



انکودر چیست؟

تعریف انواع سنسور Encoder
و کاربردهای آن

فرض کنید نیاز است دما را بین ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه داریم، برای بالا بردن دما از هیتر استفاده می‌کنیم و با دماسنج مقدار دقیق دما را مشاهده می‌کنیم. اما هیتر را چطور کنترل (on/off) کنیم؟ یکی از روش‌ها استفاده از رله SSR است. در این مقاله به‌طور کامل رله SSR، عملکرد، نحوه سیم‌کشی، کاربرد و مزایای آن را توضیح می‌دهیم.

فهرست مطالب

۱- SSR چیست؟

۲- عملکرد رله SSR

۳- بررسی ساختار رله SSR

- ترمینال‌های ورودی
- ترمینال‌های خروجی NO
- ترمینال‌های خروجی NC

۴- تفاوت رله SSR و رله EMR

۵- انواع رله SSR

۵-۱- براساس نوع ورودی و خروجی

- AC به DC
- AC به AC
- DC به DC
- DC/AC به DC

۵-۲- براساس سوئیچینگ

- آنی
- سوئیچینگ صفر
- سوئیچینگ پیک
- سوئیچینگ آنالوگ

۵-۳- براساس فرم (poles & throw)

- فرم A
- فرم B
- فرم C

[برای مطالعه این مقاله بر روی سایت، کلیک کنید](#)

۶- رله SSR کجا استفاده می‌شود؟

۶-۱- بسته به نوع بار

- المنت
- روشنایی
- بارهای دیگر

۶-۲- بسته به کاربرد در صنعت

- صنایع غذا و نوشیدنی
- صنعت راه‌آهن
- صنعت پلاستیک
- صنایع بسته‌بندی
- صنایع پزشکی و بهداشت
- صنعت الکترونیک
- تهویه مطبوع در ساختمان‌ها
- اتوماسیون

۷- سیم کشی رله SSR

۸- نحوه تست رله SSR

۹- مزایا و معایب رله SSR

- مزایا
- معایب

۱۰- نحوه انتخاب SSR

۱۱- برندهای موجود

۱۲- قیمت رله SSR

۱۳- جمع بندی

۱۴- سوالات متداول

SSR چیست؟

رله حالت جامد (Solid State Relay/SSR) یک تجهیز الکترونیکی ساخته شده از نیمه هادی است. از آن برای سوئیچینگ (on/off) مدارات استفاده می‌شود. SSR از عناصر سوئیچینگ نیمه هادی مانند تریستور (Thyristor)، تریاک (Triac) و ماسفت (mosfet) استفاده می‌کند. این تجهیز، یک واسط میان برق شبکه و مصرف‌کننده پرمصرف است. یعنی یک مدار ولتاژ بالا را با کمک یک سیگنال کم توان، کنترل (on و off) می‌کند. رله‌های SSR کنتاکت متحرک ندارند، بدین ترتیب امکان عملکرد با فرکانس بالا را فراهم می‌کنند.

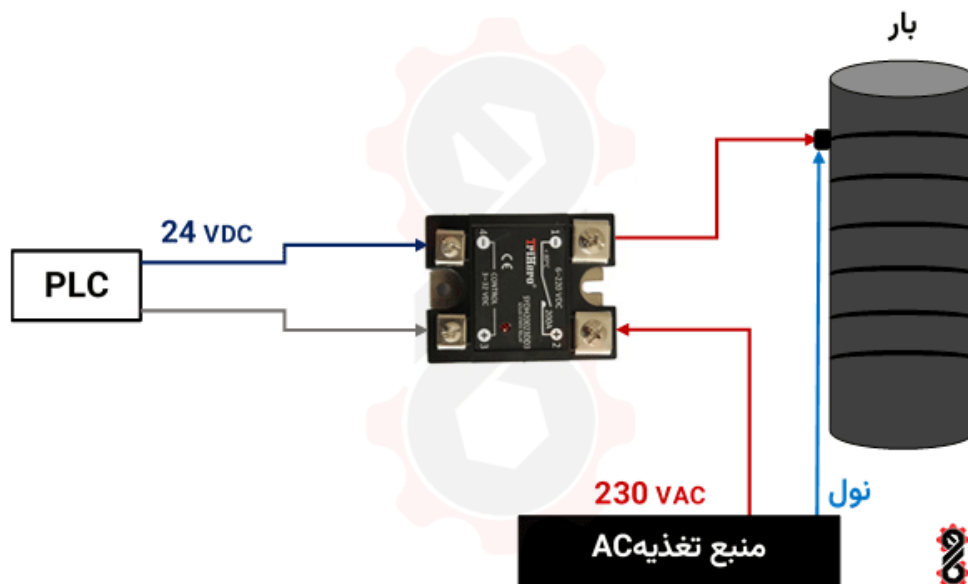


شکل ۱- رله SSR

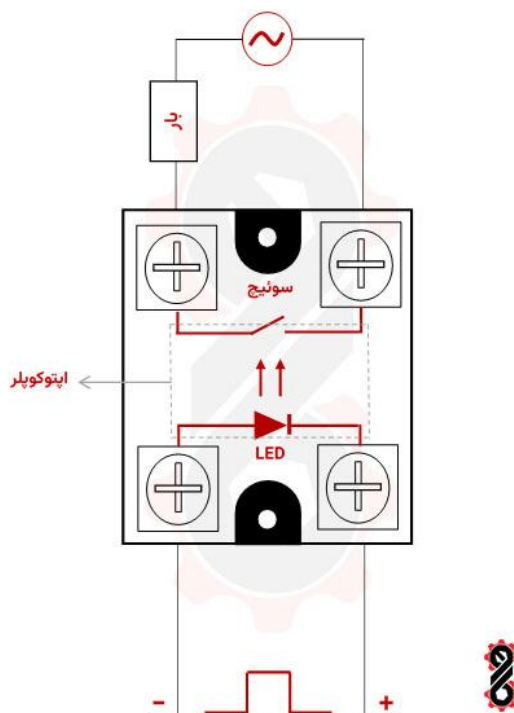
عملکرد رله SSR

می‌توانیم با اعمال یک سیگنال ولتاژ پایین به ترمینال‌های ورودی (کنترل) رله SSR، رله را فعال کنیم. با فعال شدن رله، چون در انتهای SSR سوئیچ الکتریکی وجود دارد، سوئیچ فعال می‌شود و ترمینال‌های خروجی آن به هم راه می‌دهند (ترمینال‌های خروجی، اتصال کوتاه می‌شوند). بدین ترتیب فاز از ترمینال‌های خروجی عبور می‌کند و به مصرف‌کننده می‌رسد. در نهایت با دادن نول به مصرف‌کننده، می‌توانیم آن را روشن کنیم. در صورت توقف سیگنال ورودی، رله غیر فعال می‌شود و ترمینال‌های خروجی آن به حالت استراحت در می‌آیند (اتصال باز می‌شوند).

نحوه عملکرد رله SSR در شکل ۲ (تصویر متحرک) به صورت شفاف نمایش داده شده است.



