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 نیم‌موج را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.

۲- مقدار متوسط ولتاژ خروجی یکسوکننده‌ی نیم‌موج را محاسبه کند.

۳- مقدار یکسوساز تمام موج با استفاده از ترانسفورماتور سر وسط را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.

۴- مدار یکسوساز تمام موج پل را رسم کند و طرز کار مدار را شرح دهد.

۵- نقش صافی‌ها در یکسوکننده‌ها را شرح دهد.

۶- نحوه‌ی استفاده از منبع تغذیه‌ی متقارن را توضیح دهد.

۷- نحوه‌ی عملکرد مدارهای کلیپر (clipper) و کلمپر (clamper) را شرح دهد.

۸- طرز کار مدارهای چند برابر کننده‌ی ولتاژ را شرح دهد.

۹- طرز کار کلید ۱۱۰/۲۲۰ را توضیح دهد.

۱۰- نحوه‌ی عملکرد مدار آشکارساز پیک تو پیک را شرح دهد.

۱۱- شکل موج ولتاژ خروجی یکسوکننده‌ی نیم‌موج را بدون صافی خازنی و با صافی خازنی مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.

۱۲- شکل موج ولتاژ خروجی یکسوکننده‌ی تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط را بدون صافی خازنی و با صافی خازنی، مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.

۱۳- شکل موج ولتاژ خروجی یکسو کننده‌ی تمام موج پل، بدون صافی خازنی و با صافی خازنی را مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.

۱۴- ولتاژ خروجی یک مدار دوبرابر کننده‌ی ولتاژ را اندازه‌گیری کند.

۱۵- شکل موج ولتاژ خروجی مدارهای کلیپر و کلمپر را مشاهده کند و مقدار آن را اندازه بگیرد.

۱۶- کلیه ی هدف‌های رفتاری در حیطه‌ی عاطفی که در فصل اول به آن اشاره شده است را در این فصل نیز اجرا کند.

توانایی شماره‌ی ۱۱	ساعت آموزش		
	نظری	عملی	جمع
	۸	۱۸	۲۶

پیش آزمون فصل (۱۱)

۱- مقدار متوسط یک موج سینوسی که یکسو شده نیم‌موج است کدام است؟

الف) $\frac{Vm}{\pi}$ ب) $\frac{2Vm}{\pi}$

ج) $2Vm$ د) $\frac{Vm}{2}$

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 ۰/۶ ولت از کاتد بیشتر باشد.

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

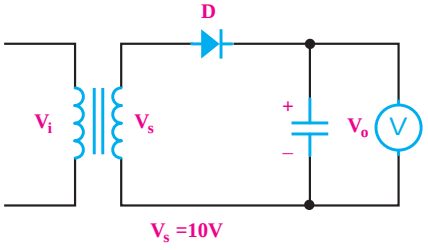
ج) فقط کافی است ولتاژ آند نسبت به کاتد به اندازه‌ی ۰/۶ مثبت‌تر باشد.

د) موارد الف و ب

۴- هر قدر ظرفیت خازن را زیادتر کنیم، ولتاژ خروجی یکسو کننده‌ها ثابت‌تر می‌شود.

صحیح ❐ غلط ❐

۵- در شکل زیر V_o چند ولت است؟



الف) ۱۰ ب) ۹/۴

ج) ۱۴/۱ د) ۱۳/۵

۶- نحوه‌ی عملکرد یکسوساز تمام موج را شرح دهید.

۷- نحوه‌ی عملکرد یکسوساز نیم موج را با رسم شکل شرح دهید.

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

الف) I_L ب) $\frac{I_L}{۲}$

۹- انتخاب دقیق ظرفیت خازن در صافی‌ها، بستگی به مقدار ولتاژ ضربان یا ضربان قابل قبول دارد.

صحیح ❐ غلط ❐

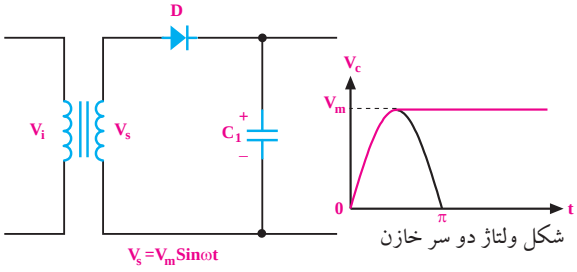
۱۰- خرابی‌های ترانس تغذیه را شرح دهید.

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

صحیح ❐ غلط ❐

۱۲- با کلید ..... می‌توانیم دستگاه‌های الکترونیکی را در کشور ایران و سایر کشورها استفاده کنیم.

۱۳- در مدار شکل زیر، خازن به اندازه‌ی ..... شارژ می‌شود.



شکل ولتاژ دو سر خازن

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) $۲V_m$ ج) $\frac{V_m}{۲}$ د) $۴V_m$

۱–۱۱ یکسوسازها یا رکتی فایرها (Rectifiers)

۱–۱–۱۱ یکسوساز نیم‌موج

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

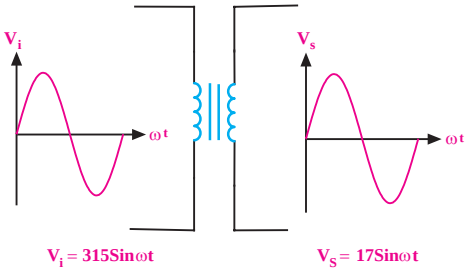
الف: ولتاژ آند تقریبا ۰/۷ ولت مثبت‌تر از ولتاژ کاتد باشد.

ب: جریان عبوری از مدار به اندازه‌ی کافی باشد.

در شکل ۱–۱۱ در صورتی که جریان مورد نیاز دیودها تامین شود، هر دو دیود هدایت می‌کنند. زیرا در هر دو دیود ولتاژ آند تقریبا ۰/۷ ولت مثبت‌تر از کاتد است.

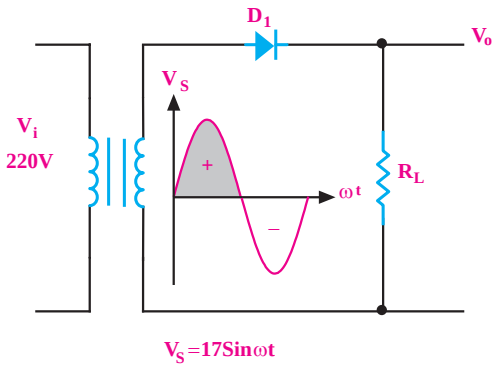
شکل ۱–۱۱ ولتاژ مورد نیاز برای هدایت دیود

یک ترانسفورماتور قادر است ولتاژ موجود مثلا ولتاژ برق شهر یعنی ۲۲۰ ولت را به ولتاژ مورد نیاز مثلا ۱۲ ولت تبدیل کند. اگر به مدار اولیه‌ی ترانسفورماتور یک شکل موج سینوسی بدهیم، در مدار ثانویه‌ی آن نیز شکل موج سینوسی دریافت می‌کنیم، شکل ۲–۱۱.



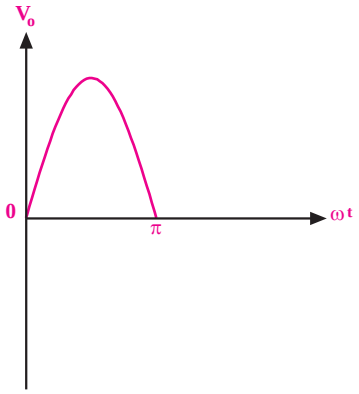
شکل ۲–۱۱ ترانسفورماتور

در مدار شکل ۳–۱۱، در نیم سیکل مثبت برای دیود شرایط هدایت وجود دارد. لذا در نیم سیکل مثبت دیود هدایت می‌کند. در هنگام هدایت دیود، افت ولتاژی معادل ۰/۷ ولت در دو سر آن به وجود می‌آید.



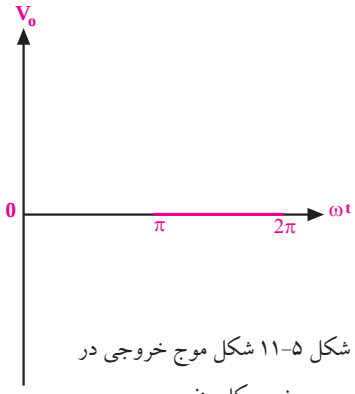
شکل ۳–۱۱ هدایت دیود در نیم‌سیکل مثبت

در تحلیل مدارهای ساده‌ی دیودی مانند یکسوسازها، اغلب از افت ولتاژ ۰/۷ ولت در دو سر دیود صرف نظر می‌کنند و هنگام هدایت دیود آن را اتصال کوتاه و مشابه یک کلید بسته در نظر می‌گیرند. شکل ۴–۱۱، شکل موج ولتاژ خروجی مدار یکسوساز را در شرایطی که دیود هادی می‌شود نشان می‌دهد.



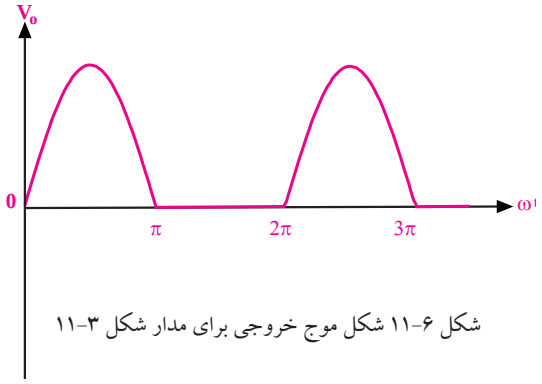
شکل ۴–۱۱ شکل موج خروجی در نیم سیکل مثبت

در نیم‌سیکل منفی، دیود در بایاس معکوس قرار می‌گیرد، لذا هدایت نمی‌کند و جریان در مدار صفر است. بنابراین $V_O=R.i=R\times 0=0\ V$ می‌شود. در شکل ۵–۱۱ شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز در نیم‌سیکل منفی (از π تا ۲π) نشان داده شده است.



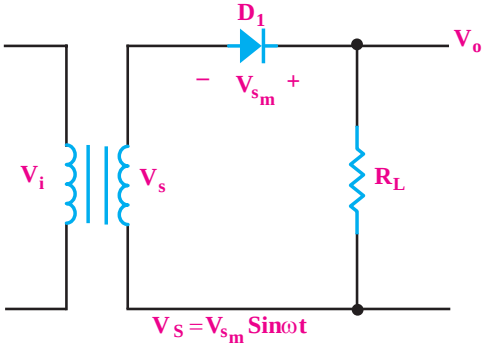
شکل ۵-۱۱ شکل موج خروجی در نیم‌سیکل منفی

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



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

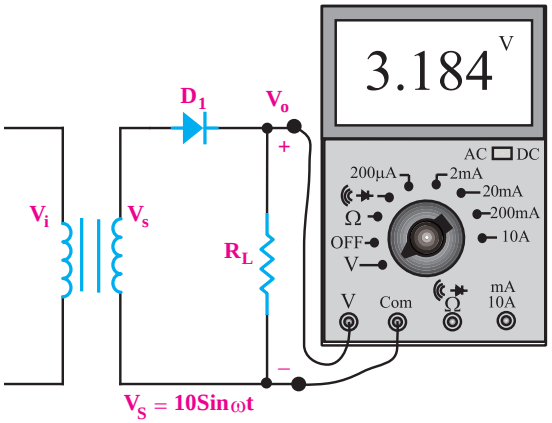
حداکثر ولتاژی که در بایاس مستقیم (V_F) می‌تواند دو سر دیود افت کند، حدود یک ولت است. در بایاس معکوس میزان افت ولتاژ دو سر دیود برابر با ماکزیمم ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور می‌شود. هنگام انتخاب دیود باید به این نکته یعنی حداکثر ولتاژ مخالف دیود توجه کنیم، شکل ۷-۱۱.



