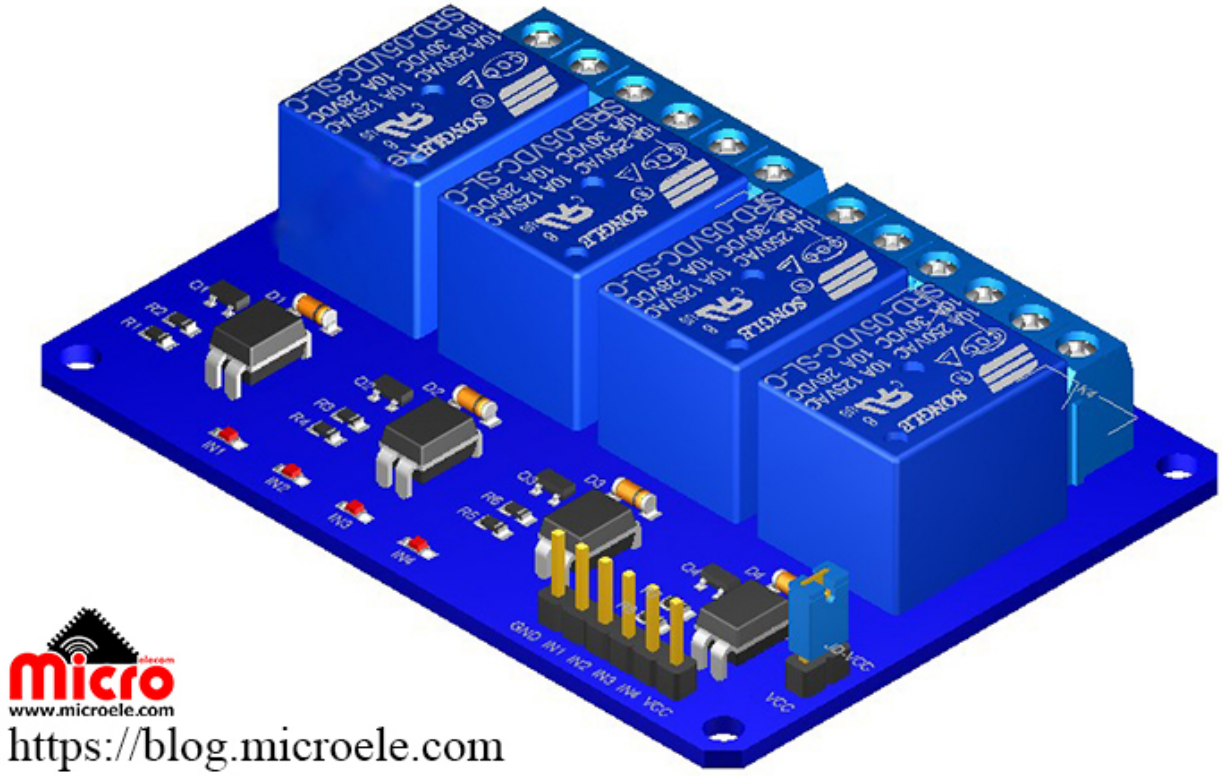
راهکار های افزایش طول عمر رله



تاریخ انتشار۵ شهریور, ۱۳۹۹ توسط علیرضا وحیدی پور

عمر مفید رله ها به عوامل متعددی بستگی دارد. اما مهم ترین نکته، انتخاب رله متناسب با کاربرد مورد نظر و به کار گیری مدارهای محافظ است.
در این مقاله قصد داریم شما را با راهکار هایی جهت افزایش طول عمر رله آشنا کنیم.

تاثیر نوع بار بر عمر مفید الکتریکی رله ها

کیفیت کلیدگری رله ها از عواملی چون دمای محیط، رطوبت، گرد و خاک، و گازهای آلاینده تاثیر می پذیرند.

خود رله در هنگام کار گرما و مواد اکسید کننده تولید می کند. مخاطب هدف این مقاله مصرف کننده عادی فرض شده که رله را در دماهایی بین 10- و 40+ درجه سانتی گراد به کار می برد.

جدای از عواملی که در بالا برشمردیم، عمر مفید الکتریکی رله ها به قوس الکتریکی(Arc) که هنگام باز و بسته شدن کنتاکت ها پدید می آید نیز بستگی دارد. اصطکاک کنتاکت ها، دقت و کیفیت مکانیکی آنها و... تاثیر نسبی کمتری بر عمر الکتریکی رله دارند.

