« فصل هشتم »

الکترونیک صنعتی

(مطابق فصل نهم کتاب الکترونیک عمومی ۲)

هدف کلی:

بررسی نرم‌افزاری مدارهای کاربردی قطعات الکترونیک صنعتی

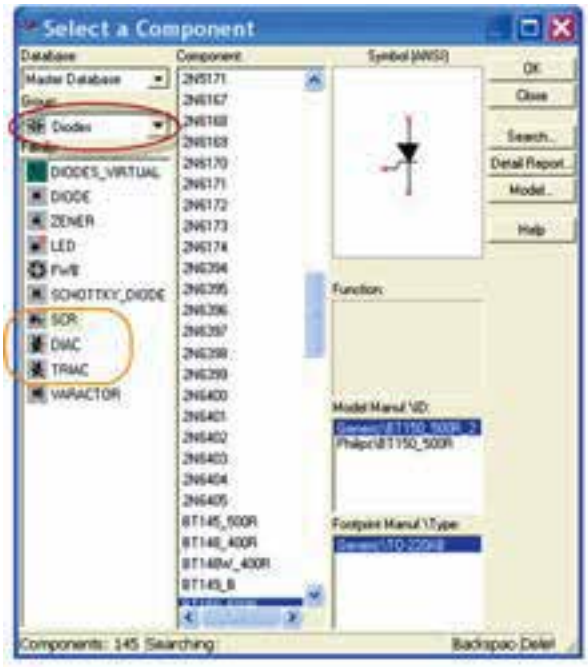
هدف های رفتاری:

در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- منحنی مشخصه‌ی SCR را مشاهده کند.
۲- چگونگی روشن و خاموش کردن SCR را تجربه کند.
۳- مدار دیمر را با SCR را ببندد.
۴- جریان بار را در مدار دیمر با SCR از صفر تا ۱۸۰درجه کنترل کند.
۵- مدار نوسان‌ساز موج دندانه‌اره‌ای را با SCR ببندد و فرکانس خروجی آن را اندازه‌گیری کند.
۶- مدار برق اضطراری را با SCR ببندد.
۷- منحنی مشخصه‌ی دیاک را مشاهده کند.
۸- منحنی مشخصه‌ی ترایاک را مشاهده کند.
۹- مدار دیمر را با دیاک و ترایاک ببندد.
۱۰- نوسان‌ساز موج دندانه‌اره‌ای با UJT را ببندد.

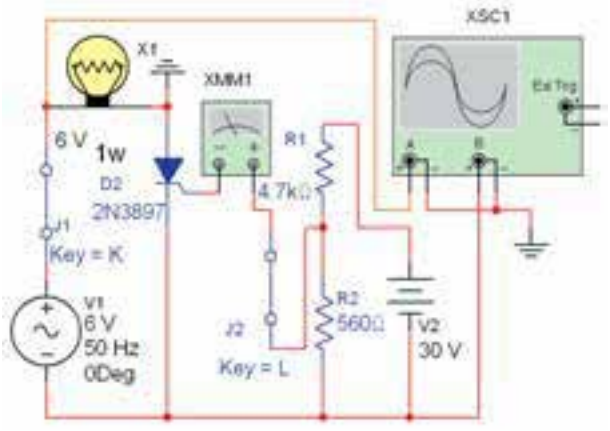
۸-۱ آزمایش ۱: منحنی مشخصه‌ی SCR

۸-۱-۱ برای انتخاب قطعات صنعتی Diac ، SCR و Triac در نرم‌افزار مولتی‌سیم می‌توانیم مطابق مسیر شکل ۸-۱ آن‌ها را به میز کار انتقال دهیم.



شکل ۸-۱ مسیر انتخاب قطعات الکترونیک صنعتی

۸-۱-۲ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR مدار شکل ۲-۸ را ببندید.



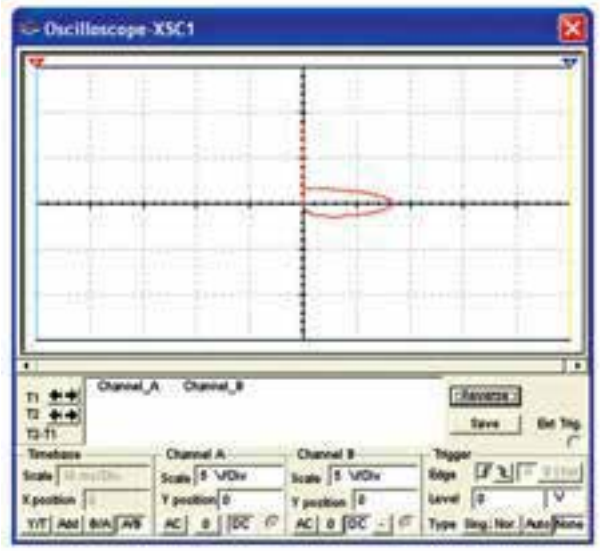
شکل ۲-۸ مدار مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR

۸-۱-۳ اگر جریان گیت (I_G) را با دادن ولتاژ بایاس به گیت، در حد زیاد انتخاب کنیم. مقدار ولتاژ مستقیم برای هدایت SCR خیلی کم می‌شود.