شکل ۲- نحوه عملکرد رله SSR



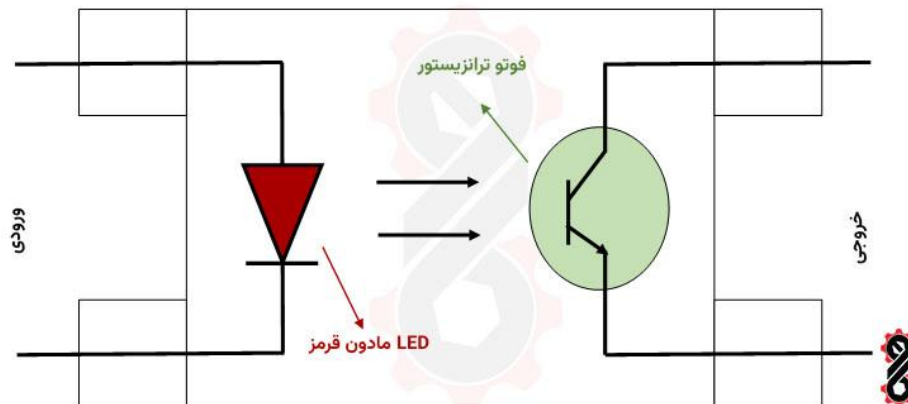
شکل ۳- نحوه عملکرد اپتوکوپلر در رله SSR

رله SSR بر اساس کوپلینگ نور کار می‌کند. این کوپلینگ نوری توسط اپتوکوپلر (شکل ۴) انجام می‌شود، یعنی عملکرد SSR به عملکرد اپتوکوپلر (Optocoupler) وابسته است. این رله مطابق شکل ۳، به صورت زیر عمل می‌کند.

- ۱- رله SSR سیگنال ورودی (ولتاژ) را دریافت می‌کند.
 - ۲- اپتوکوپلر (Optocoupler) فعال می‌شود.
 - ۳- LED نور مادون قرمز (IR) ساطع می‌کند.
 - ۴- سنسور نوری (فوتوترانزیستور، فوتودیود و ...) مطابق شکل ۴ امواج IR را در خروجی دریافت می‌کند.
 - ۵- این امواج توسط سنسور به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شوند.
 - ۶- سیگنال الکتریکی، سوئیچ خروجی را فعال می‌کند.
 - ۷- مصرف کننده با توجه به نوع رله، کنترل (on/off) می‌شود.
- (مدار خروجی رله SSR برای AC و DC متفاوت است، از TRIAC یا تریستور برای مدار AC و از ماسفت برای مدار DC استفاده می‌شود)

بیشتر بدانید

اپتوکوپلر (optocoupler/optoisolator) یک تجهیز نیمه هادی است که هیچ اتصال فیزیکی ندارد و سیگنال الکتریکی را بین دو مدار مجزا، انتقال می‌دهد. مطابق شکل ۴ اپتوکوپلر دو بخش دارد: یک LED که نور مادون قرمز ساطع می‌کند و یک سنسور که حساس به نور است.



شکل ۴- مدار داخلی اپتوکوپلر

بررسی ساختار رله SSR

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، این رله دو دسته ترمینال دارد، ترمینال‌های ورودی و ترمینال‌های خروجی که درباره آن‌ها به اختصار توضیح می‌دهیم.



شکل ۵- ترمینال‌های ورودی و خروجی SSR

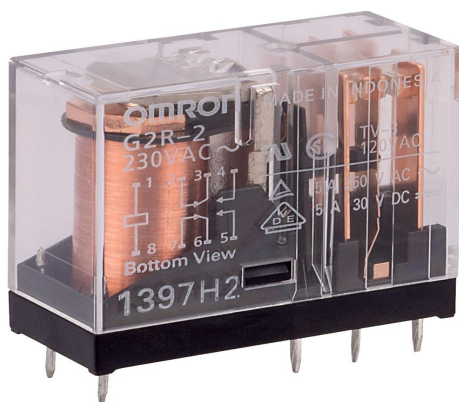
- **ترمینال‌های ورودی:** رله برای فعال شدن به ولتاژ ورودی نیاز دارد. این ولتاژ را به ترمینال‌های ورودی رله می‌دهیم. اگر در ورودی، ولتاژ اعمال نکنیم خروجی رله عمل نکرده و تغییر وضعیت نمی‌دهد. ورودی رله می‌تواند AC (شکل ۹) یا DC (شکل ۱۰) باشد.

- **ترمینال‌های خروجی NO:** در حالت عادی (حالت استراحت) ترمینال‌ها، اتصال باز هستند یعنی از آن‌ها جریانی عبور نمی‌کند. هنگامی که رله فعال می‌شود، ترمینال‌ها اتصال کوتاه می‌شوند و فاز را از منبع به مصرف‌کننده می‌رسانند. خروجی رله می‌تواند AC (شکل ۹)، DC (شکل ۱۰) یا AC و DC (شکل ۱۱) باشد.
- **ترمینال‌های خروجی NC:** در حالت استراحت رله، ترمینال‌های خروجی متصل‌اند و جریان عبور می‌کند. با فعال شدن رله ترمینال‌های آن اتصال باز می‌شوند و خروجی رله (برق مصرف‌کننده) قطع می‌شود. (توجه داشته باشید، رله‌هایی که معمولاً به کار می‌بریم، کنتاکت NC ندارند اما در فرم B و C از کنتاکت NC استفاده می‌شود)

بیشتر بدانید

رله (relay) یک کلید الکتریکی با سرعت عملکرد بالا است. از آن برای کنترل اتوماتیک تجهیزات استفاده می‌شود. این تجهیز از ترمینال‌های ورودی برای دریافت سیگنال کنترلی و از ترمینال‌های خروجی برای اتصال به عملگر تشکیل شده است. رله می‌تواند تعدادی کنتاکت باز، کنتاکت بسته یا کنتاکت باز و بسته داشته باشد. رله‌ها در دو نوع SSR و EMR وجود دارند.

رله EMR (Electromechanical relay) سوئیچ یا کلید الکترومکانیکی است که یک مدار ولتاژ بالا را با یک منبع ولتاژ پایین کنترل می‌کند. برای کنترل بارهایی که جریان کمی می‌کشند، مانند آلامر صوتی و چراغ سیگنال کاربرد دارد. در صورت تمایل به شناخت کامل‌تر رله EMR می‌توانید مقاله «[رله چیست و مهم‌ترین کاربردهای آن کدام است؟](#)» را بخوانید.

