

فصل یازدهم

تجزیه و تحلیل مدارهای دیودی

هدف کلی: تحلیل نظری و عملی یکسوسازها

هدف های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که:



- ۱- مدار یکسوساز نیم موج را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.
- ۱۱- شکل موج ولتاژ خروجی یکسوکننده نیم موج را شرح دهد.
- ۲- مقدار متوسط ولتاژ خروجی یکسوکننده نیم موج را بدون صافی خازنی و با صافی خازنی مشاهده کند و مقدار آن محاسبه کند.
- ۳- مقدار یکسوساز تمام موج با استفاده از ترانسفورماتور سر وسط را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.
- ۱۲- شکل موج ولتاژ خروجی یکسوکننده تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط را بدون صافی خازنی و با صافی خازنی، مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.
- ۴- مدار یکسوساز تمام موج پل را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.
- ۱۳- شکل موج ولتاژ خروجی یکسوکننده تمام موج پل، بدون صافی خازنی و با صافی خازنی را مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.
- ۵- نقش صافی ها در یکسوکننده ها را شرح دهد.
- ۶- نحوه استفاده از منبع تغذیه متقارن را توضیح دهد.
- ۱۴- ولتاژ خروجی یک مدار دوبرابر کننده ولتاژ را اندازه گیری کند.
- ۷- نحوه عملکرد مدارهای کلیپر (clipper) و کلمپر (clamper) را شرح دهد.
- ۱۵- شکل موج ولتاژ خروجی مدارهای کلیپر و کلمپر را مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.
- ۸- طرز کار مدارهای چند برابر کننده ولتاژ را شرح دهد.
- ۱۶- کلیه هدف های رفتاری در حیطه عاطفی که در فصل اول به آن اشاره شده است را در این فصل نیز اجرا دهد.
- ۹- طرز کار کلید ۱۱۰/۲۲۰ را توضیح دهد.
- ۱۰- نحوه عملکرد مدار آشکارساز پیک تو پیک را کند.

| | | | |
|------------|------|-----|------------------|
| ساعت آموزش | | | توانایی شماره ۱۱ |
| نظری | عملی | جمع | |
| ۸ | ۱۸ | ۲۶ | |



پیش آزمون فصل (۱۱)

۶- نحوه‌ی عملکرد یکسوساز تمام موج را شرح دهید.



۷- نحوه‌ی عملکرد یکسوساز نیم موج را با رسم شکل

شرح دهید.



۱- مقدار متوسط یک موج سینوسی که یکسو شده

نیم موج است کدام است؟

الف) $\frac{V_m}{\pi}$ (ب) $\frac{2V_m}{\pi}$

ج) $2V_m$ (د) $\frac{V_m}{2}$

۲- ولتاژ معکوس دو سر هر دیود در یکسوساز تمام موج،

برابر است.

۳- شرط هدایت یک دیود کدام است؟

الف) ولتاژ آند به اندازه‌ی 0.6 ولت از کاتد بیشتر باشد.

ب) جریان در مدار به اندازه‌ی کافی وجود داشته باشد.

ج) فقط کافی است ولتاژ آند نسبت به کاتد به اندازه‌ی

0.6 مثبت تر باشد.

د) موارد الف و ب

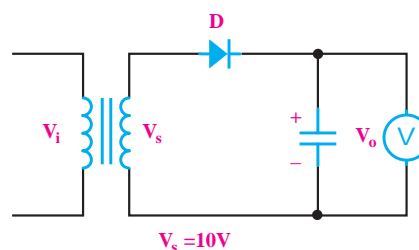
۴- هر قدر ظرفیت خازن را زیادتر کنیم، ولتاژ خروجی

یکسو کننده‌ها ثابت تر می شود.

☐ غلط

☐ صحیح

۵- در شکل زیر V_O چند ولت است؟



الف) ۱۰ (ب) $9/4$

ج) $14/1$ (د) $13/5$

۸- در یکسوساز پل ، جریان هر دیود برابر است با

است.

الف) I_L ب) $\frac{I_L}{2}$

۹- انتخاب دقیق ظرفیت خازن در صافی‌ها، بستگی به

مقدار ولتاژ ضربان یا ضربان قابل قبول دارد.

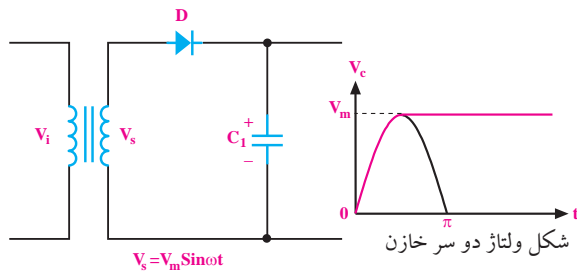
☐ غلط ☐ صحیح

۱۰- خرابی‌های ترانس تغذیه را شرح دهید.



۱۳- در مدار شکل زیر، خازن به اندازه‌ی شارژ

می‌شود.



۱۱- یکی از مزیت‌های استفاده از ترانسفورماتور در مدار

تغذیه‌ی دستگاه‌های الکترونیکی، ایزوله شدن مدار از برق

شهر است.

☐ غلط ☐ صحیح

۱۲- با کلید می‌توانیم دستگاه‌های الکترونیکی

را در کشور ایران و سایر کشورها استفاده کنیم.

۱۴- مقدار ولتاژ خروجی مدار دوبرابر کننده‌ی ولتاژی که

ولتاژ ورودی آن $V_s = V_m \sin \omega t$ می‌باشد، چند ولت است؟

الف) V_m ب) $2V_m$ ج) $\frac{V_m}{2}$ د) $4V_m$

۱۱-۱ یکسوسازها یا رکتی فایرها (Rectifiers)

۱۱-۱-۱ یکسوساز نیم موج

یک دیود هنگامی هدایت می کند که دو شرط زیر در آن برقرار باشد:

الف: ولتاژ آند تقریباً $0.7V$ ولت مثبت تر از ولتاژ کاتد باشد.

ب: جریان عبوری از مدار به اندازه ی کافی باشد.

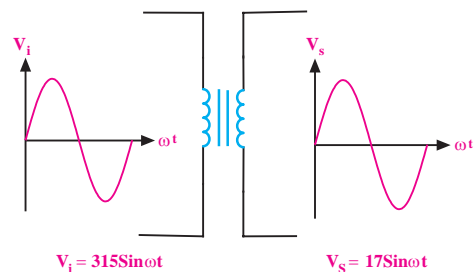
در شکل ۱۱-۱ در صورتی که جریان مورد نیاز دیودها تامین شود، هر دو دیود هدایت می کنند. زیرا در هر دو دیود ولتاژ آند تقریباً $0.7V$ ولت مثبت تر از کاتد است.



شکل ۱۱-۱ ولتاژ مورد نیاز برای هدایت دیود

یک ترانسفورماتور قادر است ولتاژ موجود مثلاً ولتاژ

برق شهر یعنی $220V$ ولت را به ولتاژ مورد نیاز مثلاً $12V$ ولت تبدیل کند. اگر به مدار اولیه ی ترانسفورماتور یک شکل موج سینوسی بدهیم، در مدار ثانویه ی آن نیز شکل موج سینوسی دریافت می کنیم، شکل ۱۱-۲.



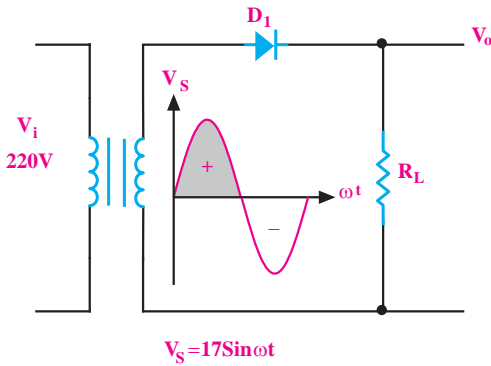
شکل ۱۱-۲ ترانسفورماتور

در مدار شکل ۱۱-۳، در نیم سیکل مثبت برای دیود

شرایط هدایت وجود دارد. لذا در نیم سیکل مثبت دیود

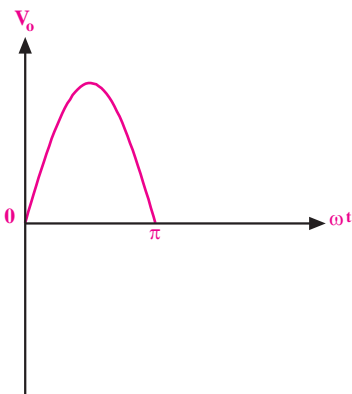
هدایت می کند. در هنگام هدایت دیود، افت ولتاژی معادل

$0.7V$ ولت در دو سر آن به وجود می آید.



شکل ۱۱-۳ هدایت دیود در نیم سیکل مثبت

در تحلیل مدارهای ساده ی دیودی مانند یکسوسازها، اغلب از افت ولتاژ $0.7V$ ولت در دو سر دیود صرف نظر می کنند و هنگام هدایت دیود آن را اتصال کوتاه و مشابه یک کلید بسته در نظر می گیرند. شکل ۱۱-۴، شکل موج ولتاژ خروجی مدار یکسوساز را در شرایطی که دیود هادی می شود نشان می دهد.



شکل ۱۱-۴ شکل موج خروجی در نیم سیکل مثبت

در نیم سیکل منفی، دیود در بایاس معکوس قرار می گیرد،

لذا هدایت نمی کند و جریان در مدار صفر است. بنابراین

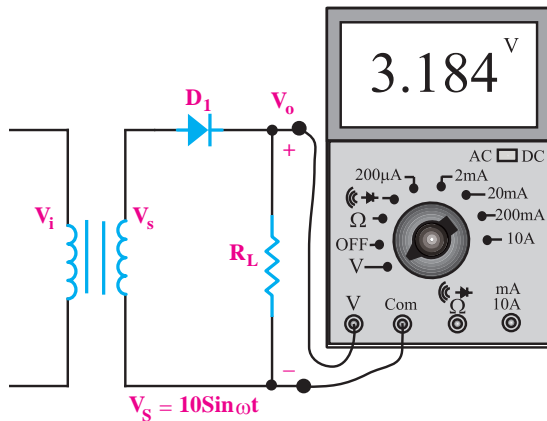
$V = R \times I = R \times 0 = 0V$ می شود. در شکل ۱۱-۵ شکل موج

ولتاژ خروجی یکسوساز در نیم سیکل منفی (از π تا 2π) نشان

داده شده است.

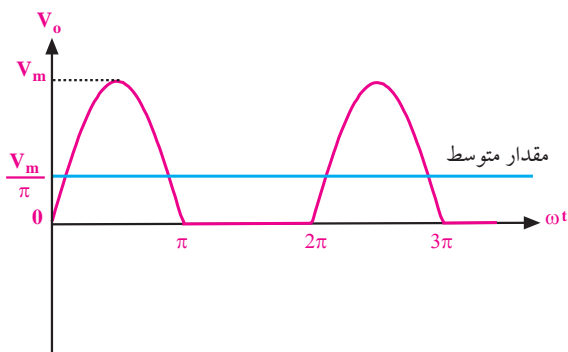
به مدار شکل ۱۱-۷ یکسوکنده‌ی نیم‌موج می‌گویند.

اگر یک ولت‌متر DC را به خروجی مدار شکل ۱۱-۷ ببندیم، ولت‌متر DC مقدار متوسط ولتاژ را نشان می‌دهد، شکل ۱۱-۸. در این اندازه‌گیری از افت ولتاژ دو سر دیود در جهت موافق صرف‌نظر شده است.



شکل ۱۱-۸ اندازه‌گیری مقدار متوسط ولتاژ

مقدار متوسط یک موج سینوسی که به صورت نیم‌موج یکسوسازی شده است برابر $V_{ave} = V_{DC} = \frac{V_m}{\pi}$ است، شکل ۱۱-۹.

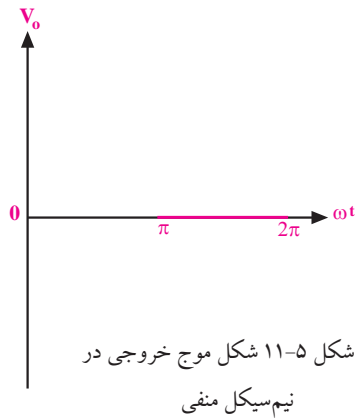


شکل ۱۱-۹ تعیین مقدار متوسط از روی شکل موج

۱۱-۱-۲ یکسوساز تمام موج

یکسوساز تمام موج با استفاده از ترانسفورماتور سر وسط

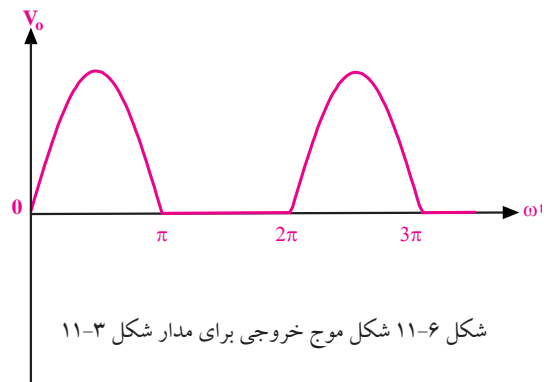
اگر یک ترانسفورماتور دارای دو سیم‌پیچ ثانویه باشد، در خروجی آن دو ولتاژ جدا از هم داریم. این دو ولتاژ می‌توانند



شکل ۱۱-۵ شکل موج خروجی در

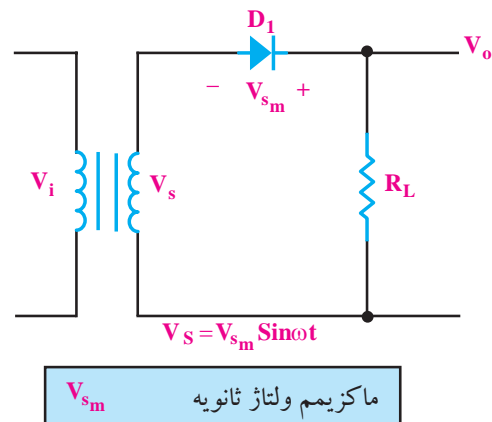
نیم‌سیکل منفی

شکل موج ولتاژ خروجی این مدار مانند شکل ۱۱-۶ است.