نکته مهم :

هنگام راه‌اندازی مدار دقت کنید که مولتی‌متر روی آمپرمتر قرار گیرد.

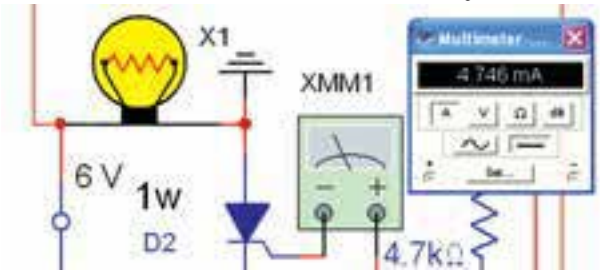
۸-۱-۴ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR، دستگاه اسیلوسکوپ را مطابق شکل ۳-۸ تنظیم کنید. کلید K را وصل کنید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید و منحنی مشخصه‌ی SCR را مشاهده کنید. آیا منحنی مشاهده شده مشابه شکل ۳-۸ است؟



شکل ۳-۸ نمایش منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR

سؤال ۱ : آیا منحنی بر روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ ظاهر می‌شود؟ شرح دهید. به چه دلیل این منحنی کمی با منحنی واقعی تفاوت دارد؟

۸-۱-۵ با مولتی‌متر جریان DC گیت را مطابق شکل ۴-۸ اندازه‌گیری کنید.



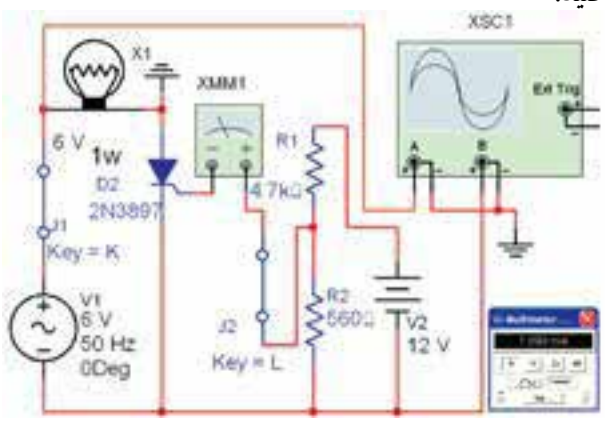
شکل ۴-۸ اندازه‌گیری جریان گیت

$$I_G = ...mA$$

سؤال ۲ : آیا جریان گیت برای راه‌اندازی SCR مناسب

است؟

۸-۱-۶ مقدار ولتاژ V_2 را مطابق شکل ۵-۸ به ۱۲ ولت کاهش دهید. جریان گیت را با استفاده از آمپرمتر اندازه‌گیری کنید.



شکل ۵-۸ کاهش ولتاژ در مدار SCR و اندازه‌گیری جریان

سؤال ۳ : آیا لامپ در مدار شکل ۴-۸ روشن می‌شود؟ توضیح دهید.

۸-۲ آزمایش ۲:
چگونگی روشن و خاموش کردن SCR

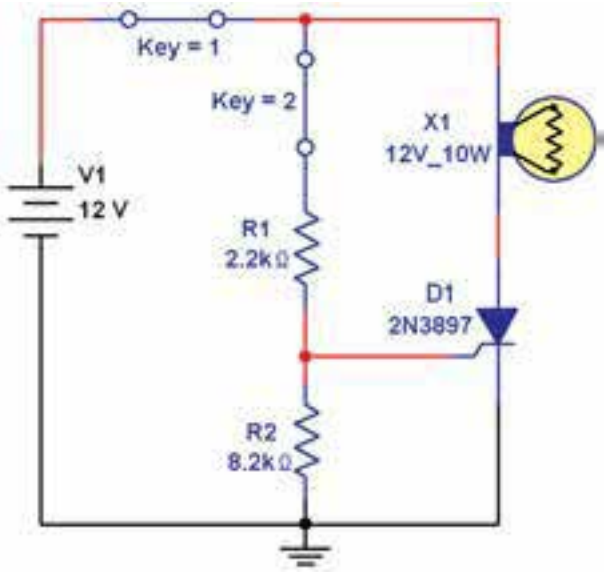
۸-۲-۱ برای روشن کردن تریستور باید دو شرط زیر برقرار باشد:

- آند نسبت به کاتد در بایاس مثبت قرار گیرد.
- به گیت تریستور یک سیگنال فرمان داده شود.

