

پودمان ۳

نحوه به کار گیری اجزای شبکه های سه فاز



تصویر فوق مربوط به سویچ برد اصلی (Main Seitchboard) در یک شناور است. در این تصویر، ضمن اینکه قسمت اصلی سیستم برق در شناورها دیده می شود، بسیاری از اجزای شبکه سه فاز، از جمله انواع نشانگر ها، کلید و بریکرها، دستگاه های اندازه گیری و ... مشهود است.

استاندارد عملکرد

در این پودمان، هنرجو با اجزا و قطعات مورد استفاده در شبکه‌های سه فاز آشنا خواهد شد. تلاش شده است که هنرجو نسبت به این اجزا، شناخت کاربردی و عملکردی و نه محاسباتی پیدا کند. به غیر از موارد مندرج در کتاب، انتظار می‌رود هنر آموز با توجه به امکانات و تجربیات خود، فعالیت و دانش بیشتری را در اختیار هنرجو قرار دهد.

سؤال‌های پیشنهادی

- ۱- اجزای شبکه‌های توزیع را نام ببرید و شناسایی کنید؟
- ۲- کلید را تعریف و کاربری آن را در شبکه‌های سه فاز بیان کنید و انواع آن و کاربری هر کدام را برشمارید.
- ۳- فیوز را تعریف کنید و کاربری و تنوع و فیوزها را در شبکه‌های سه فاز توضیح دهید.
- ۴- کاربرد رله‌ها و چرایی استفاده از آنها را در شبکه‌های توزیع شرح دهید و انواع آن را بیان کنید.
- ۵- شینه‌ها چگونه در تابلو نصب می‌شوند و چه مزایایی دارند و انواع شینه‌ها کدام‌اند؟
- ۶- انواع ترانس و کاربری هر یک را شرح دهید؟
- ۷- مقره چیست و نوع خاص آن چگونه در تابلو نصب می‌شود، و انواع مقره‌ها کدام‌اند؟
- ۸- کاربری انواع سیستم‌های اندازه‌گیری (آمپر متر، ولت متر، وات متر و ...) در شبکه‌های توزیع چگونه است؟
- ۹- انواع تابلوهای توزیع و تقسیم‌بندی آنها با توجه به نوع کاربری، چگونه است؟

به‌کارگیری اجزای قطع‌کننده در شبکه توزیع

شبکه‌های سه فاز به مرور و با پیشرفت فناوری (تکنولوژی)، و به منظور کارکرد بهتر و ایمن تر این شبکه‌ها، هر روزه به عناصر و قطعات جدیدی تجهیز می‌شوند. در این بخش به معرفی و نوع کاربری چنین قطعاتی که نقش قطع‌کننده مدارات سه فاز را بر عهده دارند، می‌پردازیم.



با همکاری هنرآموز در مورد مزایای شبکه‌های سه فاز، نسبت به تک فاز، بحث کنید.

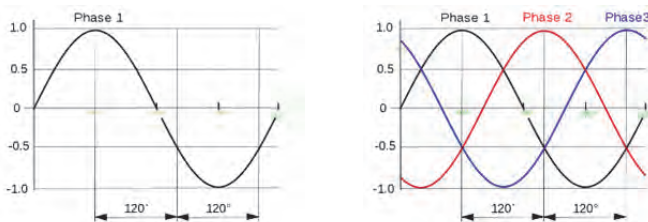
مزایای سیستم‌های سه فاز به سیستم‌های تک فاز

در جریان تک فاز لحظاتی وجود دارد که مقدار قدرت لحظه ای به صفر می رسد. اما در جریان سه فازه هیچ‌گاه توان لحظه ای صفر نمی‌شود. زیرا وقتی مقدار قدرت یکی از فازها به صفر برسد فازهای دیگر در همان لحظه مقادیری از قدرت را دارند..

برای راه‌اندازی الکترو موتورهای جریان متناوب (موتور القایی آسنکرون) نیاز به تولید نیروی محرکه مغناطیسی گردان است. که این میدان دوار با جریان یک فازه ساخته نمی‌شود. به همین جهت موتورهای القایی یک فاز را باید به روش موتورهای جریان دو فاز سیم پیچی کرد؛ یعنی به سیم پیچ فاز کمکی یا راه انداز و ایجاد اختلاف فاز با استفاده از خازن و عوامل دیگر بین دو سیم پیچ نیاز است. مهم‌تر از آن به خارج نمودن سیم پیچ راه انداز مدار نیاز داریم. اما در جریان سه فازه، میدان دوار، به علت اختلاف فاز 120° درجه بین فازها، به راحتی ایجاد می‌گردد.

در سیستم سه فازه، نیروی محرکه مغناطیسی تولید شده در الکترو موتورهای القایی در هر لحظه با مقدار ثابت در حال گردش است ولی در سیستم یک فازه، مقدار نیروی محرکه مغناطیسی تولید شده در الکترو موتور تک فاز القایی در هر لحظه متغیر است. این مسئله باعث بالا بودن سر و صدای موتور تک فاز، نسبت به موتور سه فاز، می‌گردد. لذا موتور سه فاز، نرم تر از موتور تک فاز کار می‌کند. حجم الکترو موتورهایی که با جریان سه فازه کار می‌کنند در توان یکسان از موتورهایی که با جریان یک فازه کار می‌کنند، کوچک‌تر است.

در تبدیل جریان متناوب به مستقیم، دامنه ولتاژ یک سو شده در سیستم سه فازه، نسبت به جریان یک سو شده توسط جریان متناوب یک فازه ریپل (ضربان) کمتر و راندمان بیشتری دارد.



شکل ۱

- در انتخاب اجزای سه فاز عوامل متعدد زیر را باید در نظر گرفت:
- قابلیت اطمینان؛
 - اقتصادی بودن،
 - انطباق با محدودیت‌ها و شرایط فیزیکی؛
 - سادگی و سهولت بهره برداری و تعمیرات و نگهداری و ایمنی برای کارکنان؛

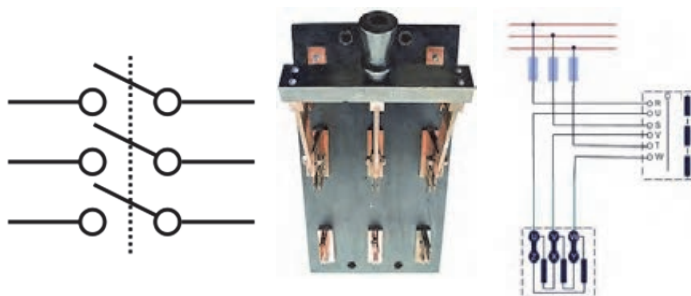
کلیدها

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: مطابق شکل، به وسیله یک کلید اهرمی، موتور سه فاز را به صورت ساده راه اندازی نمایید.

در کار کلاسی، ابتدا توسط یک کلید سه فاز ساده یک موتور الکتریکی سه فاز را بدون هیچ حفاظت یا کنترل غیر دستی به طور کاملاً ساده راه اندازی می‌کنیم. هدف از این فعالیت، آشنایی با عملکرد یک کلید سه فاز ساده است.



شکل ۲

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: یک نمونه از کلیدهای گردان را به دلخواه تهیه کنید و به کمک اهم متر اتصالات آن را در وضعیت‌های مختلف بررسی نمایید.

در این کار کلاسی، فراگیران با تغییر اتصالات یک نوع کلید گردان در قسمت ورودی و خروجی، با گرداندن کلید آشنا خواهند شد و این تغییر وضعیت (باز یا بسته شدن مسیر) را با اهم‌متر مشاهده خواهند کرد. وضعیت اتصال سرهای ورودی و خروجی کلید را در وضعیت‌های مختلف بررسی نمایید.

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: مطابق شکل، به وسیله یک کلید، جابه‌جایی فاز یک موتور ساده را راه‌اندازی نمایید و سپس وضعیت کلید را تغییر دهید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

در این قسمت توسط یک کلید، جابه‌جایی دو فاز، ملاحظه می‌شود که جهت چرخش الکتروموتورها عوض می‌شود. در اینجا فراگیران با دو مطلب آشنا می‌شوند؛ یکی اینکه با جابه‌جایی دو فاز چه اتفاقی رخ می‌دهد، و دیگر آنکه چگونه یک موتو به‌صورت چپ گرد و راست گرد فعال می‌گردد.

مطابق شکل، کلید انتخاب فاز و خط را برای اندازه گیری ولتاژ روی تابلو نصب و اندازه گیری کنید.

فعالیت کارگاهی



در کار کلاسی بعد، هنرجو به‌وسیله یک کلید گردان، انتخاب خطوط را برای اندازه‌گیری ولتاژ آنها می‌آموزد. از این کلید در تابلوهای برق بسیار استفاده می‌شود.



شکل ۳

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع به کلید فیوزها و کاربری آنها تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



کلید فیوزها

در محل‌هایی که سطح مقطع شبکه تغییر می‌کند، در صورتی که از فیذر اصلی انشعابات طولانی و با بار زیاد (بالتر از ۱۰۰ آمپر) گرفته شده باشد، برای حفاظت انشعاب مربوطه، در ابتدای انشعاب از کلید فیوز متناسب با بار انشعاب استفاده می‌شود و در شبکه‌های طولانی، برای حفاظت سلکتیو و مناسب، لازم است کلید فیوز در مکان مناسبی در وسط خط نصب شود.

معایب و مزایای کلید فیوزها و کلیدهای اتوماتیک

۱- کلید اتوماتیک، به دلیل دارا بودن دو رله حرارتی و مغناطیسی، توانایی حفاظت از مدار در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را دارد ولی کلید فیوزها تنها قادرند مدار را در برابر اتصال کوتاه حفاظت کنند.

