

بسم الله الرحمن الرحيم

دستور کار آزمایشگاه مبانی برق

دانشکده مهندسی فناوری های نوین سبلان - نمین

تهیه و تنظیم: یاسر شکری

## ارزیابی:

- |    |                     |        |
|----|---------------------|--------|
| ۱- | گزارش کار           | ۶ نمره |
| ۲- | فعالیت در آزمایشگاه | ۶ نمره |
| ۳- | امتحان پایانی       | ۶ نمره |
| ۴- | انضباط در آزمایشگاه | ۲ نمره |

## توجه:

- ۱- گروه‌ها بصورت دو نفره بوده و هر فرد بصورت جداگانه مبادرت بر تنظیم گزارش کار خواهد کرد.
- ۲- گزارش کار مرتب نوشته شده و در صفحه اول آن، نام آزمایش، شماره آن و تاریخ انجام آن قید شود. همچنین دربرگیرنده تمام فعالیت‌های صورت گرفته در آزمایشگاه باشد و در صورت لزوم بر تصاویر گرفته شده با گوشی تلفن همراه مستند گردد.
- ۳- نسخه‌ای که در حال مطالعه آن هستید دستور کار بوده و به هیچ وجه توصیه نمی‌شود در تهیه گزارش از مطالب آن کپی‌برداری گردد.
- ۴- تمام گروه‌ها موظف بر انجام تمام آزمایش‌ها (غیر وابسته بر جلسه مربوط) می‌باشند در غیر این صورت از نمره فعالیت کلاسی کسر خواهد شد.
- ۵- انضباط در آزمایشگاه شامل نظم میز کار، دقت در استفاده و نگهداری از تجهیزات آزمایشگاه و در نهایت جمع‌آوری صحیح آن‌ها بعد از انجام آزمایش می‌باشد.
- ۶- امتحان پایانی در قالب انجام یکی از آزمایش‌های انجام شده در طول ترم بصورت انفرادی و تصادفی برای هر فرد طرح می‌گردد.

## آشنایی با اجزاء مدار و وسایل آزمایشگاه

### اجزاء مدار:

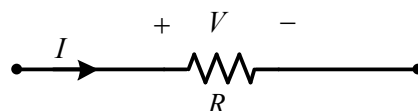
با اتصال عناصر الکتریکی به یکدیگر بطوریکه یک مسیر بسته را تشکیل دهند و از آن جریان الکتریکی عبور کند یک مدار الکتریکی تشکیل می‌شود. اجزاء مدار که در آزمایشگاه با آن‌ها سر و کار داریم عبارتند از:

#### ۱- مقاومت (Resistor)

در مقاومت ولتاژ دو سر آن مستقیماً متناسب با جریانی است که از آن می‌گذرد.

$V = RI$  که به قانون اهم معروف است.

علامتی که برای نشان دادن مقاومت در مدار بکار می‌رود در شکل زیر نشان داده شده است.



واحد مقاومت اهم می‌باشد که با علامت « $\Omega$ » نمایش می‌دهند. مقاومت انرژی الکتریکی را بصورت حرارت تلف می‌کند.

مقاومت‌ها را می‌توان به دو دسته ثابت و متغیر تقسیم کرد. از انواع مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های ذغالی، اکسید فلز و سیمی می‌باشند. ارزان‌ترین و پرمصرف‌ترین آن‌ها مقاومت‌های ذغالی است که اندازه آن‌ها بوسیله کد رنگی مشخص می‌شود.

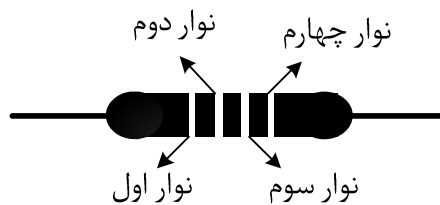
مقاومت‌های متغیر شامل مقاومت‌های قابل تنظیم و مقاومت گرمایی می‌باشند.

**مقاومت‌های قابل تنظیم:** این مقاومت‌ها دارای سه سر می‌باشند. دو سر آن ثابت و سر سوم متغیر است. مانند رئوستا، ولوم تلوزیون‌های قدیمی، ولوم رادیو و ...

**مقاومت گرمایی:** مقاومتی است که با تغییر درجه حرارت تغییر می‌کند.

#### تعیین مقدار مقاومت‌ها:

معمولاً مقدار مقاومت‌ها بخصوص مقاومت کربنی که هم ارزان و هم پرمصرف می‌باشند، توسط نوارهای رنگی مشخص می‌شود. به این ترتیب که از سه نوار رنگی برای مشخص کردن مقدار و یک نوار رنگی برای مشخص کردن تolerانس یا درصد خطا استفاده می‌شود. نوار اول رقم اول، نوار دوم رقم دوم و نوار سوم تعداد صفرها را نشان می‌دهد، نوار چهارم نیز نشان دهنده درصد خطا می‌باشد.



در جدول زیر معنی رنگ‌ها آمده است:

رنگ	نوار اول (رقم اول)	نوار دوم (رقم دوم)	نوار سوم (ضریب)	نوار چهارم (درصد خطا)
سیاه	۰	۰	$10^0$	-
قهوه‌ای	۱	۱	$10^1$	۱
قرمز	۲	۲	$10^2$	۲
نارنجی	۳	۳	$10^3$	-
زرد	۴	۴	$10^4$	-
سبز	۵	۵	$10^5$	-
آبی	۶	۶	$10^6$	-
بنفش	۷	۷	$10^7$	-
خاکستری	۸	۸	-	-
سفید	۹	۹	-	-
طلائی	-	-	$10^{-1}$	۵
نقره‌ای	-	-	$10^{-2}$	۱۰
بی‌رنگ	-	-	-	۲۰

اگر مقاومتی دارای پنج حلقه رنگی باشد، سه حلقه اول معرف رقم اول تا سوم و حلقه چهارم معرف ضریب و حلقه پنجم معرف تolerانس می‌باشد.

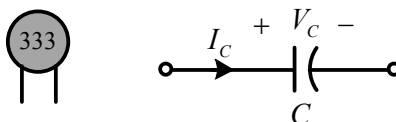
**مثال:** اگر رنگ‌های موجود برای مقاومتی به صورت، نارنجی، بنفش، زرد و نقره‌ای باشد، مقدار مقاومت چقدر است؟

$$R = 37 * 10^3 \pm 10\%$$

## ۲- خازن

خازن از دو صفحه هادی که بوسیله عایق از یکدیگر جدا شده است ساخته می شود.

خازن می تواند انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند و سپس آن را تخلیه نماید. جریانی که از خازن می گذرد مستقیماً متناسب با میزان تغییرات ولتاژ دو سر آن نسبت به زمان است.



$$I_C(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt}$$

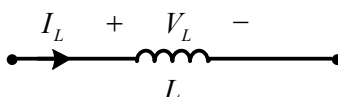
$$V_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t I_C(t) dt$$

ظرفیت خازن را با حرف  $C$  نشان می دهند و واحد آن فاراد است.

خازن ها در شکل ها و اندازه ها و انواع مختلف ساخته می شوند که عبارتند از: خازن های کاغذی، سرامیکی، الکترولیتی، میکا و .... اندازه خازن ها عموماً بر حسب میکرو فاراد ( $\mu F$ ) یا پیکو فاراد ( $pF$ ) و یا نانو فاراد ( $nF$ ) بیان می شود.

## ۳- القاگر یا سلف

با پیچیدن مقداری سیم به دور یک قالب عایق از جنس پلاستیک، سرامیک یا کاغذ می توان یک القاگر ساخت. ولتاژ دو سر القاگر مستقیماً متناسب با میزان تغییرات جریانی است که از آن عبور می کند.



$$V_L(t) = L \frac{dI_L(t)}{dt}$$

$$I_L(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t V_L(t) dt$$

در رابطه فوق  $L$  ضریب القاگر بوده و بر حسب هانری ( $H$ ) بیان می شود. القاگر مانند مقاومت ها و خازن ها در شکل ها و انواع مختلف ساخته می شود و انرژی را بصورت مغناطیسی در خود ذخیره می کند.