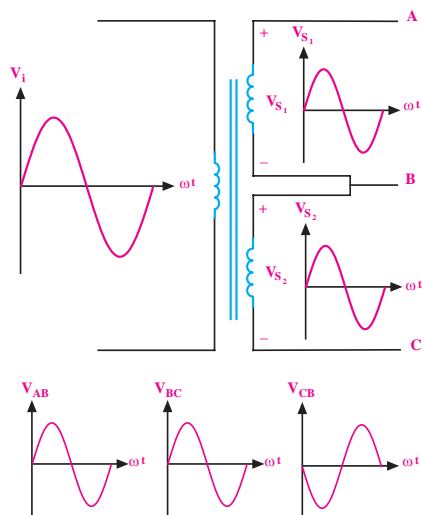
شکل ۱۱-۶ شکل موج خروجی برای مدار شکل ۱۱-۳

حداکثر ولتاژی که در بایاس مستقیم (V_F) می‌تواند دو سر دیود افت کند، حدود یک ولت است. در بایاس معکوس میزان افت ولتاژ دو سر دیود برابر با ماکزیمم ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور می‌شود. هنگام انتخاب دیود باید به این نکته یعنی حداکثر ولتاژ مخالف دیود توجه کنیم، شکل ۱۱-۷.



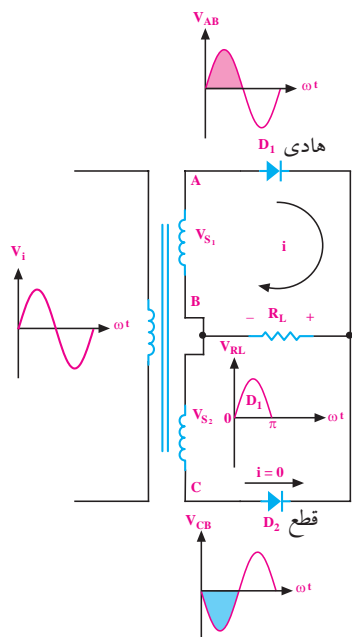
شکل ۱۱-۷

اگر محل اتصال دو سیم پیچ را به عنوان سر مشترک بین دو سیم پیچ انتخاب کنیم، شکل موج ولتاژ در نقاط A، B و C به صورت شکل ۱۲-۱۱ در می آید.



شکل ۱۲-۱۱ نمایش ترانسفورماتور با ثانویه سه سر

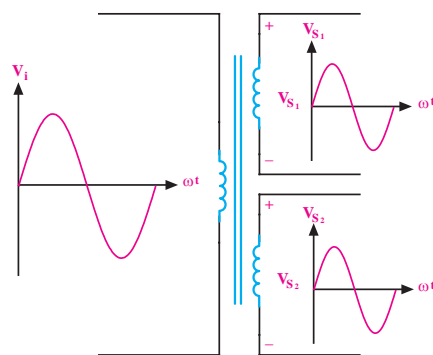
اگر مدار شکل ۱۳-۱۱ را ببندیم، در نیم سیکل مثبت دیود D_1 هادی می شود و دیود D_2 در بایاس معکوس قرار می گیرد. بنابراین شکل موج ولتاژ دو سر مقاومت اهمی در نیم سیکل مثبت تقریباً مشابه شکل موج ولتاژ دو سر ثانویه ترانسفورماتور است.



شکل ۱۳-۱۱ در نیم سیکل مثبت دیود D_1 هادی و دیود D_2 قطع است.

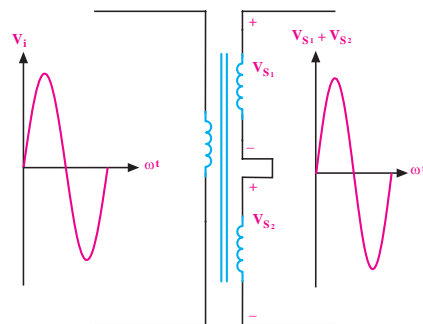
با یکدیگر برابر یا نابرابر باشند که به تعداد دورهای سیم پیچ ثانویه بستگی دارد.

فرض کنید یک ترانسفورماتور دو سیم پیچ ثانویه با تعداد دور مساوی و جدا از هم دارد، در این صورت دو شکل موج سینوسی جدا از هم با دامنه های برابر در خروجی های ترانسفورماتور به وجود می آید. در شکل ۱۰-۱۱ این شکل موج ها نشان داده شده اند. علامت های «+» و «-» روی نماد فنی سیم پیچ های ثانویه مربوط به قطب ولتاژهای لحظه ای در نیم سیکل مثبت است. توجه داشته باشید که در نیم سیکل منفی علامت ها عوض می شوند.



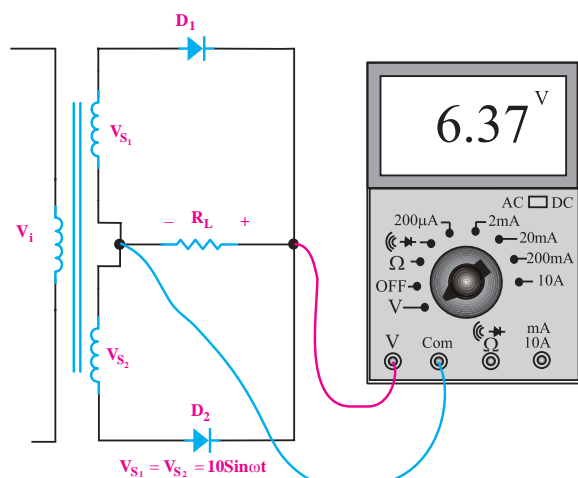
شکل ۱۰-۱۱ ترانسفورماتور با دو سیم پیچ ثانویه جدا از هم

اگر انتهای یک سیم پیچ ثانویه را به ابتدای سیم پیچ دیگر وصل کنیم، دو سیم پیچ با یکدیگر سری می شوند و ولتاژ خروجی دو برابر ولتاژ یکی از سیم پیچ ها خواهد شد، شکل ۱۱-۱۱.



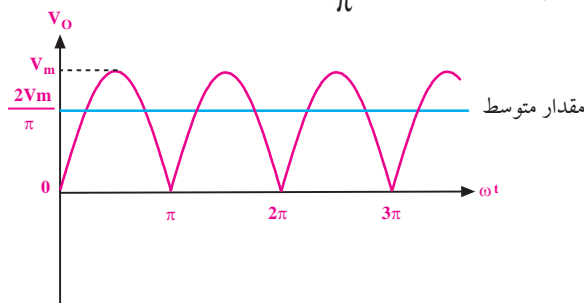
شکل ۱۱-۱۱ اتصال سری دو سیم پیچ ثانویه در ترانسفورماتور

اگر یک ولت متر DC را به دو سر بار (مقاومت اهمی) وصل کنیم، ولت متر DC مقدار متوسط شکل موج سینوسی یکسو شده را نشان می دهد، شکل ۱۱-۱۶.



شکل ۱۱-۱۶ اندازه گیری ولتاژ DC در یکسوساز تمام موج

مقدار متوسط شکل موج سینوسی یکسو شده به صورت تمام موج و برابر با $\frac{2V_m}{\pi}$ است، شکل ۱۱-۱۷.



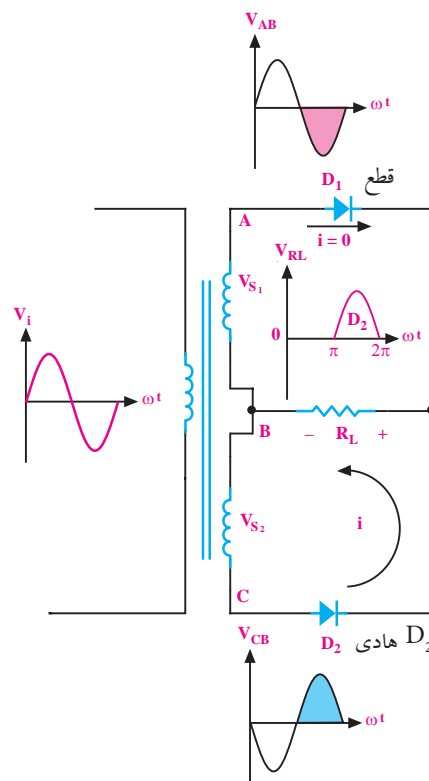
شکل ۱۱-۱۷ تعیین مقدار متوسط در یکسوساز تمام موج

به یکسوساز شکل ۱۱-۱۶ یکسوساز تمام موج می گویند.

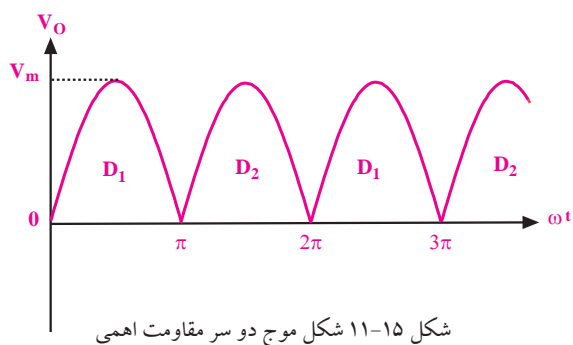
موارد زیر را به خاطر داشته باشید:

الف: در یکسوساز تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط، جریان گذرنده از هر دو دیود برابر $I_D = \frac{1}{2} I_L$ است.
ب: ولتاژ معکوس دو سر هر دیود در یکسوساز تمام موج برابر $2V_m$ است.

در نیم سیکل منفی، دیود D_1 قطع و دیود D_2 هادی است، لذا شکل موج ولتاژ دو سر مقاومت اهمی در نیم سیکل منفی، تقریباً مشابه شکل موج ولتاژ دو سر ثانویه ی ترانسفورماتور می شود. در شکل ۱۱-۱۴ شکل موج ولتاژ دو سر مقاومت یا V_O در فاصله ی π تا 2π (نیم سیکل منفی) نشان داده شده است.



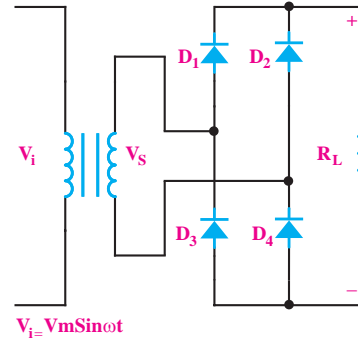
شکل ۱۱-۱۴ در نیم سیکل منفی دیود D_1 قطع و دیود D_2 هادی است. شکل ولتاژ دو سر مقاومت اهمی در یک سیکل کامل به صورت شکل ۱۱-۱۵ در می آید.



شکل ۱۱-۱۵ شکل موج دو سر مقاومت اهمی

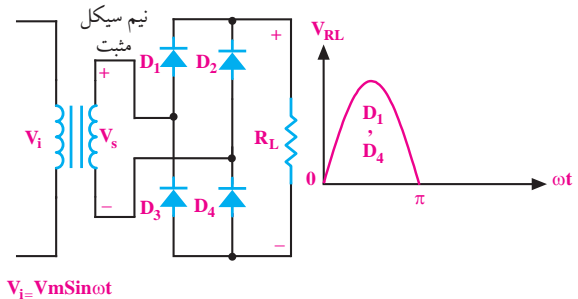
۱۱-۱-۳ یکسوساز پل گرتز یک فازه (پل دیود)

یکسو کننده‌ی پل گرتز یک فازه مطابق شکل ۱۱-۱۸ از چهار دیود تشکیل می‌شود.



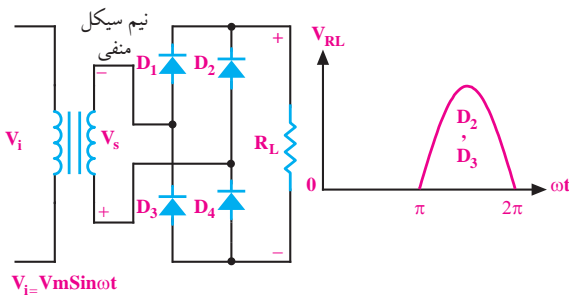
شکل ۱۱-۱۸ یکسوساز تمام موج (پل گرتز یک فازه)

در نیم‌سیکل مثبت دیودهای D_1 و D_3 هدایت می‌کنند و دیودهای D_2 و D_4 در حالت قطع هستند. زیرا هر دو در بایاس معکوس قرار می‌گیرند. شکل موج ولتاژ خروجی در نیم‌سیکل مثبت، در شکل ۱۱-۱۹ نشان داده شده است.