- ۲- کلید های اتوماتیک در هنگام رخ دادن خطا در یکی از فازها هر سه فاز را باهم قطع می کنند و به همین دلیل توصیه می شود از آنها در مدارات راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز استفاده کنند، زیرا سبب حفاظت از الکتروموتور سه فاز در هنگام قطع یک فاز می شوند ولی کلید فیوزها در هنگام بروز خطا در یکی از فازها تنها همان فاز را قطع می کنند، به همین دلیل استفاده از این کلیدها در مدارات برق ساختمان توصیه می شود.
- ۳- کلیدهای اتوماتیک پس از قطع مدار بلافاصله آماده بهره برداری هستند ولی کلید فیوزها پس از قطع مدار نیازمند تعویض فیوز سوخته اند.
- ۴- قطع و وصل کلیدهای اتوماتیک در زیر بار صحیح نیست ولی قطع و وصل کلید فیوزها زیر بار مجاز است.



شکل ۴

تحقیق کنید



با جست و جو در اینترنت، انواع کلید های استپ استارت و قابلیت استفاده آنها را بیابید.

کلیدهای قطع و وصل (استپ-استارت)

شستی ها از جمله وسایل فرمانی هستند که تحریک آنها به وسیله دست انجام می گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می شوند. شستی هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل را قطع می کنند استاپ (قطع) و شستی هایی که پس از تحریک دو کنتاکت، قطع را وصل می کنند شستی استارت (وصل) نامیده می شود. شستی های که هر دو عمل را در یک زمان انجام می دهند، به شستی قطع و وصل یا دوپل معروف اند؛ یعنی با فشار کلید دو کنتاکت باز، بسته و با دو کنتاکت بسته، باز می شود.

انواع این کلیدها عبارتند: شستی مدل (ES / AC)، شستی مدل (ES)، شستی دکمه فشاری اضطراری مدل (PE)، شستی های دکمه فشاری مدل (PL / PU)، شستی ها دکمه فشاری ۲ و ۳ مدل (PT / PD) و

نحوه بکارگیری اجزای شبکه های سه فاز

چند نمونه از کلیدهای استپ استارت را تهیه نمایید و کنتاکت‌های آنها را به-
وسیله اهم متر در کلاس تست کنید.

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت، با تهیه چند کلید قطع و وصل (استاپ-استارت) از انواع مختلف، فراگیران به وسیله یک اهم متر ورودی و خروجی انواع این کلیدها را تست و تیغه‌های آن را با فشردن شستی و رها ساختن آن بررسی کنند.

مطابق شکل، سه فاز را به یک سر سه لامپ متصل کنید و آن را با یک کلید استارت به ارت متصل نمایید. با فشردن کلید استارت چه چیزی مشاهده می-کنید؟ شما یک سیستم شناسایی خطای ارت ساده، که در تابلوی برق برخی شناورها وجود دارد، ساخته‌اید.

فعالیت کارگاهی



فراگیران در این فعالیت یک نمونه کار ساده با کلید قطع و وصل (استاپ استارت) ساده را مشاهده می‌کنند. از این مدار برای خطای ارت سنجی در تابلوی سویچ برد شناورها استفاده می‌شود؛ یعنی اگر هر یک از فازها دچار اتصالی شود نور لامپ مربوط به آن کم یا خاموش می‌شود، زیرا دو طرف آن تقریباً یک سطح ولتاژ خواهد داشت. البته در موارد لازم برای ارت سنجی در شناور از مدارات دقیق‌تری نیز استفاده می‌گردد.

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص مزایای کلیدهای خود کار تحقیق کنید.

تحقیق کنید



مزایای کلید خود کار

- کلید خودکار پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد یا هر عامل دیگری، بلافاصله آماده بهره برداری مجدد می‌شود.
- با کمک کنتاکت‌های فرعی که در آن تعبیه شده است، می‌توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع، وصل یا وقوع خطا) توسط سیگنال، تعیین و در اتاق فرمان منعکس نمود.
- ساختمان این کلیدها به گونه‌ای است که اگر کلید را بر روی یک مدار اتصال کوتاه شده ببندیم، در ضمن عمل بسته شدن، رله اضافه جریان کلید به سرعت وارد عمل می‌شود و مدار را قطع می‌کند.

یک نمونه از کلید مینیاتوری را تهیه کنید و ضمن تست با اهم‌متر، مطابق شکل فوق مشخصات آن را بخوانید.

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت طبق آنچه در کتاب اصلی نشان داده شده است، هنرجو نوشته‌های روی کلید مینیاتوری را می‌خواند و به وسیلهٔ اهم‌متر اتصال ورودی و خروجی آن را بررسی می‌کند. هدف از آن شناسایی اولیهٔ اندازه‌های این فیوز و بررسی آن از نظر اتصال است.

فعالیت کارگاهی



یک کلید کامپکت تهیه کنید و مشخصات آن را بخوانید و با آن تغذیه یک تابلو یا یک موتور ساده را راه‌اندازی کنید.

در این فعالیت، مشخصات اصلی یک کلید کامپکت را بخوانید (مقدار آمپر و ولتاژ و غیره) و سپس شبیه یک کلید سه فاز ساده یک موتور یا تابلو را فعال کنید. هدف آشنایی با نحوهٔ نصب کردن و قطع و وصل دستی این کلید است.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مکانیزم عملکرد کلید هوایی تحقیق کنید.

سازوکار کلید هوایی

در این سازوکار معمولاً از فنری استفاده شده است که می‌توان آن را با استفاده از اهرم کلید یا یک موتور الکتریکی کوچک، شارژ و آماده بهره برداری نمود. برای قطع و وصل کلید، دکمه‌هایی روی آن تعبیه شده اند که با فشار دادن آنها کلید، قطع یا وصل می‌شود. بر روی این کلیدها همچنین نشانگرهایی تعبیه شده است که وضعیت شارژ فنر کلید و وضعیت قطع یا وصل بودن کلید را نشان می‌دهند. قطع و وصل این کلیدها می‌تواند به صورت دستی و از محل نصب کلید یا از راه دور و از محل اتاق کنترل صورت گیرد. به‌طور کلی این کلید کامل‌ترین نوع کلید فشارضعیف است و معمولاً به عنوان کلید اصلی در شبکه‌های فشارضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد این کلیدها اغلب در ورودی تابلوهاست، زیرا هم جریان بالایی دارد و هم برای برقراری (Selectivity) کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی، که معمولاً از نوع کمپکت‌اند، به کار برده می‌شود. کلیدهای هوایی دارای رله‌هایی هستند که در داخل خود کلید، جاسازی شده‌اند (Built-in). ویژگی این رله‌ها خاصیت تأخیری (Time Delay) آنهاست و عنصر اصلی در تأمین (Selectivity) از طریق صدور فرمان قطع با تأخیر است. (Selectivity) همان پدیده تقدم قطع در خروجی‌ها نسبت به ورودی‌هاست. به این معنی که اگر خطایی در یک فیدر خروجی رخ داد، ابتدا کلید خروجی قطع شود و تنها در صورت تداوم خطا روی مدار و عمل نکردن کلید خروجی، کلید ورودی با تأخیر، کل تابلو را بی برق می‌کند. اهمیت این

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

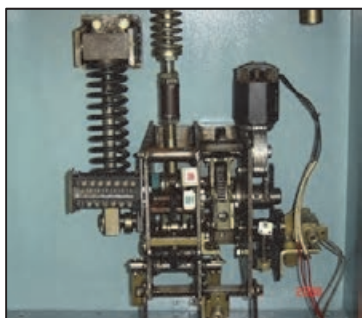
موضوع در این است که در صورت وقوع خطا در یکی از خروجی ها کل تابلو بی برق نمی شود.

انواع سازوکار (مکانیزم) قطع و وصل بریکر

الف) فنری

برای قطع کلید از فنری استفاده می شود که به وسیله موتور شارژ آن را شارژ می کنند. مزایای این سازوکار عبارتند از:

- ۱- اطمینان از وجود انرژی ذخیره شده برای عمل قطع پس از عمل وصل؛
 - ۲- ساده بودن طرح
 - ۳- ارزان بودن
 - ۴- کارکرد رضایت بخش در درجه حرارت های پایین
 - ۵- نصب و راه اندازی و تعمیرات آسان
 - ۶- امکان شارژ دستی فنر
 - ۷- احتیاج نداشتن به نظارت زیاد
- موتور شارژ هر وقت فنر را شارژ کرده باشد، برای یک عمل قطع و وصل و یک عمل قطع دیگر نیز کافی است.



شکل ۵

در این سازوکار (مکانیزم)، در کنار در جعبه، یک هندلی تعبیه شده است که در صورت قطع برق ((DC)) موتور شارژ، می توان فنر را با آن شارژ کرد.

معایب آن نیز به شرح زیر است:

- ۱- محدود بودن میزان انرژی قابل ذخیره برای انجام دادن عمل قطع در کلیدهای با ولتاژ و جریان بالا؛

- ۲- کُند شدن سرعت حرکت در لحظات آخر وصل؛
- ۳- محدودیت تعداد عملکرد بدون شارژ مجدد فنر.