قوس الکتریکی هنگام بسته شدن

هنگامی که رله فعال شده و نقطه های کنتاکت (پلاتین ها) به یکدیگر می رسند تا جریانی را از میان خود عبور دهند، یک قوس الکتریکی شکل می گیرد. این امر سبب بخارشدن ماده ی کنتاکت می شود و اگر جریان های عبوری در لحظه اتصال خیلی بالا باشند (مثلاً وقتی بار کنتاکت ها یک الکتروموتور یا یک لامپ فلورسنت باشد)، بخش بزرگی از سطح کنتاکت ذوب شده و باعث جوش خوردن آنها می شود.

این فرآیند در صورت «تماس لرزشی» کنتاکت ها با هم(Bounce) بسیار شدیدتر هم می شود. پس از این که کنتاکت ها روی هم نشستند، قوس الکتریکی محو می شود و همزمان، یک ضربه ی ولتاژی، یک «پیک ولتاژی»، پدید می آید.

قوس الکتریکی هنگام باز شدن

برای قطع کردن مسیر جریان باید کنتاکتی باز شود. در طول زمانی که عمل باز شدن کنتاکت ها از هم در حال انجام است، با کم شدن نیروی فشار وارده بر کنتاکت ها، رفته رفته سطح تماس کنتاکت ها با هم کاهش می یابد. این در حالی است که مقدار جریان گذرنده ثابت است. در نتیجه، با کاهش سطح تماس چگالی جریان در باقیمانده سطح تماس و مسیر جریان رفته رفته بیشتر و بیشتر می شود که داغ و ذوب شدن کنتاکت ها را در پی خواهد داشت.

تبخیر ماده ی کنتاکت فرآیند انفجار مانند است که طی آن ماده کنتاکت به اطراف پاشیده می شود. در اینجا بروز قوس الکتریکی ممکن است بر اثر عوامل زیر صورت گیرد:

- **بارهای مقاومتی و خازنی در کنار ولتاژهای بالا**
- **بارهای القایی یا اندوکتیو**

قوس الکتریکی دایمی در بیشتر موارد در مدارهای جریان مستقیم پیش می آید. چون جریان متناوب مکرراً از نقطه

صفر ولت گذر می کند، معمولاً سبب فرونشانده شدن قوس الکتریکی می شود. قوس های الکتریکی از عواملی چون نوع ماده ی کنتاکت، کاهش در ولتاژ و جریانِ قوس و نیز سرعت عملکردی کنتاکت ها تاثیر می گیرند.

هنگام قطع و وصل یک مصرف کننده جریان مستقیم یا به عبارت دیگر «یک بارِ DC بزرگ»، با افزایش فاصله بین کنتاکت ها و نصب یک «آهنربای مکنده»، می توان تدابیر خوبی برای جلوگیری از پدیدار شدن قوس دایم باشد. در این روش، مانند تصویر بالا که از یک رله از سری JC ساخت شرکت «پاناسونیک الکتریک» برداشته شده، خطوط میدان مغناطیسی باید بر مسیر عبور جریان کنتاکت عمود باشند. در این رله، یک آهنربای دایمی از جنس «فرّیت باریوم» در کنار کنتاکت های «عادی-باز» به کار گرفته شده است.

بار القایی مانند الکتروموتور

یک موتور الکتریکی در فرآیند استارت و آغاز به چرخش جریان بسیار زیادی از منبع تغذیه خود می کشد. این امر در زمانی که کنتاکت های رله بسته می شوند، سبب عبور جریان وصل (Make Current) خیلی بالایی می شود. در بارِ موتوری، بروز قله جریانی که 15 بار بزرگ تر از جریان بار کامل (Full Load Current = FLC) موتور باشد، کاملاً عادی بوده و به هیچ وجه عجیب نیست.

رله های صنعتی طوری طراحی شده اند که تا اندکی بالاتر از جریان بار کامل کار کنند و اغلب برای جریان قله استارت (پیک) مناسب نیستند. در این گونه موارد باید از کنتاکتور استفاده شود که از لحاظ ساختمانی، به جز چند استثنا، تفاوت های زیادی با یک رله دارد.