چنان‌چه شروط فوق برقرار باشد، تریستور هدایت خواهد کرد. برای خاموش کردن SCR باید یکی از شرایط زیر را فراهم آوریم:

- برای لحظه‌ای ولتاژ آند را قطع کنیم.
- برای لحظه‌ای جریان آند را قطع کنیم.
- برای لحظه‌ای آند را نسبت به کاتد اتصال کوتاه کنیم.

۸-۲-۲ مدار شکل ۶-۸ را ببندید. کلید K_1 را برای یک لحظه‌ی کوتاه وصل و سپس آن را قطع نمائید.



شکل ۶-۸ مدار روشن و خاموش شدن SCR

سؤال ۴ : آیا لامپ روشن می‌شود؟ توضیح دهید.

۸-۲-۳ در مدار شکل ۶-۸ کلید K_2 را فقط برای یک لحظه وصل کنید، سپس آن را قطع نمائید.

سؤال ۵ : آیا لامپ روشن می‌شود؟ توضیح دهید.

۸-۲-۴ ابتدا کلید K_1 را وصل، سپس کلید K_2 را فعال نمائید.

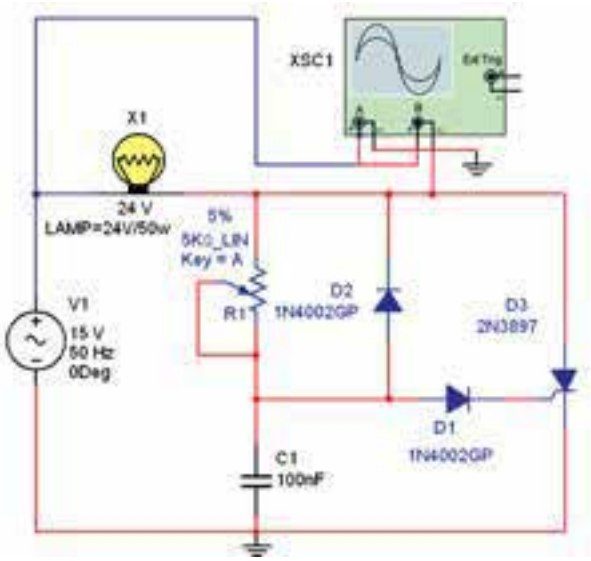
سؤال ۶ : آیا لامپ روشن می‌شود؟ دلیل آن را بنویسید.

۸-۲-۵ کلید K_2 را قطع کنید. آیا لامپ خاموش می‌شود؟ توضیح دهید.

سؤال ۷ : با قطع فقط کدام کلید لامپ خاموش می‌شود؟ علت را توضیح دهید.

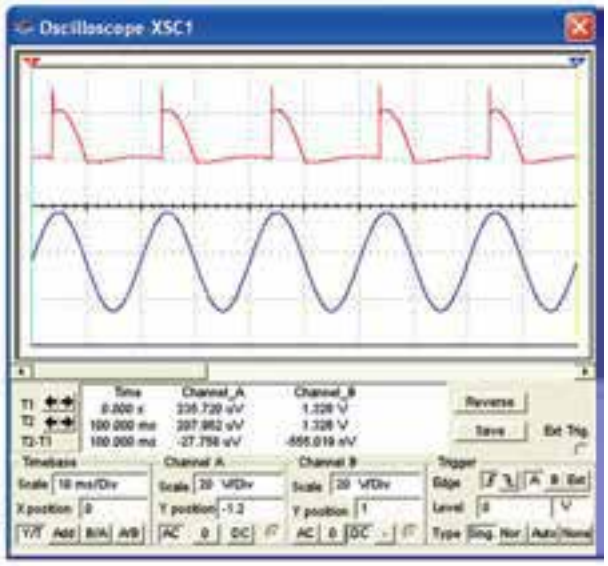
۸-۲-۶ کلیدها را دوباره به صورت‌های مختلف فعال کنید. آیا SCR مطابق آن‌چه که در درس تئوری خوانده‌اید فعال می‌شود؟ توضیح دهید.