انجام آزمایش:

در این آزمایش یک مقاومت کربنی انتخاب کرده و از سه طریق اندازه آن را ثبت کنید.

۱- با استفاده از رنگ های آن

۲- با استفاده از مولتی متر

۳- با استفاده از قانون اهم

روش انجام کار و نتیجه کار خود را در قالب یک گزارش بیاورید.

## آزمایش: اندازه‌گیری ولتاژ و جریان

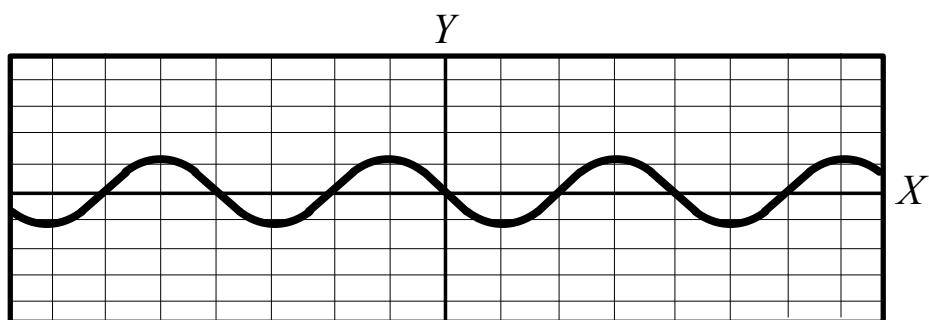
وسایل آزمایش: منبع تغذیه - ولت متر DC - آمپر متر DC و اسیلوسکوپ

آشنایی با نوسان نگار یا اسیلوسکوپ:

اسیلوسکوپ یا نوسان نگار یک وسیله‌ی اندازه‌گیری است که به کمک آن می‌توان علاوه بر مشاهده‌ی شکل امواج الکتریکی، دامنه - زمان تناوب - فاز و فرکانس را اندازه گرفت. اساس کار اسیلوسکوپ بر مبنای انحراف و یا نوسان اشعه الکترونی در یک میدان الکتریکی یا مغناطیسی است.

روش اندازه‌گیری با اسیلوسکوپ:

برای اندازه‌گیری دامنه ولتاژ  $V_m$  تعداد تقسیماتی که دامنه موج را در بر می‌گیرد در عددی که سلکتور (*Selector*)  $\frac{volt}{div}$  در مقابل آن قرار دارد ضرب می‌کنیم. برای اندازه‌گیری زمان دوره تناوب ( $T$ ) تعداد تقسیماتی که دامنه موج را در بر می‌گیرد در عددی که در مقابل  $\frac{time}{div}$  روی آن قرار دارد ضرب می‌نماییم. بطور مثال برای حالت نشان داده شده در شکل زیر اگر چنانچه سلکتور  $\frac{volt}{div}$  بر روی 2 ولت و سلکتور  $\frac{time}{div}$  بر روی 1 ms قرار داشته باشد در این صورت اندازه دامنه و زمان تناوب برابر خواهد بود.



$$\text{Domain } V_m = (2) \times (1.2) = 2.4 \text{ v} \quad \text{Alternative Time } T = (4) \times (1) = 4 \text{ ms}$$

$$\text{Frequency } f = \frac{1}{T} = 250 \text{ HZ}$$

برای اندازه‌گیری مقدار موثر دامنه باید از فرمول زیر استفاده نماییم.

$$V_{rms} = \left[ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |V_m \sin \theta|^2 d\theta \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

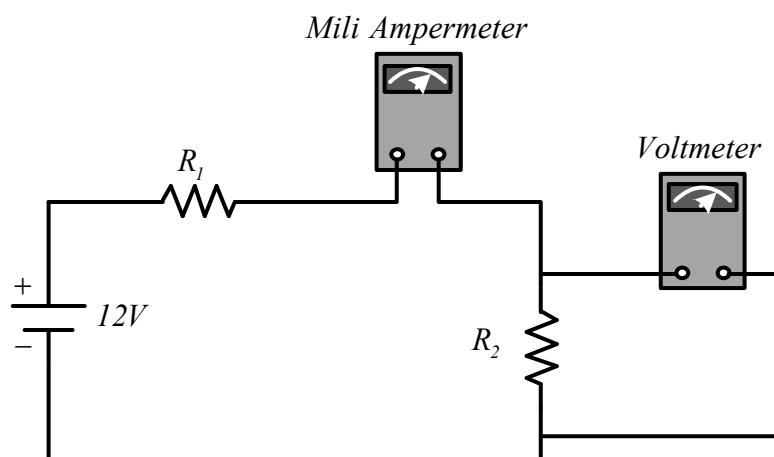
$$\sin^2 \theta = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\theta)$$

$$V_{rms} = \left[ \frac{V_m^2}{8\pi} \int_0^{2\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{V_m}{2\sqrt{2}} \left[ \frac{1}{\pi} (2\pi + 0) \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

جهت نمایندگی کردن یک سیگنال مقدار موثر فاکتور به مراتب بهتری از مقدار پیک آن می‌باشد چراکه یک سیگنال AC فقط در یک سری نقاط محدود برابر مقدار پیک خود است. مقدار موثر، قدرت تاثیر سیگنال را نشان داده و قابلیت مقایسه آن را با یک سیگنال DC فراهم می‌سازد. از رابطه مشخص است که مقدار موثر همان جذر توان متوسط کل است، که برای سیگنال‌های متناوب در یک دوره تناوب گرفته می‌شود.

اجرای آزمایش:

مداری مطابق شکل زیر بر روی برد آزمایش ببندید.



الف) جریان مدار را با توجه به مقادیر  $R_1$  و  $R_2$  اندازه‌گیری نموده و در جدول بنویسید.

ب) با استفاده از ولت‌متر DC ولتاژ دو سر مقاومت  $R_1$  را اندازه بگیرید و در جدول بنویسید.

ج) با اسیلوسکوپ ولتاژ دو سر مقاومت  $R_2$  را اندازه بگیرید و در جدول بنویسید.

د) با استفاده از قانون اهم ولتاژ و جریان را محاسبه کرده و در جدول بنویسید.

آزمایش دوم: اندازه‌گیری ولتاژ و جریان

$V$	$R_1$	$R_2$	جریان با آمپر	ولتاژ با ولت متر	ولتاژ با اسیلوسکوپ	جریان محاسبه شده	ولتاژ محاسبه شده
12	$10K$	$1K$					
12	$1K$	$0.47K$					

یادداشت:

.....

.....

## آزمایش: اندازه‌گیری دامنه و زمان تناوب یک موج سینوسی

وسایل آزمایش: اسیلوسکوپ - سیگنال ژنراتور - برد برد و تعداد قطعه الکتریکی

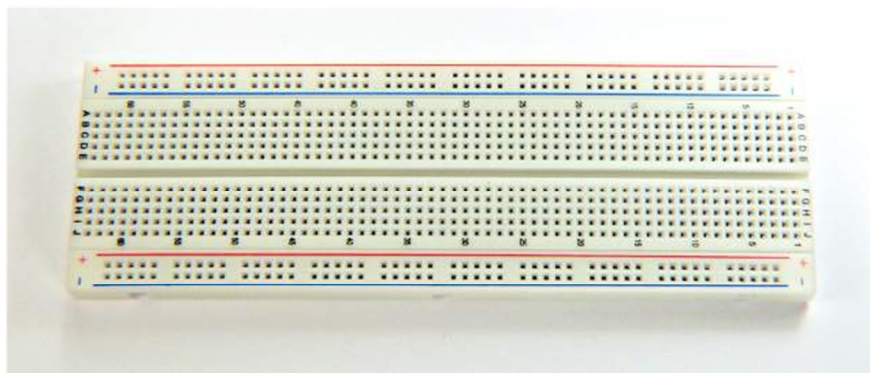
الف) با استفاده از سیگنال ژنراتور یک موج سینوسی با فرکانس  $50\text{ Hz}$  و ولتاژ موثر  $1.47\text{ V}$  ایجاد نمایید. سپس با استفاده از اسیلوسکوپ موج سینوسی را بر روی صفحه تنظیم کنید. حال از روی این موج دامنه ولتاژ ( $V_m$ ) و زمان تناوب ( $T$ ) این موج را اندازه بگیرید.

