# « 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.

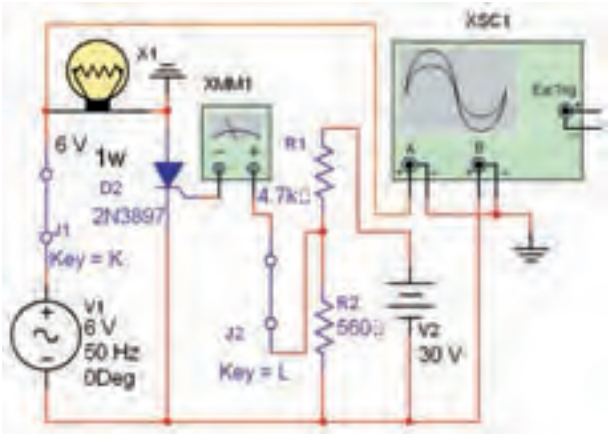


## ۸-۱ آزمایش ۱: منحنی مشخصه‌ی SCR

**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.



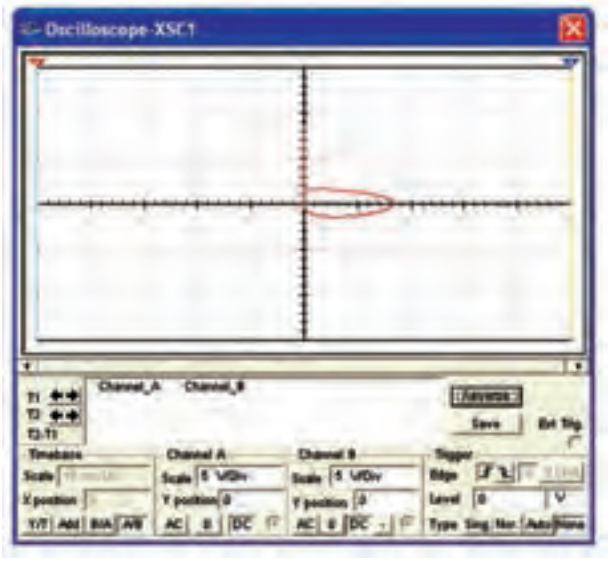

شکل ۲-۸ مدار مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR

**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.

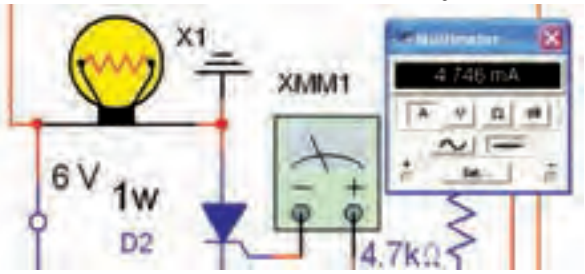
**۸-۱-۴** برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر SCR، دستگاه اسیلوسکوپ را مطابق شکل ۳-۸ تنظیم کنید. کلید K را وصل کنید. نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید و منحنی مشخصه‌ی SCR را مشاهده کنید. آیا منحنی مشاهده شده مشابه شکل ۳-۸ است؟




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.



