار دیگر قسمت قبل را برای دیود زنری با ولتاژ شکست بین ۴ تا ۷ ولت تکرار کنید. مقادیر ولتاژ آستانه هدایت ( $V_V$ ) و ولتاژ شکست معکوس ( $V_{break}$ ) را از روی مشخصه های به دست آمده برای دیودهای مختلف را تعیین کنید. نحوه به دست آوردن مقادیر را نیز توضیح دهید.

## ۲-۲-۴ گام چهارم

مدار شکل ۲-۳ را دوباره با استفاده از دیود **1N4148** ببندید. ورودی را یک ولتاژ سینوسی با دامنه ۶ ولت و فرکانس ۱۰۰ هرتز قرار دهید. زمین اسیلوسکوپ را به نقطه شماره ۳ وصل کنید و ولتاژ نقاط ۱ و ۲ را به عنوان ورودی و خروجی مشاهده کرده و رسم کنید. علت تفاوت دامنه های مثبت را توضیح دهید.

تذکر: اسیلوسکوپ را از مد **XY** خارج کرده و روی **Dual** قرار دهید.

## ۲-۲-۵ گام پنجم

در حالت قبل فرکانس سینوسی ورودی را به تدریج خیلی زیاد کنید و تغییرات مشاهده شده در شکل موج خروجی را بیان کنید و علت آن را نیز شرح دهید.

نکته: در دیود، خازن های پیوندی وجود دارد که مقادیر آنها با افزایش فرکانس کاهش می یابد.

## ۲-۲-۶ گام ششم

ولتاژ سینوسی را با ولتاژ مربعی جایگزین کنید و تغییرات مشاهده شده را شرح دهید.

## ۲-۲-۷ گام هفتم

همزمان با مشاهده ولتاژ خروجی فرکانس ورودی را تغییر داده و مقادیر تاخیر روشن شدن و تاخیر خاموش شدن دیود را بدست آورید.

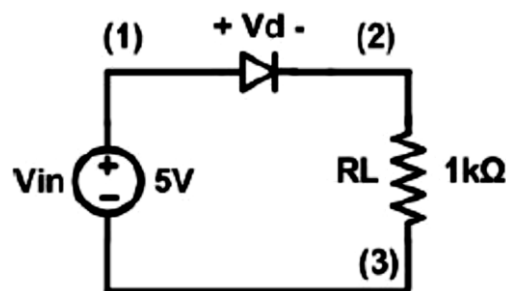
## ۲-۲-۸ گام هشتم

دیود را با دیود زنری با ولتاژ شکست بین ۴ تا ۷ ولت جایگزین کنید و در فرکانس ۱۰۰ هرتز شکل موج خروجی را رسم کنید و تغییرات مشاهده شده در فرکانس های بالا را بیان کرده و علت آن را شرح دهید.

۳-۲ مقاومت دیود و محدود کنندگی ولتاژ

## ۲-۳-۱ گام اول

در مدار شکل ۳-۲ ولتاژ ورودی را یک ولتاژ DC قرار دهید. (مدار شکل ۴-۲)

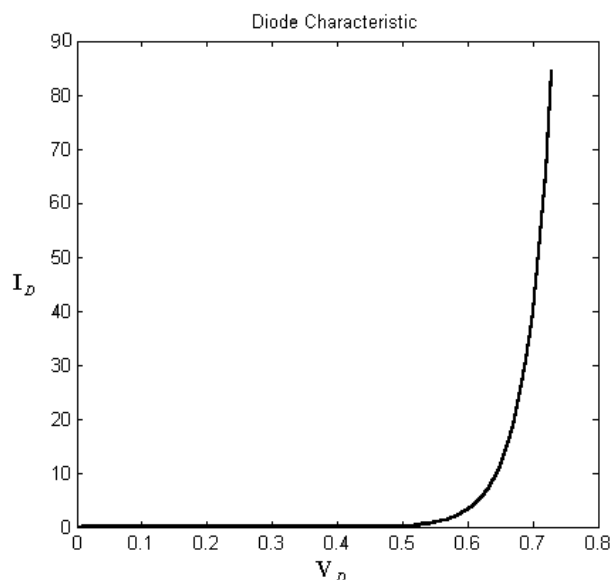


شکل ۴-۲

## ۲-۳-۲ گام دوم

ولتاژ ورودی را ۵ ولت قرار داده و دو نقطه کار نزدیک  $(V_d, I_d)$  را به دست آورید. توجه داشته باشید که ولتاژهای  $V_d(1)$  و  $V_d(2)$  حدود ۵۰ میلی ولت با یکدیگر اختلاف داشته باشند. در این بخش برای دقت بیشتر در اندازه گیری از مولتی متر





شکل ۲-۵ نمودار مشخصه دیود

بجای اسیلوسکوپ استفاده کنید.

برای اندازه گیری جریان دیود بطور غیر مستقیم می توانید از ولتاژ دو سر مقاومت  $R$  استفاده کنید. ( **اخطار:** به هیچ عنوان از آمپر متر استفاده نکنید! )

بر طبق مشخصه دیود مشابه شکل فوق کمی تغییر در مقدار  $V_D$  ، تغییر قابل ملاحظه ای در مقدار  $I_D$  ایجاد می کند. بنابراین می بایست تا حد امکان مقدار  $V_D$  بطور دقیق اندازه گیری شود.