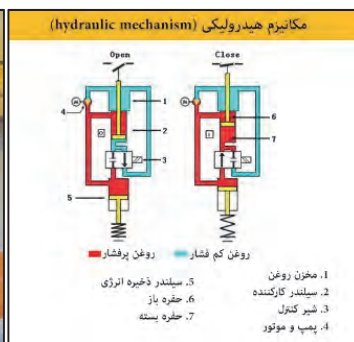
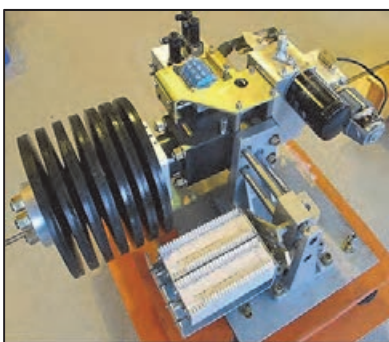
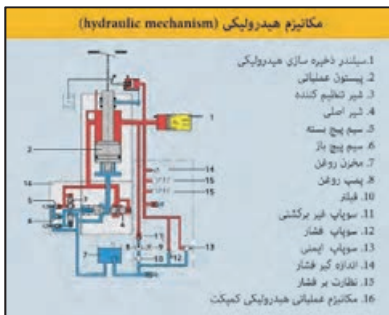
ب) هیدرولیک

برای قطع و وصل کلید از حرکت روغن استفاده می‌شود. مزایای آن شامل موارد زیر است:

- ۱- دارای انرژی بالا برای عملکرد در کلیدهای (SF6) با ولتاژ و جریان اتصال کوتاه؛
- ۲- قابلیت ذخیره انرژی برای تعداد بیشتر عمل قطع و وصل با افزایش حجم مخزن گاز نیتروژن؛
- ۳- امکان شارژ توسط پمپ دستی؛
- ۴- کم بودن حجم سازوکار و اینرسی و صدای عملکرد؛

معایب آن نیز این‌گونه است:

- ۱- امکان نشتی روغن تحت فشار و کاهش اطمینان
- ۲- تأثیر بد هوای سرد بر نحوه سازوکار
- ۳- داشتن نیاز به تخصصی خیلی بالا برای نصب و راه‌اندازی و تعمیرات
- ۴- گران بودن نسبی
- ۵- داشتن نیاز به نظارت نسبتاً زیاد.



شکل ۶

ج) پنوماتیک

برای قطع و وصل کلید از هوای فشرده استفاده می کنند.
مزایای آن به شرح زیر می باشد:

- ۱- داشتن انرژی کافی برای عملکرد کلیدهای ((SF6)) با ولتاژ و جریان اتصال کوتاه بالا
- ۲- قابلیت ذخیره انرژی برای بیشتر شدن تعداد عمل قطع و صل، با افزایش حجم مخزن هوای فشرده
- ۳- مقرون به صرفه بودن در پست هایی که منبع هوای فشرده در دسترس است؛
- ۴- داشتن ساختمان نسبتاً ساده و کم بودن اهرم و قطعات متحرک آن
دارای معایب زیر است:
 - ۱- امکان نشستی هوای فشرده و کاهش قابلیت اطمینان
 - ۲- نیاز به پیش بینی های اضافی جهت تأمین هوای فشرده مطمئن (مانند نصب کمپرسور یا مخزن رزرو)
 - ۳- همراه بودن با صدای شدید در هنگام عملکرد
 - ۴- تأثیر منفی هوای سرد بر نحوه سازوکار
 - ۵- داشتن احتیاج به تخصص بالا جهت نصب و راه اندازی و تعمیرات
 - ۶- داشتن احتیاج به نظارت نسبتاً زیاد.

با مراجعه به کتاب های مرجع و جست و جو در اینترنت، راجع به اساس کار کلیدهای حفاظت از جان و اجزای آن تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



کلیدهای حفاظت از جان

اساس کار کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، مقایسه جریان ورودی با جریان خروجی کلید است به طوری که اگر جریان نشستی در مداری که کلید در آن واقع شده بیشتر از حساسیت کلید باشد، کلید عمل می کند و جریان ورودی و در نتیجه مدار را قطع می نماید. از مزایای دیگر استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی جلوگیری از بروز آتش سوزی در اثر وجود جریان نشستی است. باتوجه به اینکه یک جریان نیم آمپری می تواند باعث بروز آتش سوزی شود، کلید حفاظت از خط برق گرفتگی با تشخیص جریان نشستی و قطع جریان ورودی، مانع از بروز آتش سوزی می گردد. همچنین از آنجا که در صورت وجود جریان نشستی در بدنه وسایل برقی، این جریان به مرور زمان زیاد می شود و احتمال سوختن وسایل برقی را به وجود می آورد، استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی کاملاً ضروری است و با توجه به کاهش میزان هدر رفتن انرژی الکتریکی و برق مصرفی، صرفه جویی اقتصادی و حفظ ثروت های ملی را نیز در پی خواهد داشت.



با مراجعه به اینترنت، شمای پویانمایی شده از عملکرد ((RCD)) سه فاز را ملاحظه نمایید. همچنین در مورد مشخصات و روش نصب کلید های حفاظت از جان تحقیق نمایید.

مشخصات کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی

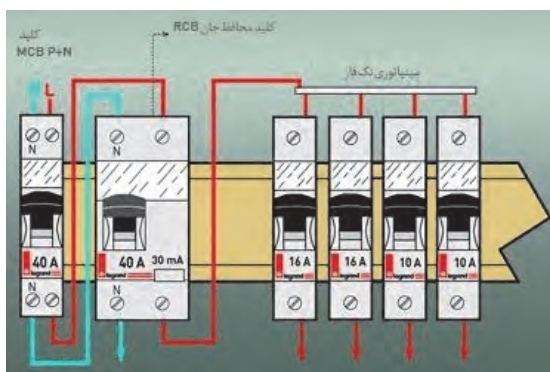
- ۱- دمای کاری کلیدها جهت قطع جریان نشتی متناوب از ۲۵- تا ۴۰- درجه سلسیوس و با قدرت اتصال کوتاه ۶ تا ۲۵ کیلو آمپر است.
- ۲- جهت حفاظت کلیدها و مدار مصرفی در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار لازم است فیوز پشتیبان (Back-Up Fuse) نصب گردد (با توجه به جریان نامی کلید و مشخصات ارائه شده در کاتالوگ).
- ۳- کلیدها با جریان نامی ۱۶-۱۲۵ آمپر تولید می شوند.
- ۴- کلیدها جهت استفاده مشترکین تک فاز (خانگی) به صورت دو پل (فاز + نول) و مشترکین سه فاز (صنعتی) به صورت چهار پل، (که می تواند در سیستم های سه سیمه همراه با نول یا بدون نول باشد) به کار رود.
- ۵- میزان جریان قطع خودکار کلیدها (حساسیت) از ۱۰ میلی آمپر تا ۵۱ آمپر، و مدت زمان قطع، حداکثر ۲۰۰ میلی ثانیه است.
- ۶- باتوجه به موقعیت نصب، سیم های ورودی و خروجی می توان از بالا یا پایین به کلید متصل نمود، با این توضیح که در کارکرد کلید اثری نخواهد داشت.
- ۷- ترمینال های ورودی و خروجی کلیدها، باتوجه به آمپر کلید، برای بالاترین قطر کابل یا سیم در نظر گرفته شده است و از این نظر مشکلی وجود نخواهد داشت.
- ۸- همراه با کلید امکان استفاده از کنتاکت کمکی نیز وجود دارد.



یک کلید محافظت از جان تهیه و آن را و در یک شبکه وصل کنید.

در این فعالیت، یک کلید حفاظت از جان، مطابق شکل (در کتاب درسی) در مدار نصب می شود. اجرای این فعالیت با خطر همراه است. لذا فقط با هدف آشنایی با نصب در یک مدار انجام شود.

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز



شکل ۷

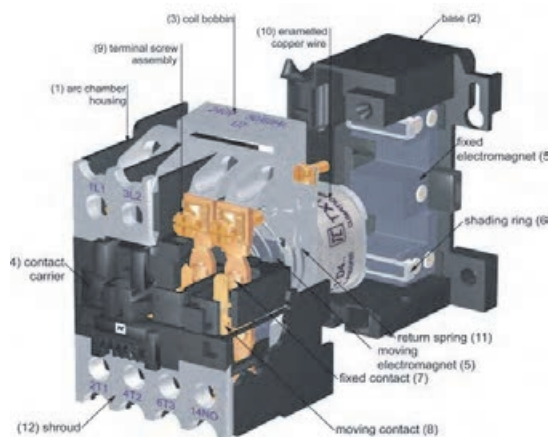
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و اینترنت، در خصوص اجزای تشکیل دهنده و اصول کار کنتاکتور تحقیق کنید.

تحقیق کنید



کنتاکتور

ساختمان و اجزای کنتاکتور و شرح آن را می‌توان در کتاب و منابع فراوان جست‌وجو کرد. در سایت اینترنتی آپارات نیز فیلم‌های متعددی از آن موجود است و کمک کننده خواهند بود.

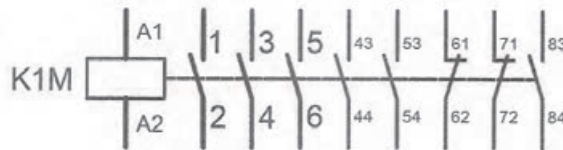


شکل ۸

شماره گذاری کنتاکت‌ها

در کنتاکتورهای استاندارد، کنتاکت‌های اصلی را با اعداد یک رقمی، ۱ و ۳ و ۵ ورودی فازها و ۲ و ۴ و ۶ خروجی فازها نشان می‌دهند. همچنین ورودی فازها با (L_3, L_2, L_1) و خروجی با (T_3, T_2, T_1) در استاندارد (IEC) و با حروف (T و S و R) ورودی و (U و V و W) خروجی در استاندارد (VDE) نشان داده می‌شوند. بعضی از شرکت‌های سازنده، هر سه مشخصه را روی کنتاکتور می‌نویسند. یعنی ورودی را با ($R_1/1/ L_1, S/3/ L_2, T/5/ L_3$) و خروجی را با ($U/2/ T_1, V/4/ T_2, W/6/ T_3$) نشان می‌دهند. کنتاکت‌های فرعی یا کمکی که برای طراحی مدار فرمان به کار می‌رود و جریان کمی از آنها عبور می‌نماید با اعداد دو رقمی نشان داده می‌شوند. رقم دوم در دو ترمینال روبه‌رو نشان دهنده شماره تیغه یا کنتاکت و رقم اول نشان دهنده باز و یا بسته بودن کنتاکت‌ها در حالت نرمال (قطع) است. اگر رقم اول ۱ و ۲ باشد کنتاکت بسته (N.C) و اگر رقم اول ۳ و ۴ باشد کنتاکت باز (N.O) است.