ب) آزمایش فوق را بر روی فرکانس‌های داده شده در جدول زیر تکرار کنید.

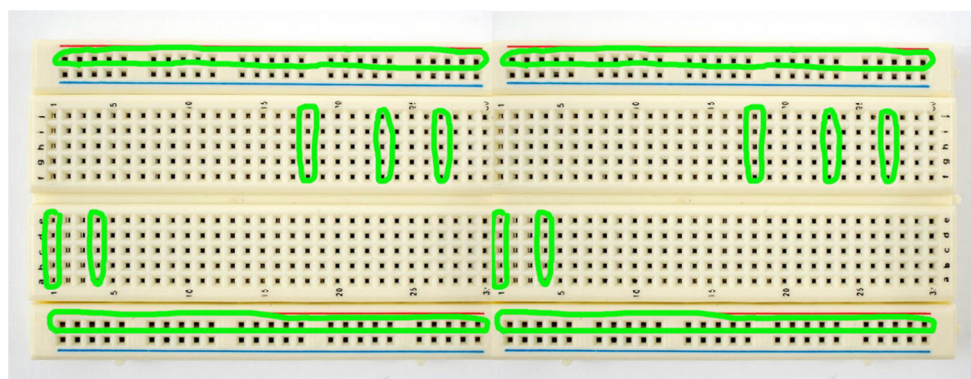
$f_{(KHz)}$	$V_{P-P}$	$F$ (اندازه‌گیری)
2	4	
5	6	
10	7	

ب) برد برد (Breadboard):

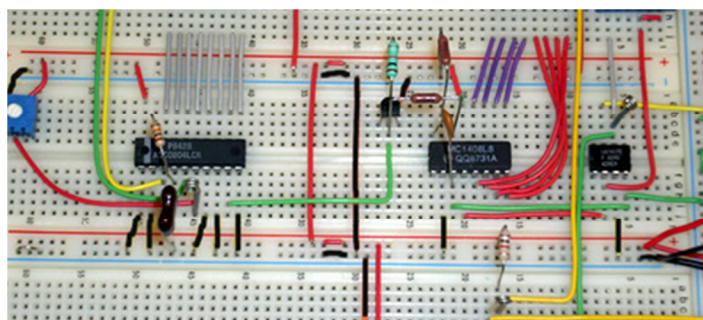
همان‌طور که در آزمایش‌های قبلی مشاهده شد قطعات الکترونیکی مورد استفاده مانند خازن، مقاومت و القاگر، قطعات بسیار ریزی می‌باشند که امکان بستن مدار با پیچیدن آن‌ها به یکدیگر بصورت دستی ممکن نمی‌باشد. در کاربردهای عملی دیده ایم که این قطعات بر روی یک فیبر لحیم کاری میشوند و در دستگاههای مختلف نظیر تلوزیون، کامپیوتر، دستگاههای دیجیتال مختلف (گیرنده دیجیتال، کنترل تلوزیون) و ... مورد استفاده قرار میگیرند. اما امکان پیاده سازی به این شکل در آزمایشگاه وجود ندارد و نیازمند گذراندن دوره های لحیم کاری و طراحی فیبر مدار چاپی است. لذا ما از پلت فرمی بنام برد برد استفاده خواهیم کرد که قطعات بر روی آن سوار میشوند. نمونه‌ای از یک برد برد را در شکل زیر مشاهده میکنید.



این صفحه دارای سوراخهایی است که قطعات در آنها جاسازی میشوند. نکته ای که باید به آن دقت کنیم اتصالات داخلی این سوراخها میباشد. این صفحه از چهار بخش تشکیل شده است که در آن دو ردیف افقی از سوراخها در بالای صفحه و دو ردیف افقی دیگر در پایین صفحه به یکدیگر متصل میباشند. در برد بردهای موجود در آزمایشگاه هر ردیف شامل ۱۰۰ سوراخ است که ۵۰ تای اول به یکدیگر و ۵۰ تای دوم نیز به یکدیگر متصل هستند، یعنی با احتساب ردیفهای بالا و پایین در مجموع ۸ بسته افقی متصل بصورت ۵۰ تایی و مستقل از یکدیگر در این صفحه وجود دارد. سایر سوراخهای بصورت ستونی به یکدیگر متصل میباشند، هر ستون شامل ۵ سوراخ است. در شکل زیر چند بسته از سوراخهای متصل به هم مشخص شده اند.

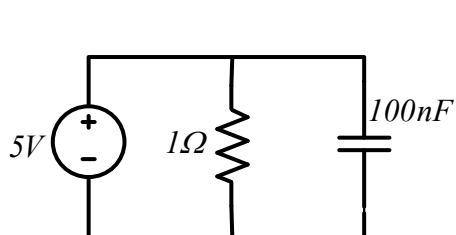


نمونه ای از صفحه ای که تعدادی قطعه بر روی آن سوار شده است بصورت زیر قابل تصور میباشد.

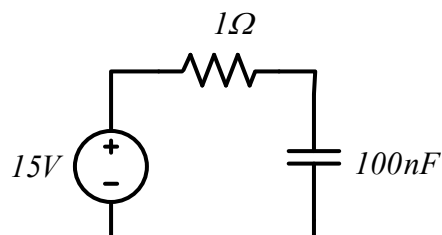


در این آزمایش برای عادت بیشتر به کار با برد برد تعدادی از مداراتی را که در درس مبانی برق آنها را تحلیل کرده ایم بر روی صفحه پیاده خواهیم کرد.

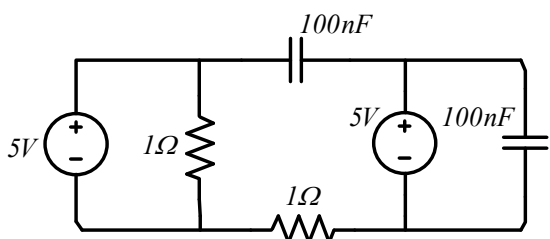
چهار مدار به شرح زیر مد نظر می باشد.



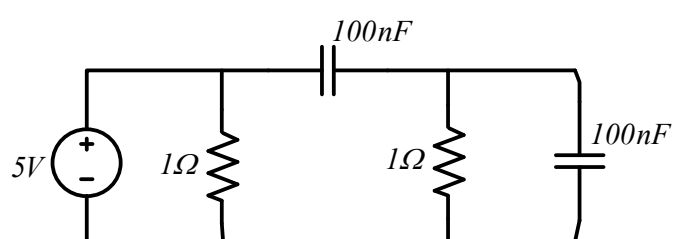
مدار (ب)



مدار (الف)



مدار (د)



مدار (ج)

این مدارات را روی صفحه پیاده سازی کرده و تصویری از آنها (یا بصورت دستی یا گرفته شده با تلفن همراه در گزارش کار خود بیاورید)

یادداشت :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## آزمایش: فیلتر پایین‌گذر

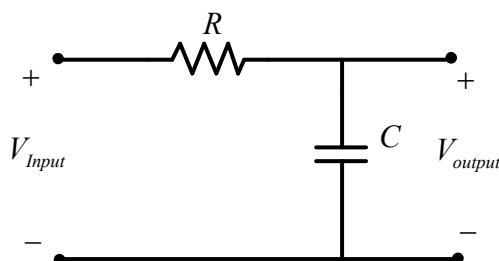
وسایل لازم: سیگنال ژنراتور - اسیلوسکوپ

صافی ( *FILTER* ) :

در مدار الکتریکی وظیفه فیلتر عبور دادن سیگنال‌هایی است که فرکانس آن‌ها در محدوده مورد نظر واقع باشد. مدار فیلتر از اجزایی نظیر سلف - خازن و مقاومت تشکیل شده است. فیلترها با توجه به محدوده فرکانس‌هایی که عبور می‌دهند یا حذف می‌کنند به انواع پایین‌گذر - بالا‌گذر - میان‌گذر و میان‌نگذر تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) فیلتر پایین‌گذر ( *Low pass filter* ) :

این فیلتر از فرکانس صفر تا یک فرکانس معین را عبور داده و سایر فرکانس‌های بالا را عبور نمی‌دهد. در شکل زیر مدار صافی پایین‌گذر  $RC$  نشان داده شده است. هنگامی که یک موج سینوسی با دامنه ثابت  $V_m$  و فرکانس متغیر  $f$  به دو سر ورودی این مدار اعمال می‌شود ولتاژ خروجی نیز موج سینوسی ولی با دامنه و فاز متفاوت با ولتاژ ورودی بوده و بطور کلی تابعی از فرکانس موج ورودی خواهد بود. با استفاده از قاعده تقسیم ولتاژ، ولتاژ خروجی از رابطه زیر بدست می‌آید.