بار لامپی

مقاومت حالت سرد رشته التهابی (فیلامان) لامپ های معمولی در حدود 5 تا 10% آن در مقایسه با حالت گداختگی رشته است. به عبارت دیگر، مقاومت الکتریکیِ رشته التهابیِ یک لامپ روشن در حدود 80% بیش تر از مقاومت

همان فیلامان لامپ در حالت خاموش است. در نتیجه، جریان روشن کردن (Inrush Current) لامپ های التهابی 10 تا 20 برابر بیش تر از جریان روشن بودن آنها است.

بعنوان مثال، یک چراغ 100 وات در زمان روشن شدن توان لحظه ای بالغ بر یک کیلووات (هزار وات) می کشد. بنابراین، هنگام انتخاب رله برای مصرف در قطع و وصل لامپ ها، به بیشینه جریان مجاز کنتاکت های آن دقت کنید و در عین حال مطمئن شوید که نقطه کنتاکت های رله انتخابی از جنس نقره-اکسیدقلع (AgSnO) یا ماده کنتاکت بهتری باشند.

اثر مدارهای محافظ رله بر دوام کنتاکت های آن

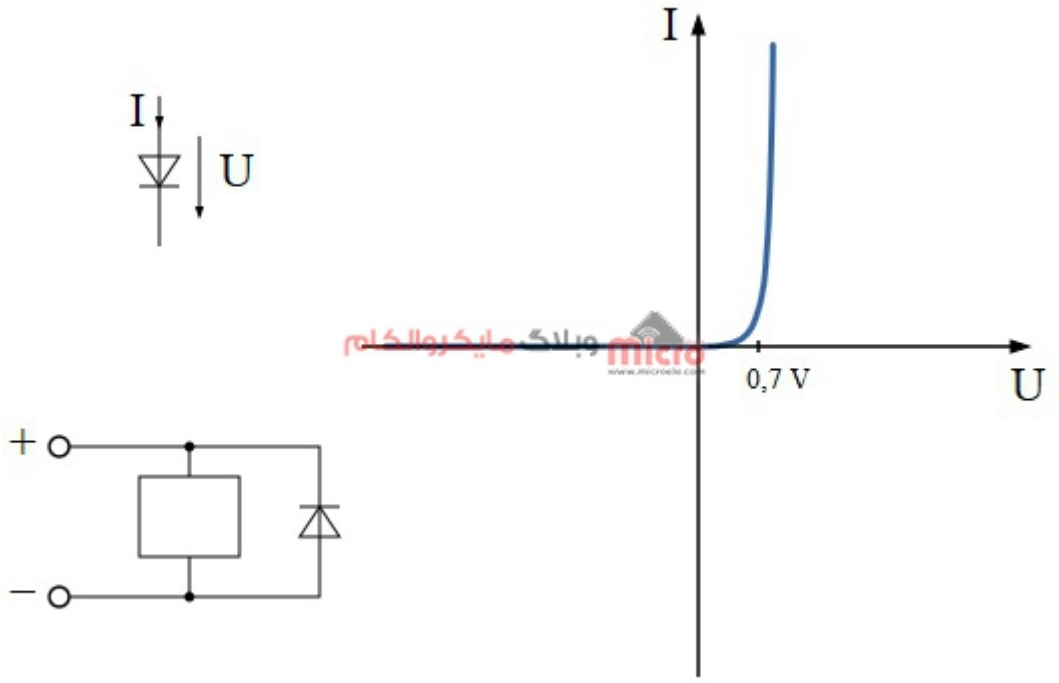
برای حفاظت از مدارهای راه انداز در لحظه بروز پیک ولتاژ قطع در بوبین رله، چند راه حل وجود دارد. اما این راه حل ها با وجود این که در سمت بوبین، و نه در سمت کنتاکت ها، اجرا می شوند، بر کیفیت عملیاتی رله و دوام کنتاکت های آن موثرند. در ادامه، با این راه حل ها و تاثیرات آنها آشنا می شویم.

الف- دیود محافظ

ولتاژ شکست قله ای دیودهای محافظ 0.7 ولت است و هیچ اثری بر رفتار وصل رله ندارد. این دیودها بر زمان رها سازی (Drop out) رله اثر گذاشته و تاخیری میان 3 تا 4 برابر ایجاد می کنند.