بوبین کنتاکتور را با حروف (A_2, A_1) نشان می‌دهند. روی کنتاکتورها، به منظور مصرف سیم کمتر و اتصالات آسان‌تر سه پیچ (ترمینال)، یک ترمینال برای (A_1) و دو ترمینال برای (A_2)، در دو طرف کنتاکتور برای بوبین در نظر می‌گیرند.



شکل ۹

فعالیت کارگاهی



یک کنتاکتور را باز کنید و اجزای داخلی آن را مشاهده و شناسایی نمایید.

این فعالیت در همه شاخه‌ها و دوره‌های آموزشی برق اجرا می‌شود و هدف از آن شناسایی قطعات کنتاکتورهاست. مطابق شکل فوق یا شکل زیر، اجزای کنتاکتور را پس از جداسازی به فراگیران نشان داده می‌دهند.

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز



شکل ۱۰

پس از تهیه کردن یک کنتاکتور، کنتاکت‌های آن را به‌وسیله یک اهم متر بررسی کنید. سپس به‌صورت دستی قسمت متحرک آن را فشار دهید و همان کنتاکت‌ها را بررسی نمایید.

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت فراگیران، با تیغه‌های باز و بسته و تغییر وضعیت آنها آشنا خواهند شد و متوجه می‌شوند که با فشردن شستی بوبین این اتصالات تغییر می‌کنند.

به کمک هنر آموز، تغذیه الکتریکی بوبین کنتاکتور را متصل کنید و کنتاکت‌های آن را با اهم متر بررسی نمایید.

فعالیت کارگاهی



در اینجا فعالیت فوق، به‌صورت الکتریکی و با فعال کردن بوبین کنتاکتور انجام شود.

مطابق شکل، به ورودی‌های کنتاکت‌های (NO و NC) کنتاکتور یک فاز وصل کنید و خروجی آنها را نیز به دو چراغ و طرف دیگر چراغ‌ها را به نول وصل نمایید. سپس بوبین کنتاکتور را فعال و تغییرات آن را ملاحظه کنید. به نظر شما این کاربرد در کجا مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت، هنر جویان با نحوه عملکرد و کاربری ساده تیغه‌های باز و بسته یک کنتاکتور آشنا می‌شوند. مثلاً در اینجا می‌توان گفت، چراغ‌های روشن و خاموش شونده برای این است که نشان دهند برق در تابلو موجود است و از چراغ دیگر برای فعال نشان دادن مدار استفاده می‌شود.

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: در این فعالیت، سه فاز را وارد تیغه‌های اصلی کنتاکتور کنید. سپس آن را روی تخته کلم موتور وصل نمایید و مانند شکل فعال بسازید. مشاهده می‌کنید که پس از برداشتن دست از روی شستی وصل (استارت)، موتور خاموش می‌شود، دلیل آن چیست؟ برای حل این مشکل چه راهی به ذهنتان می‌رسد؟

در این فعالیت نیز فراگیرنده یک موتور را از طریق کنتاکتور تغذیه می‌کند. اما این کنتاکتور به صورت دائمی فعال نیست و سؤالی را در ذهن دانشجو ایجاد می‌کند که در پودمان بعد به آن جواب داده می‌شود.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، مزایای کنتاکتور را نسبت به سایر کلیدهای دستی، بیابید.

مزایای کنتاکتور، نسبت به سایر کلیدهای دستی

کنترل و فرمان از راه دور ماشین‌های الکتریکی توسط کنتاکتور اقتصادی‌تر و ایمن‌تر است. از خطرات ناشی از راه اندازی مجدد ماشین‌هایی که در اثر قطع ناگهانی برق شبکه از کار می‌افتد، جلوگیری می‌کند. توسط کنتاکتور، قطع و وصل مصرف‌کننده از چندین محل امکان‌پذیر است. امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک، توسط کنتاکتور برای مراحل مختلف کار مصرف‌کننده وجود دارد. عمر مکانیکی کنتاکتور نسبت به سایر کلیدها، بسیار بیشتر است. با طراحی مدار فرمان مناسب، می‌توان سرعت قطع و وصل مدار را توسط کنتاکتور بالا برد. حفاظت دستگاه‌ها توسط کنتاکتور، مناسب‌تر و مطمئن‌تر است. قابل وصل به (PLC) است. احتمال برق‌گرفتگی، به دلیل جدا بودن مدار فرمان و قدرت، کمتر است.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص هر یک از موارد زیر تحقیق نمایید. مقادیر نامی کنتاکتورها، پارامترهای پلاک، جریان‌های نامی، جریان دائمی، جریان کار نامی، ولتاژهای نامی، قدرت قطع، نحوه انتخاب کنتاکتور.

طرز انتخاب کنتاکتور

برای انتخاب کنتاکتور مناسب، با محاسبه جریان مصرف کننده و با رعایت ضوابط ذکر شده در بالا می توان از جداول و کاتالوگ های شرکت سازنده و یا از جدول زیر برای راه اندازی مستقیم و غیر مستقیم موتورهای سه فاز القایی و از جداول دیگر برای راه اندازی موتورهای تک فاز القایی استفاده نمود.

سؤال: علائم زیر در روی کنتاکتور نوشته شده است مفهوم آنها چیست؟

V(ac)	240	440	550	690
KW	4.5	7.5	7.5	7.5
A	18	18	13	9

IEC60947 , EN60947 , B55424 , VDE06060

HL35/32

AC3,E3

AC1 I(th)=40A U(i)=690V

پاسخ:

مفهوم علائم و پارامترهای نوشته شده روی کنتاکتور به شرح زیر است:

HL35/32

HL: تیپ کنتاکتور که مربوط به کارخانه سازنده است.

۳۵: سه عدد کنتاکت اصلی و ۵ عدد کنتاکت فرعی.

۳۲: از ۵ عدد کنتاکت فرعی، ۳ عدد کنتاکت باز (N.O) و دو عدد کنتاکت بسته است (N.L).

VDE0660 و IEC60947 و EN60947 و BS5024 شماره استاندارد و نام استاندارد ساخته شده است.

AC3: جهت راه اندازی موتورهای آسنکرون روتور قفسی با ولتاژ AC، 240 ولت قادر است توان ۵/۴ کیلو وات و جریان ۱۸ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۴۴۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۱۸ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۵۵۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۱۳ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۶۹۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۹ آمپر را تحمل نماید.

این کنتاکتور اگر از آن به صورت (AC₁ برای بارهای اهمی) استفاده شود، می تواند جریان ۴۰ آمپر را در ولتاژ ۶۹۰ ولت تحمل نماید. (ولتاژ عابقی)

E_r: طول عمر کنتاکتور

۳×۱۰^۷ بار (تعداد قطع و وصل)

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد استانداردهای کلید قدرت تحقیق نمایید.

استانداردهای کلید قدرت

کلیدهای قدرت باید برای مدت ۵ سال یا با عملکرد تا ۲۰۰۰ بار تحت شرایط نامی، به تعمیر و نگهداری احتیاج نداشته باشد. وسایل طوری تعیین شوند که برای بازرسی، تعمیر و نگهداری، دسترسی به کنتاکت‌ها یا به مجموعه‌های قطع‌کننده به‌آسانی میسر باشد. تمام کنتاکت‌ها و مجموعه‌های قطع‌کننده باید به سهولت و سریعاً تعویض شوند و امکان تعویض مجموعه کنتاکت و قطع‌کننده به‌صورت غلط وجود نداشته باشد. کلیه سیم‌کشی‌های لازم برای عملکرد صحیح کلیدهای قدرت باید انجام شود. سروصدای ایجاد شده توسط کلید قدرت در هنگام باز و بسته شدن باید تحت هر شرایطی حداقل باشد. در مورد تابلوهای کشویی، ساختارهای که کلید قدرت را حمل می‌کند، باید طوری باشد که اپراتور، وسیله کلیدزنی را به راحتی و به‌صورت امن خارج یا داخل کند. کلیدهای قدرت باید دارای ابعادی باشد تا بتوان نیروی حاصل از این موارد را تحمل کند. ۱. نیروی اتصال کوتاه ۲. نیروی ناشی از لرزش‌ها (مثل زمین لرزه و ارتعاشات و حرکات شناور).

تحقیق کنید



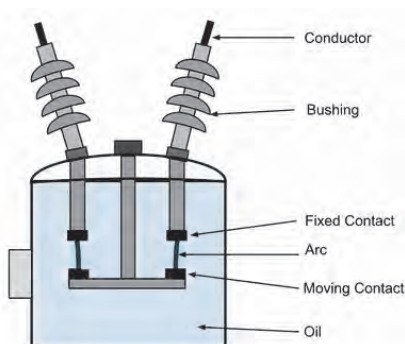
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد کلیدهای روغنی و کاربرد آنها بیشتر تحقیق کنید.

عملکرد کلیدهای روغنی

در این نوع کلید، با جدا شدن کنتاکت متحرک از کنتاکت ثابت و ایجاد جرقه، روغن اطراف جرقه تجزیه می‌شود و گاز تولید می‌گردد (میزان تجزیه روغن به مقدار شدت جریان قطع کلید بستگی دارد و در قطع جریان نامی، نسبت به جریان اتصال، گاز کمتری تولید می‌گردد). تولید گاز باعث می‌شود که در داخل محفظه کوچک (محفظه ای در داخل محفظه قطع که کنتاکت متحرک مسافت $2/3$ در آن طی می‌کند) فشار بالا رود و در لحظه خارج شدن کنتاکت متحرک از محفظه کوچک، روغن با فشار به قوس نازک شده اعمال می‌شود و قوس را خاموش می‌کند (البته با این عمل، علاوه بر خاموش شدن قوس، روغن تمیز جایگزین روغن تجزیه شده می‌شود و مانع از برگشت قوس،

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

در اثر ولتاژ استقرار، می گردد). در این نوع کلید هماهنگی لازم بین جریان قطع و میزان جاری شدن روغن وجود دارد و کلید (Restrict-Free) است.