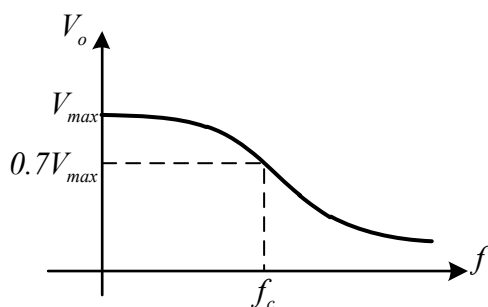
$$V_{output} = V \frac{Z_c}{Z_c + R} \quad Z_c = \frac{1}{j\omega C}$$

$$\frac{V_{output}}{V_{input}} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{1}{1 + jR\omega C} \quad \left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (R\omega C)^2}} \quad , \phi = -\text{Arctan}(R\omega C)$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که در فرکانس‌های پایین وقتی که  $R\omega C \ll 1$  می‌باشد  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| \approx 1$  خواهد بود.

همچنین در فرکانس‌های بالا وقتی که  $R\omega C \gg 1$  می‌باشد  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| \approx 0$  است. بنابراین مدار فوق که ولتاژهایی با فرکانس پایین را عبور می‌دهد و ولتاژهای با فرکانس بالا را به شدت تضعیف می‌کند به صافی پایین گذر معروف است. در فرکانس‌های پایین  $\phi = 0$  بوده و در فرکانس‌های بالا  $\phi = -90$  خواهد بود.

منحنی مشخصه‌ی ولتاژ خروجی با فرض اینکه  $V = 1$  (v) در شکل زیر رسم شده است.



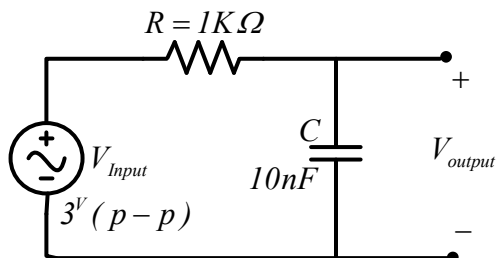
فرکانس  $f_c$  فرکانس قطع می‌باشد و فیلتر پایین گذر فرکانس‌های بالاتر از آن را به شدت تضعیف می‌کند در این فرکانس توان خروجی نصف ورودی است.

$$\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{در صورتی که } \omega = \frac{1}{RC} \text{ باشد آنگاه خواهیم داشت:}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{و این یعنی فرکانس قطع برابر است با:}$$

اجرای آزمایش:

مداری مطابق شکل زیر ببینید با استفاده از سیگنال ژنراتور یک موج سینوسی با دامنه  $V_m = 3\text{ (v)}$  به مدار اعمال کنید. سپس فرکانس را از  $1\text{KHZ}$  تا  $100\text{KHZ}$  تغییر دهید و ولتاژ خروجی را بوسیله اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید.



منحنی تغییرات  $V_{output}$  بر حسب فرکانس را روی کاغذ میلیمتری رسم کنید و  $f_c$  را بدست آورید.

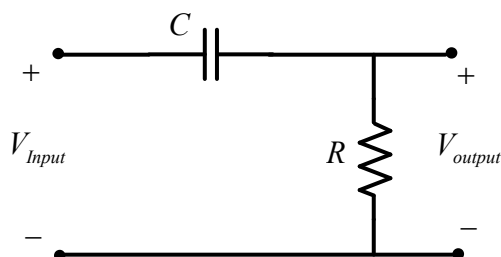
$f$	$V_{output}$ اندازه گیری شده	$V_{output}$ محاسبه شده
1000		
2000		
3000		
4000		
5000		
10000		
30000		
50000		
100000		

## آزمایش پنجم:

### تست فیلتر بالا گذر (High Pass Filter)

وسایل لازم: منبع تغذیه، اسیلوسکوپ

این فیلتر فرکانس‌های پایین را عبور نمی‌دهد. مدار فیلتر بالا گذر در شکل زیر نشان داده شده است.



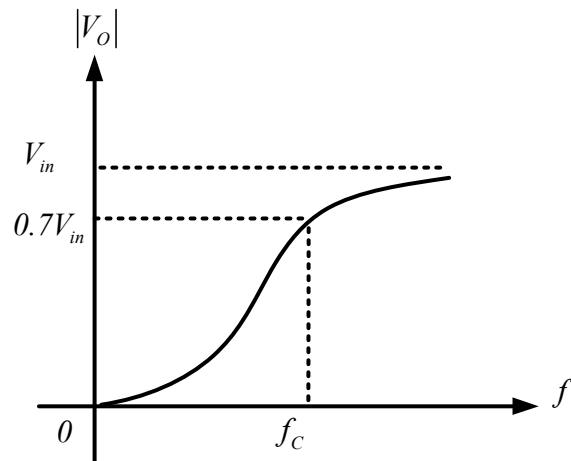
$$\frac{V_{output}}{V_{input}} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

$$\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad \phi = \text{Arctang} \left( \frac{1}{\omega RC} \right)$$

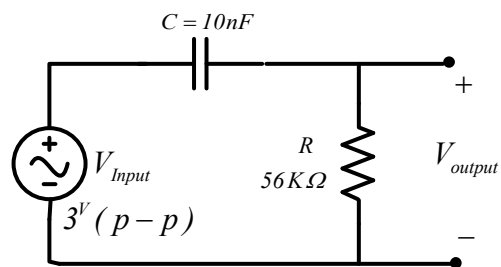
در فرکانس‌های بالا وقتی که  $\omega RC \gg 1$  است  $\phi = 0$  و  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| \approx 1$  و وقتی که  $\omega RC \ll 1$  باشد  $\phi \approx 90$  و

به این ترتیب مدار فوق فقط فرکانس‌های بالا را از خود عبور می‌دهد. در این فیلتر فرکانس قطع  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| \approx 0$

می‌باشد. منحنی مشخصه ولتاژ خروجی بر حسب فرکانس در شکل زیر نشان داده شده است.  $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$



مداری مطابق شکل ببندید یک موج سینوسی با ولتاژ پیک 3 ولت به مدار اعمال کنید . برای فرکانس‌های داده شده و در جدول A مقدار ولتاژ خروجی را اندازه گیری نموده سپس منحنی تغییرات  $V_{output}$  را بر حسب فرکانس قطع را بدست آورید .

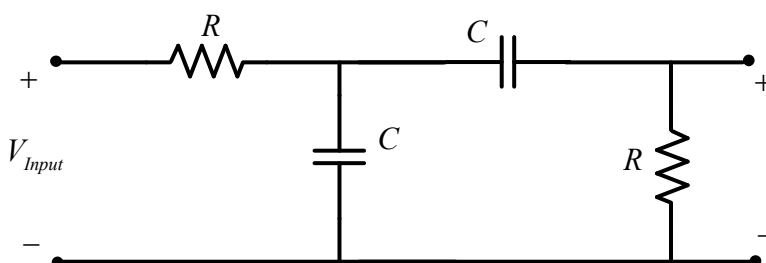


## آزمایش ششم:

## تست فیلتر میان گذر (Band Pass Filter)

وسایل آزمایش: منبع تغذیه، اسیلسکوپ

این فیلتر محدوده خاصی از فرکانس ها را می گذراند و از عبور تمام فرکانس های خارج از آن محدوده جلوگیری می کند. با سری نمودن مدار صافی بالا گذر و پایین گذر می توان صافی میان گذر ساخت. در شکل زیر این نوع صافی نشان داده شده است.