۸-۲-۷ مدار شکل ۸-۷ یک مدار دیمر یا تاریک کننده است. آن را ببندید.



شکل ۸-۷ مدار دیمر با SCR

۸-۲-۸ پتانسیومتر $R_1 = 5\ K\Omega$ را روی ۵۰٪ بگذارید تا لامپ روشن شود. شکل موج ورودی و خروجی را توسط دستگاه اسیلوسکوپ مطابق شکل ۸-۸ مشاهده کنید.

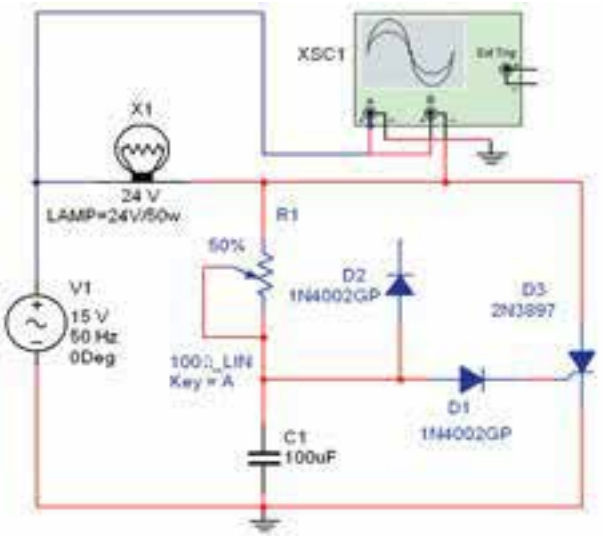


شکل ۸-۸ شکل موج ورودی و دو سر بار مدار دیمر با SCR در حالتی که پتانسیومتر روی ۵۰٪ قرار دارد.

سؤال ۸ : لامپ در کدام نیم سیکل روشن می‌شود؟ دلیل

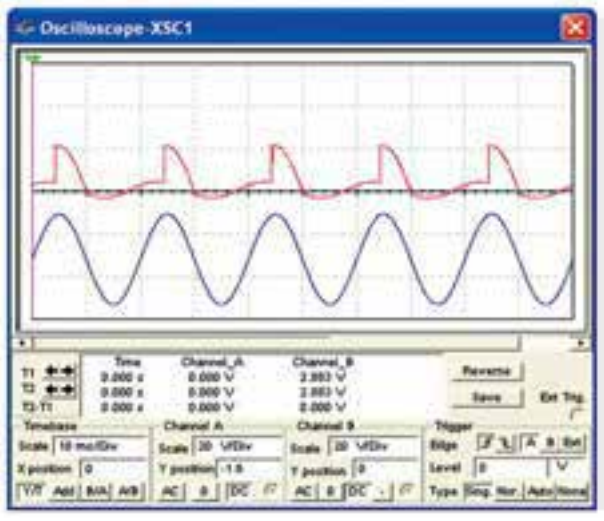
آن را بنویسید.

۸-۲-۹ در مدار شکل ۸-۷ پتانسیومتر را به ۱۰۰ اهم و خازن را به ۱۰۰μf تغییر داده‌ایم. دیود D_1 را مطابق شکل ۸-۹ از مدار قطع کنید.



شکل ۸-۹ مدار تغییر یافته جهت مشاهده‌ی زاویه‌ی آتش SCR

۸-۲-۱۰ پتانسیومتر R_1 را تغییر دهید و روی ٪۵۰ بگذارید. شکل موج‌های ورودی و خروجی را توسط دستگاه اسیلوسکوپ مطابق شکل ۸-۱۰ مشاهده کنید.



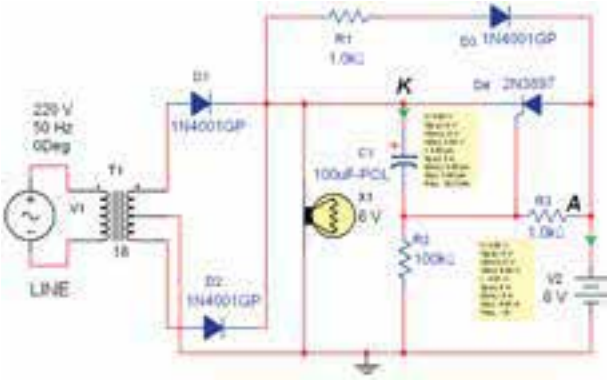
شکل ۸-۱۰ شکل موج دو سر بار در شرایطی که دیود DC قطع است.