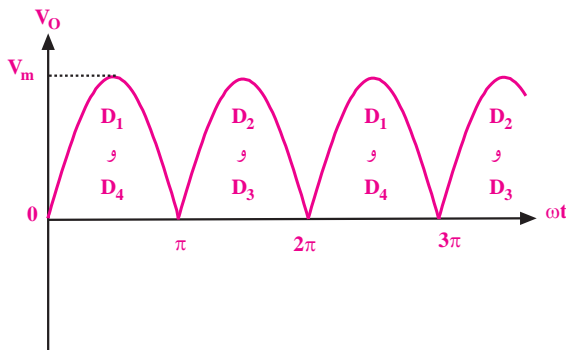
شکل ۱۱-۱۹ هدایت دیودهای D_1 و D_3 در یکسوساز پل

در نیم‌سیکل منفی، دیودهای D_2 و D_4 هدایت می‌کنند و دیودهای D_1 و D_3 در بایاس معکوس قرار می‌گیرند. شکل موج ولتاژ خروجی در نیم‌سیکل منفی را در شکل ۱۱-۲۰ ملاحظه می‌کنید.



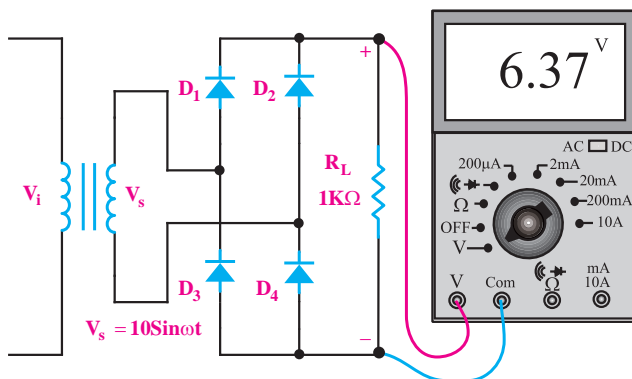
شکل ۱۱-۲۰ هدایت دیودهای D_2 و D_4 در یکسوساز پل

در شکل ۱۱-۲۱ شکل موج ولتاژ خروجی یکسو کننده‌ی پل گرتز یک فازه نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۲۱ شکل موج خروجی یکسوساز پل

مقدار متوسط ولتاژ یکسو شده برابر با $V_{DC} = V_{ave} = \frac{2V_m}{\pi}$ است. در شکل ۱۱-۲۲ اگر از افت ولتاژ دو سر دیودها صرف نظر کنیم، ولت‌متر مقدار متوسط ولتاژ یعنی $V_{ave} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2 \times 10}{\pi} = 6.37 \text{ V}$ را نشان می‌دهد.

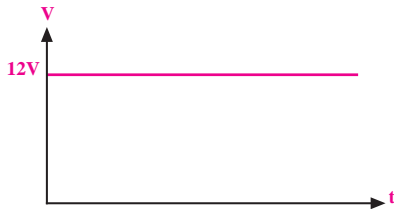


شکل ۱۱-۲۲ اندازه‌گیری مقدار متوسط ولتاژ خروجی

یکسوساز پل به وسیله‌ی ولت‌متر

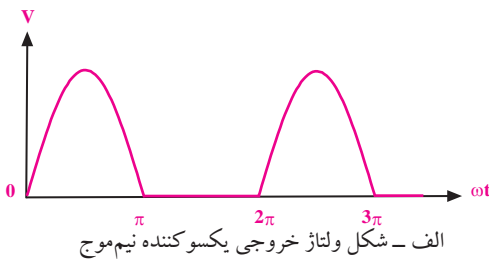
۴-۱-۱۱ صافی‌ها

مدارهای الکترونیکی معمولاً نیاز به ولتاژ نسبتاً ثابتی مانند شکل موج ۱۱-۲۵ دارند.

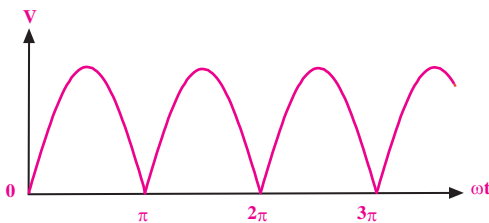


شکل ۱۱-۲۵ ولتاژ ثابت

همانطور که مشاهده شد، شکل موج ولتاژ خروجی یکسوسازهای نیم موج و تمام موج یک فازه دارای ضربان‌هایی است. مقدار ولتاژ آن در نقاط $\omega t = \pi$ و $\omega t = 2\pi$ و به صفر می‌رسد. شکل ۱۱-۲۶.



الف - شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده نیم موج



ب - شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده تمام موج

شکل ۱۱-۲۶ شکل موج ولتاژ خروجی

یکسوسازهای نیم موج و تمام موج

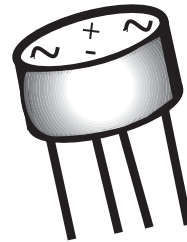
برای تبدیل ولتاژ ضربان‌دار دریافتی از خروجی یکسوسازها به ولتاژ ثابت، از یک خازن که با بار موازی می‌شود استفاده می‌کنند. این مدار برای توان‌های کم به کار می‌رود، شکل ۱۱-۲۷.



نکات مهم

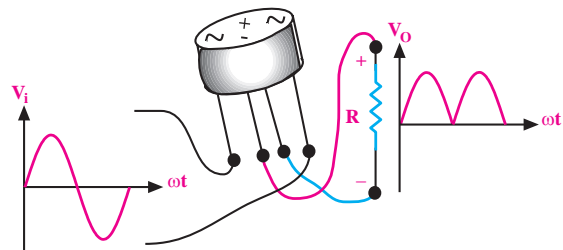
در یکسوساز پل، جریان هر دیود برابر با نصف جریان مصرف کننده (بار) یعنی $I_D = \frac{1}{2} I_L$ است. حداکثر ولتاژ معکوسی که در دو سر هر دیود در یکسوساز پل افت می‌کند، برابر با V_m است.

معمولاً چهار عدد دیودی را که به صورت پل بسته می‌شوند، به صورت یک قطعه‌ی یکپارچه می‌سازند. در شکل ۱۱-۳۳ یک نمونه از این نوع پل دیودها نشان داده شده است.



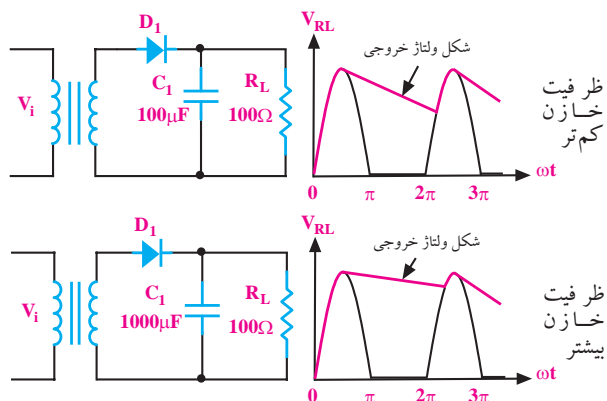
شکل ۱۱-۳۳ یک نمونه پل دیود

این قطعه دارای چهار پایه است. دو پایه‌ی آن را با علامت «~» مشخص می‌کنند که ولتاژ متناوب به این دو پایه داده می‌شود و دو پایه‌ی دیگر پل، خروجی یکسو شده است که آن را با علامت «+» (قطب مثبت) و علامت «-» (قطب منفی) مشخص می‌کنند. از این دو پایه‌ی ولتاژ، خروجی یکسو شده دریافت می‌شود، شکل ۱۱-۲۴.

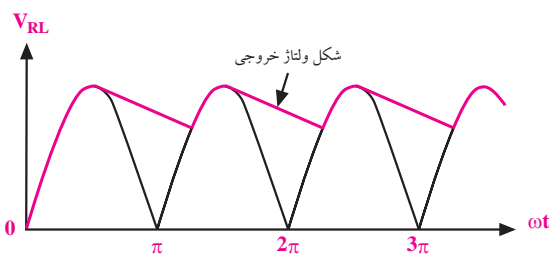
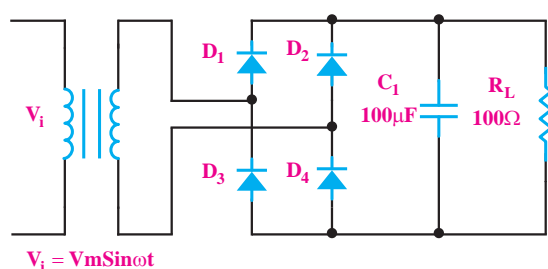


شکل ۱۱-۲۴ چگونگی اتصال پل دیود

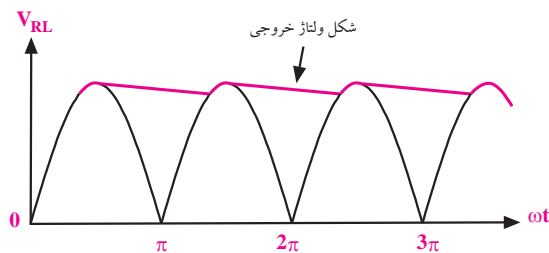
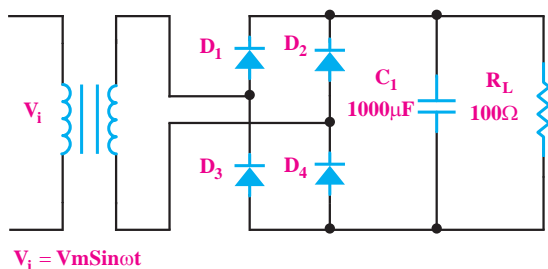
هر قدر ظرفیت خازن بیشتر باشد شکل ولتاژ خروجی صاف تر (ثابت تر) می شود. در شکل های ۲۸-۱۱-الف و ب، این خازن به وضوح برای یکسوساز تمام موج پل نشان داده شده است.



شکل ۲۷-۱۱ ظرفیت خازن بیشتر، شکل موج صاف تر

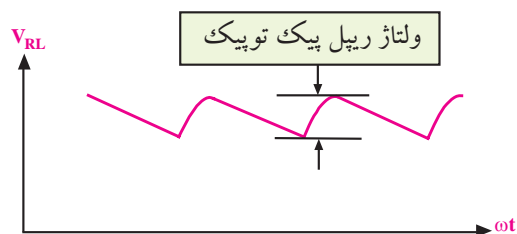


الف - شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده با خازن ۱۰۰ میکروفاراد



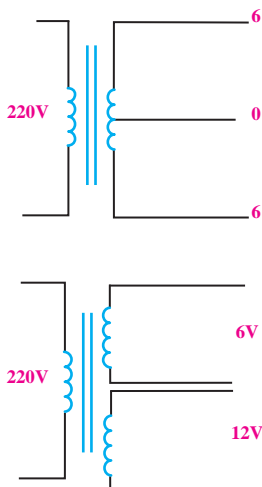
ب - شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده با خازن ۱۰۰۰ میکروفاراد

شکل ۲۸-۱۱ هر قدر ظرفیت خازن بیشتر باشد شکل موج ولتاژ خروجی صاف تر می شود.



شکل ۲۹-۱۱ مقدار پیک توپیک ضربان یا رپل (ripple)

انتخاب مقدار دقیق ظرفیت خازن بستگی به مقدار ولتاژ ضربان (ریپل ripple) یا ضربان قابل قبول در مدارهای الکترونیکی دارد. لازم به یادآوری است که برای کم کردن دامنه‌ی ولتاژ رپل، از مدارهای دیگر الکترونیکی به نام رگولاتورها استفاده می کنند.



نکته‌ی خیلی مهم:

گرچه هر قدر ظرفیت خازن را زیاد کنیم، ولتاژ خروجی یکسوسازها صاف‌تر (ثابت‌تر) می‌شود ولی جریان لحظه‌ای دیود نیز به شدت افزایش می‌یابد و گاهی ممکن است دیود را بسوزاند.

۲-۱۱ ترانسفورماتور تغذیه

۱-۲-۱۱ مشخصات ترانسفورماتور تغذیه

همان‌طور که قبلاً گفته شد، ترانسفورماتور تغذیه یا ترانسفورماتور قدرت به ترانسی گفته می‌شود که ولتاژ اولیه‌ی آن ولتاژ برق شهر باشد. تقریباً همه‌ی دستگاه‌های الکترونیکی احتیاج به ولتاژ DC دارند. مقدار ولتاژ DC با توجه به نوع کار و مدار دستگاه متفاوت است ولی اغلب آن‌ها به ولتاژ کم نیاز دارند. ترانس تغذیه که عموماً کاهنده است، برق شهر را به ولتاژی کم‌تر تبدیل می‌کند. در ثانویه‌ی این ترانس‌ها برحسب نیاز، ممکن است چند سر با ولتاژهای مختلف وجود داشته باشد. شکل ۱۱-۳۰ ساختمان یک نوع ترانسفورماتور تغذیه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۳۰ ساختمان یک نوع ترانسفورماتور

در شکل ۱۱-۳۱ نماد فنی دو نوع ترانسفورماتور با ولتاژ ثانویه متفاوت را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۱-۳۱ نماد فنی دو نوع ترانسفورماتور

یکی از مزیت‌های استفاده از ترانسفورماتور در مدار تغذیه‌ی دستگاه‌های الکترونیکی، ایزوله شدن مدار از برق شهر است.