نسبت خروجی به ورودی برای این مدار عبارتست از :

$$\frac{V_{output}}{V_{input}} = \frac{j\omega RC}{1 + 3j\omega RC - \omega^2 R^2 C^2}$$

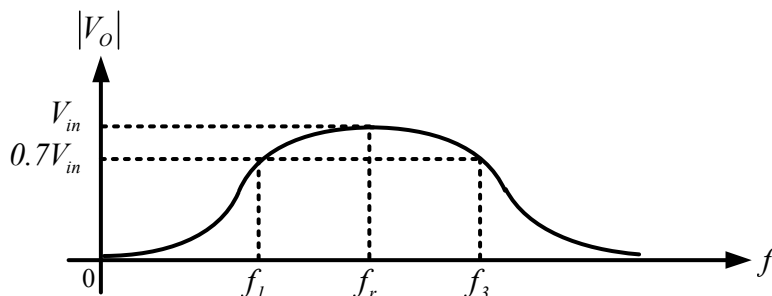
$$\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| = \frac{\omega RC}{\sqrt{(1 - \omega^2 R^2 C^2)^2 + 9\omega^2 R^2 C^2}}$$

$$\phi = 90 - \text{Arctang} \left( \frac{3\omega RC}{1 - \omega^2 R^2 C^2} \right)$$

در فرکانس های بالا  $\omega RC \gg 1$  و همچنین در فرکانس های پایین  $\omega RC \ll 1$  ،  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| \approx 0$  می باشد لذا خروجی در

بعضی از فرکانس های میانی به ماکزیمم مقدار خود خواهد رسید.

منحنی تغییرات ولتاژ خروجی نسبت به فرکانس در شکل زیر رسم شده است. فرکانس های  $f_1$  و  $f_2$  نقاط نصف قدرت هستند در این نقاط اندازه ولتاژ خروجی به  $0.7 V_{in}$  می رسد.

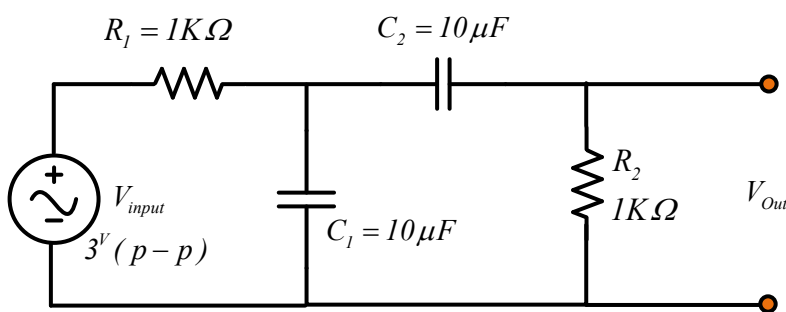


$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{تشدید موازی:} \quad \Delta f = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{تشدید سری:} \quad \Delta f = \frac{R}{2\pi L}$$

فرکانسی که در آن خروجی به ماکزیمم مقدار خود می‌رسد فرکانس رزونانس گویند و با  $f_r$  نمایش می‌دهند. اختلاف بین دو فرکانس  $\Delta f = f_2 - f_1$  که در آنها خروجی به  $0.7V_{\max}$  خودش می‌رسد پهنای باند نامیده می‌شود.

الف) مداری مطابق شکل زیر ببندید. رنج مولد سیگنال را روی  $100 \text{ KHZ}$  قرار دهید. سپس برای فرکانس‌های داده شده در جدول ولتاژ خروجی را خوانده و در جدول یادداشت کنید.

ب) منحنی تغییرات ولتاژ خروجی نسبت به فرکانس را روی کاغذ میلیمتری رسم نمایید و پهنای باند را مشخص کنید.



$f_{(Hz)}$	5	10	15	20	30	50	100	200	400	600	800	1000
$V_{output} (v)$												

مراحل انجام آزمایش:

۱- مدار شکل فوق را بر روی برد برد ببندید.

۲- جدول فوق را پر کنید.

۳- از روی جدول پر شده بر روی یک کاغذ میلیمتری نمودار  $\left| \frac{V_{Out}}{V_{in}} \right|$  را ترسیم کنید.

۴- مقدار  $f_r$  را از روی نمودار بدست آمده در مرحله قبل بدست آورید. در این فرکانس  $\left| \frac{V_{Out}}{V_{in}} \right|$  چقدر است؟ صحت

آن را از رابطه  $\left| \frac{V_{output}}{V_{input}} \right| = \frac{\omega RC}{\sqrt{(1 - \omega^2 R^2 C^2)^2 + 9\omega^2 R^2 C^2}}$  نیز تست کنید.

۵- مراحل ۱ تا ۴ را با کمک نرم افزار Proteus، تکرار کنید.

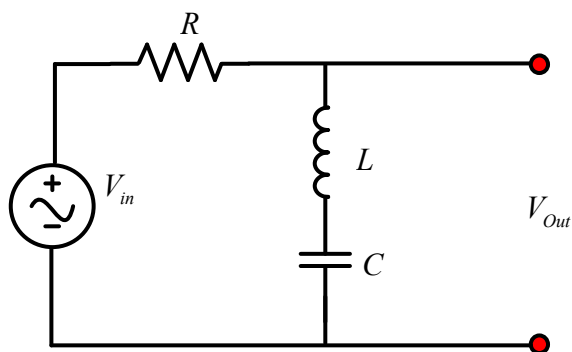
## آزمایش هفتم:

### تست صافی میان‌نگذر (Band Rejected Filter)

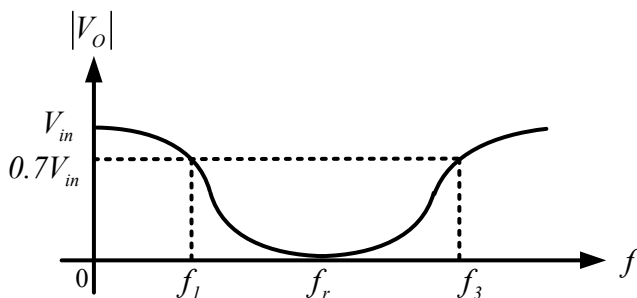
وسایل آزمایش: منبع تغذیه، اسیلوسکوپ

این فیلتر از عبور محدوده معینی از فرکانس‌ها جلوگیری کرده و همه فرکانس‌های خارج از آن محدوده را عبور می‌دهد.

در شکل زیر مدار صافی میان‌نگذر نشان داده شده است.



منحنی تغییرات ولتاژ خروجی بر حسب فرکانس در شکل زیر نشان داده شده است.



یادداشت :

.....

.....

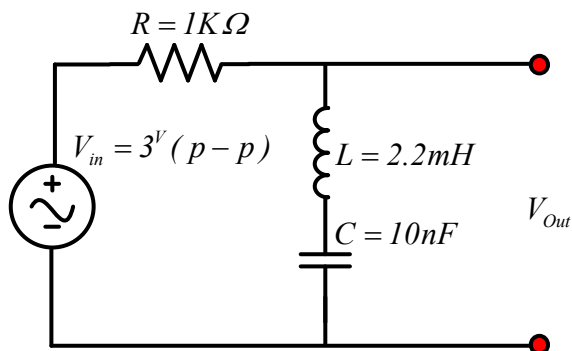
.....

.....

.....

.....

الف) مداری مطابق شکل زیر ببندید. رنج مولد سیگنال را روی  $10\text{ KHZ}$  قرار دهید. سپس به ازای فرکانس‌های داده شده ولتاژ  $V_{output}$  را در جدول یادداشت کنید.



ب) منحنی تغییرات  $V_{Out}$  را بر حسب فرکانس روی کاغذ میلیمتری رسم کنید.