۸-۲-۱۱ با تغییر مقاومت R_1 می‌توانیم در نیم سیکل مثبت ولتاژ شارژ خازن را کنترل کنیم. چرا؟ شرح دهید.

سؤال ۹: در مدار شکل ۸-۹ جریان عبوری از بار تقریباً چند درجه قابل کنترل است؟

۸-۲-۱۲ مدار شکل ۸-۷ با مدار شکل ۸-۹ چه تفاوتی دارد؟ شکل موج خروجی آن‌ها را مقایسه کنید و توضیح دهید.

۸-۲-۱۳ مدار برق اضطراری با SCR را در شکل ۸-۱۱ مشاهده می‌کنید. در این مدار باتری ۶ ولتی توسط دیود D_3 شارژ می‌شود.



شکل ۸-۱۱ مدار برق اضطراری با SCR

۸-۲-۱۴ مدار شکل ۸-۱۱ را ببندید و ولتاژ نقاط A و K را اندازه بگیرید.

$V_{A(P-P)} = ...V \quad V_{A(DC)} = ...V$

$V_{K(P-P)} = ...V \quad V_{K(DC)} = ...V$

سؤال ۱۰: آیا در شرایطی که برق شهر به مدار اتصال دارد، SCR وصل است؟ شرح دهید.

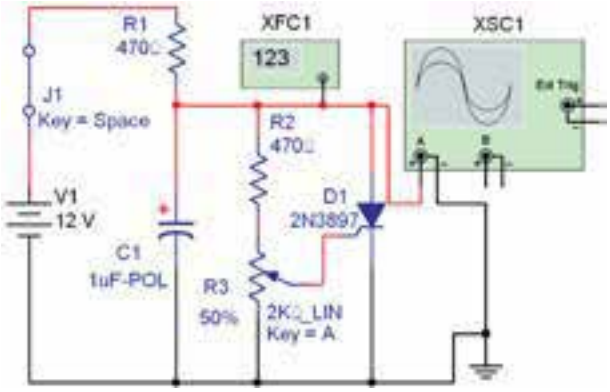
۸-۲-۱۵ خط Line برق شهر ورودی شهر را در مدار شکل ۸-۱۱ قطع کنید و ولتاژ نقاط A و K را دوباره اندازه بگیرید.

$V_{A(P-P)} = ...V \quad V_{A(DC)} = ...V$

$V_{K(P-P)} = ...V \quad V_{K(DC)} = ...V$

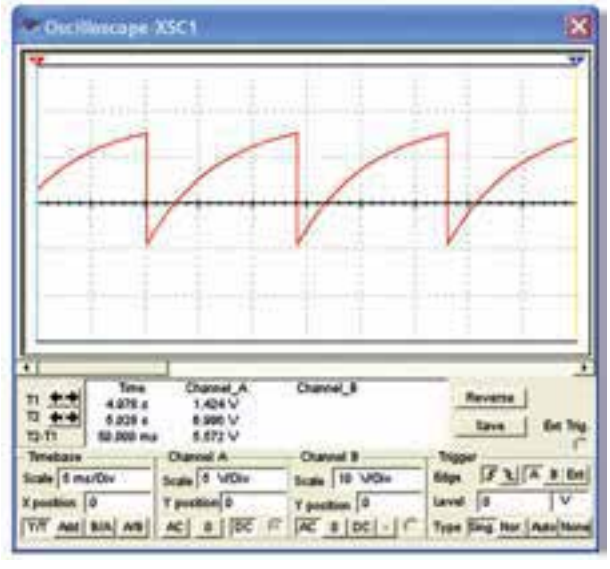
سؤال ۱۱: دلیل روشن بودن لامپ در هنگام قطع برق شهر را شرح دهید.

۸-۲-۱۶ یکی از کاربردهای دیگر SCR استفاده‌ی آن در مدار نوسان‌ساز است. عمل نوسان‌سازی با شارژ و دشارژ یک خازن و تولید موج دندانه‌اره‌ای انجام می‌شود. مدار شکل ۸-۱۲ را ببندید.



شکل ۸-۱۲ مدار نوسان‌ساز با SCR

۸-۲-۱۷ به وسیله‌ی دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج خروجی را مطابق شکل ۸-۱۳ مشاهده کنید. دامنه‌ی ولتاژ و فرکانس خروجی مدار را اندازه بگیرید.