می‌دانیم فاز برق شهر نسبت به زمین دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی است و در صورت تماس بدن با سیم فاز خطر برق گرفتگی وجود دارد. بنابراین استفاده از ترانس خطر برق گرفتگی را کاهش می‌دهد. چون سیم‌پیچ ثانویه با سیم‌پیچ اولیه در شرایط کار عادی هیچ‌گونه تماس الکتریکی ندارد.

۲-۲-۱۱ خرابی‌های ترانس تغذیه

ترانسفورماتور تغذیه مانند هر قطعه‌ی دیگری معیوب می‌شود. خرابی‌های ترانس تغذیه ممکن است یکی از موارد زیر باشد:

الف- قطع شدن سیم‌پیچ اولیه یا ثانویه

ب- نیم‌سوز شدن (اتصال کوتاه ناقص در سیم‌پیچ‌ها)

ج- اتصال کوتاه کامل

د- اتصال سیم‌پیچ به بدنه (هسته)

۳-۱۱ آزمایش شماره‌ی (۱)

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۳-۱۱ هدف آزمایش:

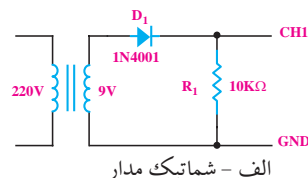
مشاهده و اندازه‌گیری شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز نیم‌موج یک فازه بدون صافی خازنی و با صافی خازنی.

۳-۱۱ تجهیزات ، ابزار ، قطعات و مواد مورد نیاز :

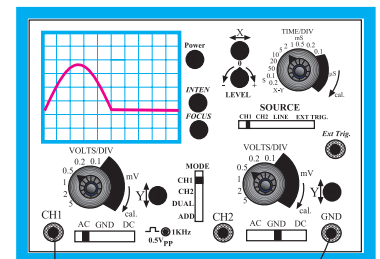
| ردیف | نام و مشخصات | تعداد/ مقدار |
|------|----------------------------|--------------|
| ۱ | اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله | یک دستگاه |
| ۲ | مولتی‌متر | یک دستگاه |
| ۳ | ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V | یک عدد |
| ۴ | مقاومت $10K\Omega$ | یک عدد |
| ۵ | خازن $470\mu F/35V$ | یک عدد |
| ۶ | دیود 1N4001 | یک عدد |
| ۷ | سیم رابط دو سرگیره سوسماری | شش رشته |
| ۸ | سیم رابط یک سرگیره سوسماری | شش رشته |

۳-۱۱ مراحل اجرای آزمایش:

■ مدار شکل ۱۱-۳۲ را روی بردبرد ببندید.



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

■ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی

آن انجام دهید.

■ با ولوم‌های INTEN و FOCUS اشعه را نازک و با

نور کافی تنظیم کنید.

■ کلید سلکتور MODE را در حالت CH1 بگذارید.

■ کلید سلکتور SOURCE را در حالت Line

بگذارید.

■ کلید سلکتور Volts/Div کانال CH1 را روی ۵ ولت

بگذارید.

■ کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms بگذارید.

■ کلید AC-GND-DC را در حالت GND بگذارید.

■ به کمک ولوم V/Position خط اشعه را در وسط

صفحه تنظیم کنید.

■ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰

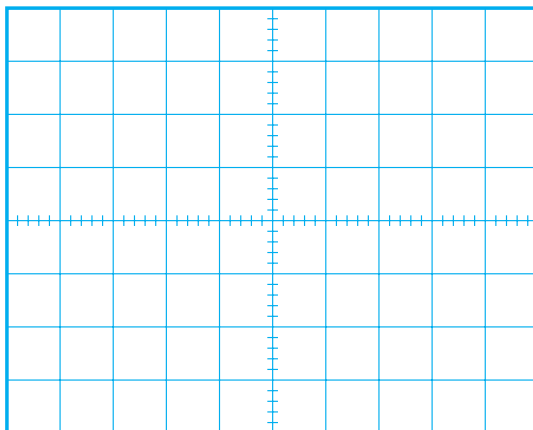
ولت وصل کنید.

■ کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ را به حالت DC

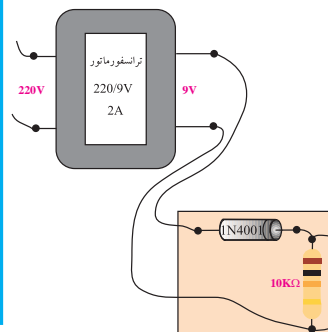
تغییر دهید.

■ شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را در

نمودار شکل ۱۱-۳۳ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۱۱-۳۳

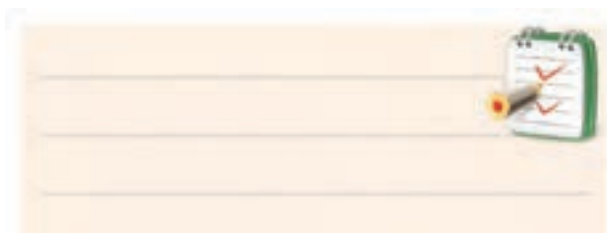


شکل ۱۱-۳۲ مدار عملی یکسوساز نیم‌موج

یادداشت کنید. ولت متر DC، مقدار متوسط ولتاژ را نشان می دهد.

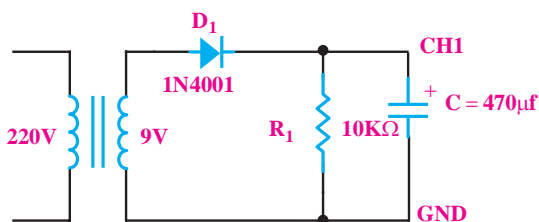
$$V = \dots\dots\dots \text{ ولتاژی را که ولت متر نشان می دهد.}$$

سؤال ۱: آیا مقداری را که ولت متر نشان می دهد با مقداری که از طریق محاسبه (مقدار متوسط) به دست آورده اید برابر است؟ توضیح دهید.

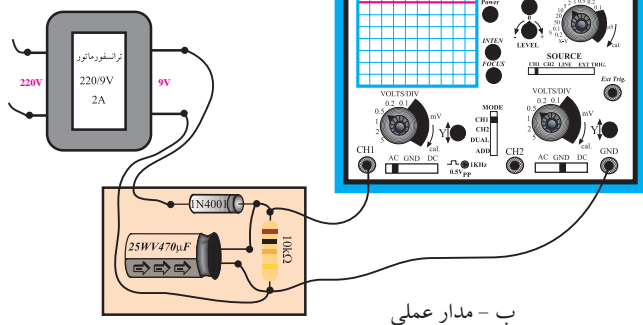


در صورتی که نتوانستید به سوال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوباره ی مطالب پردازید.

■ مدار شکل ۱۱-۳۵ را ببندید.



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۱۱-۳۵ یکسوساز نیم موج با صافی خازنی

■ ورودی ترانسفورماتور را به ولتاژ برق شهر وصل

کنید.

■ دامنه ی سیگنال نشان داده شده روی صفحه ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V = \dots\dots\dots \text{ دامنه سیگنال}$$

$$V = \dots\dots\dots \text{ مقدار متوسط} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{\dots\dots\dots}{\pi} = \dots\dots\dots$$

■ اولیه ی ترانسفورماتور را از برق شهر جدا کنید.

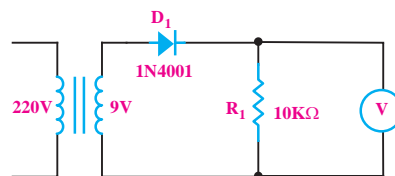
■ اسیلوسکوپ را از مدار جدا کنید (خاموش کنید).

■ تنظیم های انجام شده روی اسیلوسکوپ را تغییر

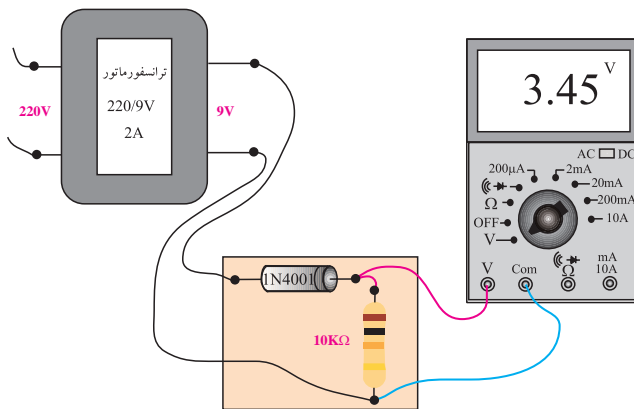
ندهید.

■ یک ولت متر DC به دو سر مقاومت ببندید و رنج

ولت متر را روی ۲۰ ولت بگذارید، شکل ۱۱-۳۴.



الف - نقشه فنی مدار



ب - مدار عملی

شکل ۱۱-۳۴ اندازه گیری ولتاژ DC با ولت متر

■ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط به برق شهر وصل

کنید.

■ ولتاژی را که ولت متر DC نشان می دهد بخوانید و

۴-۱۱ آزمایش شماره‌ی (۲)

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۴-۱۱ هدف آزمایش:

بررسی عملی یکسوساز تمام موج با ترانسفورماتور سر

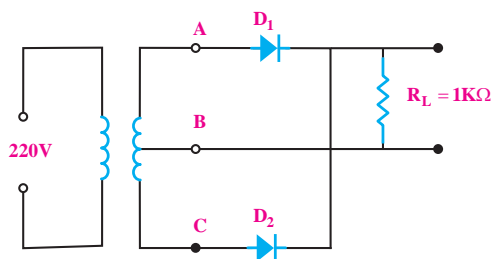
وسط

۴-۱۱ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

| ردیف | نام و مشخصات | تعداد/ مقدار |
|------|---------------------------------|---------------|
| ۱ | اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله | یک دستگاه |
| ۲ | مولتی متر دیجیتالی | یک دستگاه |
| ۳ | ترانسفورماتور $220V \times 9/2$ | یک عدد |
| ۴ | دیود $1N4001$ | دو عدد |
| ۵ | مقاومت $1K\Omega$ | یک عدد |
| ۶ | سیم رابط | به مقدار کافی |

۴-۱۱ مراحل اجرای آزمایش:

■ مداری مطابق شکل ۱۱-۳۷ روی بردبرد ببندید.



شکل ۱۱-۳۷ مدار یکسوساز تمام موج با ترانس سروسط

■ ورودی ترانسفورماتور را به برق شهر وصل کنید.

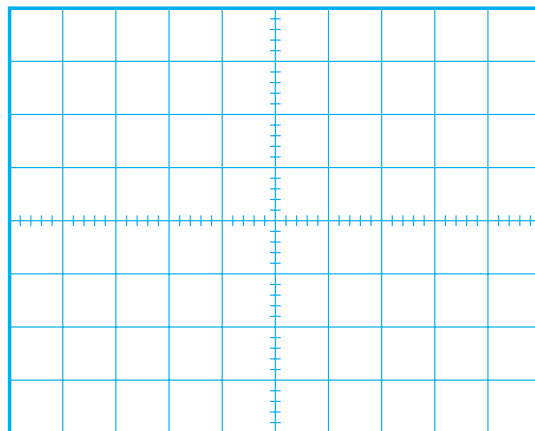
■ اسیلوسکوپ را به نقاط AB وصل کنید.

■ شکل موج خروجی را برای یک پریود روی نمودار

شکل ۱۱-۳۸ با مقیاس مناسب رسم کنید.

■ موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را در

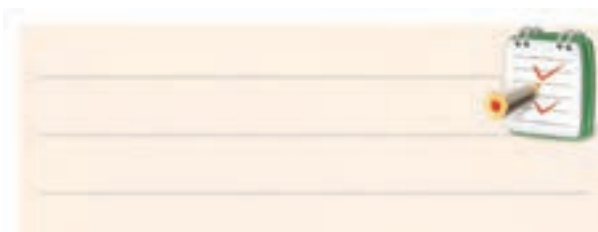
نمودار شکل ۱۱-۳۶ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۱۱-۳۶

سوال ۲: خازن $470\mu F$ میکروفاراد چه نقشی در شکل موج

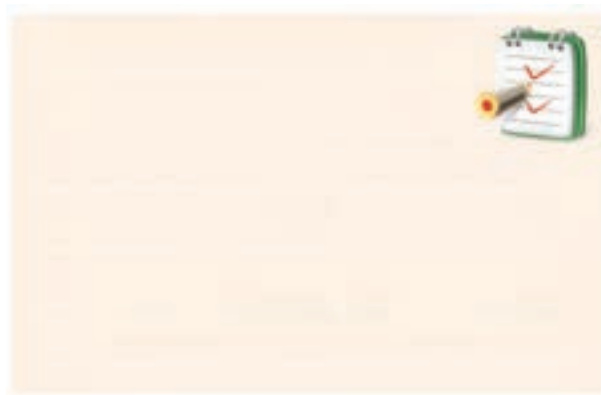
ولتاژ خروجی دارد؟ با توجه به شکل ۱۱-۳۶ توضیح دهید.