شکل ۷-۱۱

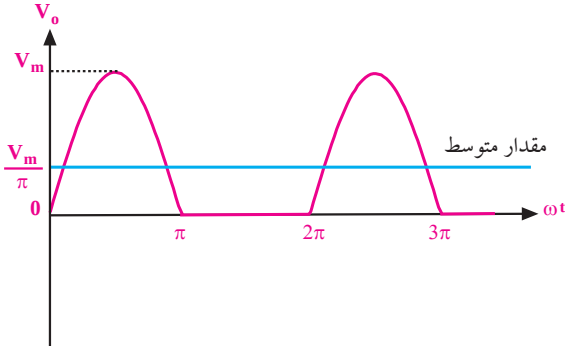
به مدار شکل ۷-۱۱ یکسوکننده‌ی نیم‌موج می‌گویند.

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



شکل ۸-۱۱ اندازه‌گیری مقدار متوسط ولتاژ

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



شکل ۹-۱۱ تعیین مقدار متوسط از روی شکل موج

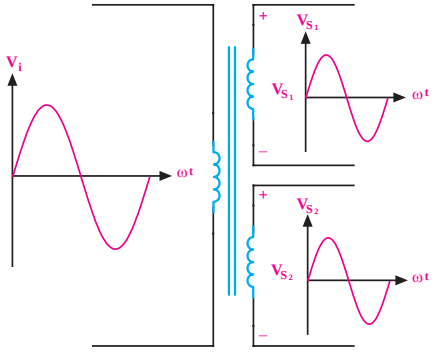
۲-۱-۱۱ یکسوساز تمام موج

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

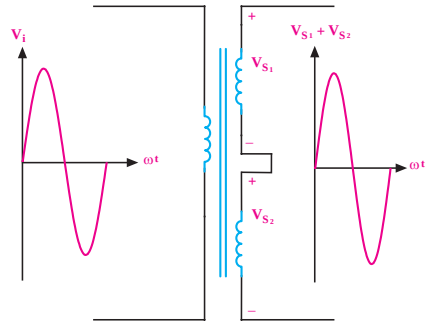
با یکدیگر برابر یا نابرابر باشند که به تعداد دورهای سیم‌پیچ ثانویه بستگی دارد.

فرض کنید یک ترانسفورماتور دو سیم‌پیچ ثانویه با تعداد دور مساوی و جدا از هم دارد، در این صورت دو شکل موج سینوسی جدا از هم با دامنه‌های برابر در خروجی‌های ترانسفورماتور به وجود می‌آید. در شکل ۱۰-۱۱ این شکل موج‌ها نشان داده شده‌اند. علامت‌های «+» و «−» روی نماد فنی سیم‌پیچ‌های ثانویه مربوط به قطب ولتاژهای لحظه‌ای در نیم‌سیکل مثبت است. توجه داشته باشید که در نیم سیکل منفی علامت‌ها عوض می‌شوند.



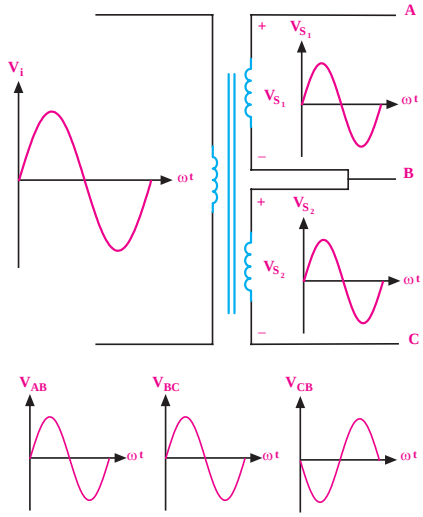
شکل ۱۰-۱۱ ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ ثانویه‌ی جدا از هم

اگر انتهای یک سیم‌پیچ ثانویه را به ابتدای سیم‌پیچ دیگر وصل کنیم، دو سیم‌پیچ با یکدیگر سری می‌شوند و ولتاژ خروجی دو برابر ولتاژ یکی از سیم‌پیچ‌ها خواهد شد، شکل ۱۱-۱۱.



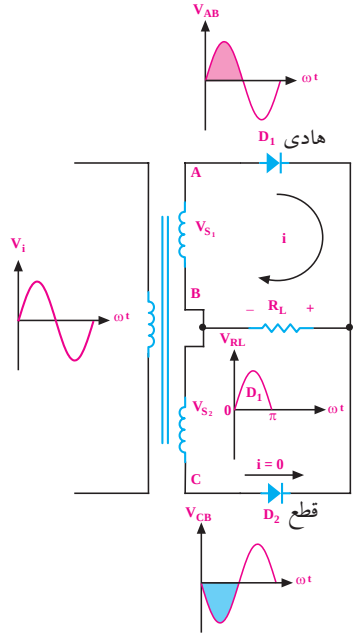
شکل ۱۱-۱۱ اتصال سری دو سیم‌پیچ ثانویه در ترانسفورماتور

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



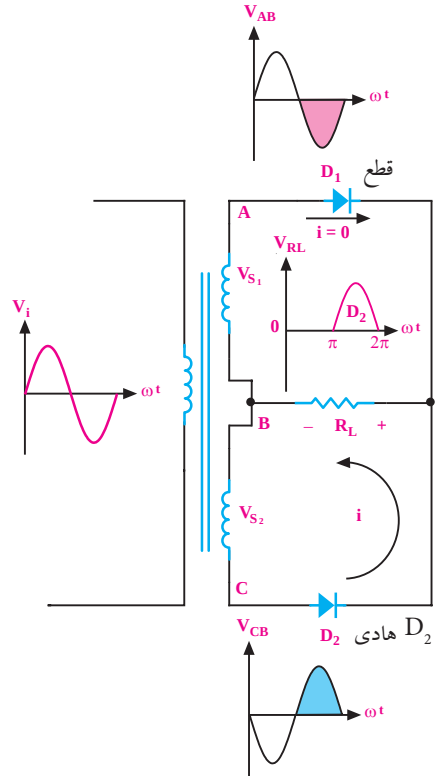
شکل ۱۲-۱۱ نمایش ترانسفورماتور با ثانویه‌ی سه سر

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



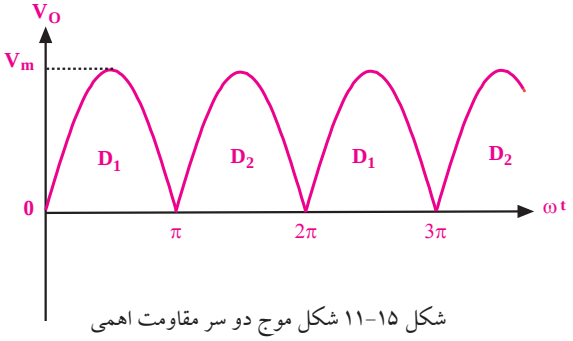
شکل ۱۳-۱۱ در نیم‌سیکل مثبت دیود D_1 هادی و دیود D_2 قطع است.

در نیم‌سیکل منفی، دیود D_1 قطع و دیود D_2 هادی است، لذا شکل موج ولتاژ دو سر مقاومت اهمی در نیم‌سیکل منفی، تقریباً مشابه شکل موج ولتاژ دو سر ثانویه‌ی ترانسفورماتور (V_{S_2}) می‌شود. در شکل ۱۴-۱۱ شکل موج ولتاژ دو سر مقاومت یا V_O در فاصله‌ی π تا 2π (نیم‌سیکل منفی) نشان داده شده است.



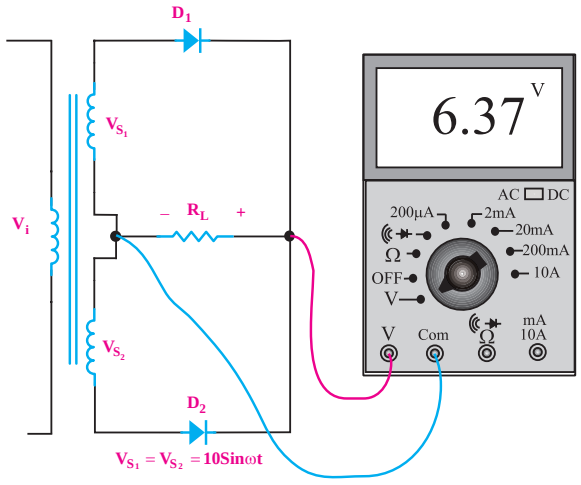
شکل ۱۴-۱۱ در نیم‌سیکل منفی دیود D_1 قطع و دیود D_2 هادی است.

شکل ولتاژ دو سر مقاومت اهمی در یک سیکل کامل به صورت شکل ۱۵-۱۱ در می‌آید.



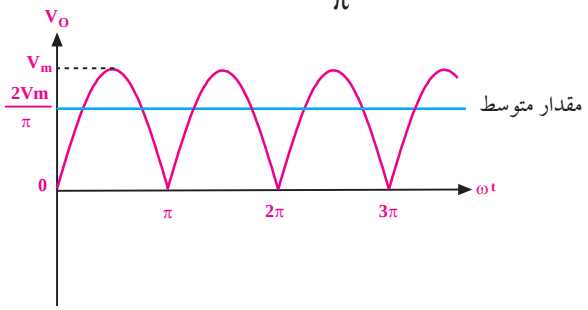
شکل ۱۵-۱۱ شکل موج دو سر مقاومت اهمی

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



شکل ۱۶-۱۱ اندازه‌گیری 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 ۱۷-۱۱.



شکل ۱۷-۱۱ تعیین مقدار متوسط در یکسو ساز تمام موج

به یکسوساز شکل ۱۶-۱۱ یکسوساز تمام موج می‌گویند.

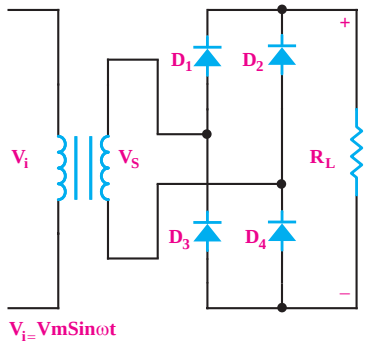
موارد زیر را به خاطر داشته باشید:

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.