شکل ۸-۱۳ شکل موج خروجی نوسان‌ساز با SCR

$V_O = ...V \qquad F_O = ...HZ$

۸-۲-۱۸ مقدار پتانسیومتر R_4 مدار شکل ۸-۱۴ را تغییر دهید و با تنظیم فرکانس‌متر تغییرات فرکانس سیگنال خروجی را مشاهده کنید. حداقل و حداکثر فرکانس خروجی را اندازه بگیرید.

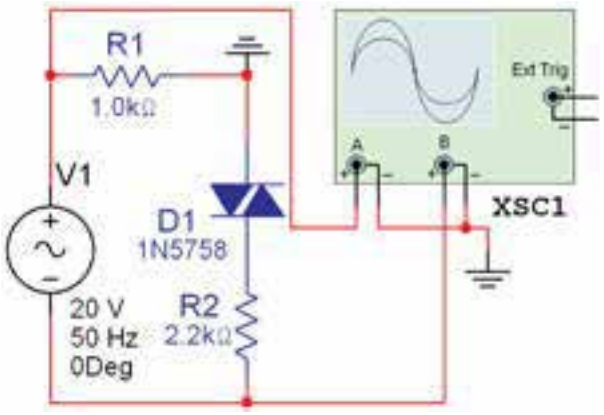
شکل ۸-۱۴ فرکانس اندازه‌گیری شده‌ی مدار نوسان‌ساز

$F_{Omin} = ...HZ \qquad F_{Omax} = ...HZ$

سؤال ۱۲: تغییرات پتانسیومتر چگونه روی مقدار فرکانس اثر می‌گذارد؟ به چه دلیل هنگامی که پتانسیومتر به مقداری در حدود بیش‌تر از ۶۵ درصد می‌رسد، مدار نوسان نمی‌کند؟ توضیح دهید.

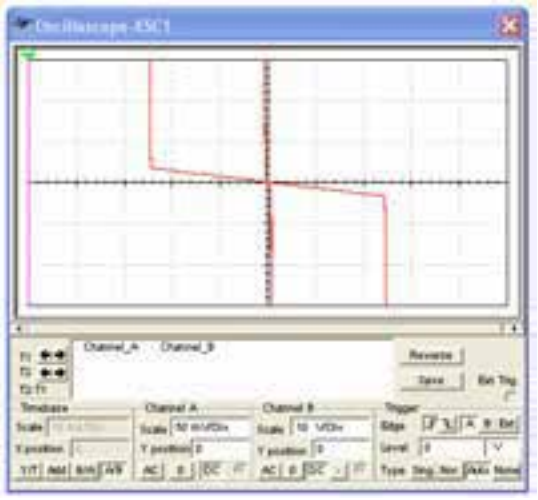
۸-۳ آزمایش ۳: منحنی مشخصه‌ی دیاک

۸-۳-۱ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی دیاک مدار شکل ۸-۱۵ را ببندید. به وسیله‌ی اسیلوسکوپ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیاک را بر روی صفحه ظاهر کنید. در این مرحله تنظیم‌های اسیلوسکوپ بسیار مهم است و باید با دقت انجام شود.



شکل ۸-۱۵ مدار برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیاک

۸-۳-۲ با توجه به شکل ۸-۱۶ ولتاژ شکست دیاک را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.



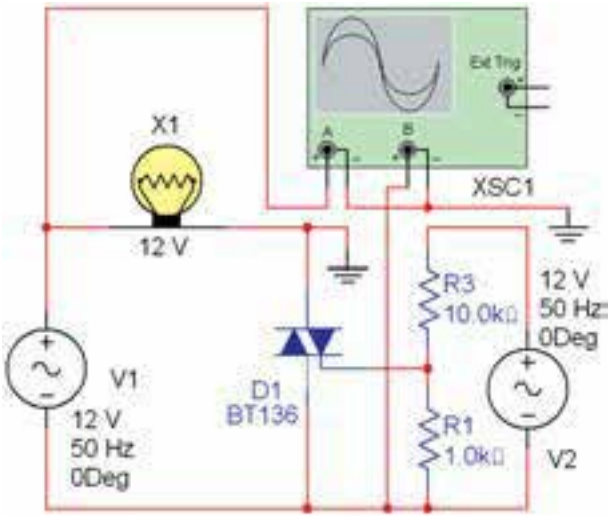
شکل ۸-۱۶ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیاک

$V_B = ...V$

۸-۴ آزمایش ۴: ترایاک و کاربردهای آن

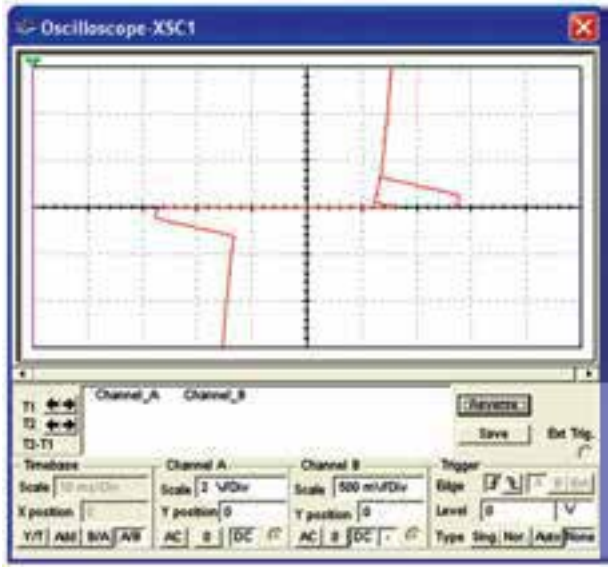
۸-۴-۱ ترایاک قطعه‌ای صنعتی است که در هر دو نیم سیکل مثبت و منفی هدایت جریان را انجام می‌دهد. ترایاک با ولتاژ مثبت و منفی تریگر گیت (فرمان)، هادی می‌شود. ولتاژ شکست ترایاک با کنترل جریان گیت قابل کنترل است. مدار

شکل ۱۷-۸ را ببندید.



شکل ۱۷-۸ مدار منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر ترایاک

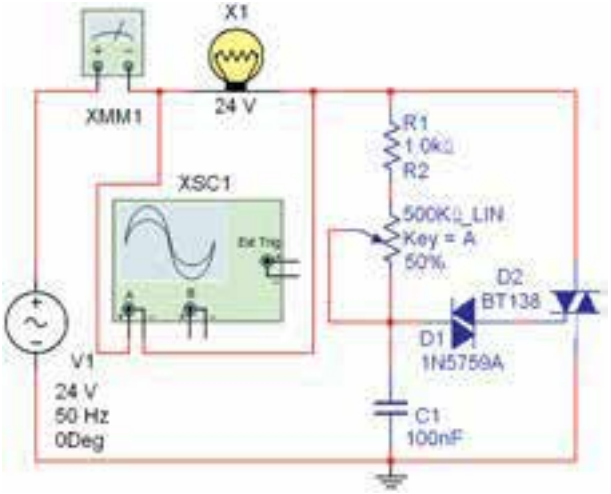
۸-۴-۲ مدار شکل ۱۷-۸ را فعال کنید و با تنظیم اسیلوسکوپ مطابق شکل ۱۸-۸ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر ترایاک را مشاهده کنید.



شکل ۱۸-۸ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر ترایاک

سؤال ۱۳: با توجه به منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر ترایاک در شکل ۱۸-۸ آیا ولتاژ شکست ترایاک در هر دو جهت یک‌سان است؟ توضیح دهید.

۸-۴-۳ مدار دیمر با دیاک و ترایاک را در شکل ۱۹-۸ مشاهده می‌کنید. در این مدار با تغییر پتانسیومتر می‌توانید زاویه‌ی برش موج را تغییر دهید و ولتاژ موثر دو سر بار را تنظیم کنید. مدار شکل ۱۹-۸ را ببندید.



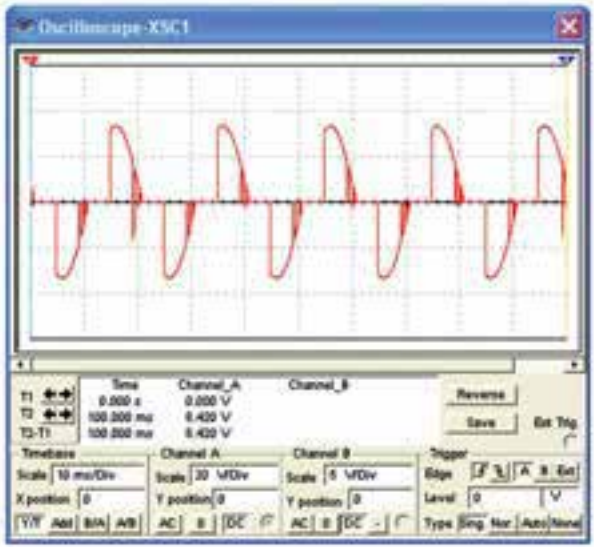
شکل ۱۹-۸ مدار دیمر با ترایاک و دیاک

۸-۴-۴ به کمک مولتی‌متر جریان بار را اندازه‌گیری کنید.