$f_{(KHZ)}$	2	4	6	8	10	15	20	40	60	80	100	120
$V_{output} (v)$												

## آزمایش هشتم:

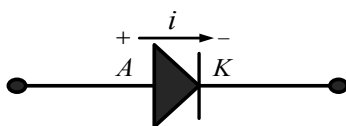
## دیودهای نیمه‌هادی و یکسوکننده‌ها

وسایل آزمایش: دیود - منبع تغذیه - ولتمتر - میکرو و میلی آمپر متر

هنگامی که الکترونی از یک اتم خارج می‌شود یک جای خالی در آن اتم ایجاد می‌شود که به آن حفره می‌گویند. بار حفره مثبت است. نیمه‌هادی‌ها (مثلاً سیلیکون) غالباً ساختار کریستالی دارند. از طریق ترکیب نیمه‌هادی‌ها مثلاً سیلیسیوم ۴ ظرفیتی با آرسنیک ۳ ظرفیتی، ساختارهای جدیدی به وجود می‌آید که باعث می‌شود در ترکیب تعدادی الکترون آزاد و یا حفره باقی بماند. نیمه رساناهایی که الکترون‌های آزاد آن بیشتر باشد نیمه‌هادی نوع  $n$  و نیمه رسانایی که حفره‌های آن بیشتر باشد نیمه‌هادی نوع  $p$  می‌باشد. وقتی دو نیمه‌هادی از نوع  $p$  و  $n$  به هم متصل شوند اتصال  $pn$  و یا دیود ساخته می‌شود. شکل زیر معرف یک دیود می‌باشد.

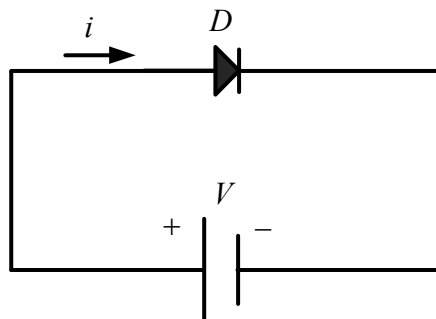


علامت اختصاری دیود در شکل زیر نشان داده شده است.

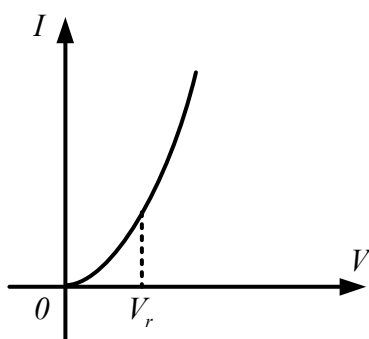


جریان در دیود از طرف  $p$  به  $n$  می‌باشد. اگر جریان در جهت نوک مثلث باشد دیود مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد و جریان عبور می‌کند و اگر چنانچه جهت جریان در خلاف نوک مثلث باشد دیود مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهد و جریان عبور نمی‌کند.

در شکل زیر قطب مثبت باطری به آند و قطب منفی باطری به کاتد متصل است. در این حالت گویند دیود در گرایش مستقیم قرار دارد.



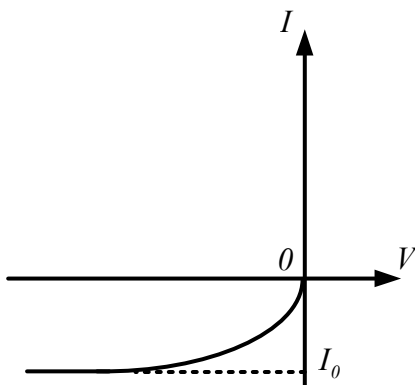
منحنی مشخصه دیود در گرایش مستقیم در شکل زیر نشان داده شده است.



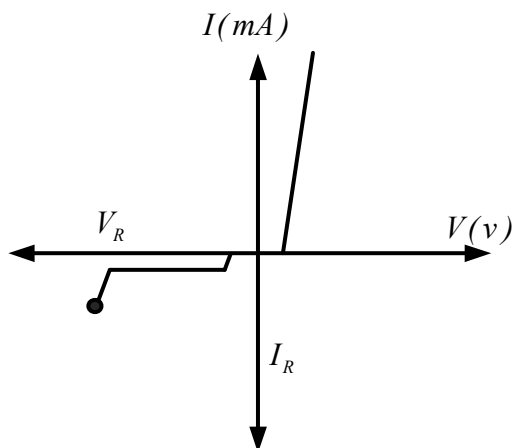
$V_r$  ولتاژی است که پس از آن ولتاژ - منحنی تقریباً به یک خط راست با شیب زیاد تبدیل می‌شود.

برای دیودهای ژرمانیم 0.2 و برای دیودهای سیلیکونی 0.6 است. اگر پلاریته باطری عوض شود دیود در گرایش معکوس قرار می‌گیرد.

منحنی مشخصه دیود در گرایش معکوس در شکل زیر نشان داده شده است.



تقریب منحنی مشخصه دیود در هر دو نوع گرایش مستقیم و معکوس در شکل زیر نشان داده است.



$$I_D = I_s \left( e^{\frac{V_D}{\eta V_r}} - 1 \right) \quad \text{ولتاژ ناشی از حرارت می باشد.}$$

$I_s$  : جریان اشباع معکوس

$1 < \eta < 2$  : یک پارامتر ثابت است که به جنس دیود و ساختار فیزیکی آن بستگی دارد. مقدار آن برای  $Si = 1.4$  و  $Ge = 1$  می باشد.

$$V_r = \frac{KT}{q}$$

$K$  : ثابت بولتزمن

$T$  : دما بر حسب کلوین

$q$  : بار الکتریکی

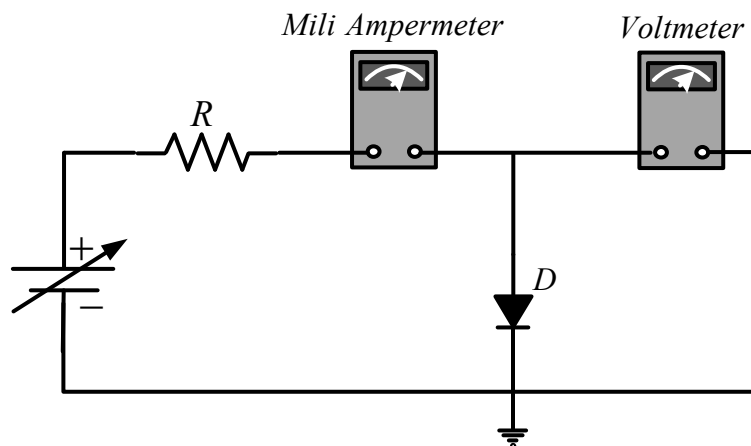
مقدار  $V_r$  در دمای معمولی  $26^{mV}$  است.

یادداشت :

.....

.....

مداری مطابق شکل زیر ببندید:



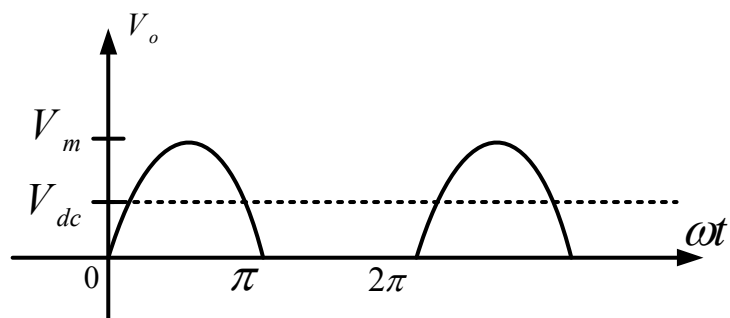
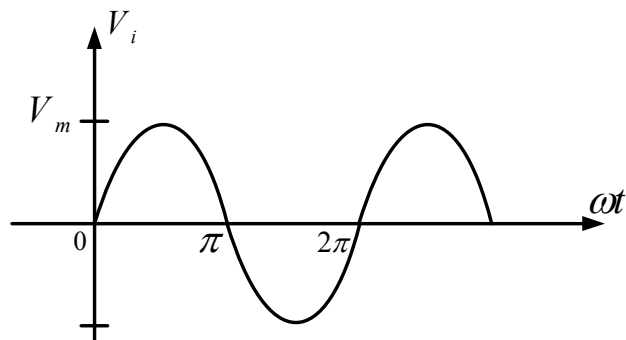
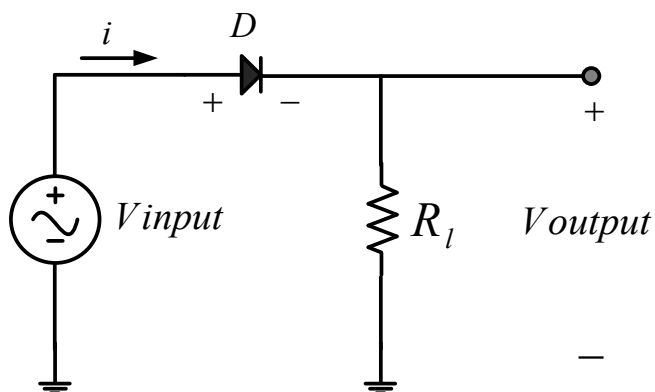
ولتاژ ورودی را به تدریج زیاد کنید تا جریان مندرج در جدول بدست آید. در هر نقطه ولتاژ مربوط را بخوانید و در جدول یادداشت کنید سپس منحنی جریان دیود را بر حسب ولتاژ دیود رسم کنید.