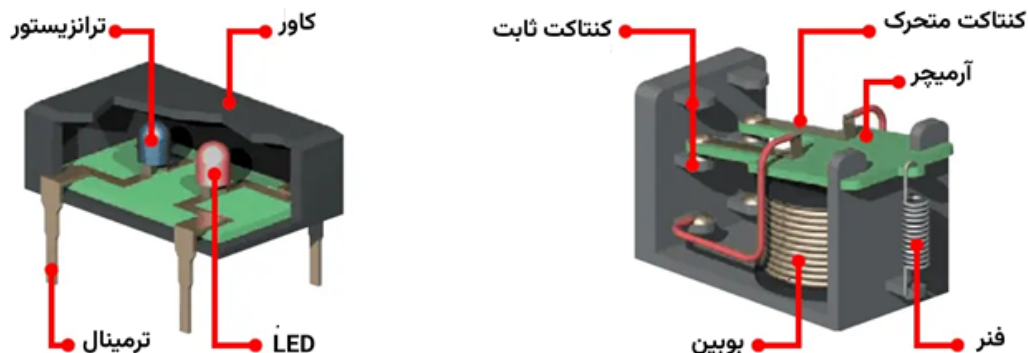


شکل ۶- نمای رله EMR

تفاوت رله SSR و رله EMR

رله SSR و EMR ذات عملکردی یکسانی دارند، بزرگ‌ترین تفاوت، در شکل ظاهری و قطعات به‌کار رفته در آن‌ها است. همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در رله SSR از قطعات الکترونیکی مثل ترانزیستور و LED

استفاده شده است و در رله EMR، بوبین و قطعات مکانیکی مثل فنر، آرمیچر، کنتاکت ثابت و متحرک به کار رفته است. سایر تفاوت‌های آن‌ها را در ادامه بیان می‌کنیم.



شکل ۷- تفاوت رله EMR و SSR

ویژگی‌های رله SSR

- کنتاکت مکانیکی ندارد.
- دچار فرسایش مکانیکی نمی‌شود.
- ایجاد جرقه، لرزش و ضربه نمی‌کند.
- عملکرد بی‌صدا دارد.
- با سرعت بالا سوئیچ می‌کند.
- می‌تواند جریان بالاتری را تحمل کند. تحمل جریان بالاتری را دارد.
- نیاز به خنک‌کاری دارد.
- سیگنال کم توان را سوئیچ نمی‌کند.
- عمر طولانی دارد.
- سیگنال کم توان را سوئیچ نمی‌کند.
- در خروجی یا AC یا DC را سوئیچ می‌کند.

ویژگی‌های رله EMR

- جریان نشتی ندارد.
- عمر مکانیکی آن محدود است.

- ارزان قیمت است.
- نیاز به هیت سینک ندارد.
- گرما تولید نمی‌کند.
- کم حجم است.
- ایجاد نویز می‌کند.
- با هر دو ولتاژ AC و DC سازگار است.

در صورتی که علاقه‌مند به شناخت سایر تجهیزات پایه برق هستید، پیشنهاد ما به شما فصل ۳ دوره آموزش [برق صنعتی ماهر](#) است.

انواع رله SSR

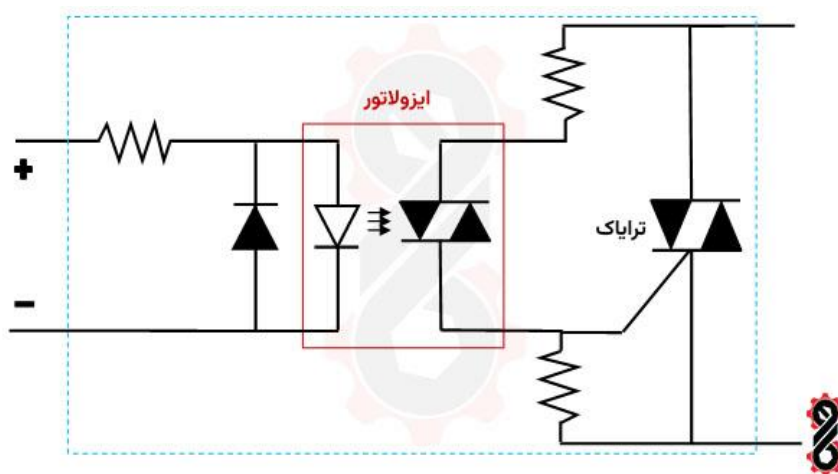
انواع مختلفی از رله SSR وجود دارد. آن‌ها را بر اساس نوع ورودی و خروجی، فرم و سوئیچینگ بررسی می‌کنیم.

براساس نوع ورودی و خروجی

انواع رله SSR را بر اساس ورودی و خروجی توضیح می‌دهیم.

• رله DC به AC

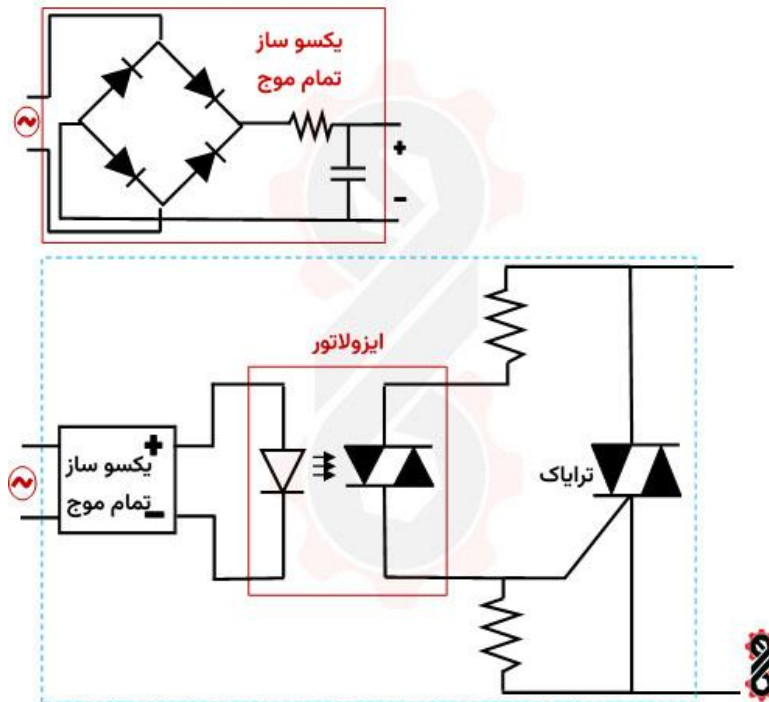
زمانی که بخواهیم با منبع ولتاژ DC در ورودی، بار AC را در خروجی کنترل کنیم از این رله استفاده می‌کنیم. مطابق شکل ۸ ورودی این رله فقط با DC کار می‌کند، چون دیود، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد. ایزولاتور، سیگنال نوری را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. این سیگنال به ترایاک (قطعه الکترونیک که برای سوئیچینگ استفاده می‌شود) می‌رسد و ترایاک مدار AC خروجی را کنترل (on/off) می‌کند.



شکل ۸- رله SSR با ورودی DC و خروجی AC

• رله AC به AC

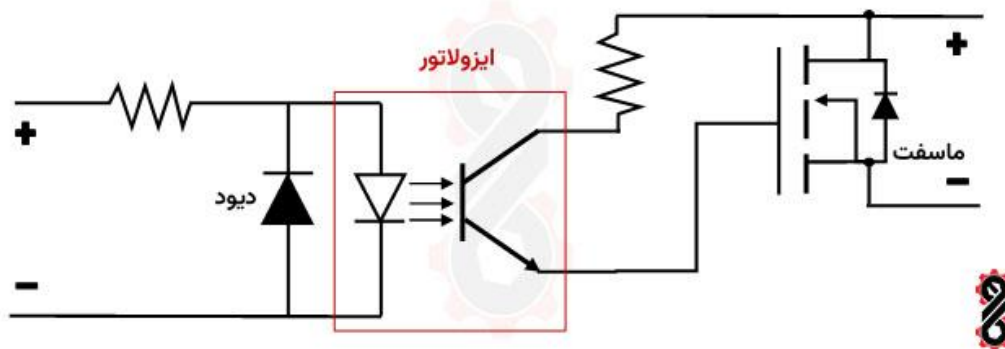
این نوع رله SSR فقط زمانی کار می‌کند که ورودی و خروجی آن هر دو AC باشند، یعنی بار AC را با یک منبع AC، کنترل می‌کند. همانطور که می‌دانید اپتوکوپلر با ولتاژ DC کار می‌کند، بنابراین قبل از اپتوکوپلر از یک یکسو ساز مطابق شکل زیر استفاده می‌کنیم تا سیگنال AC را به سیگنال DC تبدیل کند.