$$I_L = ...mA$$

۸-۴-۵ با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ مطابق

شـکل ۲۰-۸ شـکل موج ولتاژ دو سـر بـار را مشـاهده می کنید. پتانسیومتر را آهسته تغییر دهید و زاویه‌ی برش را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۲۰-۸ شکل موج دو سر بار در مدار دیمر با دیاک و ترایاک

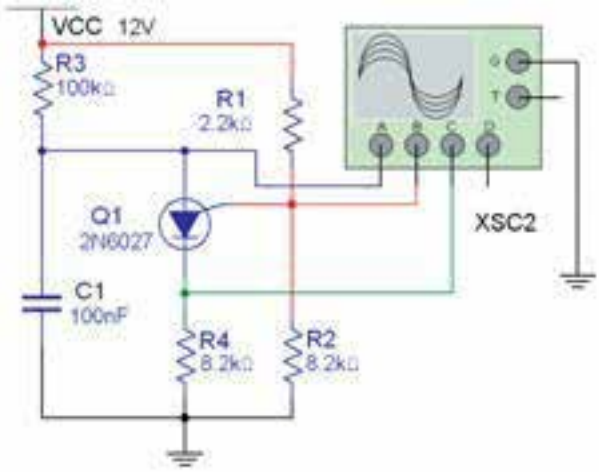
سـؤال ۱۴: در مدارهای کنترل صنعتی برای کنترل جریان بار، زاویه‌ی برش را به صورت خودکار کنترل می کنند. برای این منظور معمولاً از چه سیگنال‌ها و مدارهای قطعات صنعتی استفاده می کنند؟ توضیح دهید.

۸-۵ آزمایش۵: ترانزیستور تک پیوندی UJT و PUT

۸-۵-۱ از ترانزیستورهای UJT و PUT به عنوان مولد موج دندانه‌اره‌ای و تهیه‌ی پالس فرمان جهت گیت‌های SCR و DIAC در مدارهـای کنتـرل اتوماتیک صنعتی اسـتفاده می‌شـود. UJT را می‌تـوان مطابق شـکل ۲۱-۸ در نرم‌افزار مولتی‌سیم انتخاب کرد و به محیط کار انتقال داد. در نرم‌افزار نماد UJT را مشابه PUT نشان داده‌اند.

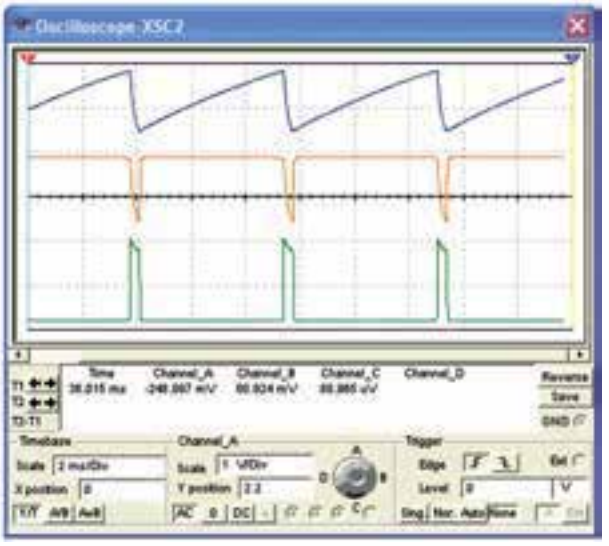
شکل ۲۱-۸ مسیر انتخاب ترانزیستور UJT

۸-۵-۲ مدار نوسان‌سـاز UJT را مطابق شـکل ۲۲-۸ ببندید.



شکل ۲۲-۸ مدار نوسان‌ساز UJT

۸-۵-۳ وقتـی مولـد موج PUT در حال کار اسـت، سه نوع موج با شـکل‌های مختلف تولید می‌شود. می‌توانید با استفاده از دسـتگاه اسیلوسکوپ ۴ کاناله این شکل موج‌ها را به طور هم‌زمان مطابق شـکل ۲۳-۸ مشاهده کنید و فرکانس آن‌ها را نیز به دست آورید.



شکل ۲۳-۸ شکل موج‌های تولید شده مدار نوسان‌ساز PUT

F = ...HZ

سؤال ۱۵ : شـکل موج نقطه‌ی آنـد منحنی شارژ و دشارژ خازن C است. مسیر شارژ خازن را بنویسید.

سـؤال ۱۶ : ولتاژ روی کدام پایه‌ی PUT در هنگام شارژ خازن در حدود صفر است؟ دلیل آن را توضیح دهید.