۴-۱۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح

دهید.



■ مقدار ماکزیمم ولتاژ شکل موج دو سر بار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_{m_{RL}} = \dots\dots\dots V$$

■ پریود موج دو سر بار را اندازه بگیرید سپس فرکانس آن را اندازه بگیرید.

$$T = \dots\dots\dots$$

$$f = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots$$

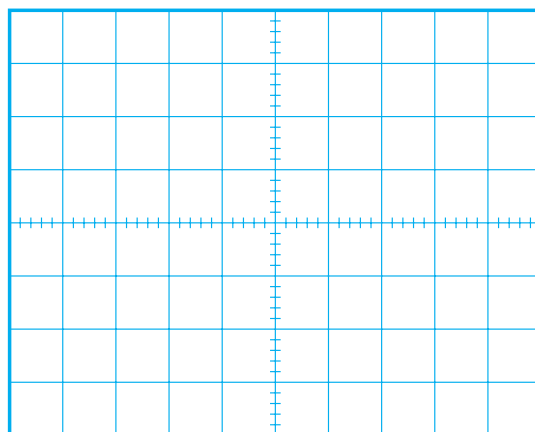
■ به وسیله ولت متر DC مقدار متوسط (میانگین) ولتاژ دو سر بار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_{RL}(DC) = \dots\dots\dots V$$

■ با استفاده از فرمول $V_{RL} = \frac{2V_m}{\pi}$ میانگین ولتاژ دو سر بار را محاسبه کنید.

$$V_{RL} = \frac{2 \times \dots\dots\dots}{3/14} = \dots\dots\dots V$$

سوال ۳: مقدار میانگین ولتاژ دو سر بار را که از فرمول محاسبه نموده‌اید با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه کنید و در صورت اختلاف در مورد آن توضیح دهید.



شکل ۳۸-۱۱ شکل موج خروجی

■ دامنه‌ی موج را اندازه بگیرید.

$$V_{m_{AB}} = \dots\dots\dots V$$

■ اسیلوسکوپ را بین نقاط CB وصل کنید.

■ شکل موج بین نقاط B و C را در نمودار شکل ۳۸-۱۱

با رنگ دیگری رسم کنید.

■ دامنه‌ی موج بین نقاط B و C را اندازه بگیرید و

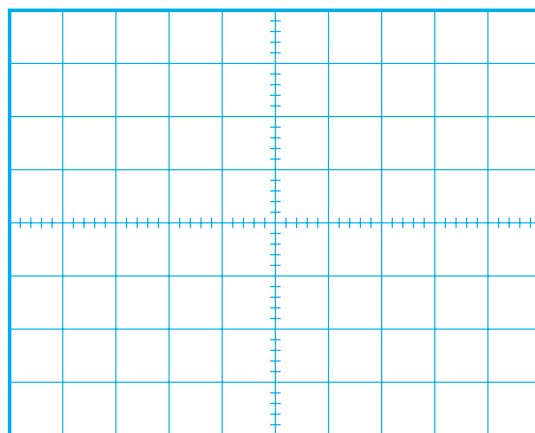
یادداشت کنید.

$$V_{m_{CB}} = \dots\dots\dots V$$

■ اسیلوسکوپ را به دو سر بار وصل کنید و شکل

موج دو سر بار را برای یک سیکل کامل روی نمودار شکل

۳۹-۱۱ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۳۹-۱۱ شکل موج دو سر بار

۴-۴-۱۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح

دهید.

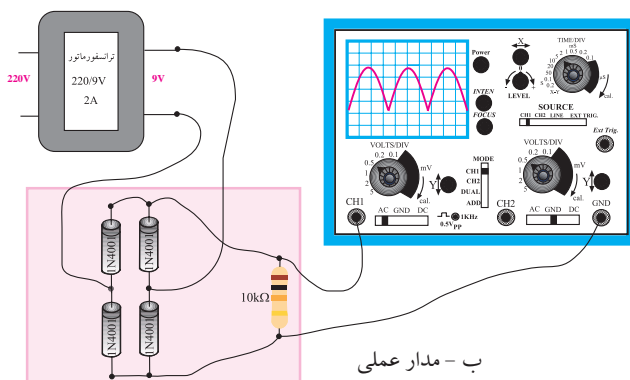
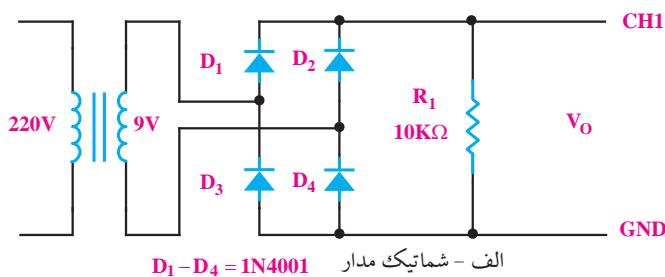


۲-۵-۱۱ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

| ردیف | نام و مشخصات | تعداد/مقدار |
|------|----------------------------|-------------|
| ۱ | اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله | یک دستگاه |
| ۲ | مولتی متر دیجیتالی | یک دستگاه |
| ۳ | ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V | یک عدد |
| ۴ | مقاومت $10K\Omega$ | یک عدد |
| ۵ | خازن $470\mu F/35V$ | یک عدد |
| ۶ | دیود $1N4001$ | چهار عدد |
| ۷ | سیم رابط دو سرگیره سوسماری | شش رشته |
| ۸ | سیم رابط یک سرگیره سوسماری | شش رشته |

۳-۵-۱۱ مراحل اجرای آزمایش:

■ مدار شکل ۱۱-۴۰ را روی برد برد ببندید.



۵-۱۱ آزمایش شماره (۳)

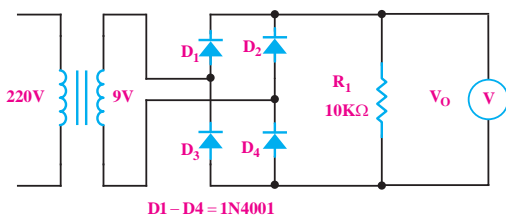
زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۱-۵-۱۱ هدف آزمایش:

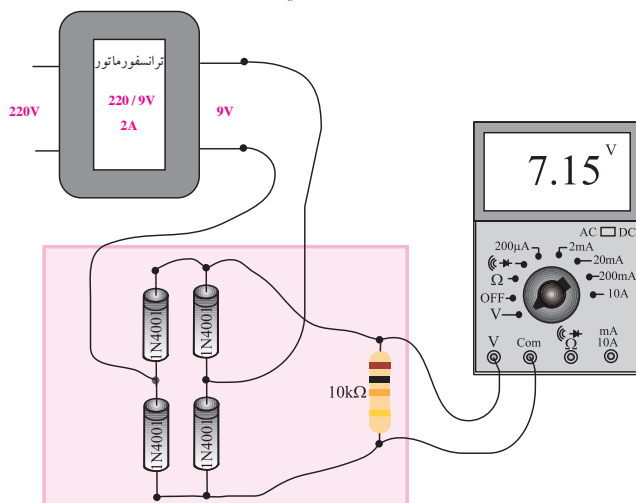
مشاهده و اندازه گیری شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز

تمام موج بدون خازن صافی و با صافی خازنی

شکل ۱۱-۴۰ مدار عملی یکسوساز پل



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

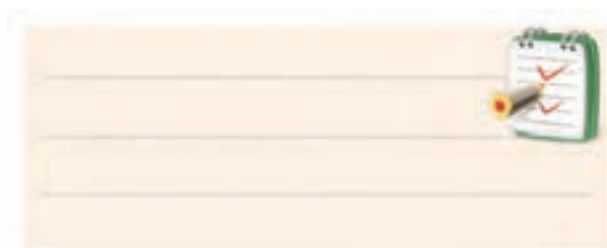
شکل ۴۲-۱۱ اندازه گیری ولتاژ خروجی با ولت متر DC

■ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط به برق شهر وصل کنید.

■ ولتاژی را که ولت متر نشان می دهد بخوانید و یادداشت کنید.

$$V = \dots\dots\dots V$$

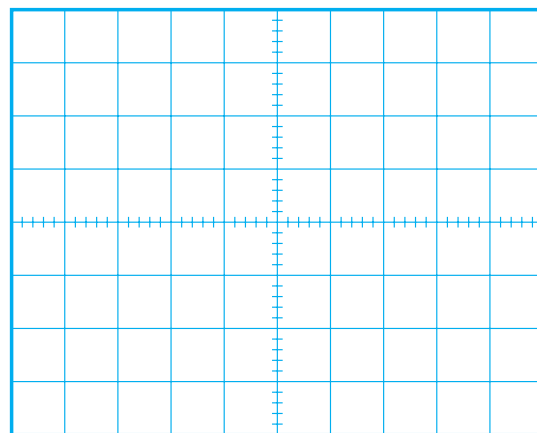
سوال ۴: آیا مقداری که ولت متر DC نشان می دهد با مقداری که از طریق محاسبه به دست آورده اید برابر است؟ توضیح دهید.



■ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.

■ اسیلوسکوپ را مانند آزمایش شماره ۱ تنظیم کنید.

■ شکل موج نشان داده شده روی صفحه ی حساس اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۴۱-۱۱ رسم کنید.



شکل ۴۱-۱۱

■ دامنه ی سیگنال نشان داده شده روی صفحه ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V = \dots\dots\dots \text{ دامنه ی سیگنال}$$

$$V = \frac{2 \times \text{دامنه ی سیگنال}}{\pi} = \frac{2Vm}{\pi} = \frac{2 \times \dots\dots\dots}{3.14} = \dots\dots\dots V$$

■ اولیه ی ترانسفورماتور را از برق شهر جدا کنید.

■ اسیلوسکوپ را از مدار جدا کنید (خاموش نکنید).

■ تنظیم های انجام شده روی اسیلوسکوپ را تغییر ندهید.

■ یک ولت متر DC به دو سر مقاومت $10\text{ K}\Omega$ ببندید و رنج آن را روی ۲۰ ولت DC قرار دهید، شکل ۴۲-۱۱.

سؤال ۵: چرا با موازی کردن خازن به دو سر بار، شکل موج ولتاژ خروجی به صورت یک خط درآمده است؟ توضیح دهید.

در صورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوباره مطالب پردازید.

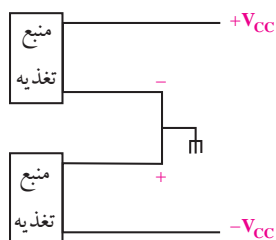
۴-۵-۱۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.



۴-۶-۱۱ منبع تغذیه‌ی متقارن

گاهی در مدارهای الکترونیکی نیاز به ولتاژهای قرینه است. بلوک دیاگرام یک منبع تغذیه‌ی متقارن را در شکل ۴۵-۱۱ نشان داده‌ایم.

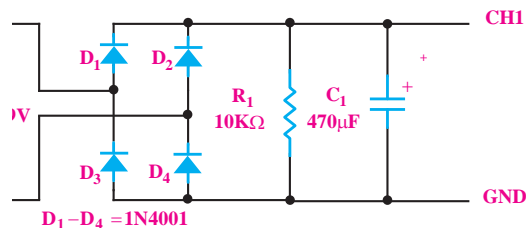


شکل ۴۵-۱۱ بلوک دیاگرام منبع تغذیه‌ی متقارن

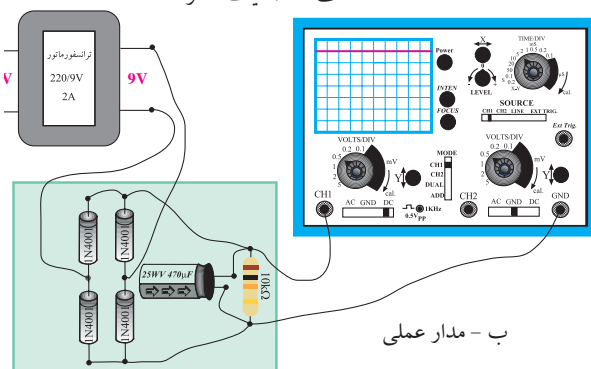
در شکل ۴۶-۱۱ مدار یک منبع تغذیه‌ی متقارن رسم شده است.

در صورتی که نتوانستید به سوال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوباره‌ی مطالب پردازید.

■ مدار شکل ۴۳-۱۱ را ببندید.



