

پلتفرم اختصاصی مهندسی کنترل



<https://controlengineers.ir>



<https://t.me/controlengineers>



<https://www.instagram.com/controlengineers.ir>

مقایسه‌ی مشخصات فنی فیوز و کلید خودکار در کاربرد برای تأسیسات الکتریکی

مهندس شاهرخ شجاعیان^۱، مهندس علیرضا پورهمایون^۲، مهندس ایرج امینی^۳

مقدمه

ممول ترین حفاظت‌هایی که در حال حاضر در تابلوهای مورد استفاده در ساختمان‌های مسکونی و تجاری و صنعتی به کاربرده می‌شوند و روی قسمت فشار ضعیف قرار می‌گیرند، فیوزها (اعم از فشنگی و کاردی) و کلیدهای خودکار (اعم از قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم) هستند. کلیدهای مینیاتوری نیز در زمرة کلیدهای خودکار محسوب می‌شوند. در این مقاله کوشیده‌ایم هر یک از این دو حفاظت را با توجه به خصوصیات، محدودیت‌ها و محاسن آن، طبقه‌بندی کرده و کاربردهای خاص هر کدام را روشن کنیم.

دیدگاه اقتصادی

استفاده از کلیدهای خودکار برای طرح یک تابلو، قیمت آن را تا حدود ۲۰۰ درصد بیشتر از حالتی می‌نماید که با فیوز طراحی شده باشد. قدرت قطع کلیدهای خودکار به طور استاندارد ۱۰، ۲۲، ۴۴ و ۶۴ کیلوآمپر است و اگر به قدرت‌های قطع بالاتر نیاز داشته باشیم، قیمت کلید به صورت تصاعدی بالا می‌رود.علاوه بر این، کلیدهای خودکار هر از چندی نیازمند کالیبراسیون هستند تا از عملکرد درست آن‌ها اطمینان حاصل شود (متاسفانه این موضوع در کشور ما معمول نیست، هرچند بارهای تحت حفاظت، ارزش میلیاردی داشته باشند!!). اگر این کالیبراسیون سالانه را هم به حساب هزینه‌ها منظور کنیم، تفاوت قیمت باز هم بیشتر خواهد شد. فیوزها بدین لحاظ بسیار ارزان‌ترند و نیازی به تعییرات یا سرکشی‌های بعدی نخواهند داشت.

پیرشدنگی و افت مشخصات نامی

اگر از کلید خودکار به‌گونه‌ای صحیح نگه‌داری و بهره‌برداری نشود (و به شرح فوق کالیبراسیون سالانه‌ی آن به فراموشی سپرده شود) به مرور زمان مشخصه‌های نامی آن افت خواهد کرد. طبق استاندارد NEMA چنانچه کلید خودکار با جریان‌هایی در حد قدرت قطع خود مجبور به قطع شود، لازم است حتماً مورد بازرسی و کالیبراسیون مجدد قرار گیرد؛ در غیر این صورت، معلوم نیست در مواجهه‌ای بعدی با جریان اتصال کوتاه بتواند همان قدرت قطع را داشته باشد. این درحالی است که فیوزها قادر چنین محدودیتی هستند و پس از قطع به‌سادگی با فیوز جدید جایگزین خواهند شد.

تحمل اضافه‌بارهای لحظه‌ای

بخی اضافه‌بارهای لحظه‌ای در سیستم‌های الکتریکی مجاز دانسته می‌شوند، از جمله جریان اولیه‌ی خازن‌ها، جریان هجومی متورها اگر قرار باشد از کلید خودکار استفاده کنیم، باید مشخصات نامی کلید نسبت به جریان‌های عادی بار بزرگتر انتخاب شود، تا کلید بتواند جریان‌های لحظه‌ای فوق‌الذکر را نیز تحمل کند. اگر جریان تنظیم، نزدیک به جریان عادی بار انتخاب شود، چه‌بسا کلید در مقابل جریان‌های هجومی و اولیه تا تحمل نداشته باشد و جریان را قطع کند. در مورد فیوزها این مشکل کمتر دیده می‌شود. اگر به منحنی عملکرد زمانی - جریان فیوز دقت کنیم، می‌بینیم که این حفاظت قادر است جریان‌های گذرای عادی سیستم را برای مدت زمان‌های قابل قبول تحمل کرده و در عین حال جریان نامی آن‌ها نزدیک به جریان عادی بار انتخاب شود.