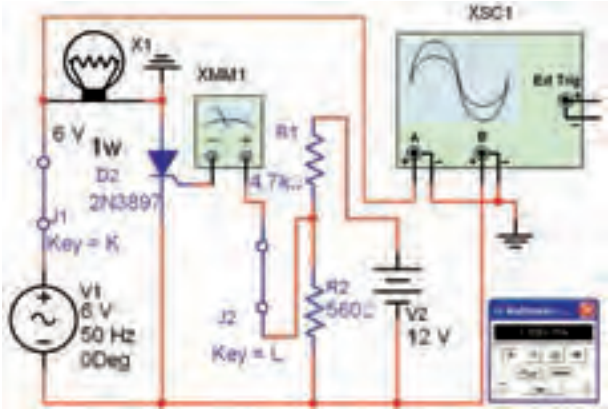

شکل ۴-۸ اندازه‌گیری جریان گیت

$I_G = .....mA$

**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

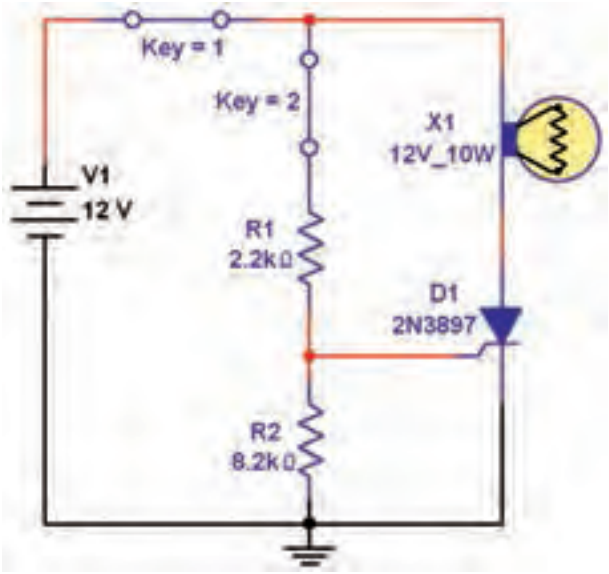
**۸-۲-۱** برای روشن کردن تریستور باید دو شرط زیر برقرار باشد:

- 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.

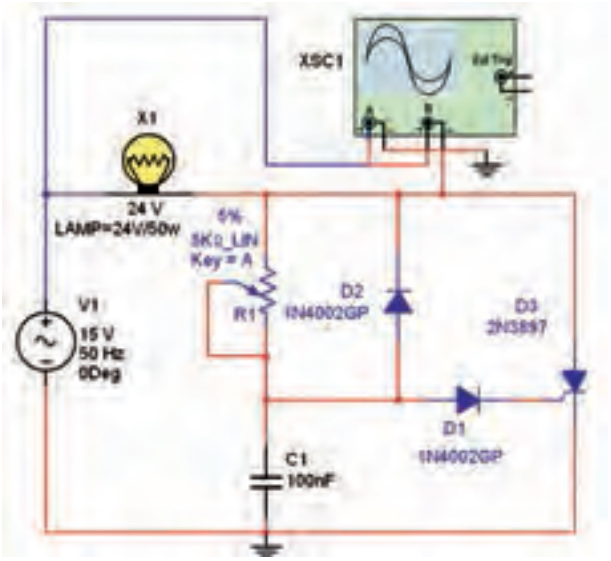
**سؤال ۶ :** آیا لامپ روشن می‌شود؟ دلیل آن را بنویسید.

**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.

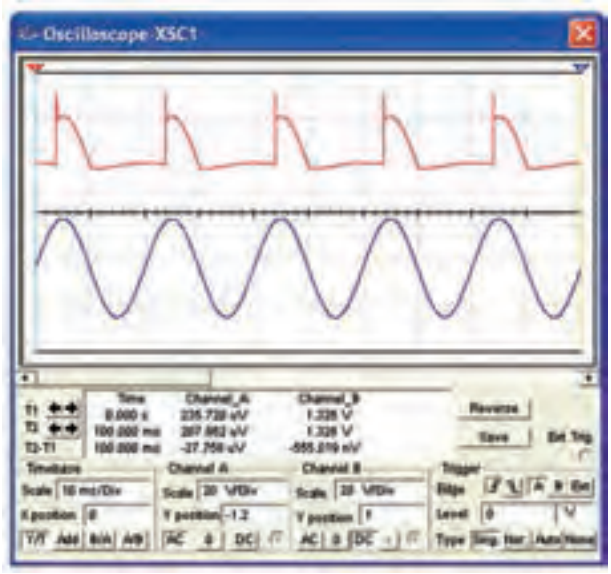
**۸-۲-۶** کلیدها را دوباره به صورت‌های مختلف فعال کنید. آیا SCR مطابق آن‌چه که در درس تئوری خوانده‌اید فعال می‌شود؟ توضیح دهید.

