ماهر
MAHER

انتخاب کلید اتوماتیک برای موتور

انتخاب صحیح کلید اتوماتیک برای موتور

موتورهای القایی از عناصر بسیار حیاتی در کارخانجات و صنایع مختلف به حساب می‌آیند. از این رو، بخش عمده بار الکتریکی در صنعت و سایر تاسیسات الکتریکی را به خود اختصاص می‌دهند. بهره‌برداری ایمن و بدون خطر از موتورهای AC از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای نیل به این هدف به طور عمده از کلیدهای اتوماتیک استفاده می‌شود. کلید اتوماتیک برای حفاظت اضافه بار، اتصال کوتاه، خطای زمین و نول در مدارهای موتوری به کار می‌رود. پارامترهای این کلیدها نظیر جریان نامی، ظرفیت قطع، نوع حفاظت و ولتاژ سیستم با توجه به بارها و برنامه‌های بهره‌برداری تعیین می‌شوند. به علاوه، ویژگی‌های منحصر به فرد هر موتور AC، باید در هنگام انتخاب کلید اتوماتیک مناسب برای تابلو برق در نظر گرفته شود. در ادامه به تفصیل به نکات مهم جهت انتخاب کلید اتوماتیک مناسب برای موتورهای AC اشاره می‌شود.

برای یادگیری دقیقی و عملی موضوعات مرتبط با الکتروموتورها می‌توانید **دوره برق صنعتی ماهر** را تهیه کنید.

جریان راه‌اندازی موتور

جریان راه‌اندازی یکی از مهمترین پارامترهای الکتریکی برای درک ویژگی‌های موتور به شمار می‌آید. جریان دریافت شده توسط موتور در مراحل مختلف بهره‌بردای به شکل زیر است:

- حالت زیر گذرا
- حالت گذرا
- حالت دائمی

حالت زیر گذرا

در مرحله اولیه راه‌اندازی موتور، یک ضربه جریان وجود دارد که به طور کلی به عنوان جریان هجومی یا جریان پیک شناخته می‌شود. مدت زمان این جریان عموماً بر حسب میلی ثانیه است. و برای مغناطیس شدن هسته موتور در آن وجود می‌آید.

حالت گذرا

جریانی که در هنگام راه‌اندازی هر موتور القایی ایجاد می‌شود، جریان روتورقفل نام دارد. مقدار جریان روتورقفل (که عموماً توسط سازنده منتشر می‌شود) از حدود 6 تا 8 برابر جریان بار کامل نامی موتور (مقدار متوسط) متغیر است. شدت آن عمدتاً به طراحی و ساخت موتور بستگی دارند.

مدت زمان این جریان به روش‌های راه‌اندازی و همچنین بارهای متصل بستگی دارد. مثلاً زمان راه‌اندازی موتور پمپ‌های گریز از مرکز بین ۳۰ تا ۴۰ ثانیه متغیر است و با توجه به بارها و کاربرد موتور الکتریکی مورد نظر می‌تواند تا ده‌ها ثانیه طول بکشد. دقت به اندازه و مدت زمان جریان راه‌اندازی در انتخاب حفاظت موتور الزامی است.

حالت دائمی

در این مرحله، نوسانات مربوط به بخش راه‌اندازی موتور پشت سر گذاشته شده و به طور معمول موتور با جریان نامی مشغول به کار خواهد بود. مگر این‌که یک حالت گذرا، همانند کاهش یا افزایش ولتاژ موتور یا تغییراتی در بار مکانیکی موتور رخ دهد.

روش‌های راه‌اندازی موتور

متداول‌ترین روش‌های راه‌اندازی موتورهای الکتریکی جریان متناوب القایی یکی روش راه‌اندازی مستقیم(DOL یا تک‌ضرب) و دیگری راه‌اندازی به روش ستاره - مثلث (DY یا دوضرب) است. با این حال، برای محدودکردن جریان راه‌اندازی بسیار زیاد موتور، روش‌های دیگری نیز به کار می‌روند. روشهای مختلف راه‌اندازی و جریان‌های شروع مربوط به هریک از آنها به طور خلاصه در زیر آورده شده‌اند. اما لازم به ذکر است که هر روشی برای کاربردهای خاصی استفاده می‌شود و برای انتخاب مناسب آن باید مطالعه دقیقی صورت گیرد.