$I$	$100\mu A$	$200\mu A$	$500\mu A$	$1mA$	$2mA$	$5mA$	$10mA$	$15mA$	$20mA$
$V$									

## آزمایش نهم:

### یکسوکننده نیم موج

با استفاده از یکسوکننده‌های نیم‌موج می‌توان نیم سیکل‌های مثبت یا منفی یک ولتاژ متناوب ورودی را حذف نمود. در شکل زیر مدار یکسوکننده نیم‌موج نشان داده شده است.



ولتاژ ورودی  $V_1$  معمولاً توسط یک ترانسفورماتور ورودی تامین می‌گردد. در نیم سیکل‌های مثبت ولتاژ ورودی دیود هدایت نموده و می‌توان آن را به صورت یک مقاومت کوچک  $R_2$  در نظر گرفت.

$$V_{in}(t) = V_m \sin \omega t \qquad i = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t . d\omega t = \frac{V_m}{\pi}$$

یادداشت :

.....

.....

.....

.....

.....

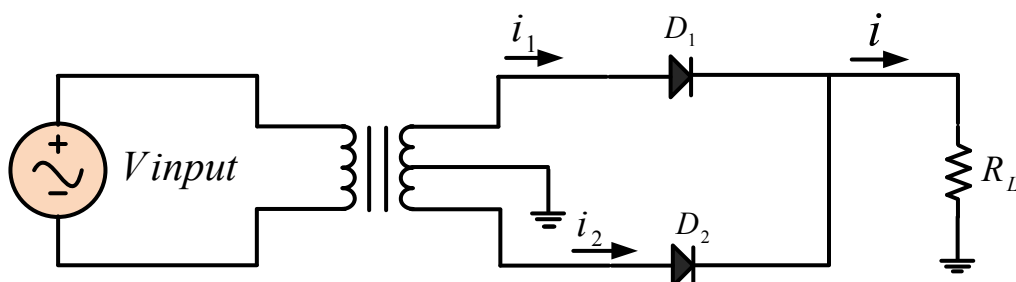
.....

## آزمایش دهم:

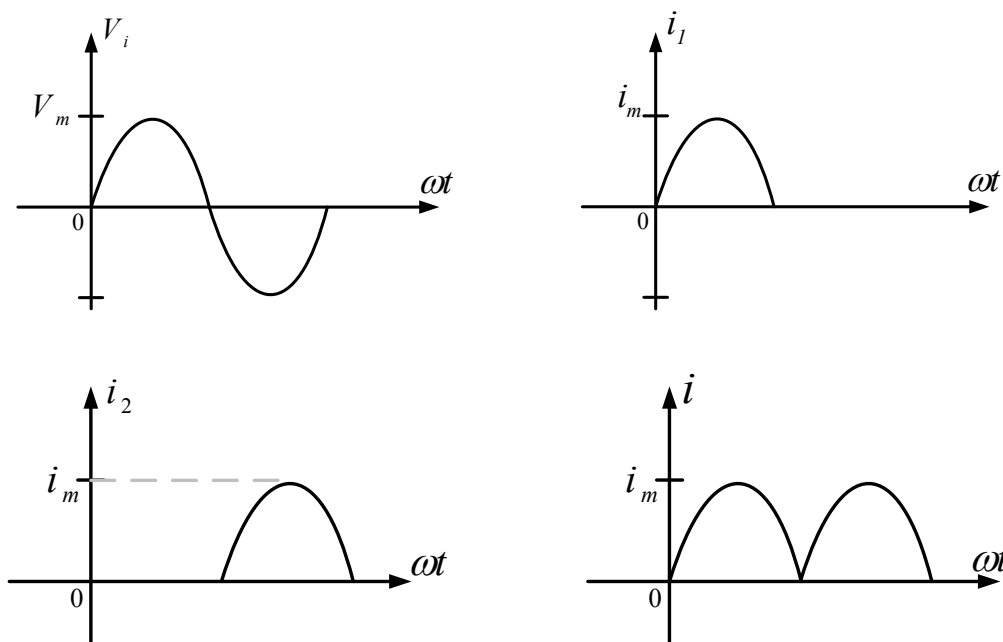
### یکسو کننده تمام موج

در شکل زیر مدار یکسو کننده تمام موج نشان داده شده است این مدار در حقیقت از دو مدار نیم موج تشکیل شده که هر کدام در یکی از نیم سیکل های ولتاژ سینوسی ورودی هدایت می کنند.

همان طور که در مدار ملاحظه می گردد در نیم سیکل مثبت ولتاژ ورودی فقط دیود  $D_1$  هدایت نموده و جریان  $i_1$  را از مقاومت بار عبور می دهد. در نیم شکل منفی ولتاژ ورودی دیود  $D_1$  قطع است ولی دیود  $D_2$  هدایت می کند و جریان  $i_2$  آن به مقاومت بار می رسد.



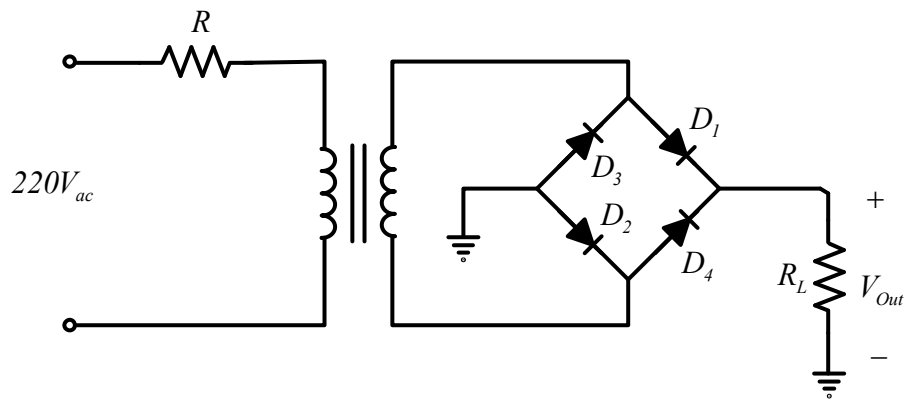
در شکل زیر شکل موج های  $i$ ،  $i_1$ ،  $i_2$  ملاحظه می گردد.



ولتاژ و جریان DC از روابط زیر بدست می آید.

$$I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi} \quad I_m = \frac{V_m}{R_L + R_F} \quad V_{dc} = I_{dc} \times R_L$$

نکته‌ای که در ارتباط با مدار این آزمایش وجود دارد، این است که اگر ترانس سه سر نداشته باشیم ولتاژ متناوب سر ثانویه ممکن است عملکرد مورد انتظار را نداشته باشد. می‌دانیم که اختلاف ولتاژ سر ثانویه به این معنا نیست که سر منفی همیشه باید صفر در نظر گرفته شود. مثلاً اگر یک سیکل مثبت را در نظر بگیریم که در نقطه ماکزیمم خود ولتاژ ۱۰ ولت را تولید می‌کند، در ترانس دو سر ممکن است این ولتاژ نتواند هیچ یک از دیودها را روشن کند. در شرایطی که آند دیود  $D_1$  صفر ولت و آند دیود  $D_2$  ۱۰- ولت است چون کاتد هر دو صفر ولت است هیچ کدام قابلیت هدایت نخواهند داشت. برای رفع این مشکل در صورت نبود ترانس سه سر از مدار زیر که به پل دیودی معروف است، کمک می‌گیریم. پل دیودی اجازه رخ دادن حالتی را که تشریح کردیم نمی‌دهد.