شکل ۱۲

در این نوع کلیدها گازهای تولید می شود در بالای محفظه جمع شده و با سوپاپ به خارج هدایت می گردد همچنین کربن های ناشی از تجزیه روغن رسوب می کند و به صورت لجن از کلید تخلیه می شود.

انواع کلیدها

۱- bulk oil circuit breaker (bocb)

۲- Single Break Bulk Oil Circuit Breaker

۳- Double Break Bulk Oil Circuit Breaker

۴- minimum oil circuit breaker (mocb)

با مراجعه به کتاب های مرجع و جستجو در اینترنت، در مورد اجزا و عملکرد کلیدهای خلأ تحقیق کنید.

تحقیق کنید



کلید خلأ

کلید خلأ به طور کلی از سه قسمت اصلی زیر تشکیل شده است:

۱- کپسول خلأ از فولاد، کرم، نیکل با کنتاکتورها؛

۲- نگهدارنده کنتاکتورها و ایزولاتورها؛

۳- وسایل مکانیکی رسانای فرمان قطع و وصل.

به علت فشار خیلی کم داخل کپسول، فاصله دو کنتاکت کلید خلأ در حالت قطع برای ولتاژ تا ۳۰ کیلوولت خیلی کم و در حدود ۲۰ میلی متر است در

نتیجه به علت کوچک بودن طول جرقه (در حدود ۲۰ میلی‌متر) و کوتاه بودن زمان جرقه، که ماکزیمم از ۶ میلی‌ثانیه تجاوز نمی‌کند، انرژی قوس الکتریکی در این کلید خیلی کوچک‌تر از کلیدهای مشابه دیگر است و با توجه به اینکه اغلب قوس قبل از رسیدن جریان به صفر قطع می‌شود، می‌توان کلید را با وسیله قطع و وصل سریع نیز مجهز کرد. کلید خلأ امروزه به سبب دارابودن مزایایی از قبیل دوام زیاد، مراقبت کم، امکان قطع و وصل سریع مکرر، در شبکه‌های فشار متوسط تا ۳۰ کیلو ولت، به‌خصوص برای وصل شبکه‌های کاپاسیتیو (خازنی)، بسیار مناسب است.

فیوزها

فعالیت کارگاهی



یک فیوز فشنگی را تهیه کنید و اجزای آن را طبق موارد ذکر شده، شناسایی نمایید.

در این فعالیت کلاسی یک فیوز فشنگی را تهیه و آن را از هم باز می‌کنیم و قسمت‌های مختلف آن را مطابق آنچه در کتاب ذکر و نشان داده شده است، به هنرجو نشان می‌دهیم و از وی می‌خواهیم فیوز را بازسازی کند.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد اجزای فیوزهای مینیاتوری تحقیق کنید.

انواع فیوزهای مینیاتوری و اجزای آن

فیوز مینیاتوری نوع (B) روشنایی

کلید مینیاتوری نوع (B) عموماً در مصارف خانگی و روشنایی کاربرد دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۳ تا ۵ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می‌کنند و حساسیت آنها برای کاربردهای عادی خانگی مناسب است. این کلید به فیوز مینیاتوری تندکار نیز معروف است.

فیوز مینیاتوری نوع (C) موتوری

کلید مینیاتوری نوع (C) بیشتر کاربرد صنعتی دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می‌کنند و زمان قطعشان از تیپ (B) بیشتر است. این کلید به فیوز مینیاتوری کندکار نیز معروف است.

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

فیوز مینیاتوری نوع (D) ترانسفورماتوری

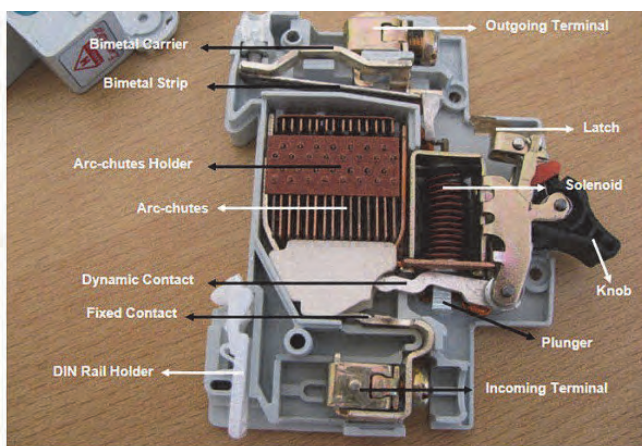
از کلید مینیاتوری نوع (D) برای مصارف صنعتی خاص (مانند مولد های اشعه ایکس X-Ray و ترانسفورماتورها) استفاده می‌شوند. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۱۰ تا ۲۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می‌کنند و زمان قطعشان از تمامی تیپ‌ها بیشتر است.

فیوز مینیاتوری نوع (K) قدرت

از کلید مینیاتوری نوع (K) برای حفاظت در مدارات قدرت، ترانسفورماتور و موتور ها استفاده می‌شود. در این نوع از کلید مینیاتوری حد جریان برای قطع در موارد اضافه بار کمتر از سایر کلیدهاست و در هنگام به وجود آمدن اضافه بار، مدار را سریع‌تر قطع می‌کنند ولی در موارد اتصال کوتاه منحنی قطع این نوع کلید ها بین تیپ (D و C) است.

فیوز مینیاتوری نوع (Z) بسیار حساس:

این نوع از کلید مینیاتوری در هنگامی که جریان عبوری از جریان نامی بیشتر شود، در یک مدت زمان خاص (که از تمامی تیپ‌ها کمتر است) طبق منحنی قطع، فرمان قطع را صادر می‌کند. حساسیت این نوع از کلیدها، هم در مواقع اضافه بار و هم در اتصال کوتاه از تمامی تیپ‌های دیگر بیشتر است و در صورت بروز خطا مدار را سریع‌تر قطع می‌کند. بنابراین کاربرد این نوع فیوزها در مدارات از حساسیت بالایی برخوردار است.



شکل ۱۳

کار کلاسی: با توجه به تحقیق فوق، یک فیوز مینیاتوری را باز کنید و اجزای آن را شناسایی نمایید.

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت یک فیوز مینیاتوری را باز می‌کنیم و مانند شکل فوق، قطعات آن را به هنرجو نشان می‌دهیم.

تحقیق کنید



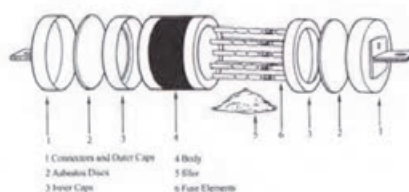
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مشخصه‌ها و خواندن فیوزها تحقیق نمایید.

مشخصات فیوزها

فیوزها رایج‌ترین نوع تجهیزات حفاظتی در برابر جریان اتصال کوتاه‌اند. محافظت توسط فیوز نسبتاً ساده، ارزان و مطمئن است. از آنجاکه فیوزهای سیمی نسبت به فیوزهای فشنگی کمتر است و از آنها استفاده نادرست می‌شود (قرار دادن اندازه نادرست سیم در فیوز)، این نوع فیوز برای به‌کارگیری در تجهیزات شناورها پیشنهاد نمی‌شود.

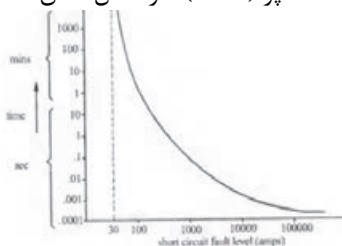
معمولاً در تجهیزات دریایی از فیوزهای فشنگی (HRC) استفاده می‌شود. نمونه‌ای از ساختار این نوع فیوزها در شکل نشان داده شده است.

یکی از معایب فیوز، حساسیت نداشتن در برابر جریان اضافی کوچک است. فیوز (HRC) بعد از دو ساعت تحمل، نسبت به کمتر از ۲۵٪ از بار اضافی، می‌سوزد.



شکل ۱۴

از فواید فیوز، سرعت بالای عملکرد آن (چند میلی‌ثانیه) در برابر جریان زیاد ناشی از اتصال کوتاه مدار است (حتی از دیژنگتورها). منحنی معکوس زمان-جریان برای یک فیوز ۳۰ آمپر (HRC)، در شکل نشان داده شده است.



شکل ۱۵



- ۱- در صورتی که فیوزی بسوزد، باید قبل از تعویض فیوز، علت به وجود آمدن اتصال در مدار، مشخص و تعمیر شود.
- ۲- فیوز جایگزین باید از نظر مقدار جریان، ولتاژ و نوع فیوز با نمونه سوخته مطابقت داشته باشد. به عبارت دیگر فیوز جایگزین باید مشابه فیوز سوخته شده باشد.
- ۳- اگر در شبکه سه فاز در اثر اتصال فقط یکی از فیوزها سوخته شده باشد، همه فیوزهای منبع تغذیه سه فاز را تعویض کنید. چراکه فیوزهای دیگر ممکن است به طور جدی ضعیف شده باشند، در نتیجه برای استفاده بعدی نامطمئن هستند. علائم به کار رفته در فیوزهای (HRC) شامل علائم شامل این موارد است: میزان جریان، ولتاژ، نوع به کارگیری (برای استفاده از موتور، دیود، و ...) اندازه فیزیکی و روش نصب. این علائم توسط تولیدکننده به صورت برجسته مشخص شده اند. بعضی از آنها را می توان تنها با استفاده از کاتولوگ های تولیدکننده تعریف و بیان کرد.