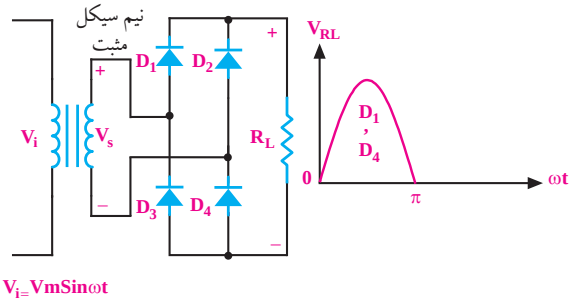
۳-۱-۱۱ یکسوساز پل گرتز یک فازه(پل دیود)

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



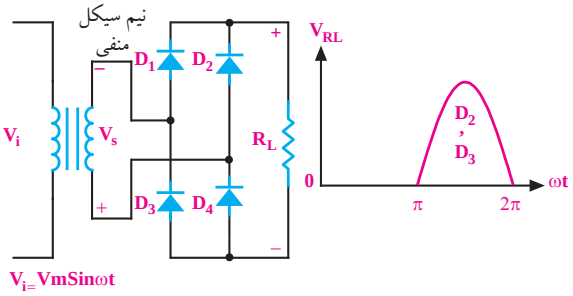
شکل ۱۸-۱۱ یکسوساز تمام موج (پل گرتز یک فازه)

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



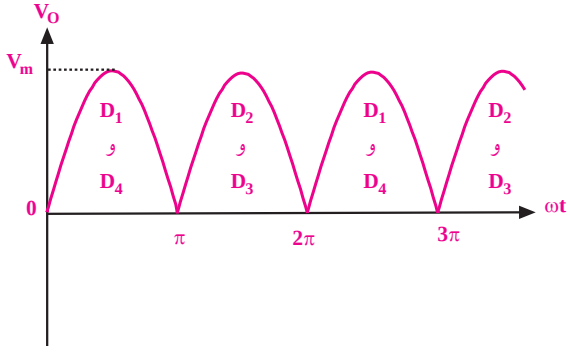
شکل ۱۹-۱۱ هدایت دیودهای D_1 و D_4 در یکسوساز پل

در نیم‌سیکل منفی، دیودهای D_2 و D_3 هدایت می کنند و دیودهای D_1 و D_4 در بایاس معکوس قرار می‌گیرند. شـکل موج ولتاژ خروجی در نیم‌سـیکل منفی را در شـکل ۲۰-۱۱ ملاحظه می کنید.



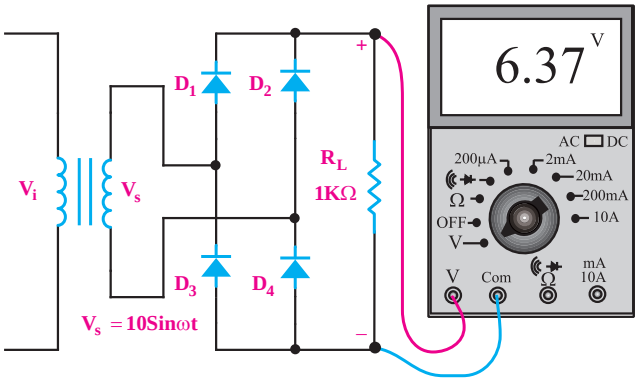
شکل ۲۰-۱۱ هدایت دیودهای D_2 و D_3 در یکسوساز پل

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



شکل ۲۱-۱۱ شکل موج خروجی یکسوساز پل

مـقـدار مـتـوسـط ولـتـاژ یـکـسـو شـده بـرابـر با $V_{DC}=V_{ave}=\frac{2Vm}{\pi}$ است. در شکل ۲۲-۱۱ اگر از افت ولتاژ دو سر دیودها صرف نظر کنیم، ولت‌متر مقدار متوسط ولتاژ یعنی $V_{ave}=\frac{2Vm}{\pi}=\frac{2\times10}{\pi}=6/37V$ را نشان می‌دهد.



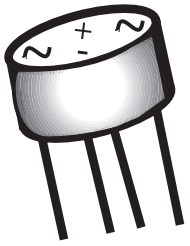
شکل ۲۲-۱۱ اندازه‌گیری مقدار متوسط ولتاژ خروجی یکسوساز پل به وسیله‌ی ولت‌متر

نکات مهم

در یکسوساز پل، جریان هر دیود برابر با نصف جریان مصرف کننده (بار) یعنی $I_D = \frac{1}{2} I_L$ است.

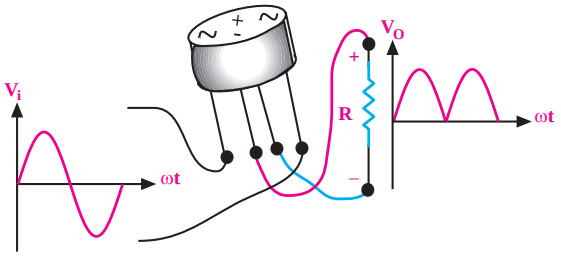
حداکثر ولتاژ معکوسی که در دو سر هر دیود در یکسوساز پل افت می‌کند، برابر با V_m است.

معمولا 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 ۱۱-۲۳ 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.



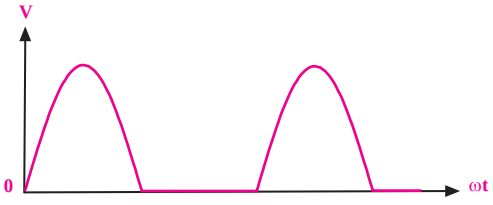
شکل ۱۱-۲۴ چگونگی اتصال پل دیود

۱۱-۱-۴ صافی‌ها

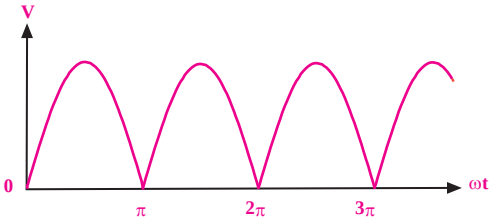
مدارهای الکترونیکی معمولاً نیاز به ولتاژ نسبتاً ثابتی مانند شکل موج ۱۱-۲۵ دارند.

شکل ۱۱-۲۵ ولتاژ ثابت

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



الف ــ شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده نیم‌موج

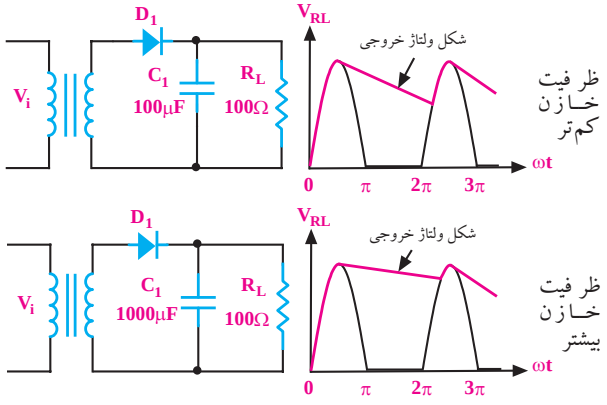


ب ــ شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده تمام موج

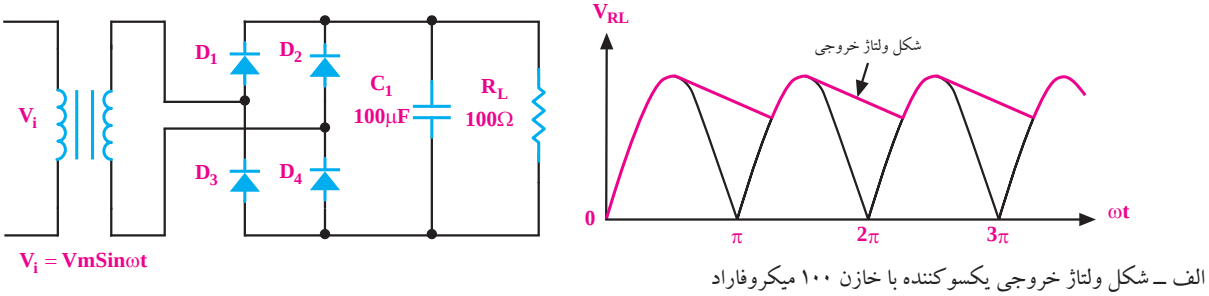
شکل ۱۱-۲۶ شکل موج ولتاژ خروجی یکسوسازهای نیم‌موج و تمام موج

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

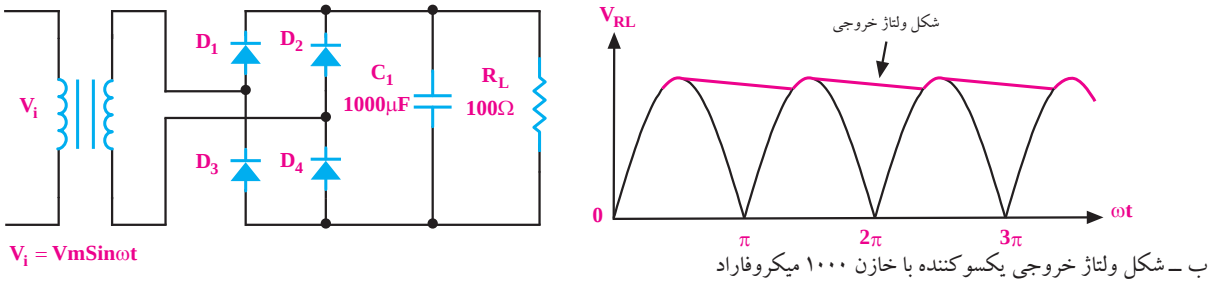
هر قدر ظرفیت خازن بیشتر باشد شکل ولتاژ خروجی صاف‌تر (ثابت‌تر) می‌شود. در شکل‌های ۲۸-۱۱- الف و ب، این خازن به وضوح برای یکسوساز تمام موج پل نشان داده شده است.



شکل ۲۷-۱۱ ظرفیت خازن بیشتر، شکل موج صاف‌تر



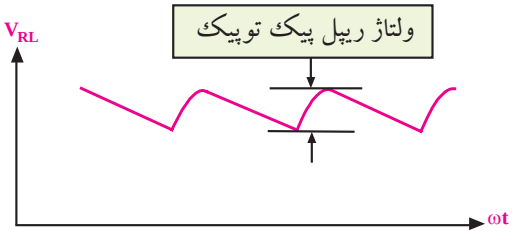
الف ــ شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده با خازن ۱۰۰ میکروفاراد



ب ــ شکل ولتاژ خروجی یکسوکننده با خازن ۱۰۰۰ میکروفاراد

شکل ۲۸-۱۱ هر قدر ظرفیت خازن بیشتر باشد شکل موج ولتاژ خروجی صاف‌تر می‌شود.

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 ریپل، از مدارهای دیگر الکترونیکی به نام رگولاتورها استفاده می‌کنند.



شکل ۲۹-۱۱ مقدار پیک‌توپیک ضربان یا ریپل (ripple)

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.