عكس العمل در برابر اقتصادی

طبق توصیه‌ی استاندارد IEC947-4-1 UL508E یا IEC947-4-1، بهتر است حفاظت‌ها به‌گونه‌ای باشند که از عبور جریان‌های مخرب در سیستم در خلال مدت عملکرد آن‌ها جلوگیری شود، و به بیان دیگر، در مدت زمانی که

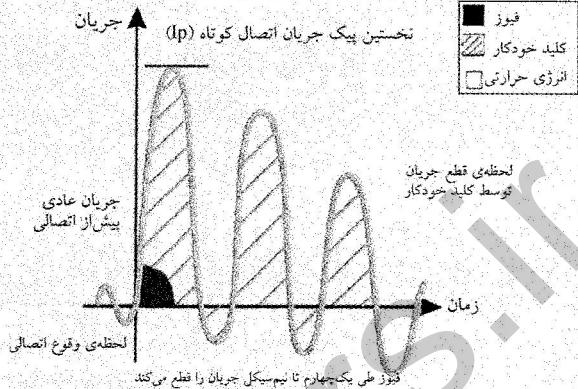
هر ابزار حفاظتی نیاز دارد تا قطع کامل را انجام دهد، دامنه‌ی جریان اتصال کوتاه به مقادیر خطرناک ترسید. چنان‌که از شکل ۱ نیز دیده می‌شود، به فرض وقوع اتصال کوتاه در لحظه‌ی صفر، فیوز در کمتر از یک‌دوم تا سه‌چهارم سیکل عمل کرده و جریان اتصال کوتاه را قطع می‌کند؛ حال آن‌که کلید خودکار فقط پس از چند سیکل و در یکی از نقاط گذر از صفر جریان می‌تواند آن را قطع کند. واضح است که در این حالت پیک جریان اولیه‌ی جریان اتصال کوتاه که دامنه‌ای خطرناک دارد، از سیستم گذشته و می‌تواند آثار مخرب بر جای بگذارد. آثار مخرب این جریان، یکی ایجاد حرارت قابل توجه و دیگری تنشهای مکانیکی احتمالی در کنتاکتورها... است. زمان قطع کلیدهای خودکار می‌تواند حتا به ۱۷ سیکل ($= 0.02832\text{sec}$) هم برسد؛ حال آن‌که فیوز در کمتر از $100\mu\text{s}$ اتصالی های شدید را قطع می‌کند. مشاهده شده که یک جریان اتصال کوتاه K_{A8} ۳۰ کلید را فقط برای سه‌چهارم سیکل از یک کابل معمولی بگذرد، می‌تواند دمای آن را تا حدود ۹۷۰ درجه‌ی سانتیگراد بالا ببرد.

عملکرد روی یک فاز

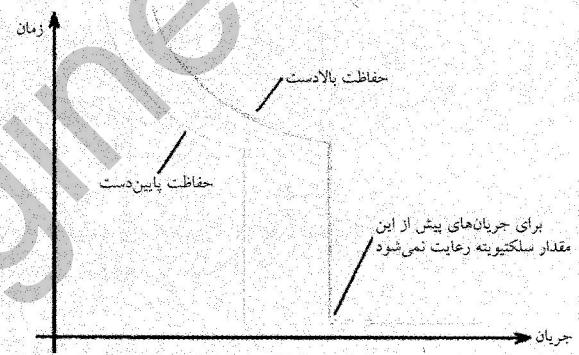
مطلوب آن است که در بارهای تک‌فاز پخش شده روی سه فاز، هر گاه یکی از فازها دچار اتصال شود، فقط حفاظت مربوط به همان فاز عمل کند و دو فاز دیگر برقرار بمانند. در مقابل در مصارف سه‌فاز (مثل موتورها) این‌کار یک اشکال به شمار می‌رود و برای اجتناب از دوفازشدنِ موتور، ترجیحاً اگر روی یک فاز اشکالی مشاهده شد، باید هر سه فاز قطع شوند تا دو فاز شدن به مدار آسیب نرساند. کلید خودکار با مشاهده اشکال روی یک فاز، کل سه فاز را قطع می‌کند. بنابراین، از دیدگاه اول عملکرد خوبی ندارد و از دیدگاه دوم کاملاً مناسب است. فیوز، عکس این رفتار را نشان می‌دهد.