دیود محافظ یا دیود هرزگرد که با پایانه های سیم پیچ به صورت موازی بسته می شود، مانع پدیدارشدن ولتاژ خود القایی در لحظه قطع کردن رله است. در نتیجه، روند شکل گیری یک میدان مغناطیسی در جهت مخالف را، که رهاسازی سیم پیچ رله را تسریع می کند، طولانی تر می سازد. این تدبیر مدارهای الکترونیکی فرمان رله را به طور موثر در برابر اضافه ولتاژهایی که می توانستند در نبود دیود پیدا شوند و چندین برابر ولتاژ تغذیه سیم پیچ بزرگ باشند، مورد حفاظت قرار می دهد.

در صورت کاربرد دیود هرزگرد باید توجه داشت که باز شدن کنتاکت های رله بیش تر طول خواهد کشید که این امر یک بار اضافی و تحمیلی به کنتاکت های رله خواهد بود، زیرا باعث طولانی تر شدن مدت ماندگاری قوس های الکتریکی در روند قطع بار در محل کنتاکت ها می شود.



دیود هرزگرد جهت محافظت از رله

مدت ماندگاری قوس الکتریکی آن طول زمانی است که در طی آن فاصله کنتاکت های ثابت و متحرک رله در بازه ای قرار داشته باشد که هوای میان آنها، به خاطر حضور ولتاژ قطع شونده در نقطه کنتاکت، یونیزه باقی بماند. دمای بسیار بالایی در این حالت پیدا می شود و به چند صد درجه سانتی گراد میرسد. و به این معناست که در هر بار عمل قطع و وصل، مواد تشکیل دهنده کنتاکت در معرض فشار گرمایی بسیار شدیدی قرار می گیرند. هر چه ماندگاری قوس الکتریکی طولانی تر باشد، دمای سطح کنتاکت ها و نیز میزان تبخیر ماده کنتاکت بیش تر می شود.

ب- مدار وریستور (Varistor)

نام وریستور از کوتاه کردن عبارت Variable Resistor ساخته شده است. این قطعه در مقابل پیک ها و پالس های ولتاژی به سرعت واکنش نشان داده و مقاومت الکتریکی آن به شدت پایین می آید و در حقیقت محافظ و پیشمرگ بقیه مدار از آسیب ناشی از پیک و پالس های ولتاژی است.

در مدار رله ها، این قطعه هم برای جریان های متناوب و هم جریان مستقیم مناسب است و به علاوه، بر خلاف مدار محافظ دیودی، لزومی به رعایت جهت وصل فاز و نول و مثبت و منفی تغذیه به رله وجود ندارد.

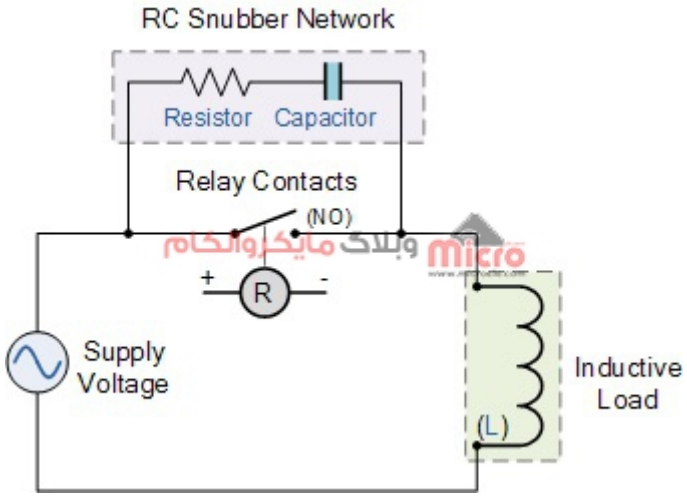
وریستورها، با کمترین تاثیر بر زمان رهاسازی، رله را از پیک های ولتاژی زمان قطع رله محافظت می کنند. فرکانس

کلید زنی وریستور در مقایسه با دیود محدود تر است و همچنین عملکرد بهینه هر نوع از وریستورها روی ولتاژ معینی صورت می پذیرد.

پ- مدار خازن-مقاومت (RC) یا اسنابر (Snubber)

از اسنابرها می توان در مدارهای جریان مستقیم و جریان متناوب استفاده کرد. این مدار قطب ندارد و نصب آن از هر دو طرف امکان پذیر است. همچنین تاثیر آن بر زمان رهاسازی رله ناچیز است.