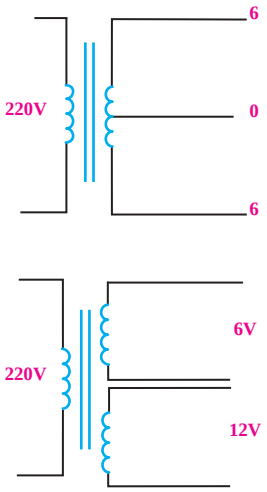
۲-۱۱ ترانسفورماتور تغذیه

۱-۲-۱۱ مشخصات ترانسفورماتور تغذیه

همان‌طور که قبلا گفته شد، ترانسفورماتور تغذیه یا ترانسفورماتور قدرت به ترانسی گفته می‌شود که ولتاژ اولیه‌ی آن ولتاژ برق شهر باشد. تقریبا 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 عموما 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 ۳۰-۱۱ ساختمان یک نوع ترانسفورماتور تغذیه را نشان می‌دهد.

شکل ۳۰-۱۱ ساختمان یک نوع ترانسفورماتور

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



شکل ۳۱-۱۱ 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

۱-۳-۱۱ هدف آزمایش:

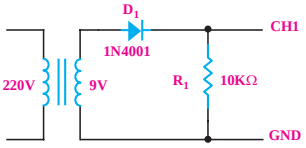
مشاهده و اندازه‌گیری شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز نیم‌موج یک فازه بدون صافی خازنی و با صافی خازنی.

۲-۳-۱۱ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

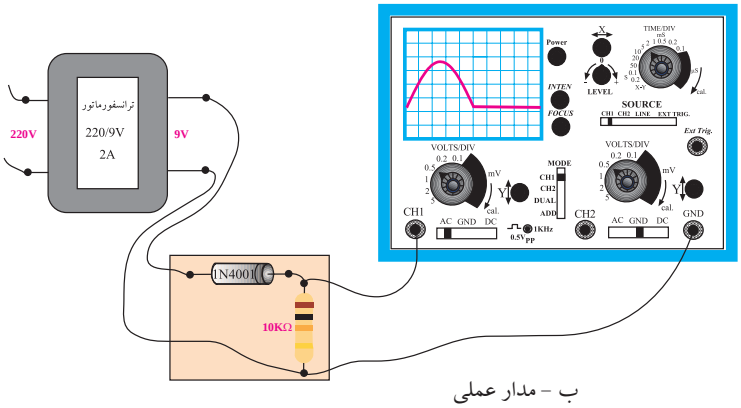
ردیف	نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله	یک دستگاه
۲	مولتی‌متر	یک دستگاه
۳	ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V	یک عدد
۴	مقاومت ۱۰KΩ	یک عدد
۵	خازن ۴۷۰μF/۳۵ V	یک عدد
۶	دیود ۱N۴۰۰۱	یک عدد
۷	سیم رابط دو سرگیره سوسماری	شش رشته
۸	سیم رابط یک سرگیره سوسماری	شش رشته

۳-۳-۱۱ مراحل اجرای آزمایش:

- مدار شکل ۳۲-۱۱ را روی بردبرد ببندید.



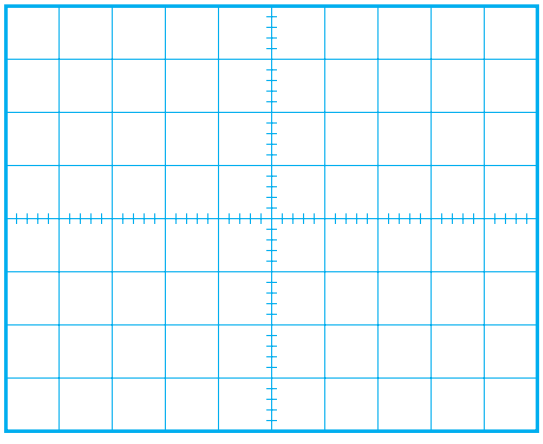
الف - شماتیک مدار



ب - مدار عملی

شکل ۳۲-۱۱ مدار عملی یکسوساز نیم‌موج

- 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 ۳۳-۱۱ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۳۳-۱۱

■ دامنه‌ی سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

دامنه سیگنال = ...V

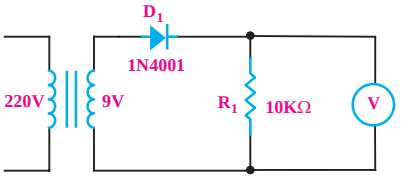
مقدار متوسط = $\frac{\text{دامنه سیگنال}}{\pi} = \frac{Vm}{\pi} = \frac{.....}{۳/۱۴} = ...V$

■ اولیه‌ی ترانسفورماتور را از برق شهر جدا کنید.

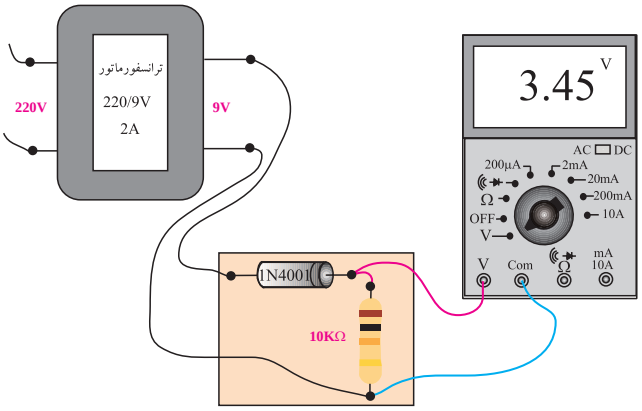
■ اسیلوسکوپ را از مدار جدا کنید (خاموش کنید).

■ تنظیم‌های انجام شده روی اسیلوسکوپ را تغییر ندهید.

■ یک ولت‌متر DC به دو سر مقاومت ببندید و رنج ولت‌متر را روی ۲۰ ولت بگذارید ، شکل ۳۴-۱۱.



الف- نقشه فنی مدار



ب - مدار عملی

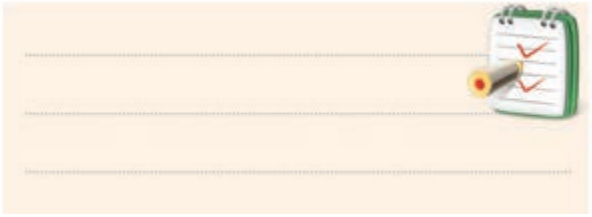
شکل ۳۴-۱۱ اندازه‌گیری ولتاژ DC با ولت‌متر

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

■ ولتاژی را که ولت‌متر DC نشان می‌دهد بخوانید و یادداشت کنید. ولت‌متر DC، مقدار متوسط ولتاژ را نشان می‌دهد.

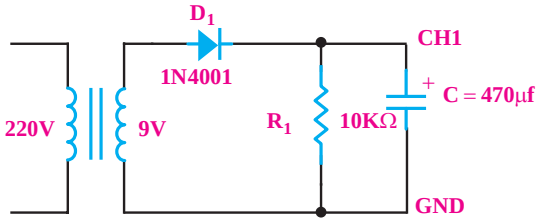
V ..... =ولتاژی را که ولت‌متر نشان می‌دهد.

سؤال ۱: آیا مقداری را که ولت‌متر نشان می‌دهد با مقداری که از طریق محاسبه (مقدار متوسط) به دست آورده‌اید برابر است؟ توضیح دهید.

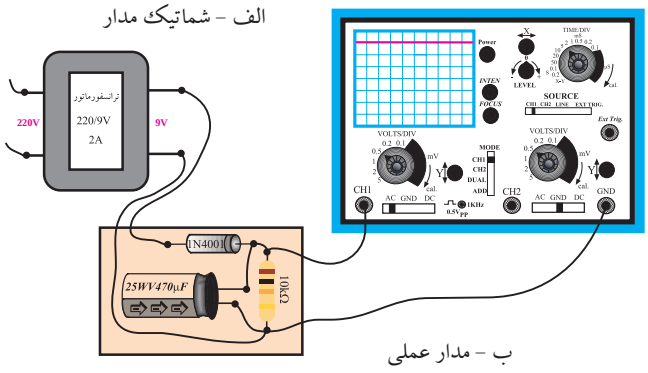


در صورتی که نتوانستید به سوال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوباره‌ی مطالب بپردازید.

■ مدار شکل ۳۵-۱۱ را ببندید.



الف - شماتیک مدار

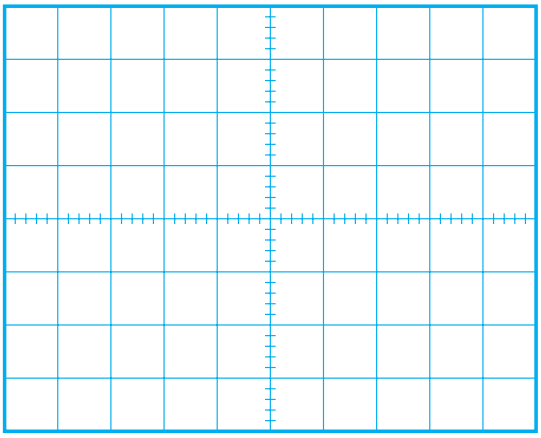


ب - مدار عملی

شکل ۳۵-۱۱ یکسوساز نیم‌موج با صافی خازنی

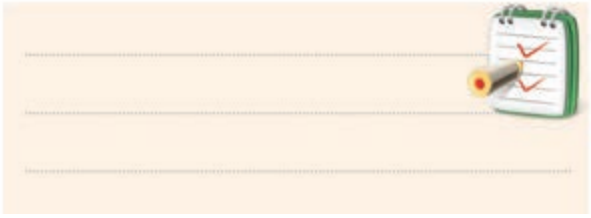
■ ورودی ترانسفورماتور را به ولتاژ برق شهر وصل کنید.

■ موج نشـان داده شـده روی صفحه‌ی حسـاس را در نمودار شکل ۳۶-۱۱ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۳۶-۱۱

سوال ۲: خازن ۴۷۰ میکروفاراد چه نقشی در شکل موج ولتاژ خروجی دارد؟ با توجه به شکل ۳۶-۱۱ توضیح دهید.



۴-۳-۱۱ نتایج آزمایش:

آن‌چه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

۴-۱۱ آزمایش شماره‌ی (۲)

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۱-۴-۱۱ هدف آزمایش :

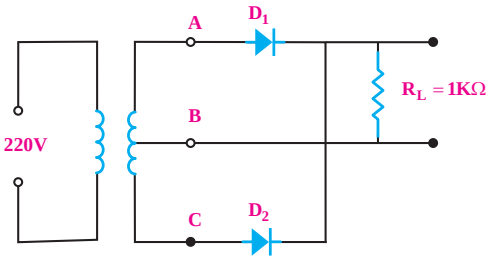
بررسـی عملی یکسوسـاز تمام موج با ترانسفورماتور سر وسط

۲-۴-۱۱ تجهیزات ، ابزار ، قطعات و مواد مورد نیاز :

ردیف	نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله	یک دستگاه
۲	مولتی‌متر دیجیتالی	یک دستگاه
۳	ترانسفورماتور ۲۲۰/۲ × ۹ V	یک عدد
۴	دیود ۱N۴۰۰۱	دو عدد
۵	مقاومت ۱KΩ	یک عدد
۶	سیم رابط	به مقدار کافی

۳-۴-۱۱ مراحل اجرای آزمایش :

■ مداری مطابق شکل ۳۷-۱۱ روی بردبرد ببندید.