سلکتیویته

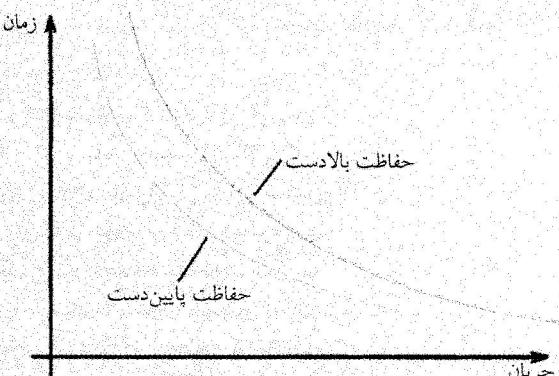
سلکتیویته حفاظت‌ها به این معنی است که در یک سیستم متعدد از چند حفاظت، به هنگام بروز اتصالی، نخست حفاظتی عمل کند که از بقیه به محل عیب نزدیکتر است. این خصوصیت باعث می‌شود که جریان فقط در قسمت معیوب قطع شده و در بقیه‌ی مدار برقرار باقی بماند. در صورتی‌که از کلید خودکار به عنوان حفاظت استفاده شود، ایجاد سلکتیویته برای اضافه‌بارها به آسانی انجام می‌شود، حال آن‌که در مورد اتصال کوتاه کار دشوار خواهد شد. زیرا



شکل ۱: نحوه عملکرد کلید خودکار و فیوز در مقابل جریان اتصال کوتاه



شکل ۲: منحنی عملکرد حفاظت از نوع کلید خودکار و تداخل آنها در قسمت اتصال کوتاه منحنی مشخصه



شکل ۳: منحنی عملکرد حفاظت از نوع فیوز و امکان رعایت سلکتیویته در آنها

فیوز	کلید خودکار
هزینه‌ی ساخت تابلو	زیاد
هزینه‌های تعمیر و نگهداری بعدی	دارد
قابلیت ریست‌شدن و کار مجدد	دارد، ولی لازم است در صورت نیاز کالبیراسیون
قابلیت اطمینان	مجددی روی آن انجام شود
کور دینه‌شدن (هماهنگی حفاظتی)	اگر تعمیرات و نگهداری به طور دائم و صحیح انجام نشود، خیلی قابل اطمینان نیستند.
سرعت قطع	نیاز به مطالعه دقیق سیستم دارد و عموماً کاری مشکل است.
قدرت قطع	حداقل به ۶ تا ۱۶ سیکل برای قطع جریان نیاز دارد.
قابلیت تنظیم	اگر قدرت بالا نیاز باشد، قیمت آن بدهشت افزایش می‌یابد.
حافظت تکفار	اگر جریان کلید خیلی به جریان عادی بار نزدیک انتخاب شود، در مقابل جریان‌های هجومی موتورها و خازن‌ها قطع می‌کند.
اندازه‌ی فیزیکی	در صورت اشکال در هر فاز، کل فازها را قطع می‌کند و امکان بروز حالت دوفازی وجود ندارد.
نتیجه‌گیری	بزرگ (نیازمند فضای نسبتاً زیاد در تابلو)

کلیدهای خودکار در این مورد تقریباً به صورت لحظه‌ای عکس العمل نشان می‌دهند و چه بسا کلید بالادست زودتر از کلید پایین‌دست عمل کرده و جریان کل مدار را قطع کند. در مورد فیوزها، هرچند عملکرد در قسمت اضافه‌بار ممکن است با تأخیر همراه باشد، به هنگام بروز اتصال کوتاه، سلکتیویته را به سادگی و بدون دشواری خاص می‌توان محقق کرد. شکل‌های ۲ و ۳ این تفاوت‌ها را نشان می‌دهند.

به نظر می‌رسد جز در برخی موارد خاص، استفاده از فیوز دارای مزایای بیشتری نسبت به کلید خودکار باشد. سرعت بالاتر، قیمت ارزان‌تر و سلکتیویته‌ی بهتر از مهم‌ترین این مزایا هستند. جدول بالا برخی ویژگی‌های فیوز و کلید خودکار را با یکدیگر مقایسه می‌کند.

پی‌نوشت

- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمینی شهر.
- عضو هیأت ریسیه‌ی گروه تحصیلی برق.
- دبیر هیأت ریسیه‌ی گروه تحصیلی برق.

مرجع