شکل ۹- رله SSR با ورودی و خروجی AC

• رله DC به DC

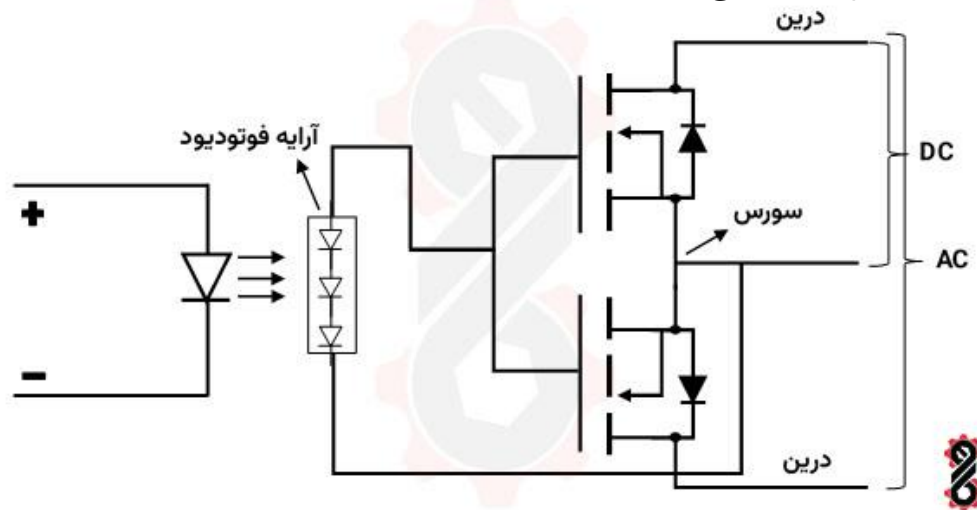
زمانی که نیاز است با منبع DC، بار DC را کنترل کنیم این رله را به کار می‌بریم. مطابق شکل زیر ورودی DC را به ایزولاتور (اپتوکوپلر) اعمال می‌کنیم. ایزولاتور ماسفت را فعال می‌کند و در نهایت ماسفت بار DC را سوئیچ می‌کند.



شکل ۱۰- رله SSR با ورودی و خروجی DC

• رله DC به AC/DC

این نوع رله SSR می‌تواند بار AC و DC را با استفاده از ترمینال‌های جداگانه کنترل کند. مطابق شکل زیر با اعمال یک منبع DC به ورودی، رله را فعال می‌کند. با فعال شدن رله، LED نور ساطع می‌کند، آرایه فوتودیود به‌عنوان سنسور نور، نور را دریافت و به سیگنال ولتاژ تبدیل می‌کند. بدین ترتیب می‌توان با این رله، بار DC یا بار AC را با مدار ورودی DC کم توان سوئیچ کرد.



شکل ۱۱- رله SSR با ورودی DC و خروجی AC/DC

براساس سوئیچینگ

این رله‌ها برای کنترل مدارات AC در اپلیکیشن‌های خاص استفاده می‌شوند.

• آنی (Instant ON SSR Relay)

طبق شکل ۱۲ با اعمال ولتاژ ورودی، رله به‌صورت آنی عمل کرده و مدار بار (مصرف‌کننده) را روشن می‌کند. یعنی خروجی بلافاصله بعد از روشن شدن رله عمل می‌کند. از این رله برای سوئیچ بارهای القایی استفاده می‌شود. همانطور که می‌دانید ولتاژ AC یک سیگنال سینوسی است و دامنه آن هر لحظه تغییر می‌کند. بعد از قطع سیگنال ورودی، با رسیدن ولتاژ صفر به خروجی، رله خاموش می‌شود.



شکل ۱۲- نمودار عملکرد رله SSR با عملکرد آنی

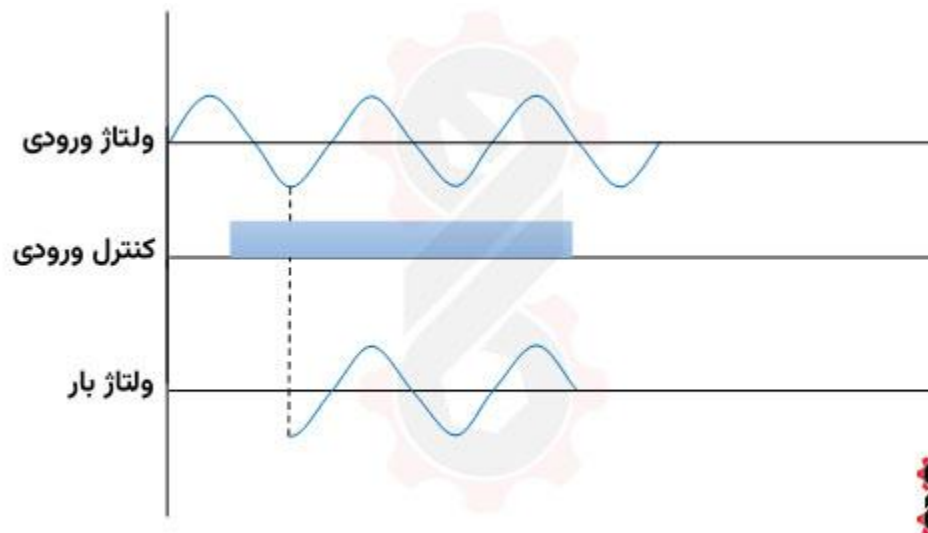
- سوئیچینگ صفر (Zero Switching SSR Relay)

همانطور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌کنید، این نوع رله با اعمال یک ولتاژ ورودی روشن می‌شود، اما تا زمانی که ولتاژ بار (مصرف‌کننده متصل به خروجی رله) به صفر نرسیده است، عمل نمی‌کند. با رسیدن ولتاژ بار به صفر بعدی، یعنی بعد از اینکه سیگنال ورودی به رله اعمال شد و به صفر رسید، خروجی رله عمل کرده و مصرف‌کننده را روشن می‌کند. هنگامی که ولتاژ ورودی حذف شود و ولتاژ بار به صفر ولت برسد، مانند رله‌های SSR معمولی خاموش می‌شود. این رله برای بارهای مقاومتی کاربرد دارد.