**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.

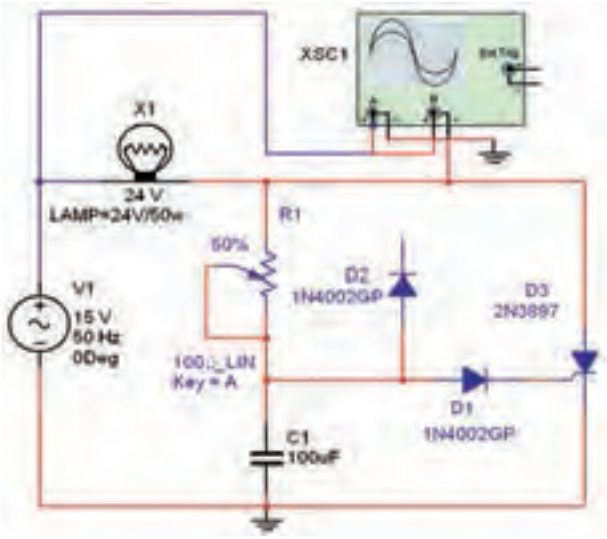



شکل ۸-۸ شکل موج ورودی و دو سر بار مدار دیمر با SCR در حالتی که پتانسیومتر روی ۵۰٪ قرار دارد.

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

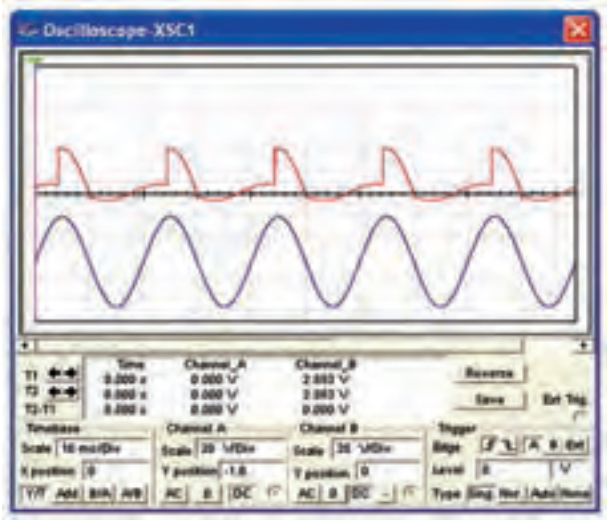
آن را بنویسید.

**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.



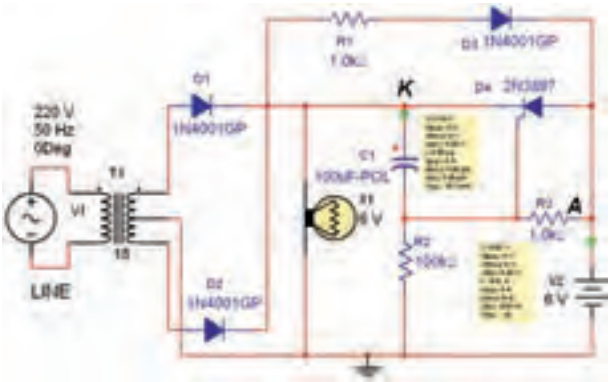

شکل ۸-۱۰ شکل موج دو سر بار در شرایطی که دیود DC قطع است.

**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 شـکل ۸-۱۱ را ببندید و ولتاژ نقاط A و K را اندازه بگیرید.

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

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

**سـؤال ۱۰:** آیا در شرایطی که برق شـهر به مدار اتصال دارد، SCR وصل است؟ شرح دهید.

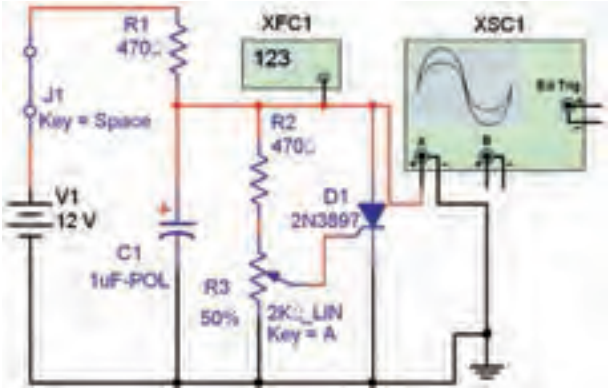
**۸-۲-۱۵** خط Line برق شـهر ورودی شهر را در مدار شـکل ۸-۱۱ قطع کنید و ولتاژ نقـاط A و K را دوباره اندازه بگیرید.