مشخصه جریان / زمان جرعه زنی

مشخصه جریان / زمان پیش از جرعه، که چگونگی عملکرد فیوزها را نشان می دهد یکی از مهم ترین مشخصه های فیوز است. این مشخصه نمایش دهنده زمان مجاز، به عنوان تابعی از جریان اتصال کوتاه، یعنی زمان پیش از جرعه زنی است.

قدرت قطع فیوز

قدرت قطع یا ظرفیت شکست فیوز، نشان دهنده مشخصه عملکرد فیوز در جریان اتصال کوتاه است. به طوری که مشخصات پایه فیوز در همان جریان اتصال کوتاه تغییر نکند. به حداکثر جریانی که فیوز می تواند در هنگام اتصال کوتاه بدون آسیب به پایه و حامل خود حمل کند (قدرت قطع فیوز) می گویند.

جریان قطع فیوز

علاوه بر ظرفیت شکست بالا، برای حفاظت قابل اطمینان تأسیسات الکتریکی در برابر جریان های اتصال کوتاه بالا، اثر محدودکننده جریان که به نام جریان قطع فیوز نامیده می شود فاکتور مهمی است. جریان قطع فیوز به مقدار جریانی گفته می شود که در حالت اتصال کوتاه باعث ذوب المان فیوز می گردد. جریان قطع فیوز باید کمتر از قدرت قطع آن باشد.

محدود کردن جریان اتصال کوتاه

تمام فیوزها در حالت اتصال کوتاه قبل از این که جریان اتصال کوتاه به مقدار جریان مورد نظر برسد، باید عمل کند و جریان را محدود نماید. شکل زیر زمان عملکرد فیوز و طرز محدود شدن جریان اتصال کوتاه را نشان می دهد.
مقدار جریان اتصال کوتاه مورد انتظار: جریانی است که در حالت اتصال کوتاه در صورت قطع نشدن جریان به آن مقدار خواهد رسید.

مقدار پیک جریان اتصال کوتاه: جریانی است که فیوز در آن لحظه عمل می‌کند و جریان عبور را محدود می‌سازد.

تلفات فیوز

به مقدار انرژی الکتریکی که در اثر عبور جریان و تولید حرارت در فیوز از بین می‌رود (تلفات فیوز) می‌گویند.

هرچند که این مقدار تلفات در فیوزها غیرقابل اجتناب هستند ولی برای کاهش توان مصرفی، کاهش خیز حرارتی ناخواسته و افزایش بهره‌وری باید این مقدار اتلاف تا حد ممکن به حداقل برسد.

سلکتویته

در یک تأسیسات الکتریکی استاندارد، در صورت بروز اتصال کوتاه در یک نقطه باید فیوزی عمل کند که در نزدیک‌ترین فاصله، نسبت به آن نقطه، قرار دارد تا قسمت‌های بدون نقص سیستم قادر به ادامه کار باشند، پس رعایت مقادیر نامی فیوزها از بیشترین به کمتر مطابق استاندارد و همچنین نوع فیوزها از نظر عملکرد (تندکار، کندکار) در مسیرهایی که باهم سری می‌گردند الزامی است. اصطلاحاً به این مورد (سلکتویته) می‌گویند. به بیان دیگر (سلکتویته) به معنای قطع فقط یک فیوز نزدیک تر به محل نقص سیستم است.

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: با توجه به تحقیق فوق، چند فیوز مختلف را بیابید و سلامت آنها را تست نمایید.

در این فعالیت ساده می‌توانیم فیوزهای مختلف را جمع‌آوری کنیم و از نظر اتصال، سلامت آنها را بررسی نماییم.



شکل ۱۶

رله

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، درباره عوامل مؤثر در تهیه و انتخاب رله‌ها تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



وقتی که رله‌ها را خریداری می‌کنید باید نسبت به چند متغیر دقت داشته باشید:

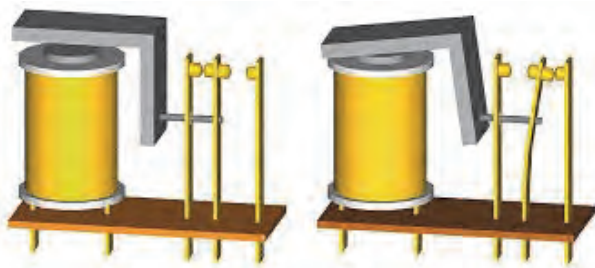
- ۱- ولتاژ و جریانی که برای حرکت دادن تیغه لازم است.
- ۲- ولتاژ و جریان بیشینه‌ای که می‌تواند در تیغه و اتصالات آن به وجود آید.
- ۳- تعداد تیغه‌ها (به طور کلی ۱ یا ۲)
- ۴- تعداد اتصالات تیغه‌ها (به طور کلی ۱ یا ۲)
- ۵- کنتاکت‌ها که به طور طبیعی باز یا بسته می‌شوند. منظور از حالت طبیعی زمانی است که به سیم پیچ رله ولتاژی متصل نباشد. در یک رله ممکن است چندین کنتاکت وجود داشته باشد. به کنتاکت‌هایی که در حالت طبیعی بازند Normally Open یا NO و به کنتاکت‌هایی که در حالت طبیعی بسته‌اند Normally Close یا NC می‌گویند.

یک رله ساده تهیه نمایید و با کمک هنر آموز، توسط اهم متر پایه های آن را پیدا کنید. و سپس دو سر بوبین آن را با تغذیه الکتریکی فعال نمایید و دوباره آن را بررسی نمایید. حال لامپی را به کمک این رله راه اندازی نمایید.

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: یک رله (مثلاً ۵ پایه) را تهیه می‌کنیم و مانند شکل کتاب، مدار آن را می‌بندیم و کنتاکت‌های آن را فعال می‌کنیم. در اینجا می‌بینیم که با یک مدار بسته، جدا گانه یک چراغ با سطح ولتاژ متفاوت کنترل می‌شود.



شکل ۱۷

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، تحقیق نمایید ضرورت تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع الکتریکی چیست و چه اجزائی از شبکه‌های سه فاز را شامل می‌شود؟

ضرورت تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع الکتریکی

سه دلیل اصلی استفاده از تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع عبارت‌اند از: الف) برای حفظ منابع تغذیه در مدارهای سالم و جداسازی تجهیزات معیوب از شبکه توزیع؛

ب) برای جلوگیری از انتشار خرابی به دیگر تجهیزات الکتریکی؛

ج) برای حفاظت کارکنان از برق گرفتگی.

طرح حفاظت در شبکه توزیع با استفاده از دیژنکتورها، فیوزها و رله‌های حفاظتی که (شامل رله جریان زیاد، رله ولتاژ کم، رله ولتاژ زیاد و رله بار زیاد و...) انجام می‌گیرد.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع به مزایای رله‌های دیجیتال تحقیق نمایید.

رله‌های دیجیتال و کاربرد آنها در حفاظت الکتریکی

رشد جهانی برای تقاضای انرژی الکتریکی باعث افزایش شده‌است توسعه در طراحی سیستم‌های قدرت به‌منظور پاسخ‌گویی به تأمین نیازهای مصرف کنندگان افزایش یابد و برای تأمین انرژی الکتریکی مطمئن، ارزان و با کیفیت بالا اقدام شود. به دلیل افزایش مصرف انرژی الکتریکی و افزایش تراکم بارها و منابع تولید الکتریسیته و لزوم عملکرد سریع و مطمئن تجهیزات حفاظت و کنترل، استفاده از تجهیزات حفاظت دیجیتال مورد توجه قرار گرفته است.

حفاظت الکتریکی یکی از مهم‌ترین مسائل در صنعت برق است. از ابتدای پیدایش این صنعت، مسئله تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی همواره با خطاهای احتمالی و نحوه اطمینان‌یابی همراه بوده است. به این معنی که تجهیزات گران قیمتی مانند ژنراتور، ترانسفورماتورهای قدرت و خطوط انتقال باید در مقابل انواع خطاهای احتمالی مورد حفاظت قرار گیرند تا هم این سرمایه‌های با ارزش حفظ شوند و هم انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بیشتری به مصرف کننده برسد. این حفاظت‌ها می‌تواند در مورد کمیت‌های مختلف الکتریکی نظیر جریان، ولتاژ، توان، فرکانس و امپدانس انجام شود. رله‌های حفاظتی وظیفه نظارت بر این کمیت‌ها را دارند و در صورت نیاز باعث قطع واحد مورد حفاظت (تریپ) می‌شوند. رله‌های حفاظتی اولیه بیشتر از نوع

الکترومغناطیسی و از گروه دافعه ای هستند. اشکال اصلی این رله ها این است که مختص یک کمیت الکتریکی هستند، یعنی اگر مثلاً از آنها برای حفاظت اضافه جریان استفاده می شود، دیگر برای حفاظت ولتاژ یا فرکانس قابل استفاده نیستند. حتی رله های اضافه جریان هم تقسیم بندی خاص خود را دارند و استانداردهای مختلفی برای این منظور وجود دارد. در کل، این رله ها به جز تنظیم زمانی و تنظیم جریانی، قابلیت انعطاف دیگری ندارند.