جریان راه‌اندازی	روش راه‌اندازی
۶ تا ۸ برابر جریان نامی	راه‌اندازی به روش مستقیم
۲ تا ۳ برابر جریان نامی	راه‌اندازی به روش ستاره - مثلث

۲ تا ۳ برابر جریان نامی	راه‌اندازی به کمک اتو ترانسفورماتور
۳ تا ۵ برابر جریان نامی	راه‌اندازی به کمک سافت استارتر
۱.۵ برابر جریان نامی	راه‌اندازی به کمک درایو

برای درک انتخاب تابلو برق و به ویژه انتخاب کلید اتوماتیک مناسب برای موتور، آگاهی از جریان‌های راه اندازی موتور، مدت زمان راه‌اندازی و روش راه‌اندازی بسیار مهم است. برای آشنایی بیشتر با موتورهای الکتریکی و شیوه‌ی راه‌اندازی آنها، مقاله زیر می‌توان مطالعه کرد.

روش‌های راه‌اندازی الکتروموتور و بررسی کاربردها، ویژگی‌ها و مزایا

هماهنگی تجهیزات

ادواتی که معمولا در خط تغذیه موتور استفاده می‌شوند عبارتند از:

- تجهیزات حفاظت در برابر اتصال کوتاه مانند کلید اتوماتیک، و یا فیوز .
- تجهیزات کلیدزنی، مانند کنتاکتور.
- تجهیزات حفاظت در برابر اضافه بار، مانند رله حرارتی یا الکترونیکی.

این ادوات باید با یکدیگر هماهنگ شوند. استاندارد IS/IEC 60947-4 دو گونه هماهنگی (هماهنگی نوع ۱ و ۲) را تعریف کرده است.

شکل ۱ - نمونه‌ای از یک کنتاکتور

هماهنگی نوع ۱

مطابق استاندارد، در شرایط اتصال کوتاه، هماهنگی نوع ۱ اجازه آسیب به کنتاکتور و رله اضافه بار داده می‌شود. در این حالت، مدار راه اندازی ممکن است بعد از هر بار بهره‌بردای غیرفعال شود. در نتیجه، کنتاکتور، رله، کلید یا فیوز نمی‌توانند بدون تعمیر یا تعویض قطعات آنها کار کنند. با این حال، استاندارد متذکر می‌شود که خرابی این دستگاه‌ها نباید به افراد یا تأسیسات آسیبی وارد کند.

هماهنگی نوع ۲

طبق استاندارد، در شرایط اتصال کوتاه، هماهنگی نوع ۲ خطر ایجاد خال بر روی تیغه‌ها را امکان‌پذیر می‌کند، ولی به راحتی (مثلاً از طریق پیچ‌گوشتی) بدون تغییر شکل قابل توجه، جدا می‌شوند. این نوع هماهنگی مستلزم آن است که کنتاکتور یا مدار راه اندازی آسیبی به افراد و تاسیسات الکتریکی وارد نکرده و پس از بازگرداندن شرایط استاندارد، بتواند کار خود را از سر بگیرد.

هماهنگی نوع ۱ اجازه استفاده از ادوات سوئیچینگ با سایز کوچک‌تر را می‌دهد، بنابراین امکان صرفه‌جویی در هزینه اولیه وجود دارد. در حالی که هماهنگی نوع ۲، الزامات ایمنی بالاتری را برآورده می‌کند ولی در

مقابل در صورت بروز خطا، تجهیزات سوئیچینگ و حفاظتی می‌توانند دوباره بدون تعویض شروع به کار کنند، بنابراین خطر خرابی تولید را به حداقل می‌رساند.

انتخاب کلید اتوماتیک برای موتور

هنگام انتخاب کلید اتوماتیک برای یک موتور، توصیه می‌شود که تنظیم رله آنی روی مقداری بالاتر از بیشترین جریان هجومی مغناطیسی پیش‌بینی شده برای موتور، قرار گیرد. جریان هجومی (حالت فوق گذرا) در مورد موتورهای پربازده، در مقایسه با موتورهای معمولی بالاتر است زیرا دسته اول، نسبت X/R بالاتری دارند. با روش‌های تئوری و تجربی می‌توان اثبات کرد که حداکثر نسبت بین جریان پیک و جریان روتورقفل می‌تواند تا ۲.۵ برابر برای موتورهای پربازده افزایش پیدا کند.

موتورهای با راندمان استاندارد

مشخصات معمول موتورهای با راندمان استاندارد را به شکل زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد.

