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

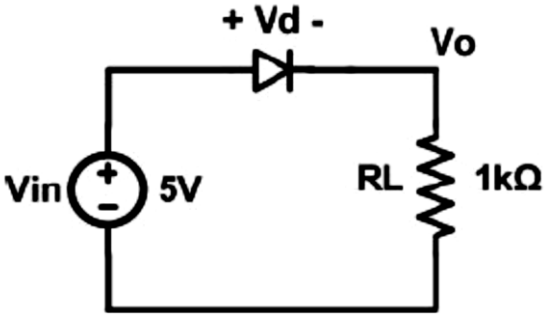
دیودهای **1N4148** ، **1N4001** ، **1N4002** و یا **1N4004**

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:



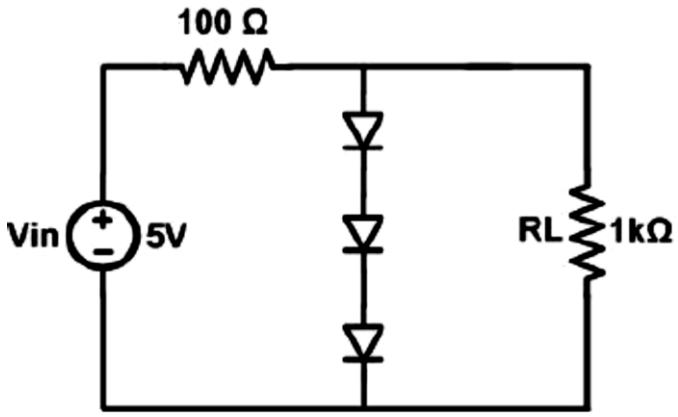
شکل ۰-۱

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_γ= 0.6 v)**،شکل موج ولتاژ خروجی **$V_O(t)$** را رسم کنید.

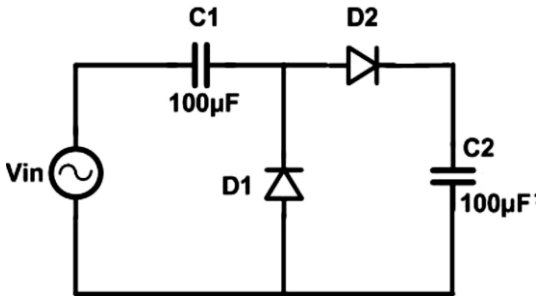
۲. مدار زیر را در نظر بگیرید. این مدار را می توان به عنوان یکسوکننده ولتاژ به کار برد اگرچه برای عملکرد صحیح مدار می بایست اثر مقاومت بار را در نظر گرفت. (ولتاژ آستانه هدایت دیودها را برابر با ۰,۶ ولت و مقاومت R_L را برابر با **1kΩ** فرض کنید)



شکل ۰-۲

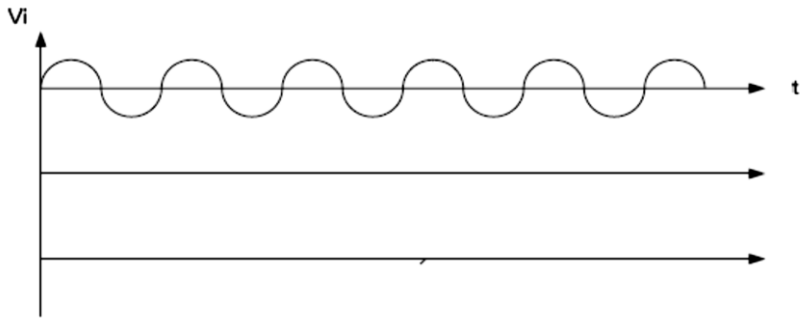
الف) مشخصه انتقال (نمودار تغییرات V_o بر حسب V_{in}) را بدون در نظر گرفتن مقاومت R_L و با در نظر گرفتن مقاومت R_L بطور جداگانه رسم کرده و دو نمودار را با یکدیگر مقایسه کنید و توضیح دهید که آیا این مدار برای بارهای بزرگ مناسب است یا خیر؟ **(V_{in} = 0V to 8V)**

۳. مدار زیر را در نظر بگیرید:



شکل ۰-۳ مدار ضرب کننده

الف) شکل موجهای V_o و V_2 را با توجه به ولتاژ ورودی داده شده رسم کنید.