یادداشت :

.....

.....

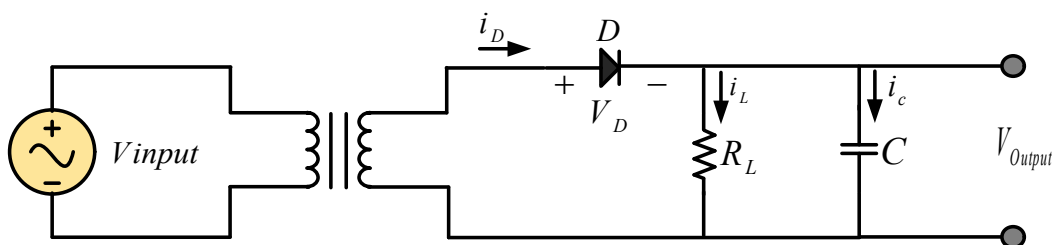
## آزمایش یازدهم:

### صافی خازنی در یکسوکننده‌های دیودی

وسایل لازم: اسیلوسکوپ - سیگنال ژنراتور - ولت‌متر

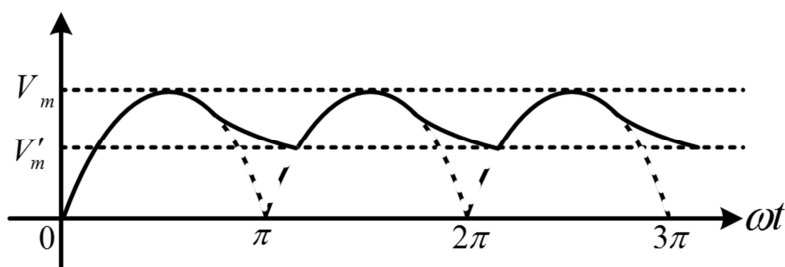
صافی خازنی:

همانطور که مشاهده کردیم ولتاژ خروجی مدارهای یکسو کننده با شکل ولتاژ ورودی تفاوت اساسی پیدا نموده و در واقع ولتاژی که در ورودی شامل هیچگونه مولفه  $DC$  نیست یک ولتاژ  $DC$  توام با ریبیل و یا به عبارتی ناصاف بوجود می‌آورد. برای حذف ناصافی موجود در خروجی یکسوکننده‌ها می‌توان از صافی‌های خازنی استفاده نمود. این صافی‌ها در حقیقت مانع رسیدن فرکانس‌های بالا موجود در شکل موج ورودی به مقاومت بار گردیده و با آن عمل به صافتر شدن ولتاژ خروجی کمک می‌نمایند. در شکل زیر مدار یکسو کننده نیم موج با صافی خازنی نشان داده شده است.



$$V_r = V_m - V'_m$$

با قرار دادن خازن، شکل موج خروجی در شکل زیر نشان داده شده است. *Ripple Voltage*



ولتاژ  $DC$  خروجی که همان مقدار متوسط ولتاژ خروجی است میتوان به صورت زیر نوشت .

$$V_{dc} = V_m - \frac{V_r}{2}$$

اما  $V_r$  در حقیقت تغییرات ولتاژ خازن  $C$  پس از تخلیه به مدت  $T_c$  ثانیه است یعنی:

$$V_r = \frac{1}{C} \int_0^{T_c} i(t) dt = \frac{1}{C} \int_0^{T_c} \left( \frac{dq}{dt} \right) dt = \frac{1}{C} (q(T_c) - q(0)) = \frac{1}{C} \Delta Q$$

برای یکسوساز نیم موج داریم:

$$V_r = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{I_{dc} T_c}{C} \approx \frac{I_{dc} T}{C} = \frac{I_{dc}}{f \times C} \quad V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{2f \times C}$$

از آنجایی که استخراج مقدار دقیقی برای  $T_c$  ممکن نیست از تقریب  $T_c \approx T$  استفاده کردیم.

بنابراین در یکسوکننده تمام موج با صافی خازنی ولتاژ ناصافی و ولتاژ  $DC$  از رابطه‌های زیر بدست می‌آید.

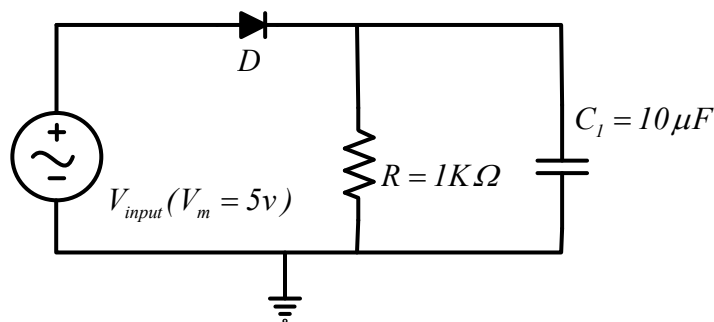
$$V_r = \frac{I_{dc}}{2f \times C} \quad V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{4f \times C}$$

ضریب ریبیل:

$$r = \frac{I_{rms}}{I_{dc}} = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} \quad \text{ضریب ریبیل یک موج چنین بدست می‌آید:}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \quad I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi} \quad V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = R_L I_{dc}$$

مداری مطابق شکل زیر ببندید.



الف) ولتاژ خروجی دوسر مقاومت  $1 K \Omega$  و ولتاژ  $V_{input}$  را بوسیله اسیلوسکوپ مشاهده کرده و رسم نمایید.

ب) مقدار  $V_m$  را بوسیله اسیلوسکوپ و  $V_{dc}$  را بوسیله ولت‌متر اندازه‌گیری کرده و از رابطه  $V_{dc} = V_m - \frac{V_r}{2}$  را محاسبه کرده و در جدول زیر یادداشت کنید.

	$V_m$	$V_{dc}$	$V_r$
بدون خازن			
با خازن			

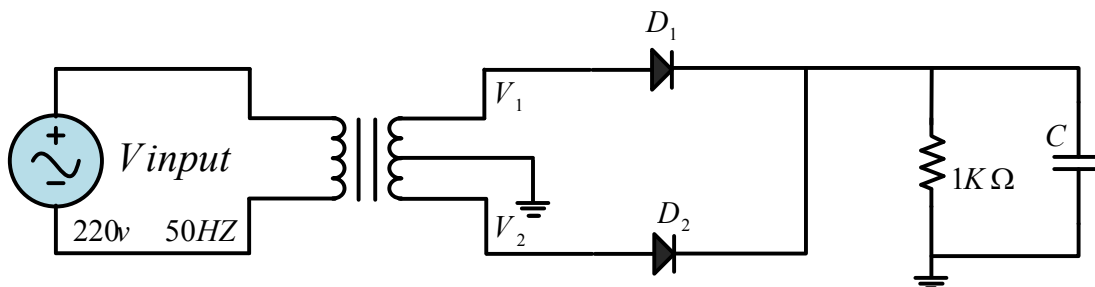
ج) مقدار  $V_{dc}$  را محاسبه کنید و با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه کنید.

آزمایش دوازدهم: صافی خازنی در یکسوکننده دیودی تمام موج

## آزمایش دوازدهم:

وسایل لازم: اسیلوسکوپ - سیگنال ژنراتور - ولت متر

مداری مطابق شکل ببندید.



الف) شکل موج‌های  $V_1$ ,  $V_2$  را بوسیله اسیلوسکوپ همزمان مشاهده نموده و رسم کنید.

ب) مقدار  $V_m$  را بوسیله اسیلوسکوپ و  $V_{dc}$  را بوسیله ولت‌متر اندازه‌گیری کرده و از رابطه  $V_{dc} = V_m - \frac{V_r}{2}$  را محاسبه کرده و در جدول زیر یادداشت کنید.

ج) مقدار  $V_{dc}$  را محاسبه کنید و با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه کنید.

	$V_m$	$V_{dc}$	$V_r$
بدون خازن			
خازن $1000\mu F$			
خازن $2000\mu F$			