جدول ۲ - مشخصات مربوط به موتورهای الکتریکی معمولی (با بازده استاندارد)

مقدار و نحوه محاسبه	جریان در هر مرحله راه‌اندازی
$۶I_r$	برابر با جریان روتورقفل
$۶I_r = ۱۳.۲I_r \times ۲.۲$	جریان هجومی گذرا در حالت پیک
$I_{mag} \times ۰.۸ \times ۱.۴۱۴$	مقدار پیک بدون قطع در کلید اتوماتیک
$X \times I_n$ $I_n =$ جریان نامی کلید اتوماتیک)	مقدار جریان مغناطیس‌کنندگی با توجه به تنظیم آزادسازی آنی در کلید اتوماتیک
$I_{mag} \times ۰.۸ \times ۱.۴۱۴ > ۱۳.۲I_r$ $I_{mag} > ۱۱.۶۷I_n$	برای جلوگیری از قطع بی‌دلیل

موتورهای پربازده

ویژگی‌های که برای موتورهای پربازده تعریف می‌شوند، به صورت زیر قابل دسته‌بندی هستند.

جدول ۳ - مشخصات مربوط به موتورهای الکتریکی پربازده

جریان در هر مرحله راه‌اندازی	مقدار و نحوه محاسبه
جریان هجومی گذرا در حالت پیک	$۶I_r = ۱۵I_r \times ۲.۵$
مقدار پیک بدون قطع در کلید اتوماتیک	$I_{mag} \times ۰.۸ \times ۱.۴۱۴$
مقدار جریان مغناطیس‌کنندگی با توجه به تنظیم آزادسازی آنی در کلید اتوماتیک	$X \times I_n$ (I_n = جریان نامی کلید اتوماتیک)
برای جلوگیری از قطع بی‌دلیل	$I_{mag} \times ۰.۸ \times ۱.۴۱۴ > ۱۵I_r$ $I_{mag} > ۱۳.۲۶I_n$

برای بررسی بیشتر و درک عمیق‌تر از ساختمان و نحوه عملکرد کلید اتوماتیک مطالعه مقاله زیر توصیه می‌شود.

MCCB یا کلید کامپکت چیست؟

انتخاب کنتاکتور و رله متناسب با کلید اتوماتیک

متاسفانه زیاد مشاهده می‌شود که وقتی یک کاربر قصد دارد که ترکیب کلید - فیوز را با کلید اتوماتیک در فیدر مربوط به راه‌اندازی موتور جایگزین کند، به سادگی ترکیب کلید - فیوز را حذف کرده و یک کلید اتوماتیک با ظرفیت نامی معادل جایگزین می‌کند. متاسفانه در این حالت، کاربر هیچ توجهی به قابلیت تحمل کوتاه مدت کنتاکتور و رله اضافه بار، در سیستم اصلاح شده ندارد.

لازم به ذکر است هنگامی که یک ساختار خاص از کنتاکتور و رله برای استفاده با ترکیب کلید - فیوز به کار می‌رود، اندازه آن‌ها باید بر اساس انرژی عبوری از فیوز که باعث قطع اتصال کوتاه می‌شود، برآورد گردد. از آنجا که فیوزهای با ظرفیت قطع بالا، سریع عمل می‌کنند (معمولاً در عرض چند میلی ثانیه در به هر اتصال کوتاه شدید واکنش نشان می‌دهند)، انرژی عبوری نیز در طول اتصال کوتاه کمتر خواهد بود و بنابراین کنتاکتور و رله در معرض تنش کمتری قرار می‌گیرند و اندازه آن‌ها نیز بر همین اساس تعیین می‌شود. اما، هنگامی که ترکیب کلید - فیوز با یک کلید اتوماتیک جایگزین می‌شود، چون دیگر کلید اتوماتیک است که باید اتصالی را تشخیص دهد، حتی با پیشرفته‌ترین انواع آن، زمان رفع خطا حدود ۱۰ میلی‌ثانیه خواهد بود. لذا انرژی عبوری در طول یک اتصال کوتاه بیشتر از فیوز است. باید توجه داشت که کنتاکتور و رله‌ای که در واقع متناسب با انرژی عبوری از فیوزهای با ظرفیت بالا انتخاب شده باشند،

نمی‌توانند با افزایش انرژی عبوری از کلید اتوماتیک مقابله کنند، در نتیجه آسیب می‌بینند. از این رو اگر هماهنگی نوع ۲ با ترکیب کلید-فیوز به هماهنگی نوع ۱ با کلید اتوماتیک تبدیل شود، این امر منجر به آسیب به اجزای مربوط به فیدر راه‌اندازی موتور و افزایش زمان توقف در واحد صنعتی مورد نظر خواهد شد.