رله های حفاظتی عمومی از نوع دیجیتالی هستند و در نتیجه می توان با تغییر برنامه نرم افزاری آنها نوع حفاظت مورد نیاز را تعیین کرد. بعد از دیجیتالی شدن محاسبات اتصال کوتاه، پخش بار و پایداری سیستم های قدرت، دیجیتالی کردن رله های حفاظتی در سیستم های قدرت یکی از موضوعات جالب و مطرح در سال های اخیر است. موضوع رله های دیجیتالی در اواخر دهه ۱۹۶۰ شروع شد. در اوایل به دلیل بالا بودن هزینه سیستم های دیجیتالی، سرعت پایین و همچنین قدرت مصرفی بالای آنها انگیزه ای جهت کاربرد این تجهیزات به جای رله های معمولی وجود نداشت. پیشرفت قابل توجه سیستم های دیجیتالی، کاهش قیمت، کاهش قدرت مصرفی و اندازه آنها و افزایش سرعت و قدرت محاسباتی آنها این واقعیت را نشان داد که اقتصادی ترین و تکنیکی ترین و همچنین مطمئن ترین رله های حفاظتی در حال حاضر، رله های دیجیتالی است، که جدیدترین نسل رله ها، به شمار می رود. با کاربرد پردازش دیجیتالی و استفاده از میکروپروسسورها، به عنوان واحد پردازش در این گونه رله ها، علاوه بر بالا بردن کارایی و قابلیت رله ها حجم و وزن رله کاهش می یابد و همچنین قیمت طراحی و ساخت پایین می آید. طراحی و ساخت رله های دیجیتالی گام بزرگی در جهت حفاظت دقیق و مطمئن شبکه های گسترده و پیچیده امروزی است. عمده تفاوت رله های دیجیتالی با رله های استاتیکی در کاربرد تراشه ایی به نام

میکروپروسسور یا واحد پردازش مرکزی است. همچنین تراشه متمرکزی به نام میکروکنترلر است که در آن علاوه بر (Cpu)، حافظه های (RAM) و (ROM)، مدارهای واسطه، پورت های ورودی/خروجی، مدارهای وقفه و ... در یک تراشه مدار مجتمع (IC) قرار دارند، در برخی رله های دیجیتالی کاربرد یافته است. یکی از مزیت های اصلی رله های دیجیتالی این است که با تغییر نرم افزار رله و برنامه ریزی مختلف می توان نوع حفاظت رله را تعیین کرد.



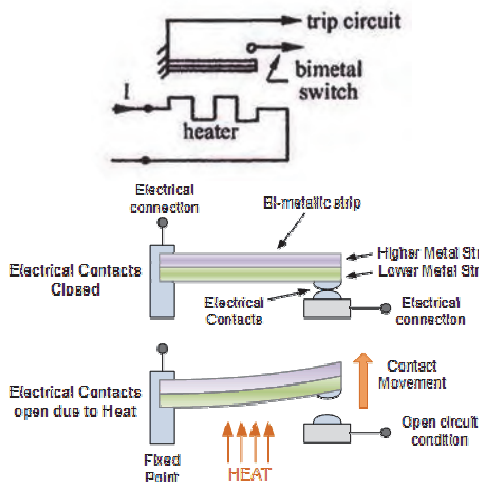
شکل ۱۸



رله بی‌متال (دو فلزی)

در این گونه رله‌ها جریان باعث گرم شدن یک نوار دو فلزی (بی‌متال) می‌شود. نوار بی‌متال از دو فلز با ضریب انبساط طولی مختلف، که به هم چسبیده، تشکیل شده است و به همین جهت در اثر حرارت خمیده می‌شود. از آنجا که این دستگاه تابع درجه حرارت محیط است، هر دستگاه بی‌متال به یک کمپنزاسیون حرارتی مجهز است و چون حرارت زیاد عامل اصلی به‌کار انداختن چنین رله‌ای می‌شود، لازم است پس از عمل کردن رله چند لحظه‌ای صبر کرد تا رله سرد شود و به حالت اولیه خود برگردد و آماده کار مجدد شود. از نوار بی‌متال می‌توان به عنوان سیم حرارتی نیز استفاده کرد. ولی معمولاً گرمکن این رله مجزاً است و از یک سیم‌پیچ مخصوص به خود استفاده می‌کند. توسط این گرمکن است که نوار دو فلزی گرم می‌شود. نظر به این که گنجایش ذخیره حرارتی این رله کم است، توان الکتریکی آن را باید با ثابت زمانی حرارتی دستگاهی که حفاظت می‌شود هماهنگ و تطبیق نمود.

با تغییر جریان الکتریکی سیم‌پیچ گرمکن توسط مقاومت‌هایی که به صورت موازی با آن قرار می‌گیرد، می‌توان تا حدودی زمان مجاز ازدیاد حرارت دستگاهی را که باید محافظت شود، کنترل کرد.



شکل ۱۹

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

با مراجعه به کتاب های مرجع و جستوجو در اینترنت، درباره کاربرد رله کنترل فاز، عملکرد این رله و تنظیمات آن تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



رله های کنترل فاز

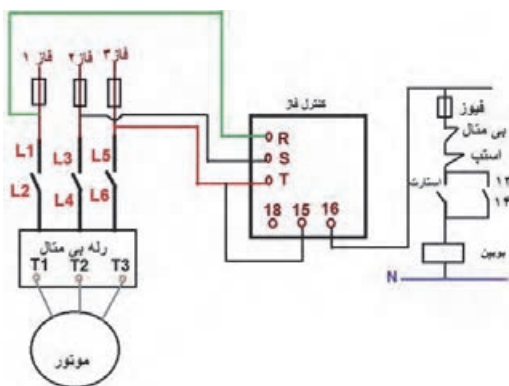
این رله ها به نحوی ساخته شده بودند که با قطع یکی از فازها کل مدار را قطع می کردند. البته اخیراً این رله ها با افت ولتاژ خطوط و یا جابه جایی فاز ها نیز مدار را قطع می کنند.

یک رله کنترل فاز را تهیه کنید و آن را در مسیر سه فاز یک مصرف کننده قرار دهید، سپس دو فاز را از محل فیوز، جابه جا کنید و عملکرد رله کنترل فاز را مشاهده نمایید. سپس یکی از فاز ها را قطع کنید و عملکرد آن را ببینید.

فعالیت کارگاهی



مانند آنچه در شکل کتاب آمده است، یک مدار مربوط به کنترل فاز را ببندید و با جابه جایی دو فاز، عملکرد آن را بررسی کنید. حال با جابه جا کردن دو فاز عملکرد آن را مشاهده کنید.



شکل ۲۰

با مراجعه به کتاب های مرجع و جستوجو در اینترنت، در مورد رله های (SSR) و کاربرد آن تحقیق کنید.

تحقیق کنید



رله حالت جامد یا (SSR)



شکل ۲۱

رله حالت جامد (SSR) مخفف عبارت (State Relay Solid) و به معنای نوعی کلید الکترونیکی است. رله حالت جامد (SSR) یک المان سوئیچینگ الکترونیکی است که کاری شبیه رله‌های الکترومکانیکی را انجام می‌دهد ولی هیچ عضو متحرکی ندارد و دارای عمر طولانی‌تری است.

در داخل رله حالت جامد روی هر ترانزیستور، ولتاژ کوچکی افت می‌کند. مجموع این ولتاژها جریانی را که این رله می‌دهد، را محدود می‌کند. با ترانزیستورهای پیشرفته‌تر، می‌توان به این نوع رله‌های جریان بالا دست یافت آنها

جریان‌های ۱۰۰ تا ۱۲۰۰ آمپر را تأمین کنند و هم اکنون نیز به صورت تجاری قابل دسترس‌اند.

عملکرد رله حالت جامد شبیه رله‌های الکترومکانیکی است، با این تفاوت که در این المان هیچ قسمت متحرکی وجود ندارد و نسبت به آن دارای ابعاد کوچک‌تری است. نبودن قسمت متحرک در این رله موجب افزایش عمر قطعه شده و در مداراتی که تعداد دفعات کلید زدن آن زیاد است، کاربرد دارد.

پارامترهای مهم انتخاب یک رله حالت جامد (SSR)

۱- محدوده و نوع محدوده و نوع ولتاژ کنترلی جهت قطع و وصل این رله شامل دو حالت (DC Control Input) و (AC Control Input) است.

۲- ولتاژی که به دو سر خروجی وصل می‌شود (به دو سر سوئیچ) نیز دارای دو حالت (DC) یا (AC) است.

۳- حداکثر جریان قابل عبور از سوئیچ الکترونیکی در خروجی است.

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد رله زمانی (تایمر) و انواع آن تحقیق نمایید.

رله زمانی (تایمر)

تایمر نیز مانند شستی و میکروسوییچ می تواند به کنتاکتور فرمان دهد. تفاوت تایمر با شستی و میکروسوییچ در نوع فرمان آنهاست. به این ترتیب که شستی به وسیله دست انسان و میکروسوییچ توسط اعمال مکانیکی دستگاه فرمان می گیرند ولی تایمر به طور خودکار فرمان می دهد.

تایمرها انواع مختلفی دارند. متداول ترین آنها عبارت انداز:

تایمر موتور دار

این نوع تایمر، که از موتور کوچکی تشکیل شده است، از طریق چرخ دنده یک دیسک را در مقابل میکروسوییچ می چرخاند.

ساختمان داخلی تایمر موتوری

محل دیسک در لحظه شروع به کار، قابل تنظیم است و پس از تنظیم زمان آن (توسط زائیده خارجی) و تغذیه تایمر، موتور با دور ثابت به گردش در می آید و با گردش موتور، زمان تایمر شروع می شود. تایمر پس از گردش، بر اثر برخورد با زائیده دیسک، متوقف می شود و به میکروسوییچ داخلی فرمان می دهد. آن گاه کنتاکت های تایمر عمل می کنند و اتوماتیک قطع می شود و موتور از کار می - افتد. زمان وصل این رله ها از دهم ثانیه تا به طور دایم قابل تنظیم است.



شکل ۲۲

رله زمانی الکترونیکی

از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمان های کمتر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می شود. در ساختمان این تایمرها، از مدارها و اجزای الکترونیکی استفاده شده است. در نوعی از این تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن، بوبین یک رله کوچک تحریک می شود. اصول ساختمان تایمر الکترونیکی بر

مبنای مدار (RC) خازن و مقاومت و برحسب ثابت زمانی استوار است. تنظیم این نوع تایمرها به مقدار مقاومت سر راه خازن بستگی دارد.



شکل ۲۳

تایمر حرارتی و تایمر پنوماتیک از انواع دیگر تایمرها هستند.