کارکرد اسنابرها در ولتاژ های خیلی کم چندان موثر نیست. آنها را معمولاً در مدارهای با ولتاژ بالا به کار می برند و می توان طوری طرح ریزی کرد که حتی اضافه ولتاژهای کوچک را هم سرکوب کند. یک کاستی مهم اسنابر، تاثیر ظرفیت خازن آن است که می تواند باعث بالارفتن جریان وصل (Making Current) رله شود.



مدار اسنابر برای محافظت از رله

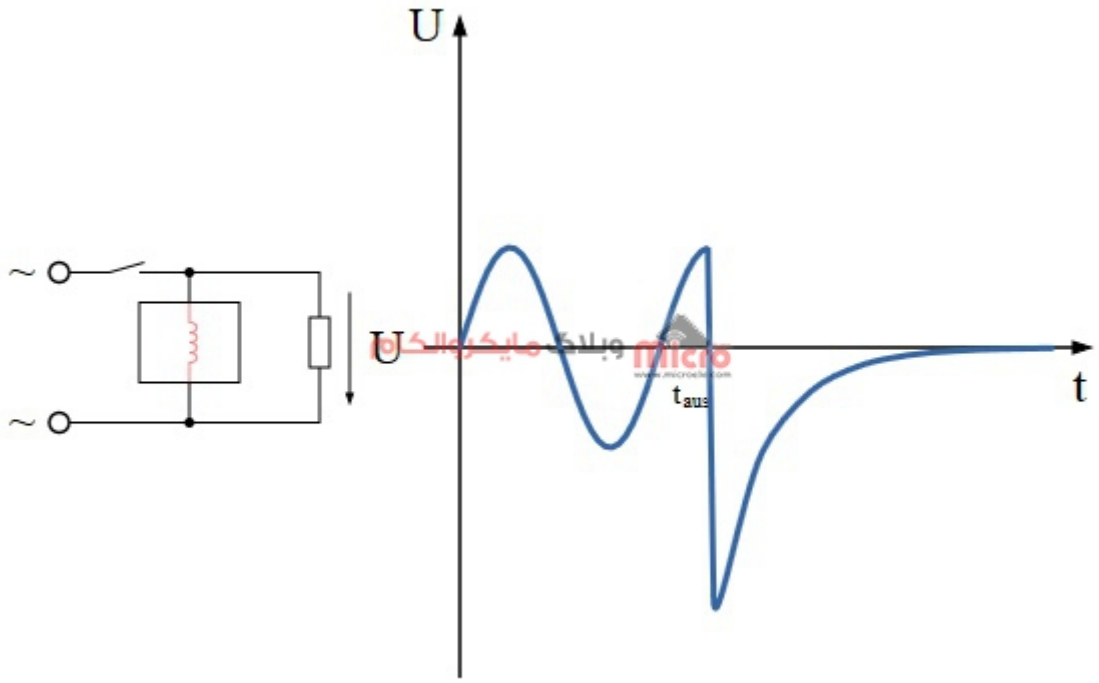
ت- دیود بازدارنده (Suppressor Diode)

این دیودها تاثیر اندکی بر تاخیر رهاسازی رله دارند، قطب ندارند و آنها را می توان در مدارهای AC و DC مورد استفاده قرار داد. این دیودها نیز مانند وریستورها فرکانس کلید زنی پایینی دارند و فقط روی یک ولتاژ معین کار می کنند.

ث- مقاومت محافظ

این ساده ترین نوع مدار محافظ رله است که تنها از یک مقاومت تشکیل شده است و به همین نسبت هم حفاظت محدودی ایجاد می کند. این روش برای استفاده در هر دو مدارهای AC و DC مناسب است. کاستی این مدار در آن است که اولا در زمانِ راه اندازی رله، همواره مقداری جریان از مقاومت هم می گذرد و همراه خود توانی را تلف می کند، و ثانیا حضور اینِ مقاومت به موازات سیم پیچ رله تاثیر بزرگی بر زمان رهاسازی رله می گذارد و باعث تاخیر قابل توجهی در رهاسازی رله می شود که در طراحی ها باید در نظر گرفته شود.

مقاومت محافظ باعث می شود که قله پالس های ولتاژ از 2 تا 6 برابر ولتاژ بوبین رله بیشتر نشوند. مقدار این مقاومت باید حداقل 2 برابر مقاومت بوبین و حداکثر 6برابر آن باشد تا هم عملکرد موثری داشته باشد و هم تلفات توان و تاخیر بالایی ایجاد نکند.



استفاده از مقاومت محافظ در رله