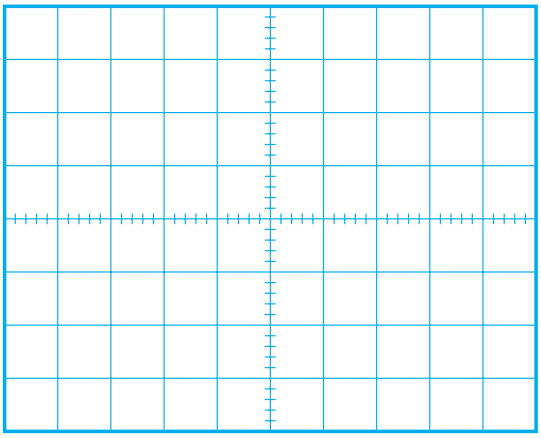


شکل ۳۷-۱۱ مدار یکسوساز تمام‌موج با ترانس سروسط

■ 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 ۳۸-۱۱ با مقیاس مناسب رسم کنید.



شکل ۳۸-۱۱ شکل موج خروجی

■ دامنه‌ی موج را اندازه بگیرید.

$V_{m_{AB}}$ = ... V

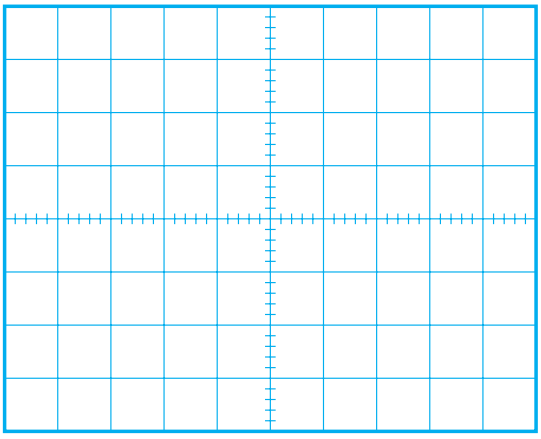
■ اسیلوسکوپ را بین نقاط CB وصل کنید.

■ 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.

$V_{m_{CB}}$ = ... 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

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

$V_{m_{R_L}}$ = ... V

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

T= .....

$f = \frac{۱}{T}$ = ...

■ به وسیله‌ی ولت‌متر DC مقدار متوسط (میانگین) ولتاژ دو سر بار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

V_{R_L} (DC)= V

■ با استفاده از فرمول $V_{R_L} = \frac{۲Vm}{\pi}$ میانگین ولتاژ دو سر بار را محاسبه کنید.

$V_{R_L} = \frac{۲\times.....}{۳/۱۴}$ = ... 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.

۴-۴-۱۱ نتایج آزمایش:

آن‌چه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

۵-۱۱ آزمایش شماره (۳)

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۱-۵-۱۱ هدف آزمایش:

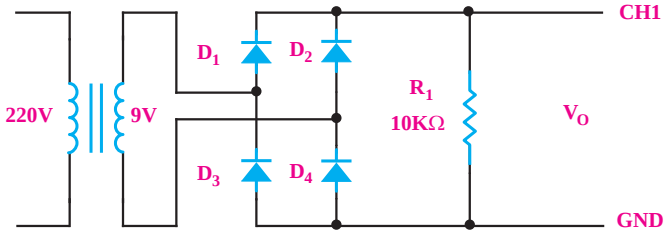
مشاهده و اندازه‌گیری شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز تمام موج بدون خازن صافی و با صافی خازنی

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

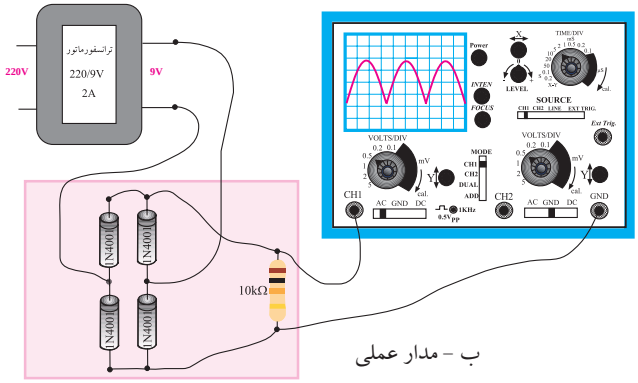
ردیف	نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱	اسیلوسکوپ یک یا دو کاناله	یک دستگاه
۲	مولتی‌متر دیجیتالی	یک دستگاه
۳	ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V	یک عدد
۴	مقاومت ۱۰KΩ	یک عدد
۵	خازن ۴۷۰μF/۳۵ V	یک عدد
۶	دیود ۱N۴۰۰۱	چهار عدد
۷	سیم رابط دو سرگیره سوسماری	شش رشته
۸	سیم رابط یک سرگیره سوسماری	شش رشته

۳-۵-۱۱ مراحل اجرای آزمایش:

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



$D_1 - D_4 = 1N4001$ الف - شماتیک مدار



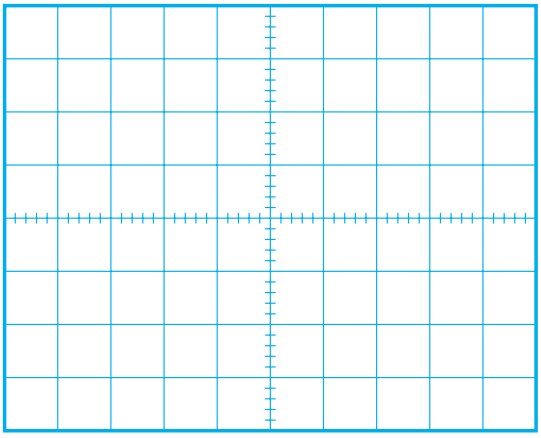
ب - مدار عملی

شکل ۴۰-۱۱ مدار عملی یکسوساز پل

■ 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 صفحه‌ی حساس اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۴۱-۱۱ رسم کنید.



شکل ۴۱-۱۱

■ دامنه‌ی سیگنال نشان داده شده روی صفحه‌ی حساس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

دامنه‌ی سیگنال = ... V

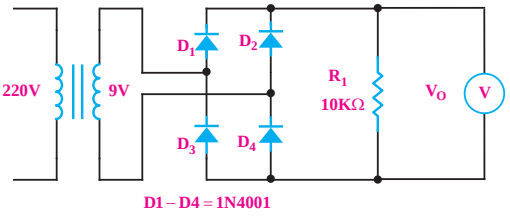
$$\text{مقدار متوسط} = \frac{\text{۲×دامنه‌ی سیگنال}}{\pi} = \frac{۲Vm}{\pi} = \frac{۲\times.....}{۳/۱۴} = ... V$$

■ اولیه‌ی ترانسفورماتور را از برق شهر جدا کنید.

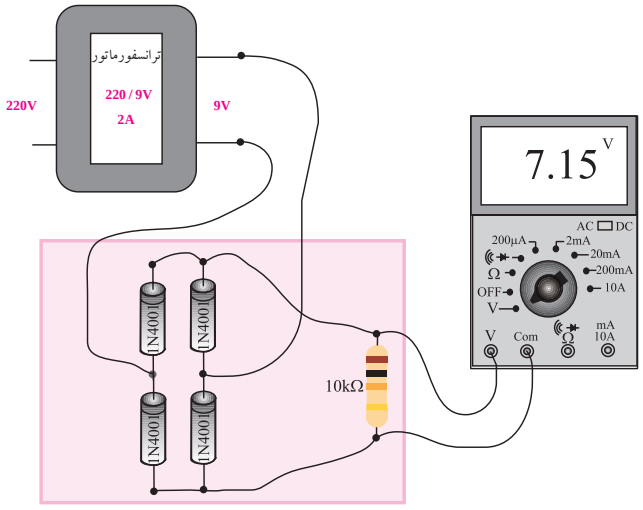
■ اسیلوسکوپ را از مدار جدا کنید (خاموش نکنید).

■ تنظیم‌های انجام شده روی اسیلوسکوپ را تغییر ندهید.

■ یک ولت‌متر DC به دو سر مقاومت ۱۰ KΩ ببندید و رنج آن را روی ۲۰ ولت DC قرار دهید، شکل ۴۲-۱۱.



الف – شماتیک مدار



ب – مدار عملی

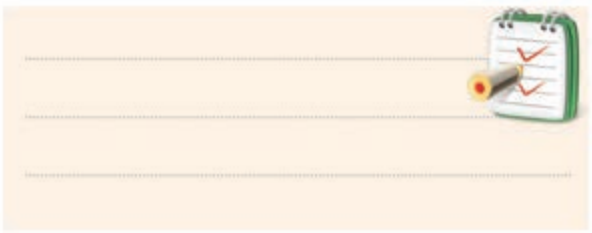
شکل ۴۲-۱۱ اندازه‌گیری ولتاژ خروجی با ولت‌متر DC

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

■ ولتاژی را که ولت‌متر نشان می‌دهد بخوانید و یادداشت کنید.

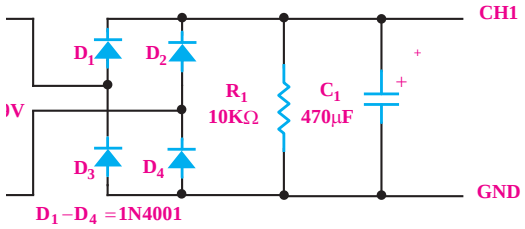
V = ... V

سوال ٤: آیا مقداری که ولت‌متر DC نشان می‌دهد با مقداری که از طریق محاسبه به دست آورده‌اید برابر است؟ توضیح دهید.

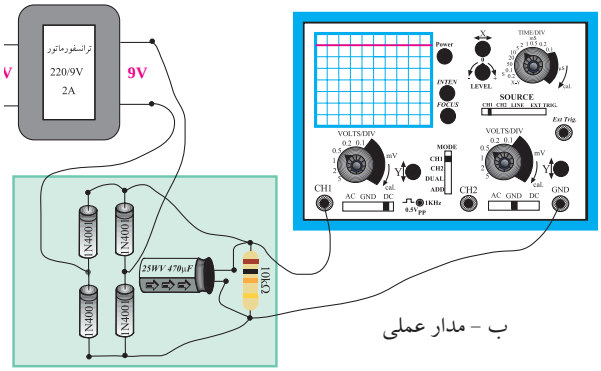


در صورتی که نتوانستید به سوال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوباره‌ی مطالب بپردازید.

■ مدار شکل ۴۳-۱۱ را ببندید.