الف - شماتیک مدار

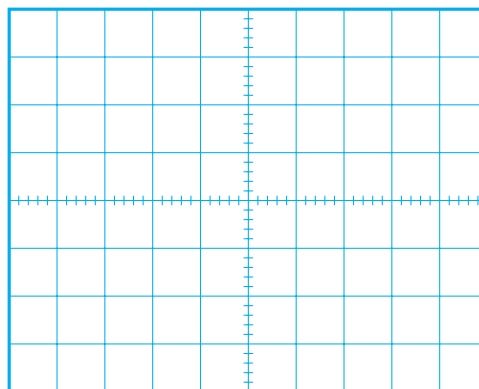


ب - مدار عملی

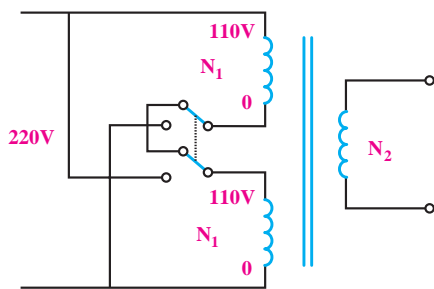
شکل ۴۳-۱۱ مدار عملی یکسوساز تمام موج با صافی خازنی

■ ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق شهر وصل کنید.

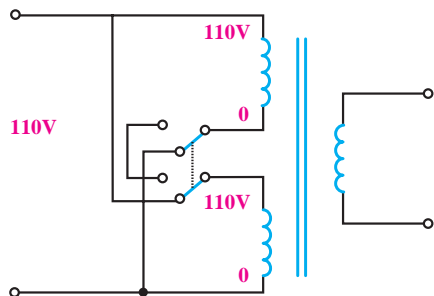
■ شکل موج نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۴۴-۱۱ رسم کنید.



شکل ۴۴-۱۱



حالت ۲۲۰ ولت



حالت ۱۱۰ ولت

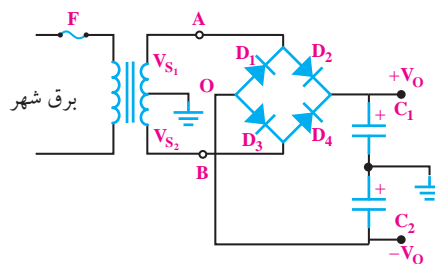
شکل ۴۷-۱۱

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در حالت ۲۲۰ ولت، دو سیم‌پیچ اولیه با هم سری می‌شوند و تمام تعداد دور اولیه $(N_1 + N_1)$ در مدار قرار می‌گیرد.

در حالت ۱۱۰ ولت دو نیمه‌ی سیم‌پیچ در اولیه با هم موازی می‌شوند و تعداد دور اولیه را به نصف حالت قبل می‌رساند. در این حالت ولتاژ خروجی ثابت می‌ماند و دستگاه به طور طبیعی کار می‌کند.

۲-۷-۱۱ کلید ۲۲۰/۱۱۰ در منابع تغذیه بدون ترانسفورماتور

در منابع تغذیه‌ی سوئیچینگ معمولاً از ترانسفورماتور استفاده نمی‌شود و برق شهر را مستقیماً توسط یک‌سوساز پل یکسو می‌کنند. در این نوع منابع تغذیه برای داشتن امکان کار در دو حالت ۲۲۰ و ۱۱۰ ولت مدار شکل ۴۸-۱۱ را به کار می‌برند.



شکل ۴۶-۱۱ مدار منبع تغذیه‌ی متقارن

V_{S1} و V_{S2} دو سیگنال سینوسی است که 180° درجه با هم اختلاف فاز دارند و دامنه‌ی آن‌ها برابر است. در لحظاتی که A نسبت به O مثبت است، B نسبت به O منفی است و دیودهای D_1 و D_3 هادی و دیودهای D_2 و D_4 قطع هستند. خازن‌های C_1 و C_2 تا دامنه‌ی ماکزیمم ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور شارژ می‌شوند. زمانی که A نسبت به O منفی است، B نسبت به O مثبت است و دیودهای D_2 و D_4 هادی و دیودهای D_1 و D_3 قطع هستند. ولتاژ دو سر خازن C_1 برابر با ولتاژ دو سر خازن C_2 است.

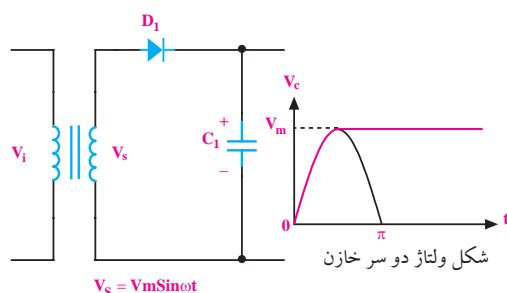
۷-۱۱ کلید ۲۲۰/۱۱۰

بعضی از دستگاه‌های الکترونیکی دارای کلید ۲۲۰/۱۱۰ هستند. با این کلید می‌توانیم دستگاه‌ها را در کشور ایران و سایر کشورهایی که ولتاژ برق آن‌ها ۱۱۰ ولت است، مورد استفاده قرار دهیم.

۱-۷-۱۱ عملکرد کلید در منابع تغذیه با ترانسفورماتور

اساس کار و عملکرد این کلید در دستگاه‌هایی که دارای ترانسفورماتور هستند بسیار ساده است. با استفاده از یک کلید دو پل دو راهه (تبدیل دو پل) مانند شکل ۴۷-۱۱ می‌توانیم نیمه‌ی سیم‌پیچ را در حالت ۲۲۰ ولت با هم سری و در حالت ۱۱۰ ولت با هم موازی کنیم.

لذا ولتاژ دو سر آن برابر با V_m باقی می ماند.



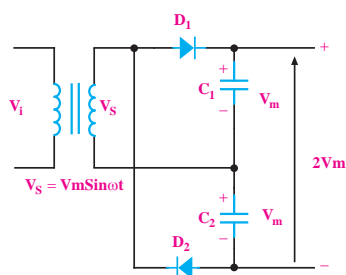
شکل ولتاژ دو سر خازن

شکل ۴۹-۱۱ ولتاژ دو سر خازن به اندازه‌ی تقریباً V_m شارژ می شود

در شکل ۵۰-۱۱ یک مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ با

استفاده از یک ترانسفورماتور، دو عدد دیود و دو عدد خازن

نشان داده شده است.



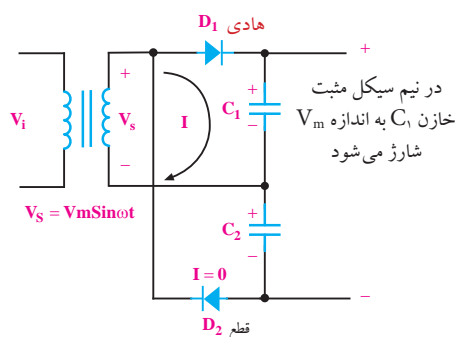
شکل ۵۰-۱۱ یک نمونه مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

طرز کار این مدار به این صورت است که در نیم سیکل

مثبت دیود D_1 در بایاس موافق و دیود D_2 در بایاس مخالف

قرار می گیرند. لذا دیود D_1 هادی شده و خازن C_1 تا مقدار

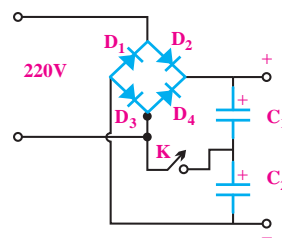
تقریباً V_m شارژ می شود، شکل ۵۱-۱۱.



شکل ۵۱-۱۱ مسیر شارژ خازن C_1 در نیم سیکل مثبت

در نیم سیکل منفی دیود D_2 در بایاس موافق و دیود D_1

در بایاس مخالف قرار می گیرد. لذا دیود D_2 هادی می شود و



شکل ۴۸-۱۱

در خروجی مدار دو خازن سری C_1 و C_2 قرار دارد

و یک کلید ساده‌ی تک پل، محل اتصال دو خازن را به

یکی از سیم‌های برق ورودی قطع و وصل می کند. در حالت

ورودی ۲۲۰ ولت کلید K باز است و دو خازن C_1 و C_2 به

عنوان صافی با هم سری می شوند. در این حالت هر یک از

خازن‌ها تقریباً به اندازه‌ی ۱۵۵ ولت شارژ می شوند و ولتاژ

DC خروجی به $V_m = 310$ می رسد.

در حالت ۱۱۰ ولت، کلید K وصل می شود و مدار را

به یک دو برابر کننده‌ی ولتاژ تبدیل می کند. در این شرایط

هر یک از خازن‌های C_1 و C_2 به اندازه‌ی $V = 155\sqrt{2} = 110$

شارژ می شوند و ولتاژ خروجی به همان مقدار ۳۱۰ V می رسانند.

۸-۱۱ چند برابر کننده‌های ولتاژ

به کمک ترانسفورماتور، دیودها و خازن‌ها، می توان

مقدار ولتاژ را دو یا چند برابر کرد. توجه داشته باشید که

افزایش ولتاژ به کمک مدارهای چند برابر کننده فقط برای

جریان‌های بسیار کم قابل استفاده است.

در شکل ۴۹-۱۱ در نیم سیکل مثبت، وقتی دیود D_1

هادی شد (ولت $V_s \geq 0$)، خازن شروع به شارژ شدن

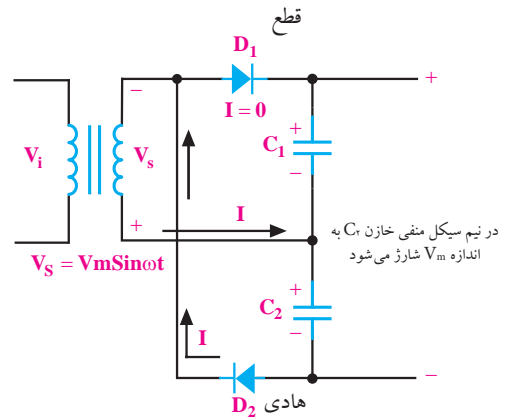
می کند و تقریباً تا پیک ولتاژ (V_m) شارژ می شود. هنگامی

که ولتاژ ثانویه از V_m کم تر می شود، دیود در بایاس مخالف

قرار می گیرد و قطع می شود، زیرا ولتاژ کاتد دیود برابر با V_m

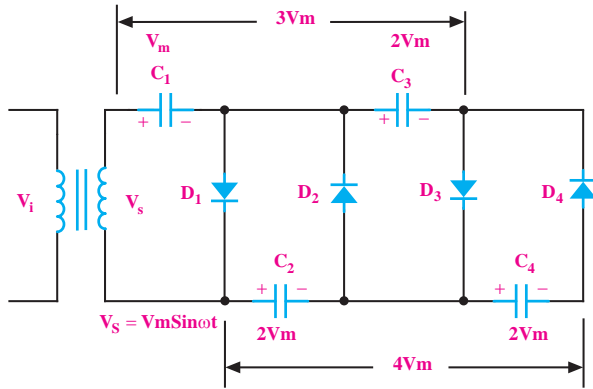
است. با توجه به شرایط موجود، خازن نمی تواند تخلیه شود،

خازن C_p را تقریباً تا مقدار V_m (ولتاژ پیک) شارژ می‌کند، شکل ۱۱-۵۲.



شکل ۱۱-۵۲ مسیر شارژ خازن در نیم سیکل منفی

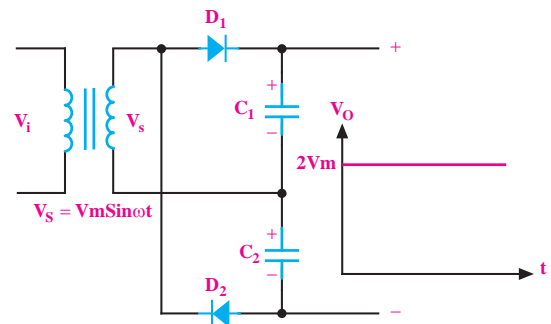
به کمک مدار شکل ۱۱-۵۵ می‌توان مقدار ولتاژ را به سه، چهار یا چند برابر ولتاژ ماکزیمم ثانویه‌ی ترانسفورماتور افزایش داد. هم‌چنین با اضافه کردن تعداد دیودها و خازن‌ها امکان ولتاژ به مقدار بیشتر نیز وجود دارد.



شکل ۱۱-۵۵ مدار چهار برابر کننده‌ی ولتاژ

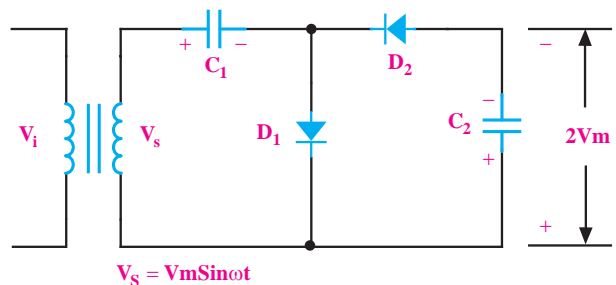
با توجه به شکل ۱۱-۵۳ ولتاژ خروجی V_O برابر با $2V_m$

یعنی $V_{C1} + V_{C2} = 2V_m$ می‌شود.



شکل ۱۱-۵۳ شکل موج ولتاژ خروجی در یک دو برابر کننده‌ی ولتاژ

به کمک مدار شکل ۱۱-۵۴ نیز می‌توان ولتاژ را دو برابر کرد.