فعالیت کارگاهی



مانند شکل، یک تایمر تهیه کنید و قسمت بوبین آن را با یک کلید ساده فعال نمایید. به تیغه‌های آن دو لامپ متصل کنید و نتیجه را ببینید.

مانند شکل کتاب، تیغه‌های یک تایمر را فعال نمایید و نتیجه را روی لامپ‌ها مشاهده نمایید. می بینید که لامپ روشن، خاموش و لامپ خاموش، روشن می‌شود: یعنی تیغه باز، بسته و تیغه بسته، باز می‌شود. در این فعالیت فقط هدف ما دیدن عملکرد تیغه‌های تایمر است. نحوه استفاده از این تیغه‌ها در فصول بعد آموزش داده خواهد شد.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۱	به کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه توزیع	تجهیزات: طبق نظر هنرآموز مکان: طبق نظر هنرآموز	بالاتر از حد انتظار	<p>۲- هنرجو کاربری و تقسیم بندی کلیدها را بداند و بتواند از کلیدهای مطرح شده در مدار استفاده نموده و راه اندازی کند.</p> <p>۳- کاربری و تقسیم بندی و تست فیوزها را بداند و قطعات و مشخصات آنها را بگوید.</p> <p>۴- رله ها را شناسایی کرده و تقسیم بندی نماید. همچنین مشخصات و عملکردشان را بگوید.</p>	۲
			در حد انتظار	<p>۲- کاربری ها و تقسیم کلیدها را به طور کامل انجام ندهد.</p> <p>۳- کاربری، تست و مشخصات فیوزها را به کامل بیان نکند.</p> <p>۴- تقسیم بندی ها و کارکرد های رله را به طور کامل بیان نکند.</p>	۲
			پایین تر از حد انتظار	<p>۱- انواع و تقسیمات کلیدها را ناقص بیان کند و نتواند مدارهای مربوطه را فعال کند.</p> <p>۲- فیوزها را ناقص شناسایی کرده و نتواند مشخصات آنها را بیان نماید.</p> <p>۳- کاربری رله ها و تقسیم بندی آنها را ناقص بیان نماید.</p>	۱

تابلوه‌ها و ترانس‌های توزیع

قسمتی از شبکه‌های توزیع سه‌فاز که در مدارهای توزیع نقش‌هایی غیر از قطع و وصل کردن ایفا می‌کنند. در این بخش مورد بررسی قرار خواهند گرفت و در این جا با عملکرد آنها آشنا خواهیم شد.

شینه بندی

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد عوامل مؤثر در شینه بندی و همچنین اهمیت حفاظت از شینه تحقیق نمایید.

عوامل مؤثر در شینه بندی

- ۱- قابلیت اطمینان و تداوم سرویس دهی
 - ۲- موقعیت پست در شبکه
 - ۳- ولتاژ و ظرفیت پست
 - ۴- اهمیت مصرف کننده
 - ۵- وضعیت پست از نظر توسعه و تعمیر در حالت کار عادی شبکه (Switching).
- به‌دلیل زیر حفاظت شینه بسیار اهمیت دارد:
- ۱- سطح اتصال کوتاه در شینه‌های پست انتقال قدرت، بسیار زیاد است.
 - ۲- پایداری سیستم قدرت اغلب متأثر از خطا در محدوده شینه است.
 - ۳- دوام اتصال کوتاه روی شینه‌ها باعث می‌شود هادی‌ها بیش از حد تحمل گرم شوند و در نتیجه آسیب ببینند. لذا این اتصالی باید در کوتاه‌ترین مدت رفع گردد.
- ### ترانس

تحقیق کنید



با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد معایب و مزایای انواع ترانس‌های تک و سه فاز تحقیق کنید.

مزایای عمده یک ترانس سه فاز در مقایسه با انواع ترانس‌های تک فاز عبارت‌اند از:

فضای کمتری را در عین داشتن مقادیر نسبی مساوی اشغال می‌کند، وزن کمتری دارد، حدود ۱۵٪ ارزان‌تر است و علاوه بر این‌ها برای راه‌اندازی و اتصال فقط یک دستگاه، جابه‌جا یا متصل می‌شود.

فعالیت کارگاهی



یک ترانس جریان تهیه کنید و مشخصات اصلی، از جمله نسبت تبدیل آن را بخوانید.

نحوه بکار گیری اجزای شبکه های سه فاز

در این فعالیت علائم و ولتاژها و نسبت تبدیل ترانس را روی آن می خوانیم. تصویر نمونه یک ترانس جریان در کتاب آمده است، که با نسبت تبدیل 100 به 5 کاهنده است.

فعالیت کارگاهی

یک ترانس 220 ولت به 12 ولت را تهیه کنید و مقاومت ورودی و خروجی آن را اندازه بگیرید. از این فعالیت چه نتیجه ای می گیرید؟



در این فعالیت، یک ترانس کاهنده ولتاژ را تهیه می کنیم و امپدانس ورودی و خروجی آن را می گیریم و با توجه به تعداد دور کمتر و در نتیجه طول هادی کمتر، به مقاومت کمتری در خروجی مواجه می شویم.



شکل ۲۴

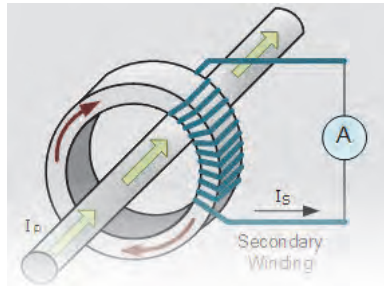
دستگاه های اندازه گیری

مدار مربوط به ترانس جریان و آمپر متر روی تابلوی برق به صورت زیر است. در صورت امکان این مدار را در یک تابلو پیاده سازی کنید.

فعالیت کارگاهی



در این فعالیت مطابق شکل کتاب برای اندازه گیری جریان از ترانس جریان در یک مدار واقعی استفاده می شود. این مدار در تابلوها کاربرد وسیعی دارد.



شکل ۲۵

مقره

فعالیت کارگاهی



کار کلاسی: یک شینه را تهیه کنید و یک مقره را مانند شکل زیر، به یک تابلو برق محکم نمایید. مقاومت بین شینه و بدنه تابلو را اندازه بگیرید (در صورت امکان با متر اندازه گیری کنید).

در این فعالیت مقاومت عایقی بین باسبارها و بدنه (یا همان مقاومت مقره) اندازه گیری می شود، که حد اقل باید در تابلوهای ۳۸۰ ولت حدود ۲ مگا اهم یا بیشتر باشد (البته اگر با اهم متر اندازه گیری شود بی نهایت ملاحظه خواهد شد).



شکل ۲۶

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره دهی)	نمره
			بالاتر از حد انتظار	<ul style="list-style-type: none"> باسبار را بشناسد و کاربری و مزایای آن را برشمرد. انواع ترانس‌ها را از لحاظ مختلف تقسیم‌بندی نموده وظایفشان را بیان کند. کاربری و نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری را بداند و از برخی از آنها استفاده نماید. انواع مقره‌ها را شناسایی نموده و کاربری و وظایفشان را بیان نماید. انواع مختلف تابلوهای برق و کاربردشان را از جنبه‌های گوناگون بداند. 	۲
۲	تابلوها و ترانس‌های توزیع	تجهیزات: طبق نظر هنرآموز مکان: طبق نظر هنرآموز	در حد انتظار	<ul style="list-style-type: none"> تقسیم‌بندی، مزایا و مشخصات باسبار را تقریباً بیان کند. تقسیم‌بندی و کاربری ترانس‌ها را به خوبی بیان نکند. کاربری، تعاریف و استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری را کامل بیان نکند. تقسیم‌بندی‌ها، وظایف و کاربری مقره‌ها را کامل بیان نکند. انواع تابلوها و تقسیم‌بندی و کاربردشان را به طور کامل بیان نکند. 	۲
			پایین تر از حد انتظار	<ul style="list-style-type: none"> تقسیم‌بندی‌ها و مزایای باسبار و نکات آن را خیلی ناقص بیان نماید. تقسیم‌بندی‌ها و وظایف ترانس‌ها را خیلی ناقص بیان نماید. نتواند به درستی دستگاه‌های اندازه‌گیری را شناسایی کند و کاربرد آنها را بگوید. انواع مقره‌ها و کاربرد آنها را ناقص بیان کند. تقسیم‌بندی تابلوهای برق را خیلی ناقص انجام دهد. 	۱

ارزشیابی شایستگی نحوه به کارگیری اجزای شبکه‌های سه فاز

<p>شرح کار</p> <p>شبکه توزیع و اهمیت اجزای آن؛ کاربری انواع کلیدها در شبکه توزیع؛ کاربری انواع فیوزها و رله های مختلف در شبکه توزیع؛ به کارگیری انواع باس بارها و مقره‌ها؛ کاربری انواع ترانس در شبکه قدرت؛ کاربری دستگاه‌های اندازه گیری در سیستم توزیع؛ کاربری انواع تابلوهای برق در شبکه توزیع.</p>																							
<p>استاندارد عملکرد</p> <p>شناسایی، تعریف، نحوه عملکرد و به کار گیری اجزا و قطعات مختلف در شبکه‌های توزیع.</p>																							
<p>شاخص‌ها</p> <p>- توانمندی شناسایی و شرح عملکرد و کاربری اجزای شبکه.</p>																							
<p>شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:</p> <p>شرایط: کارگاه برق و تأسیسات مجهز به اجزای سه فاز، بازدید از تجهیزات در شناورها. ابزار و تجهیزات: انواع اجزای معرفی شده در متن این بخش و ابزار مصرفی مورد نیاز.</p>																							
<p>معیار شایستگی:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>به کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>بررسی تابلوهای توزیع</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	به کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه	۱		۲	بررسی تابلوهای توزیع	۱			شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...	۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																				
۱	به کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه	۱																					
۲	بررسی تابلوهای توزیع	۱																					
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...	۲																					
میانگین نمرات			*																				