الف – شماتیک مدار

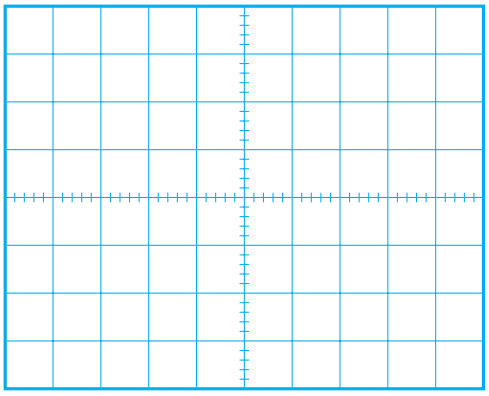


ب – مدار عملی

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

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

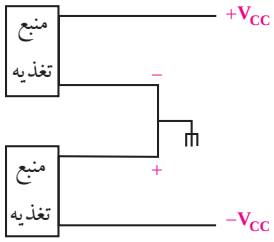
در صورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه کنید و به مرور دوبارهٔ مطالب بپردازید.

۴-۵-۱۱ نتایج آزمایش:

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

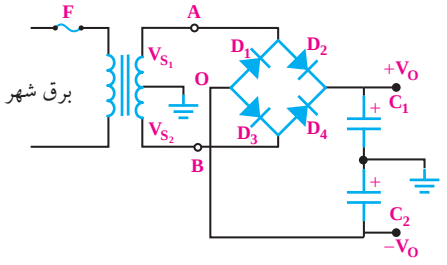
۶-۱۱ منبع تغذیه‌ی متقارن

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.



شکل ۴۶-۱۱ مدار منبع تغذیه‌ی متقارن

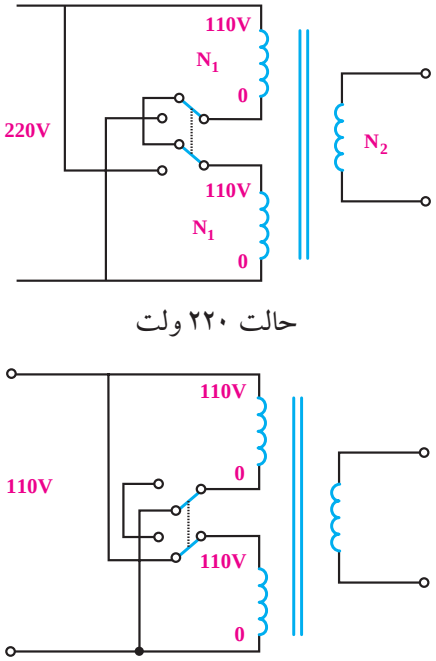
V_{S_1} و V_{S_2} دو سیگنال سینوسی است که ۱۸۰ درجه با هم اختلاف فاز دارند و دامنه‌ی آن‌ها برابر است. در لحظاتی که A نسبت به O مثبت است، B نسبت به O منفی است و دیودهای D_2 و D_3 هادی و دیودهای D_1 و D_4 قطع هستند. خازن‌های C_1 و C_2 تا دامنه‌ی ماکزیمم ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور شارژ می شوند. زمانی که A نسبت به O منفی است، B نسبت به O مثبت است و دیودهای D_1 و D_4 هادی و D_2 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 دو نیمه‌ی سیم‌پیچ را در حالت ۲۲۰ ولت با هم سری و در حالت ۱۱۰ ولت با هم موازی کنیم.



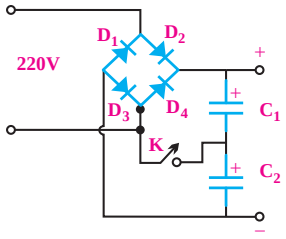
شکل ۴۷-۱۱

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 v و ۱۱۰ v مدار شکل ۴۸-۱۱ را به کار می‌برند.



شکل ۴۸-۱۱

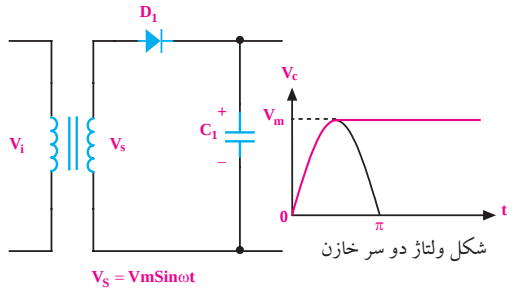
در خروجی مدار دو خازن سری C_1 و C_2 قرار دارد و یک کلید ساده‌ی تک پل، محل اتصال دو خازن را به یکی از سیم‌های برق ورودی قطع و وصل می‌کند. در حالت ورودی ۲۲۰ ولت کلید K باز است و دو خازن C_1 و C_2 به عنوان صافی با هم سری می‌شوند. در این حالت هر یک از خازن‌ها تقریباً به اندازه‌ی ۱۵۵ ولت شارژ می‌شوند و ولتاژ DC خروجی به V_m=۳۱۰V می‌رسد.

در حالت ۱۱۰ ولت، کلید K وصل می‌شود و مدار را به یک دو برابر کننده‌ی ولتاژ تبدیل می‌کند. در این شرایط هر یک از خازن‌های C_1 و C_2 به اندازه‌ی $110\sqrt{2} = 155\,V$ شارژ می‌شوند ولتاژ خروجی به همان مقدار ۳۱۰ v می‌رسانند.

۱۱-۸ چند برابر کننده‌های ولتاژ

به کمک ترانسفورماتور، دیودها و خازن‌ها، می‌توان 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.

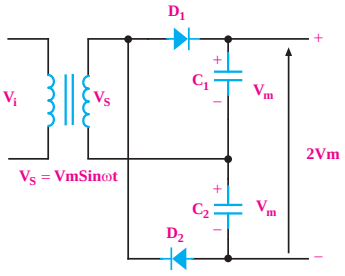
در شکل ۴۹-۱۱ در نیم سیکل مثبت، وقتی دیود D_1 هادی شد(ولت $V_S \geq 0/7$)، خازن شروع به شارژ شدن می‌کند و تقریباً تا پیک ولتاژ (V_m) شارژ می‌شود. هنگامی که ولتاژ ثانویه از V_m کم‌تر می‌شود، دیود در بایاس مخالف قرار می‌گیرد و قطع می‌شود، زیرا ولتاژ کاتد دیود برابر با V_m است. با توجه به شرایط موجود، خازن نمی‌تواند تخلیه شود، لذا ولتاژ دو سر آن برابر با V_m باقی می‌ماند.



شکل ولتاژ دو سر خازن

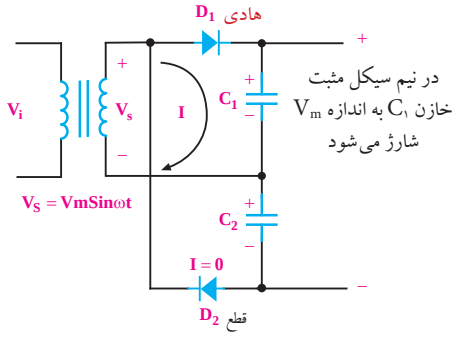
شکل ۴۹-۱۱ ولتاژ دو سر خازن به اندازه‌ی تقریباً V_m شارژ می‌شود

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

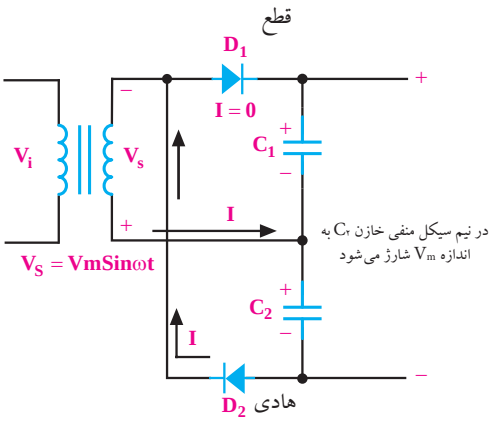
طرز کار این مدار به این صورت است که در نیم سیکل مثبت دیود D_1 در بایاس موافق و دیود D_2 در بایاس مخالف قرار می‌گیرند. لذا دیود D_1 هادی شده و خازن C_1 تا مقدار تقریباً V_m شارژ می‌شود، شکل ۵۱-۱۱.



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

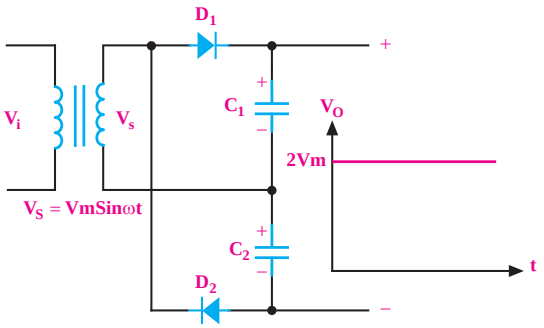
در نیم‌سیکل منفی دیود D_2 در بایاس موافق و دیود D_1 در بایاس مخالف قرار می‌گیرد. لذا دیود D_2 هادی می‌شود و

خازن C_2 را تقریبا تا مقدار V_m (ولتاژ پیک) شارژ می‌کند، شکل ۱۱-۵۲.



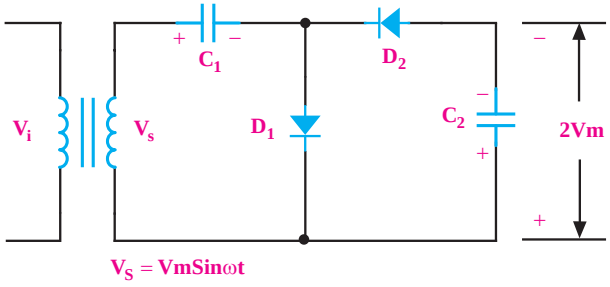
شکل ۱۱-۵۲ مسیر شارژ خازن در نیم سیکل منفی

با توجه به شکل ۱۱-۵۳ ولتاژ خروجی V_O برابر با $2V_m$ یعنی $V_{C_1}+V_{C_2}=2V_m$ می‌شود.