### ۲-۳-۳ گام سوم

با استفاده از رابطه زیر مقدار  $r_d$  را محاسبه کنید.

$$r_d = \frac{(V_{D2} - V_{D1})}{(I_{D2} - I_{D1})}$$

### ۲-۳-۴ گام چهارم

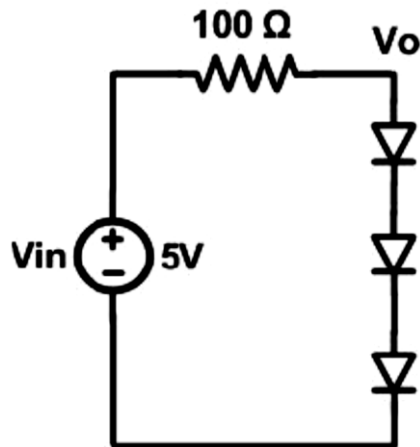
با استفاده از مقدار  $I_{D1}$  مقدار  $r_d$  را از رابطه زیر به دست آورید.

$$r_d = \frac{\eta \times V_T}{I_D} \quad (\text{مقاومت دینامیکی } r_d) \quad (\text{فرض کنید } \eta=1 \text{ and } V_T=26\text{mV})$$

دو نتیجه به دست آمده را با هم مقایسه کنید. کدامیک دقیقتر هست و چرا؟

### ۲-۳-۵ گام پنجم

مدار شکل ۲-۶ را با استفاده از دیودهای **1N400X** و مقاومت  $100$  اهم ببندید.



شکل ۶-۲

۲-۳-۶ گام ششم

انتظار دارید که ولتاژ خروجی ۲٫۱ ولت ثابت باشد. بر اساس مقادیر مختلف ولتاژ ورودی، طبق جدول زیر، مقادیر ولتاژ خروجی را به دست آورید.

جدول ۱-۲

4.5 volt	4 volt	3.5 volt	3 volt	2.5 volt	2 volt	1.5 volt	$V_I$
							$V_O$

۲-۳-۷ گام هفتم

نمودار  $V_O$  بر حسب  $V_I$  را رسم کنید. مقدار رگولاسیون خطی دیود ( $\Delta V_O / \Delta V_I$ ) را برای قسمت خطی جدول بالا به دست آورید.

۲-۳-۸ گام هشتم

با ثابت نگاه داشتن ولتاژ ورودی در مقدار ۵ ولت، مقاومت بار را به مدار اضافه کنید. برای این منظور یک مقاومت با مقادیر مختلف بر طبق جدول زیر را موازی با شاخه دیودی (بین  $V_O$  و زمین) قرار داده و مقادیر  $V_O$  را اندازه گیری کنید. برای هر مقاومت بار مقدار درصد ولتاژ رگولاسیون را بر طبق رابطه زیر به دست آورید.

$$S_{load} = 100 [(V_{noload} - V_{fullload}) / V_{noload}]$$

جدول ۲-۲

R ( $\Omega$ )	10k	1k	560	100	27
$V_O$					
$S_{load}$					

۴-۲ مقاومت مستقیم و معکوس دیود زبر

۲-۴-۱ گام اول

در مدار شکل ۴-۲ دیود را از نوع زبر و بطور مستقیم قرار داده و دو نقطه کار  $(V_{z1}, I_{d1})$  و  $(V_{z2}, I_{d2})$  را بدست آورید. مشابه قسمت ۲-۳-۳ مقاومت دینامیکی دیود زبر را به دست آورده و با مقاومت دینامیکی دیود 1N4148 مقایسه کنید.

۲-۴-۲ گام دوم

دیود زبر را بصورت معکوس در مدار قرار دهید و ولتاژ ورودی را طوری تنظیم کنید که یکبار جریان دیود ۴ میلی آمپر و بار دیگر ۵ میلی آمپر باشد و در هر بار ولتاژ دو سر دیود را اندازه گیری کرده و از رابطه زیر مقاومت دینامیکی معکوس را به دست آورده و با مقاومت دینامیکی مستقیم مقایسه کنید.

$$r_d = \frac{(V_{Z2} - V_{Z1})}{(I_{D2} - I_{D1})} =$$

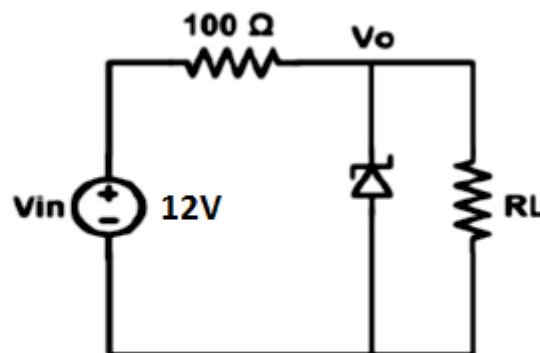
آیا می توانیم برای محاسبه مقاومت دینامیکی معکوس از رابطه  $r_d = \frac{\eta \times V_T}{I_D}$  استفاده کرد؟ چرا؟

۵-۲ محدود کننده ولتاژ با دیود زبر

در مدار شکل ۶-۲ به جای شاخه دیودی، یک دیود زبر به صورت معکوس ( مطابق شکل تمرین بعدی ) قرار داده و بارهای مقاومتی را مطابق جدول قسمت ۲-۳-۸ به مدار اضافه کنید (ولتاژ ورودی را روی ۵ ولت قرار دهید ولی در صورتی که ولتاژ شکست دیود زبر بیش از این مقدار بود، سطح ولتاژ ورودی را افزایش دهید). جدول ۲-۲ را یک بار دیگر برای این حالت پر کنید.

۶-۲ مساله

در مدار زیر محدوده مقاومت  $R_L$  را به منظور عملکرد صحیح مدار بدست آورید.



$V_Z = 7 \text{ volts}$      $I_Z (\text{min}) = 0.6 \text{ mA}$      $I_Z (\text{max}) = 50 \text{ mA}$

شکل ۷-۲