شکل ۲ - نمونه‌ای از ترکیب سوئیچ - فیوز

نکاتی درباره انتخاب کلید اتوماتیک

به‌منظور به‌کارگیری در اجزای مربوط به فیدر راه‌اندازی موتور، سازندگان توصیه می‌کنند که از کلیدهای اتوماتیکی که مخصوصاً برای محافظت از موتور طراحی شده‌اند، استفاده شود. انتخاب کلید اتوماتیک بر اساس نمودارهای هماهنگی نوع ۲ که توسط تولیدکنندگان مربوطه منتشر می‌شود، امکان‌پذیر است.

در صورت استفاده همزمان از کلید اتوماتیک برای حفاظت موتور و حفاظت در برابر اضافه بار، می‌بایست دقت کرد که منحنی اضافه بار کلید اتوماتیک با منحنی موتور تطابق داشته باشد. با رعایت این مسئله می‌توان اطمینان کسب کرد که در صورت اضافه بار آسیبی به موتور وارد نمی‌شود. با این حال عمر کنتاکتور از نظر طراحی بسیار بالاتر از کلید اتوماتیک است.

در صورتی که از درایوهای فرکانس متغیر یا سافت‌استارتر برای تغذیه موتور استفاده شود، باید فیوزهای پرسرعت (که عموماً فیوزهای حفاظتی نیمه‌هادی نامیده می‌شوند) به عنوان تجهیزات حفاظتی در برابر اتصال کوتاه به کار روند. در این مورد، استفاده از کلید اتوماتیک توصیه نمی‌شود زیرا مدار الکترونیکی تا زمانی که کلید اتصال کوتاه را برطرف کند، آسیب می‌بیند.

اگر به دنبال تهیه کلید اتوماتیک مرغوب و باکیفیتی در بازار هستید که قیمت مناسبی هم داشته باشد، میتوانید به سایت foroshi.ir مراجعه کنید.

جمع‌بندی

در این مقاله به بررسی کلید اتوماتیک و نحوه انتخاب آن برای یک موتور الکتریکی پرداخته شد. کلید اتوماتیک یکی از مهمترین ابزار لازم برای حفاظت موتور به شمار می‌آید و انتخاب دقیق و صحیح آن وابسته به پارامترهای مختلفی نظیر جریان روتورقفل، جریان حالت گذرا، جریان فوق گذرا، و جریان حالت دائمی موتور است. برای سهولت در امر انتخاب کلید اتوماتیک مناسب، مشخصه‌های هماهنگی توسط تولیدکنندگان این کلیدها ارائه می‌شوند که با به‌کارگیری صحیح آن‌ها امکان انتخاب کلید اتوماتیک وجود دارد. به علاوه، تنظیم و هماهنگی کلید اتوماتیک با سایر تجهیزات حفاظتی مانند رله‌ها نکته‌ای است که حتما در حین انتخاب کلید باید به آن توجه داشت.

سوالات متداول

۱ - جریان دریافتی توسط یک موتور الکتریکی به طور معمول شامل چه مراحلی است؟

جریان دریافت شده توسط موتور در مراحل مختلف بهره‌بردای شامل حالت گذرا، حالت فوق‌گذرا، حالت دائمی است.

۲ - بیشترین جریان راه‌اندازی موتورهای الکتریکی مربوط به کدام روش است؟

در راه‌اندازی به روش مستقیم، جریان راه‌اندازی ۶ تا ۸ برابر جریان نامی موتور است.

۳ - در صورتی که از درایوهای فرکانس متغیر یا سافت استارتر برای حفاظت موتور استفاده شود باید به چه نکاتی دقت کرد؟

در صورتی که از درایوهای فرکانس متغیر یا سافت استارتر برای حفاظت موتور استفاده شود، فیوزهای پرسرعت (که عموماً فیوزهای حفاظتی نیمه‌هادی نامیده می‌شوند) باید به عنوان تجهیزات حفاظتی در

برابر اتصال کوتاه به کار روند. در این مورد، استفاده از کلید اتوماتیک توصیه نمی‌شود زیرا مدار الکترونیکی تا زمانی که کلید اتصال کوتاه را برطرف کند، آسیب می‌بیند.

مراجع

https://uploadkon.ir/uploads/c82b02_24hgdh.pdf

https://www.crown.co.za/sparks-electrical-news/contractors-corner/16076-selecting-the-correct-mccb-for-motor-protection

https://media.distributordatasolutions.com/Rockwell/files/File_140G_Molded_Case_Circuit_Breakers_140G-TD100_EN_1.pdf

مقالات ماهر