- سوئیچینگ پیک (Peak Switching SSR Relay)

طبق شکل ۱۴ این رله با رسیدن ولتاژ ورودی روشن می‌شود اما تا زمانی که ولتاژ بار به پیک ولتاژ ورودی نرسد، عمل نمی‌کند. یعنی زمانی عمل می‌کند که ولتاژ AC خروجی، به مقدار بیشینه ولتاژ ورودی برسد. تا زمانی که ولتاژ بار به صفر نرسد، رله خاموش نمی‌شود. از این رله در سوئیچینگ ترانسفورماتورها استفاده می‌شود.



شکل ۱۴- نمودار عملکرد رله SSR سوئیچینگ پیک

• سوئیچینگ آنالوگ (Analog Switching SSR Relay)

سوئیچینگ این رله به ورودی بستگی دارد. ولتاژ خروجی رله SSR آنالوگ، تابع ولتاژ ورودی است. برای درک بهتر، رله ۳ تا ۳۲ ولت DC را در نظر بگیرید، ۳ ولت ورودی معادل ۰٪ و ۳۲ ولت ورودی معادل ۱۰۰٪ (پیک) ولتاژ خروجی است. یعنی زمانی که سیگنال آنالوگ ۳ تا ۳۲ ولت را به ورودی SSR می‌دهیم در خروجی به ازای ۳ ولت، رله قطع و در ازای ۳۲ ولت، رله به‌طور کامل وصل می‌شود.

در بقیه مقادارها (از ۳ تا ۳۲ ولت) با توجه به سیگنال، خروجی را سوئیچ می‌کند. از این رله زمانی استفاده می‌کنیم که نیاز است از سیگنال آنالوگ خروجی یک تجهیز، تجهیز دیگری را کنترل کنیم. بعد از حذف ولتاژ ورودی، با رسیدن ولتاژ خروجی به صفر بعدی، رله خاموش می‌شود.

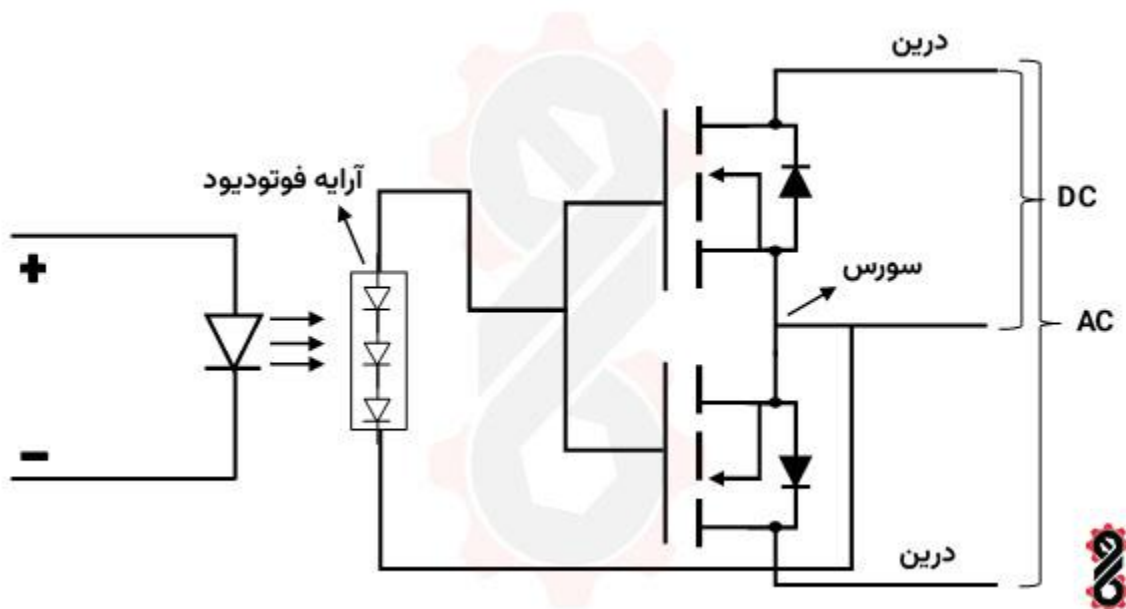
براساس فرم (poles & throw)

رله های SSR با توجه به قطب به سه فرم طبقه‌بندی می‌شوند.

• فرم A

فرم A یک رله با عملکردی مشابه رله‌های (SPST/Single Pole Single Throw) با ترمینال باز (NO/normally open) است. هنگامی که رله با دریافت سیگنال DC فعال می‌شود، ترمینال‌های خروجی به هم متصل شده و جریان عبور می‌کند. از این رله برای ورود تجهیز به مدار می‌توان استفاده کرد.

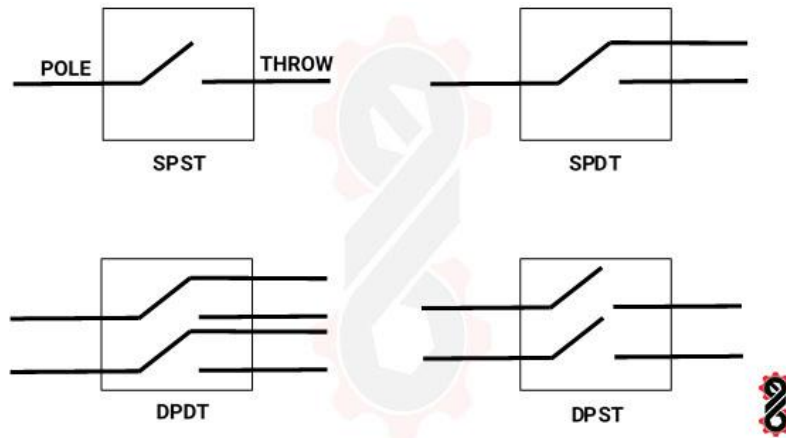
شکل زیر یک رله SSR را نشان می‌دهد که می‌تواند AC و DC را روی ترمینال‌های جداگانه در خروجی سوئیچ کند.



شکل ۱۵- رله SPST (فرم A) با ترمینال NO

بیشتر بدانید

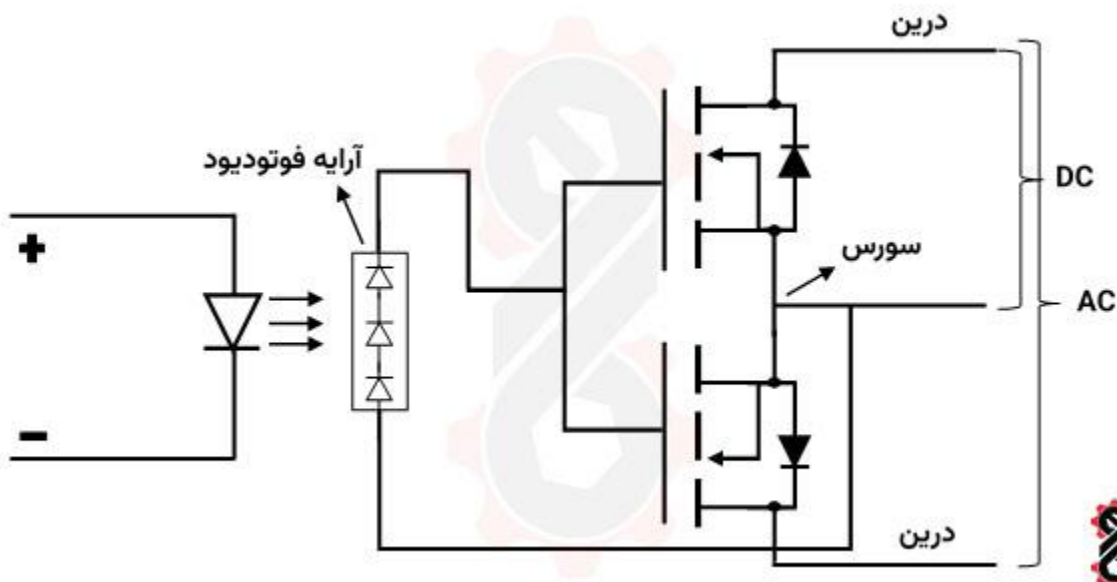
به طور کلی در رله دو مفهوم مرتبط با تیغه‌های رله وجود دارد: راه و (Throw) قطب، در شکل زیر تصویر آن‌ها را مشاهده می‌کنید. رله SPDT یکی از معروف‌ترین انواع رله است.