شکل ۰-۴ نمودار ولتاژ سینوسی ورودی

ب) چند دوره تناوب برای رسیدن ولتاژ **Vo** به مقدار نهایی آن لازم است ؟ مقدار نهایی ولتاژ **Vo** چه میزان می باشد ؟

ج) اگر مقدار ظرفیت دو خازن یکسان نباشد، چه تغییری در شکل موجها رخ می دهد؟

د) اگر یک مقاومت بار در خروجی مدار قرار گیرد، زمان و نحوه به پایداری رسیدن ولتاژ خروجی در دو حالت زیر چگونه تغییر می کند؟ بطور دقیق توضیح دهید.

اگر **Z=RC** کوچکتر از دوره تناوب ورودی باشد. **(Z < T)**

اگر **Z=RC** بزرگتر از دوره تناوب ورودی باشد. **(Z > T)**

شرح آزمایش

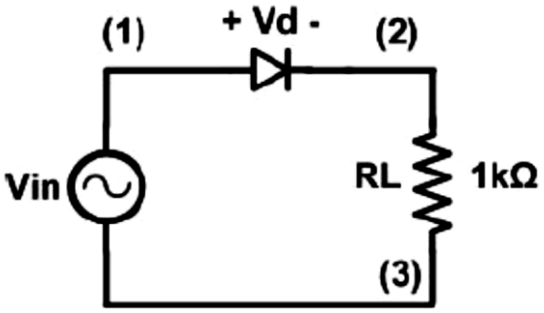
۲-۱ تعیین مشخصات استاتیک دیود

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

۲- ۱- ۱ گام اول

مدار شکل ۰-۵ 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 ۰-۵

۲- ۱- ۲ گام دوم

زمین اسیلوسکوپ را به نقطه شماره ۲ وصل کنید و پروب های کانال ۱ و ۲ را به نقاط ۱ و۳ متصل کنید و اسیلوسکوپ را در مد **XY** قرار داده و مشخصه دیود را مشاهده کرده و رسم کنید. مقدار V_γ 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- ۱- 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_γ) 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- ۱- ۴ گام چهارم

مدار شکل ۰-۵ 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- ۱- 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- ۱- ۶ گام ششم

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

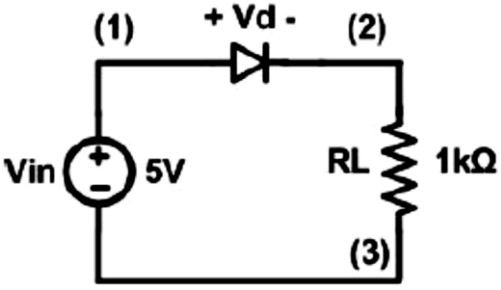
۲- ۱- ۷ گام هفتم

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 مقاومت دیود و محدود کنندگی ولتاژ