شکل ۱۱-۵۴ یک مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

۹-۱۱ آزمایش شماره‌ی (۴)

زمان اجرا: ۴ ساعت آموزشی

۹-۱۱-۱ هدف آزمایش:

بررسی عملی یک نمونه مدار دو برابر کننده ولتاژ

۹-۱۱-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

| ردیف | نام و مشخصات | تعداد/مقدار |
|------|----------------------------|-------------|
| ۱ | مولتی متر دیجیتالی | یک دستگاه |
| ۲ | ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V | یک عدد |
| ۳ | دیود ۱N۴۰۰۱ | دو عدد |
| ۴ | خازن ۴۷۰ μF/۳۵ V | دو عدد |
| ۵ | سیم رابط دو سرگیره سوسماری | شش رشته |
| ۶ | سیم رابط یک سرگیره سوسماری | شش رشته |

۹-۱۱-۳ مراحل اجرای آزمایش:

■ مدار شکل ۱۱-۵۶ را روی بردبرد ببندید.

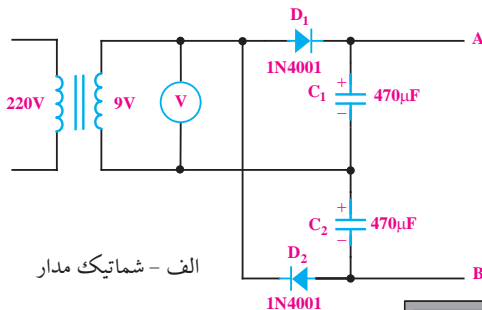
■ ولت متر را از نقاط A و B جدا کنید.

■ حوضه‌ی کار ولت متر را روی حالت AC روی ۲۰ V

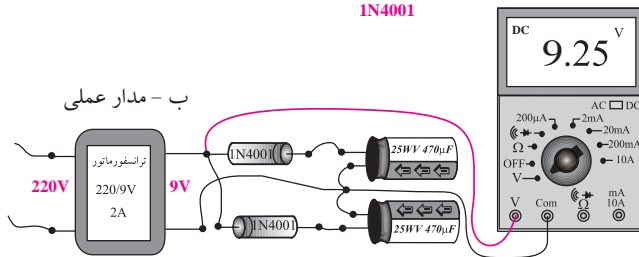
قرار دهید و ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور را اندازه بگیرید،
شکل ۵۷-۱۱ و یادداشت کنید.

$V_s = \dots\dots\dots V$ ولتاژی را که ولت متر AC نشان می دهد.

$$V_m = \sqrt{2} V_{\text{eff}} = 1/41 \times \dots\dots\dots = \dots\dots\dots V$$



الف - شماتیک مدار

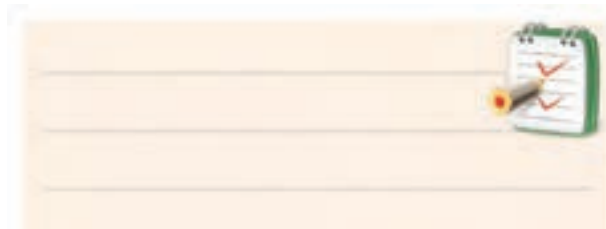


ب - مدار عملی

شکل ۵۷-۱۱ اندازه گیری ولتاژ AC در مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

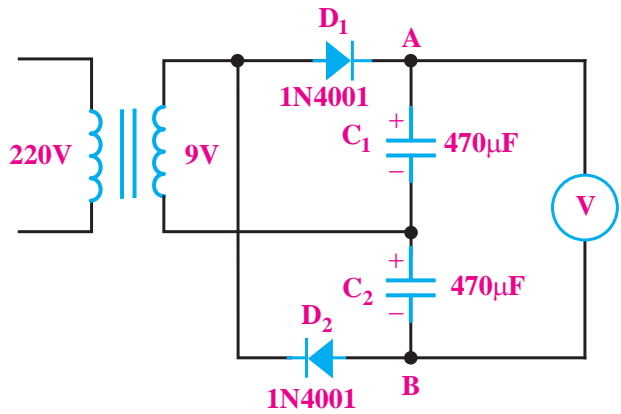
سؤال ۶: آیا ولتاژ دو سر هر خازن به اندازه‌ی V_m است

یا کم تر؟ توضیح دهید.

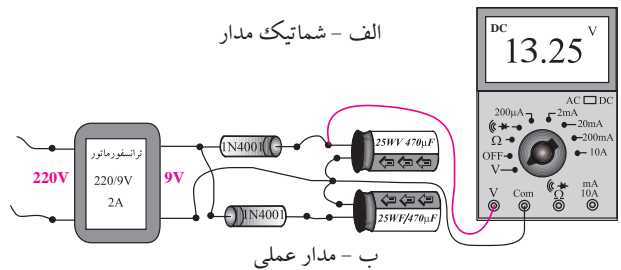


سؤال ۷: آیا V_{AB} ، دقیقاً برابر با $(V_{C1} + V_{C2})$ است؟

چرا؟ توضیح دهید.



الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۵۶-۱۱ یک نمونه مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

■ رنج ولت متر DC را روی ۳۰ ولت قرار دهید.

■ با احتیاط کامل ورودی ترانسفورماتور را به برق ۲۲۰

ولت وصل کنید.

■ ولت متر را به دو سر خازن C_1 وصل کنید ولتاژی را

که ولت متر نشان می دهد بخوانید و یادداشت کنید.

$$V_{C_1} = \dots\dots\dots V \text{ ولتاژ دو سر خازن } C_1$$

■ ولت متر را از دو سر خازن C_1 جدا کنید و به دو سر

خازن C_2 وصل کنید و ولتاژی را که ولت متر نشان می دهد

یادداشت کنید.

$$V_{C_2} = \dots\dots\dots V \text{ ولتاژ دو سر خازن } C_2$$

■ ولت متر را از دو سر خازن C_2 جدا کنید و ولتاژ بین

نقاط A و B را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_{AB} = \dots\dots\dots V \text{ ولتاژ خروجی دو برابر کننده ولتاژ}$$

در صورتی که نتوانستید به سوال‌های (۱) و (۲) پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه و مطالب را دوباره مرور کنید.

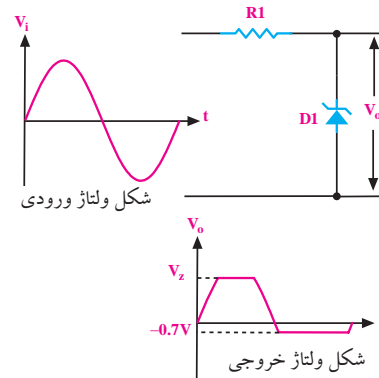
۴-۹-۱۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.



۱۰-۱۱ مدار کلیپر قیچی کننده (Clipper)

با استفاده از دیود زنر^۱ می‌توان مداری را طراحی کرد که دامنه‌ی سیگنال‌های ورودی را محدود کند. شکل ۵۸-۱۱ یک مدار محدودکننده‌ی ساده را نشان می‌دهد.

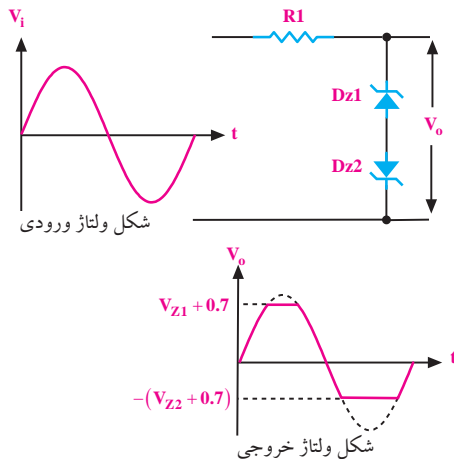


شکل ۵۸-۱۱ یک نمونه مدار محدود کننده‌ی دامنه و شکل موج خروجی آن

با توجه به شکل ۵۸-۱۱ در نیم‌سیکل مثبت، مادامی که دامنه‌ی سیگنال ورودی به V_z نرسیده است دیود زنر قطع است و ولتاژهای ورودی و خروجی با یکدیگر برابرند ($V_o = V_i$). به

مجرد این که دامنه‌ی ولتاژ ورودی کمی بیش‌تر از V_z می‌شود، دیود زنر به منطقه‌ی هدایت می‌رود و ولتاژ دو سر آن ثابت باقی می‌ماند. در ادامه‌ی نیم‌سیکل به محض این که ولتاژ ورودی کم‌تر از V_z شود، دیود به ناحیه‌ی قطع می‌رود و $V_o = V_i$ می‌شود. در نیم‌سیکل منفی اگر دامنه‌ی ولتاژ به 0.7 ولت برسد، دیود هادی می‌شود و ولتاژ دو سر آن که در حقیقت همان ولتاژ خروجی در نیم‌سیکل منفی است روی 0.7 ولت ثابت باقی می‌ماند.

اگر بخواهیم دامنه‌ی سیگنال ورودی را در هر دو نیم‌سیکل مثبت و منفی روی دامنه‌ی دلخواه محدود کنیم، می‌توانیم مدار شکل ۵۹-۱۱ را به کار ببریم.



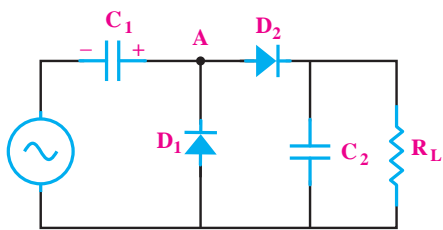
شکل ۵۹-۱۱ محدود کننده‌ی دامنه به کمک دو دیود زنر

در مدار شکل ۵۹-۱۱ در نیم‌سیکل مثبت دامنه‌ی ورودی در حد $(V_{Z1} + 0.7)$ و در نیم‌سیکل منفی در حد $-(V_{Z2} + 0.7)$ محدود می‌شود.

۱۱-۱۱ مدار کلمپر یا مهار کننده (clamper)

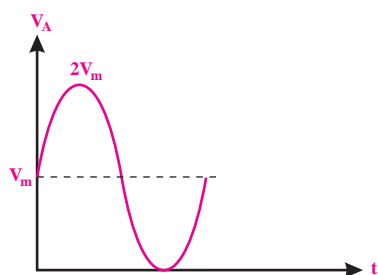
در مدار کلمپر یا مهار کننده، به سیگنال ورودی مؤلفه‌ی ولتاژ DC اضافه می‌شود. به عبارت دیگر، به کمک مدار کلمپر می‌توان سیگنال را در جهت عمودی جابه‌جا کرد. در شکل ۶۰-۱۱ عملکرد مدار کلمپر نشان داده شده است.

۱- دیود زنر قطعه‌ای است که در بایاس مخالف کار می‌کند و در بایاس مستقیم مانند دیود معمولی عمل می‌کند. در فصل ۱۲ درباره این دیود توضیح داده شده است.



شکل ۱۱-۶۳ آشکار ساز پیک تو پیک

دیود D_1 و خازن C_1 به عنوان مهار کننده‌ی مثبت عمل می‌کنند. یعنی ولتاژ سینوسی را در جهت مثبت به اندازه‌ی V_m جابه‌جا می‌نمایند. شکل موج ولتاژ نقطه‌ی A در نهایت به صورت شکل ۱۱-۶۴ در می‌آید.



شکل ۱۱-۶۴ شکل موج نقطه A در شکل ۱۱-۶۳

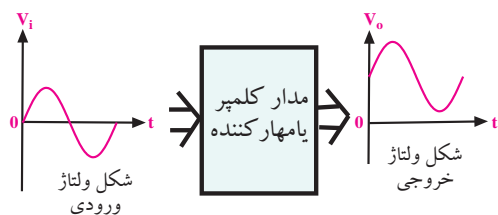
دیود D_2 و خازن C_2 به عنوان آشکار ساز پیک عمل می‌کنند. به طور معمول ثابت زمانی $R_L C_2$ باید خیلی بزرگتر از پریود سیگنال ورودی باشد تا مدار بتواند عمل کند. شکل موج دو سر بار را در شکل ۱۱-۶۵ نشان داده‌ایم.



شکل ۱۱-۶۵

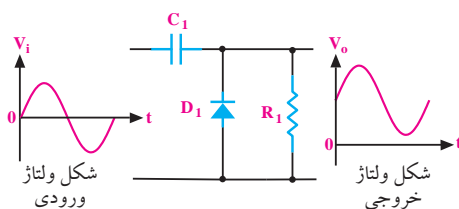
به مداری که عمل فوق را انجام می‌دهد، آشکار ساز

پیک تو پیک می‌گویند.

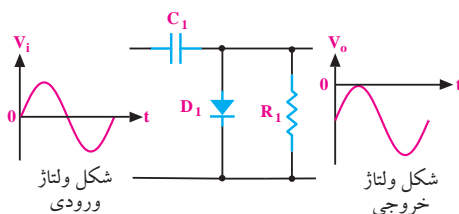


شکل ۱۱-۶۰ عملکرد مدار کلمپر

به کمک خازن و دیود می‌توان یک مدار کلمپر ساخت. در شکل‌های ۱۱-۶۱ و ۱۱-۶۲ دو نمونه مدار کلمپر ساده نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۶۱ یک نمونه مدار کلمپر که سیگنال را در جهت عمودی (مثبت) جابجا می‌کند.



شکل ۱۱-۶۲ یک نمونه مدار کلمپر که سیگنال را در جهت عمودی (منفی) جابجا می‌کند.