شکل ۱۶- انواع رله بر اساس تیغه

• فرم B

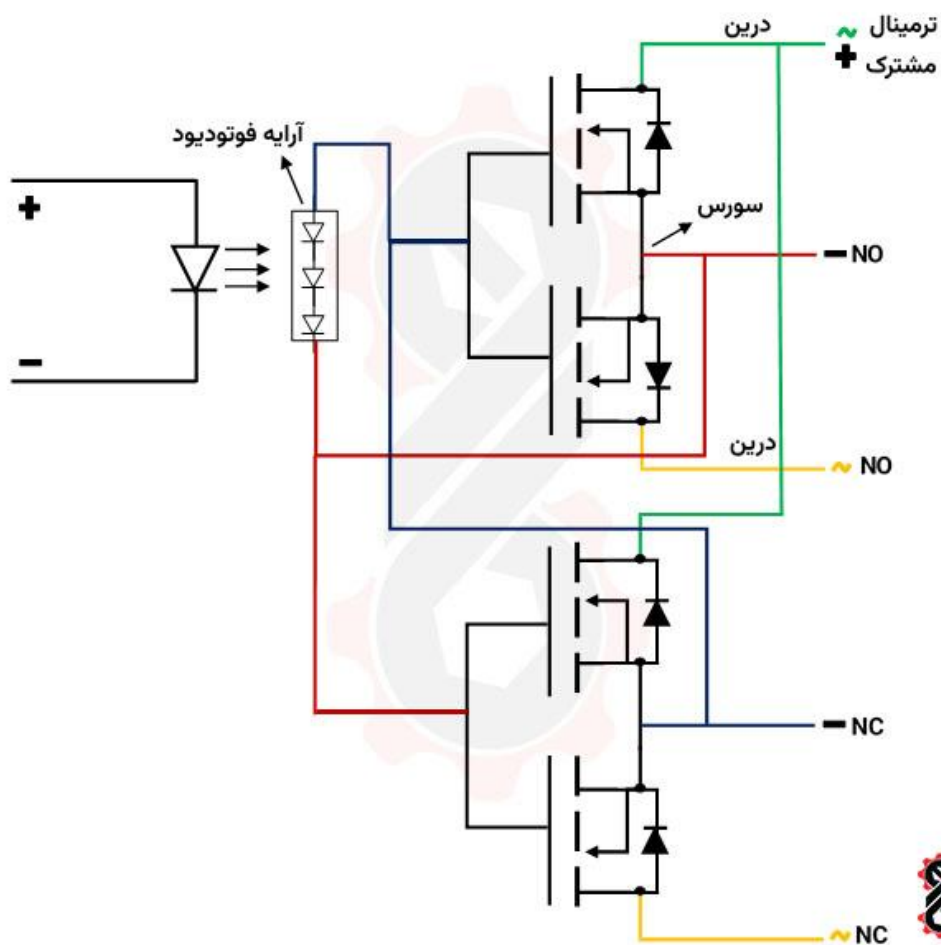
فرم B رله SSR، دارای ترمینال بار بسته (مشابه کنتاکت NC) است و مشابه رله SPST عمل می‌کند. در نبود سیگنال کنترلی در ورودی، ترمینال‌های بار خروجی متصل هستند و جریان عبور می‌کند. با آمدن سیگنال ورودی، ترمینال‌های بار، باز می‌شود و عبور جریان را متوقف می‌کند. این رله را برای خارج کردن تجهیز از مدار می‌توان استفاده کرد. شکل زیر فرم B را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- رله SPST (فرم B) با ترمینال NC

• فرم C

فرم C رله، عملکردی مشابه رله‌های SPDT یا Single Pole double Throw دارد. ترمینال‌های بار آن عبارت‌اند از ترمینال مشترک (Common)، ترمینال بسته (NC) و ترمینال باز (NO). هنگامی که رله فعال نیست، ترمینال مشترک با ترمینال NC راه می‌دهد و هنگامی که رله فعال می‌شود، ترمینال مشترک به ترمینال NO متصل می‌شود. هرگاه نیاز به کنترل دو تجهیز به‌طور هم‌زمان باشد، می‌توانیم از این رله استفاده کنیم. بدین صورت که فعال شدن رله یک تجهیز را از مدار خارج و دیگری را وارد می‌کنیم.



شکل ۱۸- رله SPDT (فرم C) با ترمینال NC/NO

رله SSR کجا استفاده می‌شود؟

بسته به نوع بار

• المنت

از المنت در ماشین‌آلات فرآوری مواد غذایی، قالب‌گیری، تزریق پلاستیک و اکستروژن، کوره‌ها، تهویه مطبوع، گرمایش مسکونی، خشک‌کن‌ها و ... استفاده می‌شود. رله SSR برای سوئیچینگ المنت به منظور کنترل دما به کار می‌رود.

• روشنایی

روشنایی در معابر و خیابان‌ها، سینما و تئاتر، باند فرودگاه‌ها، مراکز اداری و ... استفاده می‌شود. برای ON و Off لامپ‌های رشته‌ای، لامپ‌های هالوژن و دستگاه‌های مشابه کاربرد دارد.

• بارهای دیگر

رله‌های حالت جامد همچنین برای کنترل بارهای دیگر مانند: سوئیچینگ منابع تغذیه، اینورترها، مبدل‌های قدرت، منابع تغذیه، خازن‌های تصحیح ضریب توان، شیر برقی و ... کاربرد دارند.

بسته به کاربرد در صنعت

• صنایع غذا و نوشیدنی

تعداد چرخه‌های سوئیچینگ در صنایع مواد غذایی و نوشیدنی زیاد است. بنابراین راه حل سوئیچینگ قابل اعتماد با طول عمر بالا و بدون تعمیر و نگهداری، استفاده از رله SSR است. SSR در قهوه سازها، ماشین‌های فروش خودکار، تجهیزات گرمایشی و پخت و پز، سیستم‌های خنک‌کننده و تبرید، تجهیزات آماده سازی آشپزی و ... استفاده می‌شود.

• صنعت راه‌آهن

SSR قابلیت اطمینان طولانی مدت و انتقال ایمن سیگنال حتی در سخت‌ترین شرایط صنعتی، مانند کاربرد در راه‌آهن، HVAC (گرمایش و تهویه مطبوع)، گرمایش از کف، کمپرسور برای ترمز هیدرولیک یا پنوماتیک، کمپرسور روغن کاری چرخ و ... را فراهم می‌کند.