۲- ۲- ۱ گام اول

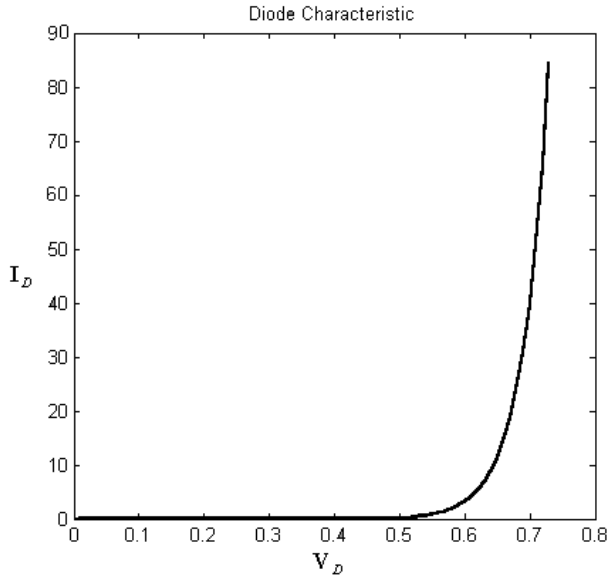
در مدار شکل ۰-۵ ولتاژ ورودی را یک ولتاژ **DC** قرار دهید. (مدار شکل ۰-۶)



شکل ۰-۶

۲- ۲- 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 ۰-۷ 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 آمپرمتر 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- ۲- 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- ۲- ۴ گام چهارم

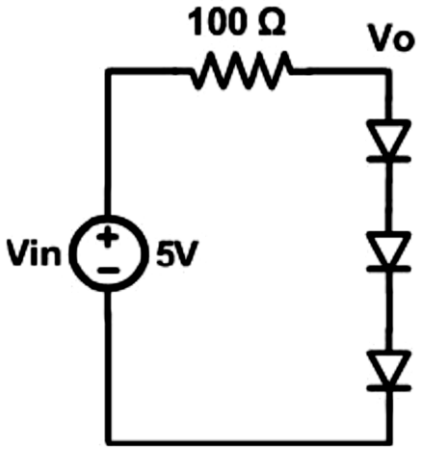
با استفاده از مقدار I_{d1} مقدار r_d را از رابطه زیر به دست آورید.

$r_d = \frac{\eta \times V_T}{I_D}$ **(**r_d **:** مقاومت دینامیکی**)** **(**فرض کنید $\eta=1$ **and** $V_T=26mA$ **)**

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

۲- ۲- ۵ گام پنجم

مدار شکل ۰-۸ را با استفاده از دیودهای **1N400X** و مقاومت ۱۰۰ اهم ببندید.



شکل ۰-۸

۲- ۲- 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 ۰-۱

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

۲- ۲- ۷ گام هفتم

نمودار V_o بر حسب V_I را رسم کنید.مقدار رگولاسیون خطی دیود (ΔV_o / ΔV_I) را برای قسمت خطی جدول بالا به دست آورید.

۲- ۲- 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 ومقادیر V_o را اندازه گیری کنید. برای هر مقاومت بار مقدار درصد ولتاژ رگولاسیون را بر طبق رابطه زیر به دست آورید.

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

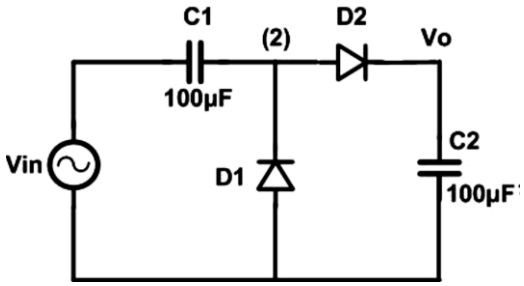
جدول ۰-۲

R (Ω)	**10k**	**1k**	**560**	**100**	**27**
V_o					

S_{load}					

۳-۲ ضرب کننده

مدار شکل ۰۲- را ببندید. با استفاده از سیگنال ژنراتور یک ورودی سینوسی با دامنه **5 V** و فرکانس **60 Hz** به مدار اعمال کنید. نقاط (۲) و (V_o) را مشاهده و رسم کرده و توضیح دهید که چگونه این مدار کار می کند؟ (شما می توانید با مشاهده شکل موج در نقاط (۲) و (V_o) مکانیزم عملکرد آن را تجزیه و تحلیل کنید. دقت کنید صحیح بستن جهت خازن ها دارای اهمیت است.)



شکل ۰۲-۷ مدار ضرب کننده ولتاژ