۱۱-۱۲ آشکار ساز نوک به نوک

peak to peak detector

چنانچه یک مدار مهار کننده‌ی DC و یک آشکار ساز پیک (یکسوساز پیک) را پشت سر هم ببندیم، یک مدار آشکار ساز پیک تو پیک شکل می‌گیرد. به مدار آشکار ساز پیک تو پیک، آشکار ساز نوک به نوک نیز می‌گویند. مدار این آشکار ساز در شکل ۱۱-۶۳ رسم شده است.

۱۳-۱۱ آزمایش شماری (۵)

زمان اجرا: ۵ ساعت آموزشی

۱۳-۱۱ هدف آزمایش:

اندازه گیری و مشاهده ی ولتاژ خروجی مدار کلیپر و مدار

کلمپر

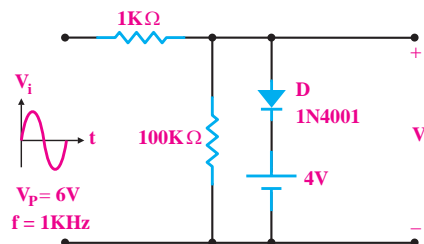
۱۳-۱۱-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

| ردیف | نام و مشخصات | تعداد/مقدار |
|------|--------------------------------------|-------------|
| ۱ | اسیلوسکوپ دو کاناله | یک دستگاه |
| ۲ | سیگنال ژنراتور صوتی | یک دستگاه |
| ۳ | منبع تغذیه DC | یک دستگاه |
| ۴ | بردبرد | یک قطعه |
| ۵ | دیود زنر ۲/۷V یا نوع دیگر | دو عدد |
| ۶ | دیود ۱N۴۰۰۱ یا معادل آن | یک عدد |
| ۷ | خازن ۲۵V، ۴۷۰μf | یک عدد |
| ۸ | مقاومت $\frac{1}{2}W$ و $1K\Omega$ | یک عدد |
| ۹ | مقاومت $\frac{1}{2}W$ و $100K\Omega$ | یک عدد |

۱۳-۱۱-۳ مراحل آزمایش:

■ مدار شکل ۱۱-۶۶ را روی بردبرد ببندید. سیگنال

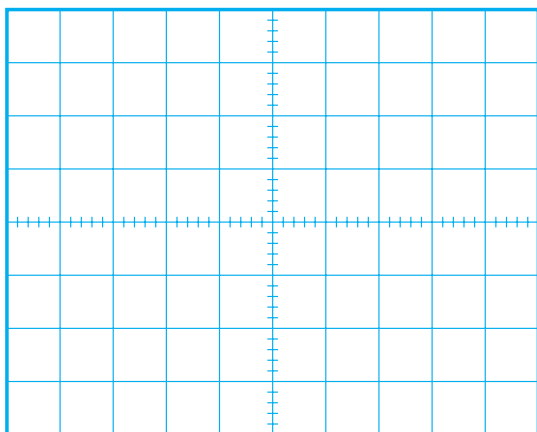
ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



شکل ۱۱-۶۶

■ به وسیله ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژهای ورودی

و خروجی را در نمودار شکل ۱۱-۶۷ رسم کنید.



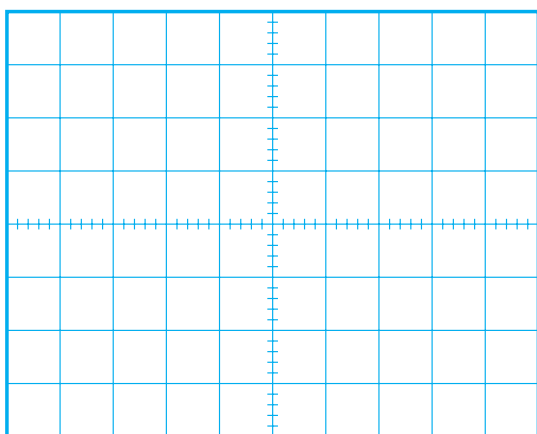
شکل ۱۱-۶۷

■ در شکل ۱۱-۶۷ جهت دیود را معکوس کنید.

■ شکل موج ولتاژهای ورودی و خروجی را به وسیله ی

اسیلوسکوپ مشاهده کنید و با مقیاس مناسب در نمودار شکل

۱۱-۶۸ رسم نمایید.



شکل ۱۱-۶۸

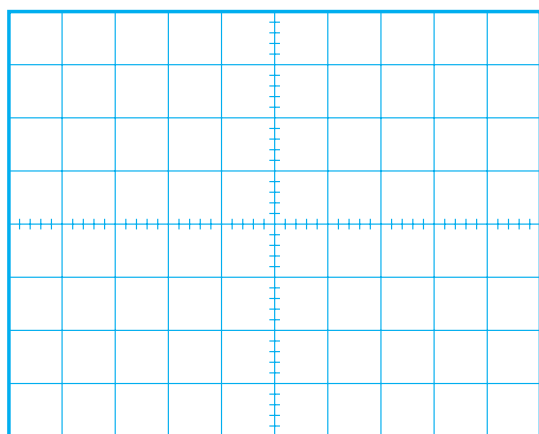
■ ولتاژ برش را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_C = \dots\dots\dots V$$

■ مدار شکل ۱۱-۶۹ را روی بردبرد ببندید.

■ سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی مدار متصل کنید.

■ به وسیله‌ی اسیلوسکوپ، شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید و آن را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۱۱-۷۲ رسم نمایید.

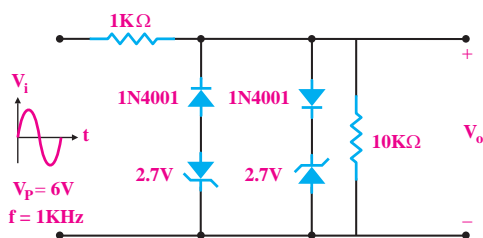


شکل ۱۱-۷۲

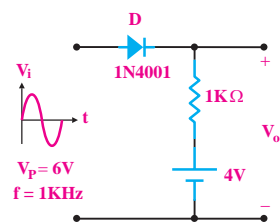
■ ولتاژ پیک تو پیک خروجی $V_{O_{p-p}}$ را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_{O_{p-p}} = \dots\dots\dots V$$

■ مدار شکل ۱۱-۷۳ را روی بردبرد ببندید.



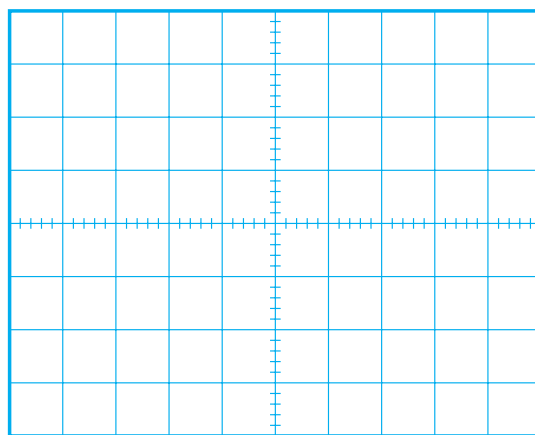
شکل ۱۱-۷۳



شکل ۱۱-۶۹

■ سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی مدار متصل کنید.

■ شکل موج ولتاژهای ورودی و خروجی را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و آن را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۱۱-۷۰ رسم نمایید.

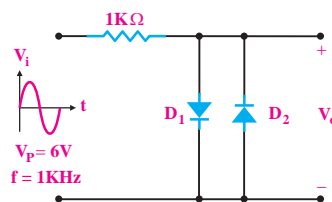


شکل ۱۱-۷۰

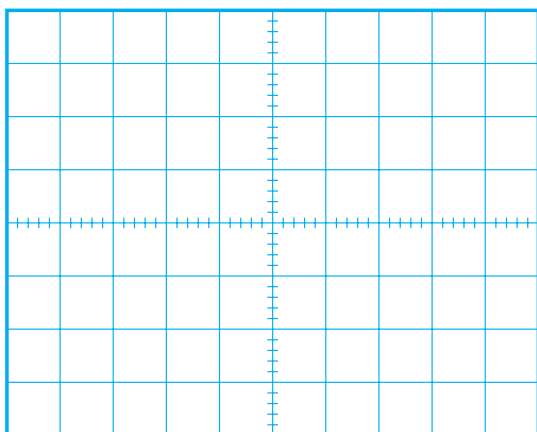
■ ولتاژ برش را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_C = \dots\dots\dots V$$

■ مدار شکل ۱۱-۷۱ را روی بردبرد ببندید.



شکل ۱۱-۷۱



شکل ۱۱-۷۶

■ ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

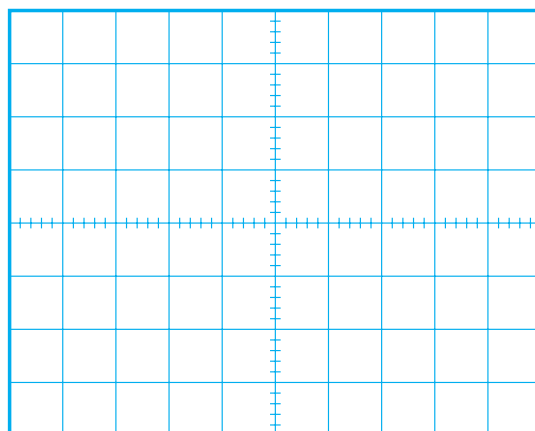
$$V_{odc} = \dots\dots\dots V$$

۴-۱۳-۱۱ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.



■ سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی مدار متصل کنید.
 ■ به وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید و آن را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۱۱-۷۴ رسم نمایید.

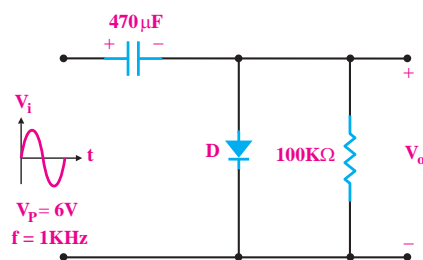


شکل ۱۱-۷۴

■ ولتاژ پیک تو پیک خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$$V_{o_{p-p}} = \dots\dots\dots V$$

■ مدار شکل ۱۱-۷۵ را روی بردبرد ببندید.



شکل ۱۱-۷۵

■ سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی مدار متصل کنید.

■ به وسیله‌ی اسیلوسکوپ، شکل موج ولتاژهای ورودی و خروجی را مشاهده کنید و آن را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۱۱-۷۶ رسم کنید.



۱- طرز کار مدار یکسوساز نیم موج را شرح دهید.



- الف) $\frac{V_m}{\pi}$ ب) $\frac{V_m}{2\pi}$
- ج) $\frac{2V_m}{\pi}$ د) $\frac{4V_m}{\pi}$
- ۴- نقش خازن صافی در یکسو کننده کدام است؟
- الف) تبدیل ولتاژ ضربان دار خروجی به ولتاژ ثابت
- ب) تبدیل ولتاژ ضربان دار ورودی به ولتاژ ثابت
- ج) تبدیل جریان ضربان دار خروجی به جریان ثابت
- د) حذف فرکانس های زیاد و کم
- ۵- ترانسفورماتور تغذیه عموماً است.
- الف) کاهنده ب) افزایشنده
- ۶- یک مزیت استفاده از ترانسفورماتور در قسمت تغذیه ی دستگاه ها، ایزوله کردن مدار از برق شهر است.
- ☐ صحیح ☐ غلط
- ۷- خرابی های ترانس تغذیه کدامند؟
- الف) اتصال کوتاه کامل
- ب) قطع شدن سیم پیچ اولیه یا ثانویه
- ج) نیم سوز شدن و اتصال سیم به بدنه و هسته
- د) همه ی موارد
- ۸- عملکرد کلید ۲۲۰/۱۱۰ را در منابع تغذیه با ترانسفورماتور شرح دهید.

۲- مقدار متوسط ولتاژ خروجی مدار یکسوساز نیم موج

را محاسبه کنید.



۳- مقدار متوسط یک موج سینوسی یکسوشده به صورت

تمام موج برابر با است.

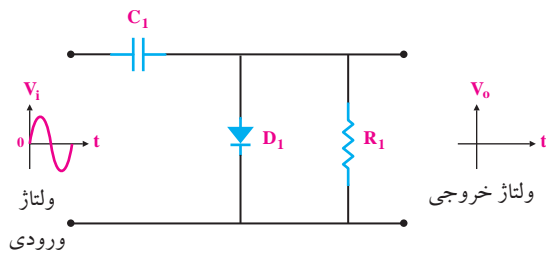
۹- مدار یک آشکار ساز پیک تو پیک را رسم کنید و راجع به نحوه‌ی عملکرد آن توضیح دهید.



۱۱- افزایش ولتاژ به کمک مدارهای چند برابر کننده‌ی ولتاژ فقط برای جریان‌های بسیار کم امکان‌پذیر است.

☐ صحیح ☐ غلط

۱۲- شکل موج خروجی مدار شکل ۱۱-۷۷ را رسم کنید.



شکل ۱۱-۷۷



۱۰- یک نمونه مدار کلیپر را رسم کنید و عملکرد آن را توضیح دهید.