• صنعت پلاستیک

در فرآیند تولید پلاستیک، کنترل دقیق دما برای اطمینان از کیفیت محصول نهایی ضروری است. رله‌های SSR در اکسترودرها، ماشین‌های تزریق، ماشین‌های بازیافت، دستگاه‌های چاپ سه بعدی، خشک‌کن‌ها و ... برای کنترل دما نصب می‌شوند.

• صنایع بسته‌بندی

بسیاری از بخش‌ها مانند صنایع پزشکی و غذایی وابسته به صنعت بسته‌بندی هستند. از SSRها در دستگاه‌های بسته‌بندی استفاده می‌شود.

• صنایع پزشکی و بهداشت

SSRها برای کنترل موتور تخت‌های بیمارستانی، تجهیزات توانبخشی، کنترل گرمایش در تجهیزات استریلیزاسیون، واحدهای گرم‌کننده خون و ... استفاده می‌شوند.

• صنعت الکترونیک

صنعت الکترونیک یکی از بزرگ‌ترین صنایع جهان است. در این صنعت برای تولید نیمه‌رساناها و ساخت قطعات، به رله‌های SSR برای کنترل نیاز دارند.

• تهویه مطبوع در ساختمان‌ها

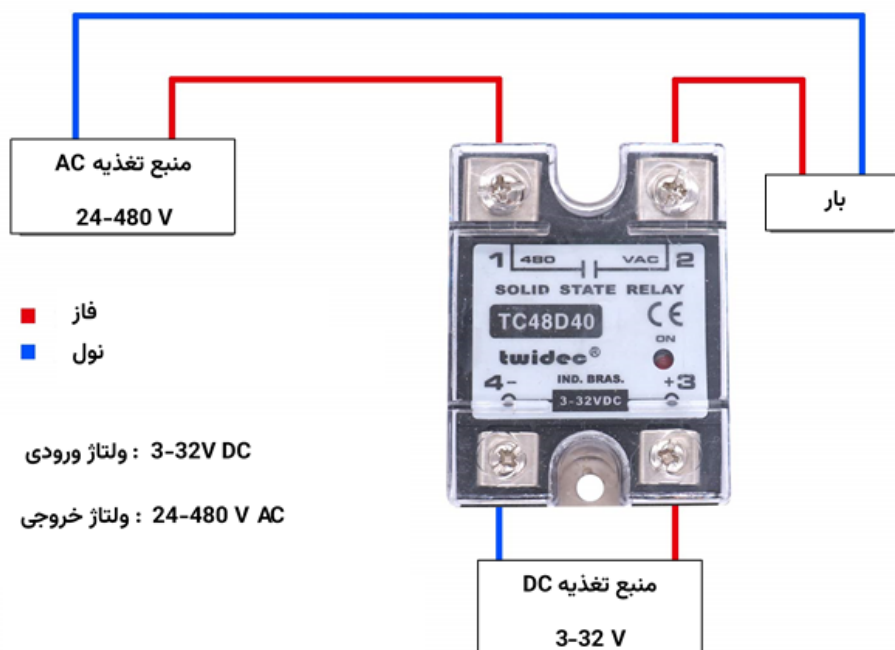
HVAC به معنای گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع است. واحدهای HVAC سیستم‌هایی برای تنظیم جریان هوا، گرما و تهویه در یک ساختمان هستند و بهره‌وری انرژی را تضمین می‌کنند.

• اتوماسیون

در کاربردهای فرکانس بالا در کنار PLCها و ریزپردازنده‌ها از رله SSR استفاده می‌شود.

شما در کدام حوزه فعالیت دارید؟! رله‌های SSR چند درصد از تجهیزات به‌کار رفته در پروژه‌های شما را شامل می‌شود؟

نحوه سیم‌کشی رله SSR

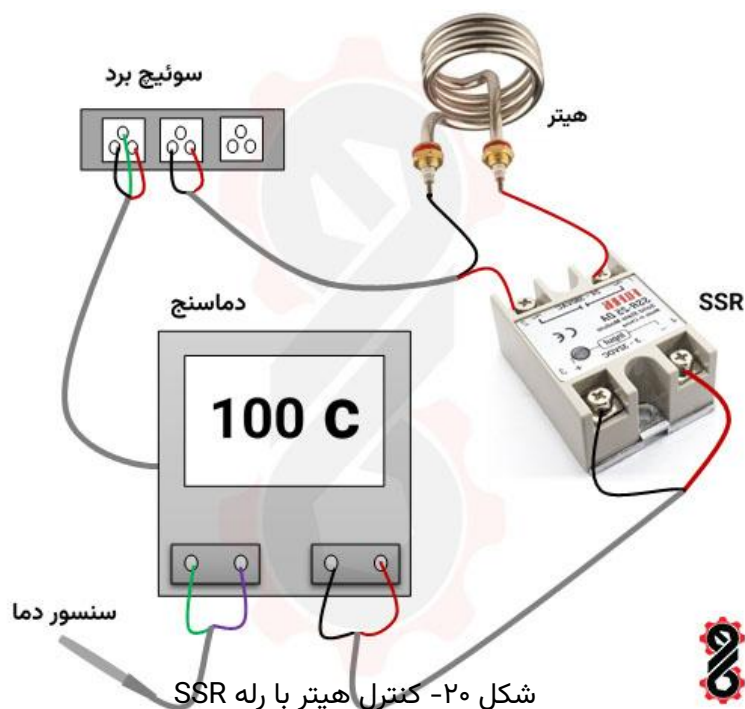


شکل ۱۹- نحوه سیم‌کشی SSR

SSR برای فعال شدن به یک سیگنال ورودی نیاز دارد، برای تامین ولتاژ ورودی، مطابق شکل ۱۹ پایه ۳ را به مثبت و پایه ۴ را به منفی منبع تغذیه DC متصل می‌کنیم. فاز را از منبع تغذیه AC به پایه ۱ و از پایه ۲ رله به مصرف‌کننده می‌دهیم.

با فعال شدن SSR، سوئیچ خروجی آن به صورت الکتریکی پایه‌های ۱ و ۲ را بهم متصل می‌کند و فاز به مصرف‌کننده می‌رسد. برای روشن شدن مصرف‌کننده باید به سر دیگر آن نول متصل کنیم، بدین ترتیب نول را از منبع تغذیه AC به مصرف‌کننده می‌دهیم. برای شناخت بهتر رله SSR مثال زیر را بررسی می‌کنیم.

برای کنترل دما در بازه ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد، می‌توانیم طبق شکل ۲۰ خروجی دماسنج را به ورودی رله و خروجی رله را به هیتر بدهیم. دماسنج پیوسته به ورودی SSR سیگنال می‌دهد. زمانی که دما از میزان مد نظر ما (۷۰ درجه سانتی‌گراد) بیشتر شد، با تشخیص سنسور دما، دماسنج سیگنال را متوقف می‌کند. در نتیجه ورودی SSR قطع و هیتر خاموش می‌شود. با کاهش دما (زیر ۶۰ درجه سانتی‌گراد)، دماسنج دوباره به ورودی SSR سیگنال می‌دهد و هیتر را روشن می‌کند.