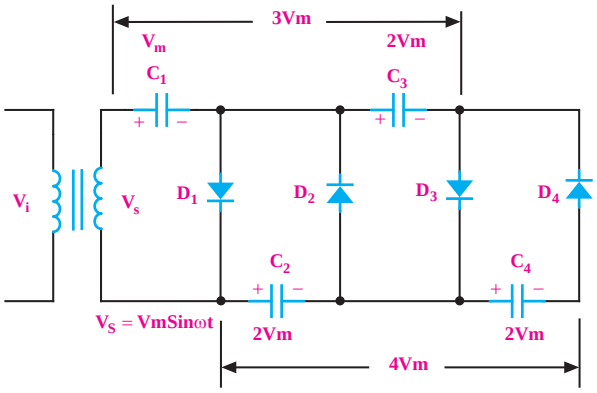
شکل ۱۱-۵۳ شکل موج ولتاژ خروجی در یک دوبرابر کننده‌ی ولتاژ

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



شکل ۱۱-۵۴ یک مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

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

۱۱-۹ آزمایش شماره‌ی (۴)

زمان اجرا: ۴ ساعت آموزشی

۱۱-۹-۱ هدف آزمایش :

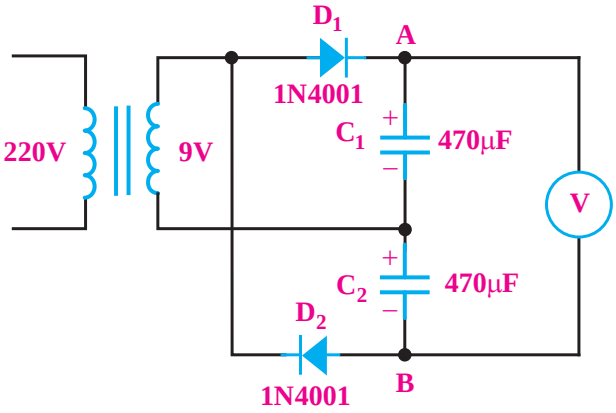
بررسی عملی یک نمونه مدار دو برابر کننده ولتاژ

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

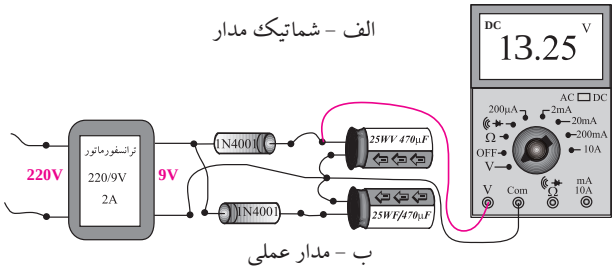
ردیف	نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱	مولتی‌متر دیجیتالی	یک دستگاه
۲	ترانسفورماتور ۲۲۰/۹ V	یک عدد
۳	دیود ۱N۴۰۰۱	دو عدد
۴	خازن ۴۷۰μF/۳۵ V	دو عدد
۵	سیم رابط دو سرگیره سوسماری	شش رشته
۶	سیم رابط یک سرگیره سوسماری	شش رشته

۱۱-۹-۳ مراحل اجرای آزمایش :

■ مدار شکل ۱۱-۵۶ را روی بردبرد ببندید.



الف – شماتیک مدار



ب – مدار عملی

شکل ۵۶–۱۱ یک نمونه مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

■ رنج ولت‌متر 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 ولت‌متر نشان می‌دهد بخوانید و یادداشت کنید.

V_{C_1} = ... V ولتاژ دو سر خازن C_1

■ ولت‌متر را از دو سر خازن C_1 جدا کنید و به دو سر خازن C_2 وصل کنید و ولتاژی را که ولت‌متر نشان می‌دهد یادداشت کنید.

V_{C_2} = ... V ولتاژ دو سر خازن C_2

■ ولت‌متر را از دو سر خازن C_2 جدا کنید و ولتاژ بین نقاط A و B را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

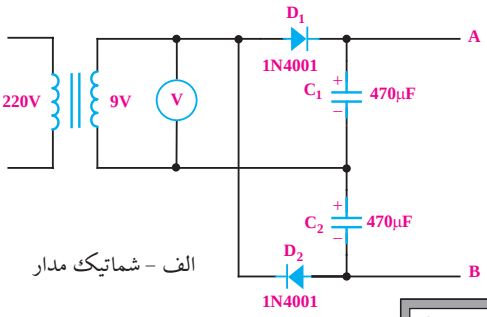
V_{AB} = ... V ولتاژ خروجی دو برابر کننده ولتاژ

■ ولت‌متر را از نقاط A و B جدا کنید.

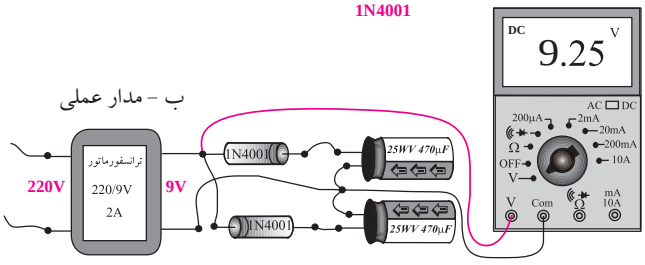
■ حوزه‌ی کار ولت‌متر را روی حالت AC روی ۲۰ V قرار دهید و ولتاژ ثانویه‌ی ترانسفورماتور را اندازه بگیرید، شکل ۵۷–۱۱ و یادداشت کنید.

V_S = ... V ولتاژی را که ولت متر AC نشان می دهد.

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



الف – شماتیک مدار



ب – مدار عملی

شکل ۵۷–۱۱ اندازه‌گیری ولتاژ AC در مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ

سؤال ۶: آیا ولتاژ دو سر هر خازن به اندازه‌ی V_m است یا کم‌تر؟ توضیح دهید.

سؤال ۷: آیا V_{AB}، دقیقاً برابر با $(V_{C_1}+V_{C_2})$ است؟ چرا؟ توضیح دهید.

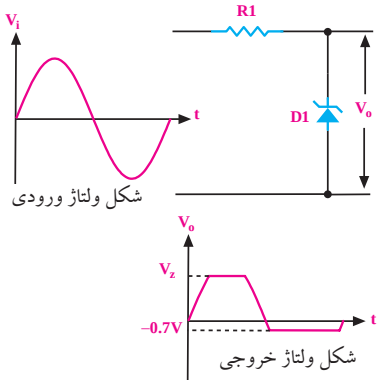
در صورتی که نتوانستید به سوال‌های (۱) و (۲) پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت‌های قبلی مراجعه و مطالب را دوباره مرور کنید.

۴-۹-۱۱ نتایج آزمایش:

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

۱۰-۱۱ مدار کلیپر قیچی کننده (Clipper)

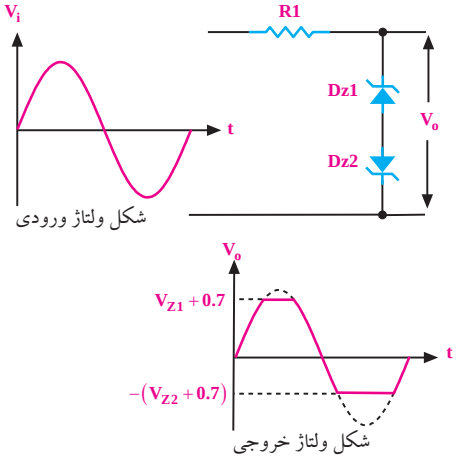
با استفاده از دیود زنر[1] می‌توان مداری را طراحی کرد که دامنه‌ی سیگنال‌های ورودی را محدود کند. شکل ۵۸-۱۱ یک مدار محدودکننده‌ی ساده را نشان می‌دهد.



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 نیم سیکل به محض این که ولتاژ ورودی کم‌تر از V_z شود، دیود به ناحیه‌ی قطع می‌رود و $V_o=V_i$ می‌شود. در نیم سیکل منفی اگر دامنه‌ی ولتاژ به ۰/۷ ولت برسد، دیود هادی می‌شود و ولتاژ دو سر آن که در حقیقت همان ولتاژ خروجی در نیم سیکل منفی است روی ۰/۷ ولت ثابت باقی می‌ماند.

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



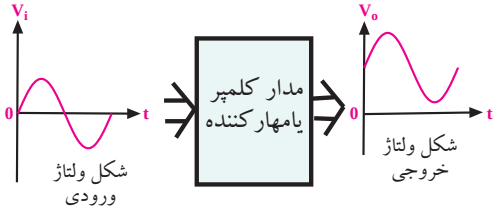
شکل ۵۹-۱۱ محدود کننده‌ی دامنه به کمک دو دیود زنر

در مدار شکل ۵۹-۱۱ در نیم سیکل مثبت دامنه‌ی ورودی در حد $(V_{z1}+۰/۷)$ و در نیم سیکل منفی در حد $-(V_{z۲}+۰/۷)$ محدود می‌شود.

۱۱-۱۱ مدار کلمپر یا مهار کننده (clamper)

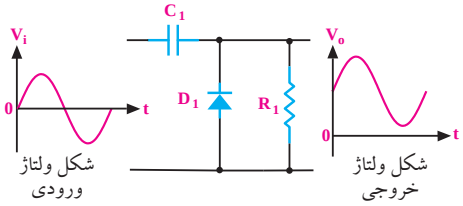
در مدار کلمپر یا مهار کننده، به سیگنال ورودی مؤلفه‌ی ولتاژ DC اضافه می‌شود. به عبارت دیگر، به کمک مدار کلمپر می‌توان سیگنال را در جهت عمودی جابه‌جا کرد. در شکل ۶۰-۱۱ عملکرد مدار کلمپر نشان داده شده است.

۱- دیودزنر قطعه‌ای است که درباياس مخالف کار می‌کندودرباياس مستقیم مانندديود معمولی عمل می‌کند.درفصل ۱۲درباره این دیودتوضیح داده شده‌است.

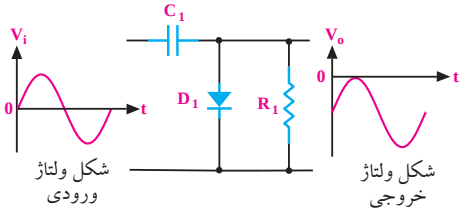


شکل ۶۰-۱۱ عملکرد مدار کلمپر

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



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

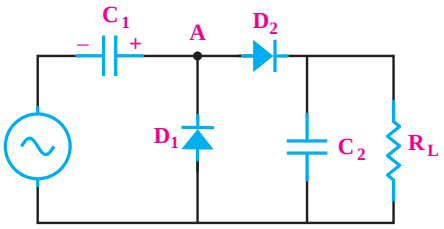


شکل ۶۲-۱۱ یک نمونه مدار کلمپر که سیگنال را در جهت عمودی (منفی) جابجا می‌کند.

۱۲-۱۱ آشکار ساز نوک به نوک

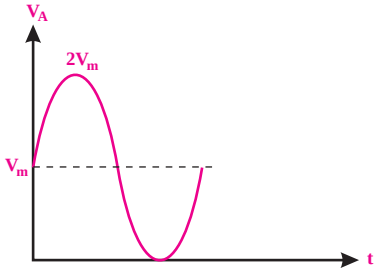
peak to peak detector

چنان‌چه یک مدار مهارکننده‌ی 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، **آشکارساز نوک به نوک** نیز می‌گویند. مدار این آشکارساز در شکل ۶۳-۱۱ رسم شده است.



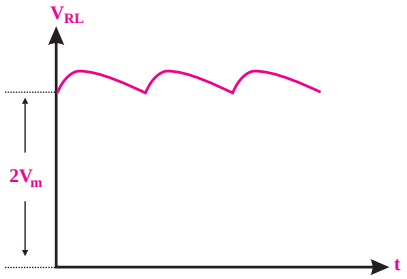
شکل ۶۳-۱۱ آشکارساز پیک تو پیک

دیود D_1 و خازن C_1 به عنوان مهارکننده‌ی 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 ۶۴-۱۱ در می‌آید.



شکل ۶۴-۱۱ شکل موج نقطه A در شکل ۶۳-۱۱

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



شکل ۶۵-۱۱

به مداری که عمل فوق را انجام می‌دهد، آشکار ساز پیک تو پیک می‌گویند.