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

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

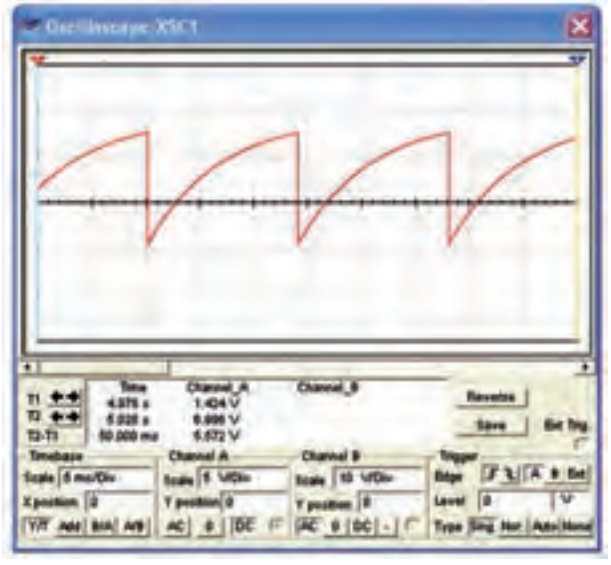
**سؤال ۱۱:** دلیل روشن بودن لامپ در هنگام قطع برق شهر را شرح دهید.

**۸-۲-۱۶** یکی از کاربردهای دیگر SCR استفاده‌ی آن در مدار نوسان‌سـاز است. عمل نوسان‌سازی با شارژ و دشارژ یک خـازن و تولید مـوج دندانه‌اره‌ای انجام می‌شـود. مدار شکل ۸-۱۲ را ببندید.




شکل ۸-۱۲ مدار نوسان‌ساز با SCR

**۸-۲-۱۷** به وسیله‌ی دسـتگاه اسیلوسکوپ شکل موج خروجی را مطابق شـکل 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  $F_O$ = .....HZ

**۸-۲-۱۸** مقدار پتانسیومتر $R_2$ 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

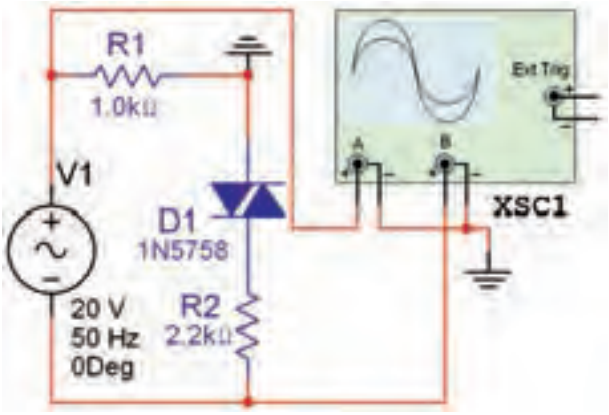


$F_{Omin} = .....HZ \qquad F_{Omax} = .....HZ$

**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.

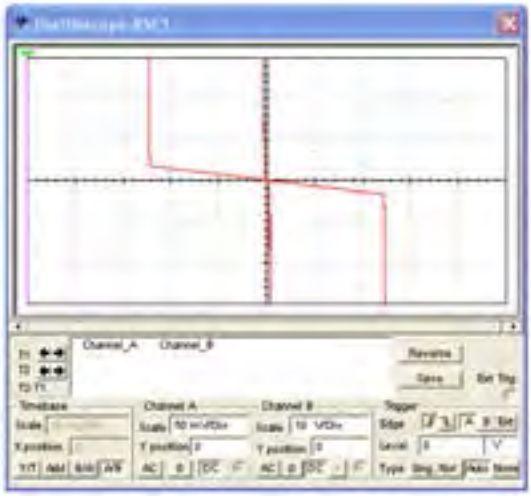
## ۸-۳ آزمایش ۳: منحنی مشخصه‌ی دیاک

**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.



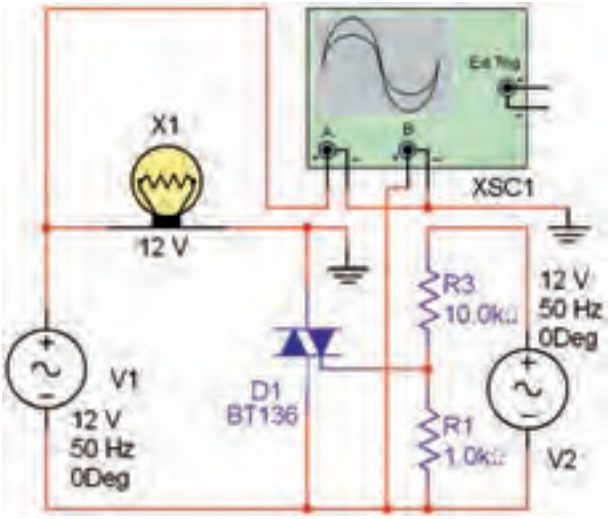
شکل ۸-۱۶ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیاک

$V_B = .....V$

## ۸-۴ آزمایش ۴: ترایاک و کاربردهای آن

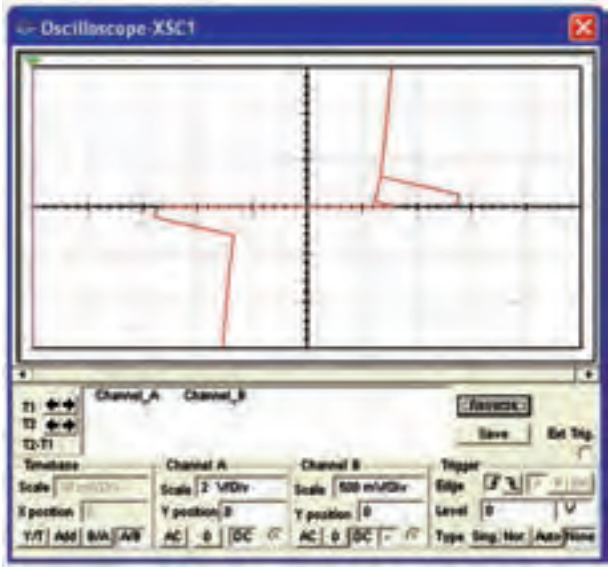
**۸-۴-۱** ترایاک قطعه‌ای صنعتی است که در هر دو نیم سیکل مثبت و منفی هدایت جریان را انجام می‌دهد. ترایاک با ولتاژ مثبت و منفی تریگر گیت (فرمان)، هادی می‌شود. ولتاژ شکست ترایاک با کنترل جریان گیت قابل کنترل است. مدار

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.