شکل ۲۰- کنترل هیتر با رله SSR

مزایا و معایب رله SSR

SSR هم مانند سایر تجهیزات مزایا و معایبی دارد که در ادامه آن‌ها را بیان می‌کنیم.

مزایا

- کم حجم
- دارای طول عمر بالا
- بدون صدا
- قابلیت اطمینان بالا
- مقاوم در برابر ضربه و لرزش
- نیاز به تعمیر و نگهداری کم
- سوئیچینگ فرکانس بالا
- ایزوله یا جداسازی مدار ولتاژ بالا از مدار ولتاژ پایین

- سازگار با میکروپروسورها
- اتصال مستقیم به PLC
- اتصال مکانیکی ندارد.
- جرقه ایجاد نمی‌کند.
- با ولتاژ کم فعال می‌شود.
- نویز مغناطیسی نمی‌گیرد.
- بنا به کاربرد متنوع است.
- در دمای بالا و پایین عملکرد خوبی دارد.

معایب

- تولید گرما
- دارای جریان نشتی
- گران‌تر نسبت به رله EMR
- ورودی و خروجی‌های محدود
- ساختار پیچیده‌تر نسبت به EMR
- ایجاد نویز
- نیاز به خنک‌کاری با هیت سینک
- تنظیمات سوئیچینگ محدود
- ولتاژ پایین را سوئیچ نمی‌کند.
- به‌طور هم‌زمان برای بار AC و بار DC استفاده نمی‌شود.
- در صورت خرابی ممکن است خروجی آن فعال شود.



شکل ۲۱- شمایی از رله SSR

نحوه انتخاب SSR

- نوع برق ورودی: AC یا DC بودن رله
- ولتاژ تحریک: ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۶۰، ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت
- تک فاز یا سه فاز بودن: با توجه به نوع بار
- جریان خروجی (جریان سوئیچینگ/جریان بار): برای محاسبه جریان بار نیاز است نوع بار را بدانیم. اگر بار مقاومتی باشد، جریان SSR باید یک سوم برابر، بیشتر از جریان SSR باشد. برای مثال هیتر ۳۰A جریان می‌کشد، جریان SSR باید ۴۰A باشد. اگر بار سلفی بود، جریان SSR دو برابر جریان بار می‌شود. برای مثال جریان موتور ۳۰A است، جریان SSR باید ۶۰A باشد.

برندهای موجود

سوشیما (SUSHIMA): برند ایرانی تولید کننده رله SSR و فعال در زمینه طراحی و تولید دستگاه‌های لیزر و CNC است.

فوتک (FOTEK): این برند در تایوان و در زمینه تحقیق و توسعه و ساخت سخت‌افزارهای اتوماسیون صنعتی فعالیت دارد.

RGR: این برند تولید کننده تجهیزات برق صنعتی به‌طور گسترده در تایوان است.

آتونیکس (Autonics): فعالیت این برند در زمینه تولید محصولات اتوماسیون در کره جنوبی است.

اشنایدر (Schneider Electric): این برند معروف، در زمینه تولید محصولات الکتریکی و الکترونیکی، تولید، توزیع و انتقال انرژی در کشور فرانسه به صورت بین‌المللی فعال است.

کاکن (Kacon): در زمینه تولید تجهیزات و ماشین‌آلات الکتریکی در کره جنوبی فعالیت دارد.

سلدوک (Celduc): شرکت فرانسوی تولید کننده رله‌های SSR است.

در صورت استفاده از برندهای رله SSR تجربه خود را با ما به اشتراک بگذارید.

قیمت رله SSR

در بازار ایران قیمت SSR بسته به برند و مدل در زمان نگارش مقاله (۲۰ تیر ۱۴۰۲) از حدود ۲۰۰ هزار تا ۲ میلیون تومان معتبر است.

جمع‌بندی

در این مقاله به صورت کامل SSR را به عنوان یکی از پرکاربردترین تجهیزات پایه توضیح دادیم و با عملکرد، مزایا و نحوه سیم‌کشی آن آشنا شدیم. برای شناخت کامل تجهیزات برق صنعتی و طراحی و مونتاژ تابلوهای برق، می‌توانید به دانش‌پذیران دوره آموزش [برق صنعتی ماهر](#) ببینید.

رله حالت جامد (SSR) چیست؟

رله حالت جامد یک تجهیز سوئیچینگ الکترونیکی است که با فناوری نیمه هادی ساخته شده است.

SSR چه مزایایی دارد؟

تجهیزی با طول عمر بالا، سرعت سوئیچینگ بالا، کم حجم و بی صدا است که سیگنال‌های سطح پایین را کنترل می‌کند و نویز نمی‌گیرد.

معایب رله SSR چیست؟

نیاز به خنک‌کاری دارد، ولتاژ پایین را سوئیچ نمی‌کند، نویز ایجاد می‌کند و در حالت خاموش، جریان نشستی دارد.

SSR کجا کاربرد دارد؟

آن‌ها در صنعت، خودرو، مخابرات، بهداشت و ... استفاده می‌شوند. به طور کلی هر جایی که ایزولاسیون، قابلیت اطمینان بالا، زمان سوئیچینگ اهمیت دارد و فضا محدود است، SSR کاربرد دارد.

SSR چگونه عمل می‌کند؟

یک LED مادون قرمز در سمت ورودی و یک فوتو ترانزیستور در خروجی SSR وجود دارد. سیگنال کم توان در ورودی، SSR را فعال می‌کند، با فعال شدن رله، LED نور را ساطع و فوتو ترانزیستور آن را دریافت می‌کند، بدین ترتیب خروجی SSR به صورت الکتریکی اتصال کوتاه می‌شود. در نتیجه فاز از منبع تغذیه AC به مصرف‌کننده می‌رسد. (کوپلینگ نوری مدار ورودی و خروجی را ایزوله می‌کند)

تفاوت رله SSR و رله EMR در چیست؟

هر دو رله عملکرد ذاتی یکسانی دارند، آن‌ها یک مدار توان بالا را با یک سیگنال توان پایین کنترل می‌کنند. تفاوت رله SSR با رله EMR در نداشتن بوبین و کنتاکت‌های مکانیکی است. در SSR قطعات الکترونیکی وجود دارد در نتیجه سرعت عملکرد بالاتر و تحمل جریان بیشتری نسبت به EMR دارد.

چگونه رله SSR انتخاب کنیم؟

باید به نوع برق ورودی (AC/DC)، ولتاژ تحریک (۱۲/۲۴/۴۸/۶۰/۱۱۰/۲۲۰)، نوع بار (تک فاز، سه فاز، مقاومتی یا سلفی) توجه کنیم.

رله DC به AC در چه ولتاژی کار می‌کند؟

رله با دریافت ولتاژ ۳ تا ۳۲ ولت DC فعال می‌شود و ولتاژ خروجی ۲۴-۴۸۰ ولت AC را به مصرف‌کننده می‌دهد.

منابع

[دوره آموزش برق صنعتی ماهر](#)

www.celduc-relais.com

www.vishay.com

www.electricaltechnology.com

www.ia.omron.com