۱۱–۱۳ آزمایش شماره‌ی (۵)

زمان اجرا : ۵ ساعت آموزشی

۱–۱۳–۱۱ هدف آزمایش:

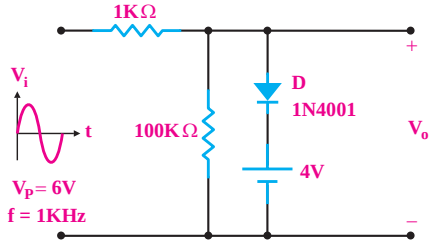
اندازه‌گیری و مشاهده‌ی ولتاژ خروجی مدار کلیپر و مدار کلمپر

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

ردیف	نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	سیگنال ژنراتورصوتی	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 $\frac{۱}{۲}$W و ۱KΩ	یک عدد
۹	مقاومت $\frac{۱}{۲}$W و ۱۰۰KΩ	یک عدد

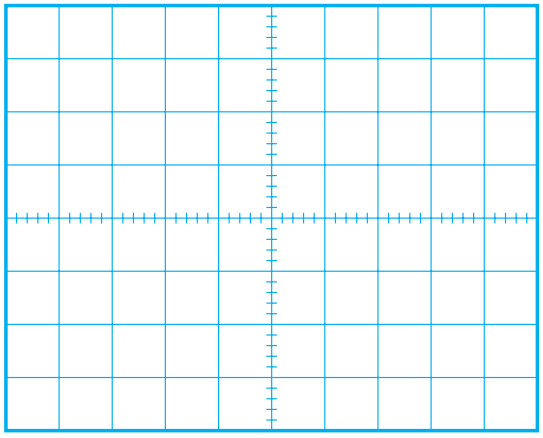
۳–۱۳–۱۱ مراحل آزمایش :

■ مدار شکل ۶۶–۱۱ را روی بردبرد ببندید. سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



شکل ۶۶–۱۱

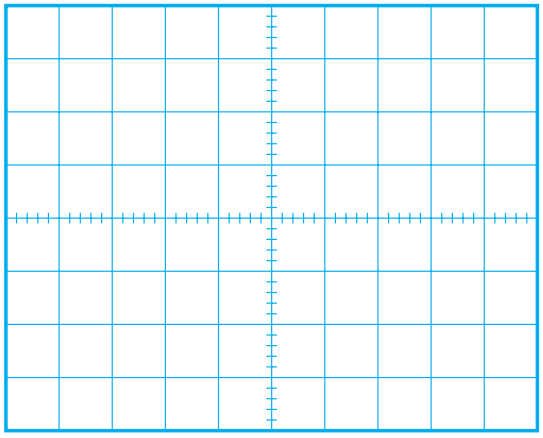
■ به وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ولتاژهای ورودی و خروجی را در نمودار شکل ۶۷–۱۱ رسم کنید.



شکل ۶۷–۱۱

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

■ شکل موج ولتاژهای ورودی و خروجی را به وسیله‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۶۸–۱۱ رسم نمایید.

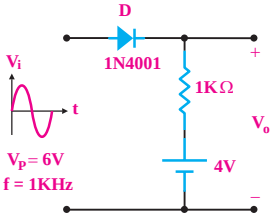


شکل ۶۸–۱۱

■ ولتاژ برش را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

V_C = ... V

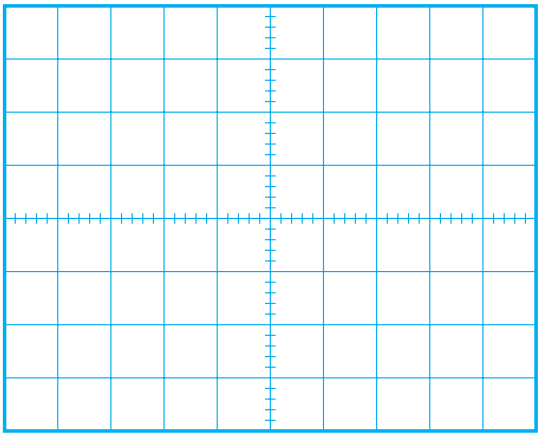
■ مدار شکل ۶۹–۱۱ را روی بردبرد ببندید.



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.

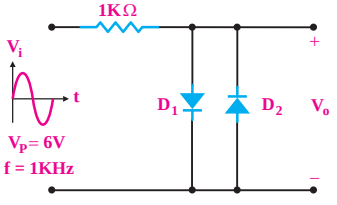


شکل ۱۱-۷۰

■ ولتاژ برش را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

V_C = ... V

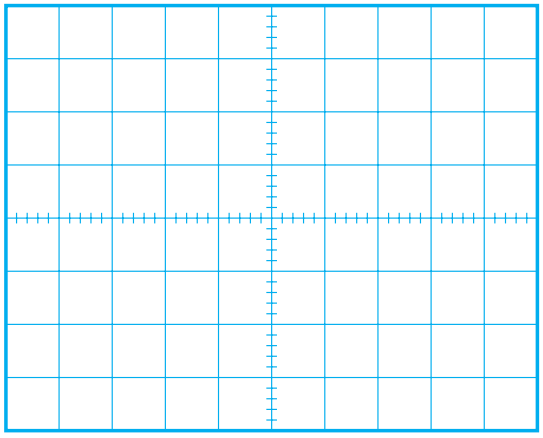
■ مدار شکل ۱۱-۷۱ را روی بردبرد ببندید.



شکل ۱۱-۷۱

■ 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.

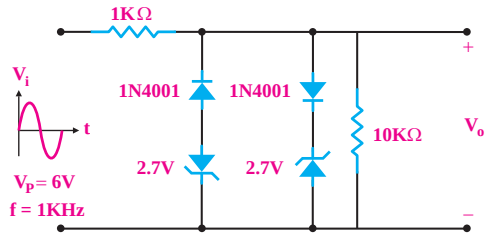


شکل ۱۱-۷۲

■ ولتاژ پیک تو پیک خروجی Vo_{P-P} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

Vo_{P-P} = ... V

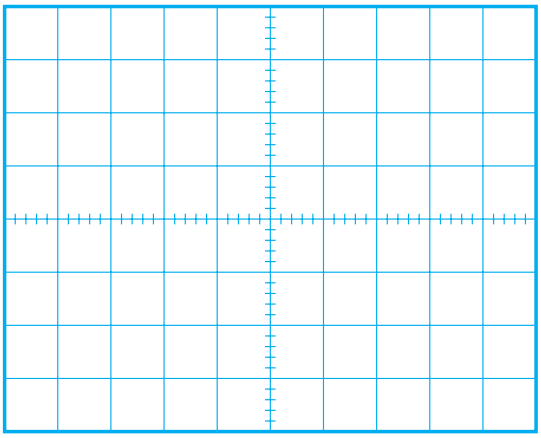
■ مدار شکل ۱۱-۷۳ را روی بردبرد ببندید.



شکل ۱۱-۷۳

■ 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 ۷۴-۱۱ رسم نمایید.

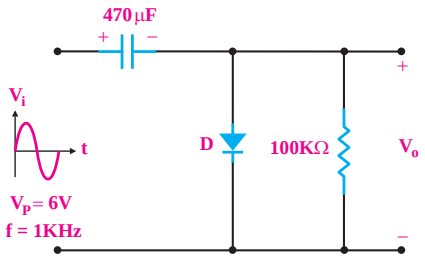


شکل ۷۴-۱۱

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

Vo_{P-P} = ... V

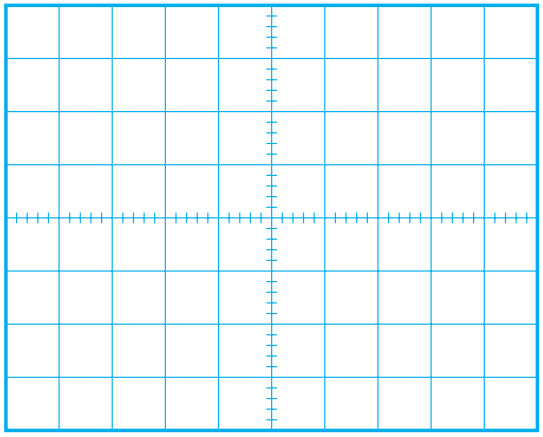
■ مدار شکل ۷۵-۱۱ را روی بردبرد ببندید.



شکل ۷۵-۱۱

■ 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 ۷۶-۱۱ رسم کنید.



شکل ۷۶-۱۱

■ ولتاژ DCی خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

V_{odc} = ... V

۴-۱۳-۱۱ نتایج آزمایش:

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

آزمون پایانی فصل (۱۱)

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

۲- مقدار متوسط ولتاژ خروجی مدار یکسوساز نیم‌موج را محاسبه کنید.

۳- مقدار متوسط یک موج سینوسی یکسوشده به صورت تمام موج برابر با ..... است.

الف) $\frac{Vm}{\pi}$ ب) $\frac{Vm}{2\pi}$

ج) $\frac{2Vm}{\pi}$ د) $\frac{4Vm}{\pi}$

۴- نقش خازن صافی در یکسو کننده کدام است؟

الف) تبدیل ولتاژ ضربان‌دار خروجی به ولتاژ ثابت

ب) تبدیل ولتاژ ضربان‌دار ورودی به ولتاژ ثابت

ج) تبدیل جریان ضربان‌دار خروجی به جریان ثابت

د) حذف فرکانس‌های زیاد و کم

۵- ترانسفورماتور تغذیه عموماً ..... است.

الف) کاهنده ب) افزاینده

۶- یک مزیت استفاده از ترانسفورماتور در قسمت تغذیه‌ی دستگاه‌ها، ایزوله کردن مدار از برق شهر است.

صحیح ❐ غلط ❐

۷- خرابی‌های ترانس تغذیه کدامند؟

الف) اتصال کوتاه کامل

ب) قطع شدن سیم‌پیچ اولیه یا ثانویه

ج) نیم سوز شدن و اتصال سیم به بدنه و هسته

د) همه‌ی موارد

۸- عملکرد کلید ۲۲۰/۱۱۰ را در منابع تغذیه با ترانسفورماتور شرح دهید.

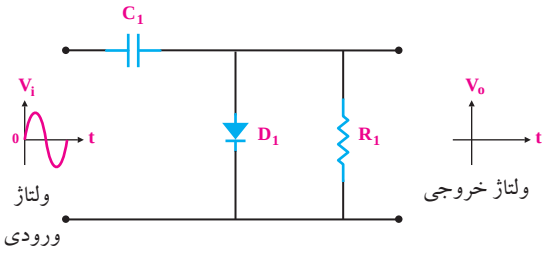
۹- مدار یک آشکار ساز پیک تو پیک را رسم کنید و راجع به نحوه‌ی عملکرد آن توضیح دهید.

۱۰- یک نمونه مدار کلیپر را رسم کنید و عملکرد آن را 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 ۷۷-۱۱ را رسم کنید.



شکل ۷۷-۱۱