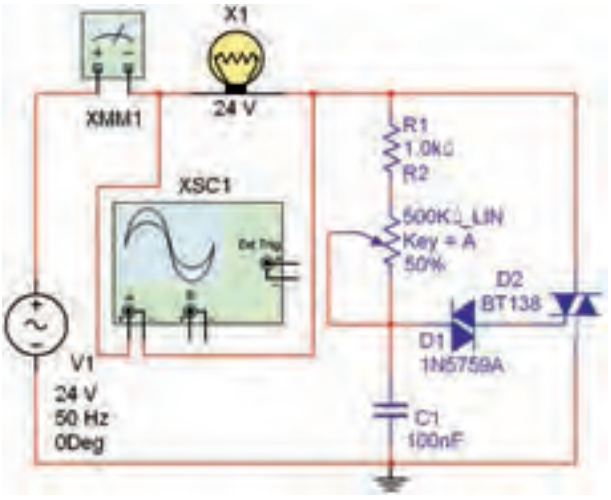



شکل ۱۸-۸ منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر ترایاک

**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.



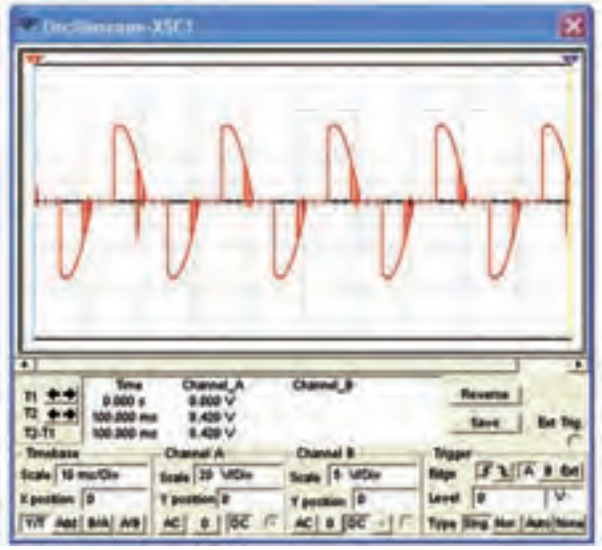

شکل ۱۹-۸ مدار دیمر با ترایاک و دیاک

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

$$I_L = .....mA$$

**۸-۴-۵** با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ مطابق

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



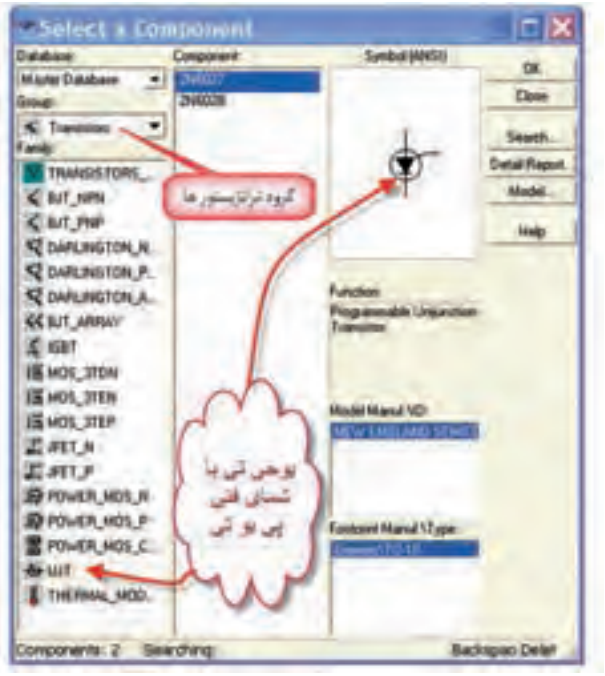
شکل ۸-۲۰ شکل موج دو سر بار در مدار دیمر با دیاک و ترایاک



**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.

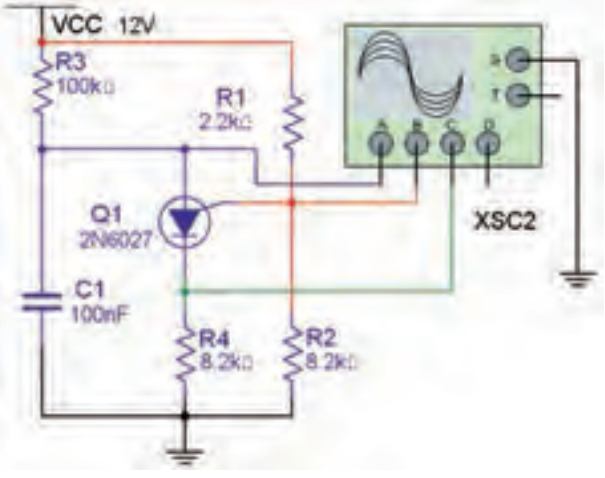
## ۸-۵ آزمایش۵: ترانزیستور تک پیوندی UJT و PUT

**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 ۸-۲۱ در نرم‌افزار مولتی‌سیم انتخاب کرد و به محیط کار انتقال داد. در نرم‌افزار نماد UJT را مشابه PUT نشان داده‌اند.



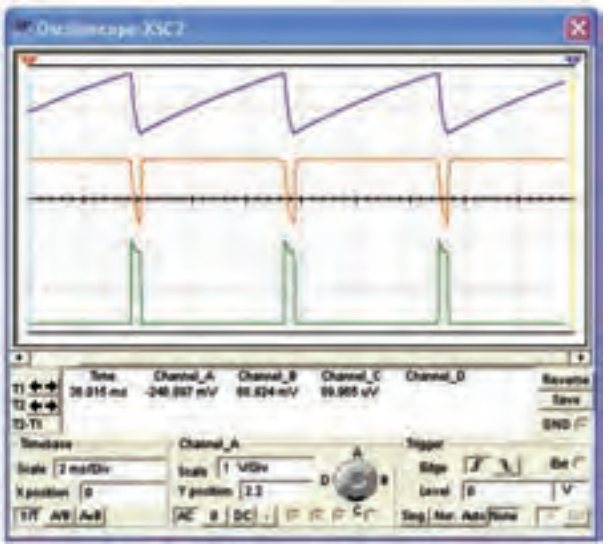

شکل ۸-۲۱ مسیر انتخاب ترانزیستور UJT

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




شکل ۸-۲۲ 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 ۸-۲۳ 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.