

مونتاز تابلوهای برق فشار ضعیف



تهیه شده در شرکت مهندسی و بازرگانی پاک نیرو البرز





سنة ١٤٤٤ هـ

فهرست

۱	مقدمه	۱
۲	شناخت تجهیزات بکار رفته در تابلو برق	۲
۲	کلید ولت‌متر و آمپر‌متر	•
۳	انواع کلیدهای گردون	•
۴	پوشش باتن	•
۵	کلید اتوماتیک MCCB	•
۶	کلید اتوماتیک MCB	•
۷	کلید محافظ جان RCCB	•
۱۰	کلید MPCB	•
۱۲	کلید هوایی ACB	•
۱۶	پریرز تابلویی	•
۱۶	میکروسوییچ	•
۱۷	فیوزها	•
۱۸	کلید فیوز	•
۱۹	کلید اضطراری (امر جنسی)	•
۱۹	ریل	•
۲۰	ترمینال	•
۲۰	گلند	•
۲۱	شینه (باس بار)	•
۲۱	شینه ارت و نول	•
۲۲	مقره	•
۲۲	داکت	•
۲۳	لامپ سیگنال	•
۲۳	وایرشو و کابلشو	•
۲۵	بست کمربندی و نوار فرم (ماکارونی)	•
۲۵	ترموستات تابلویی	•
۲۶	فن فیلتر، فیلتر و هیترهای تابلویی	•
۲۷	ترانس ایزوله	•
۲۸	ترانس CT	•

۲۹	.....	• کنتاکتور	•
۳۲	.....	• کنتاکتور خازنی	•
۳۳	.....	• کنتاکتور الکترونیکی (SSR)	•
۳۵	.....	• بیمتال	•
۳۸	.....	• تایمر	•
۴۰	.....	• رله فیندر	•
۴۱	.....	• رله ضربه‌ای	•
۴۲	.....	• رله برد	•
۴۳	.....	• خازن اصلاح	•
۴۴	.....	• رگولاتور خازنی	•
۴۵	.....	• کنترل فاز	•
۴۵	.....	• کنترل بار	•
۴۶	.....	• دستگاه‌های اندازه‌گیری	•
۴۷	.....	• اینورتر (درایو)	•
۴۸	.....	• سافت استارتر	•
۴۹	.....	• رله‌های هوشمند (لوگو)	•
۵۰	.....	• پی ال سی PLC	•
۵۲	.....	• پنل مانیتورینگ HMI	•
۴۳	.....	۳. تقسیم بندی تابلوهای برق	
۴۹	.....	۴. روند ساخت یک تابلو	
۵۴	.....	۵. پیوست	

۱. مقدمه

امروزه تابلوهای برق یکی از عناصر اصلی واحدهای صنعتی و مسکونی محسوب می شوند. تابلو برق عبارت است از محفظه‌ای معمولاً بسته که تجهیزات الکترونیکی، اتوماسیون یا برق صنعتی می تواند در آن نصب شود. وظایف انواع تابلوها عبارتند از:

۱. کنترل دستی یا اتوماتیک یک فرایند صنعتی

۲. توزیع بین تجهیزات

۳. اصلاح ضریب توان

پس از تبدیل ولتاژ فشار قوی به ولتاژ ضعیف در پست‌های کاهنده، جهت تقسیم انرژی الکتریکی از تابلوهای فشار ضعیف استفاده می شود. تنوع مصرف کننده‌ها، احتیاجات مختلف در مورد طرح و اندازه تابلوهای فشار ضعیف را ایجاب می نماید. در نتیجه تابلوهای فشار ضعیف (LV) با اندازه‌ها یا استاندارد تهیه شده و بسته به احتیاج به کلیدهای خودکار و یا با ترکیب کلید و فیوزهای متعدد و همچنین دستگاه‌های اندازه‌گیری و غیره برای مدارهای خروجی مجهز می گردد.

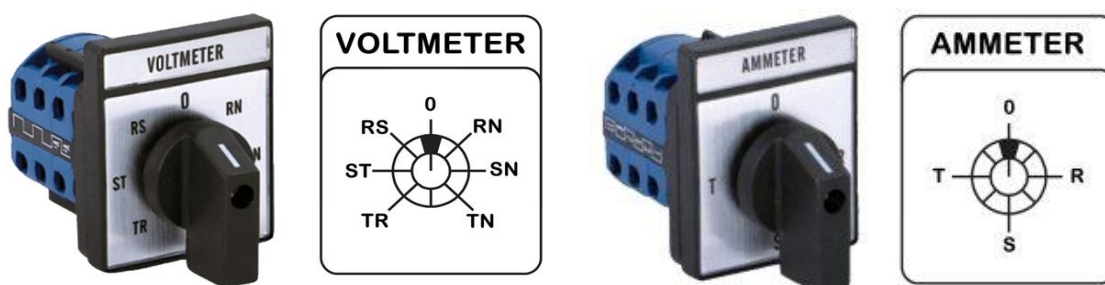
در این راستا گروه تحقیق و توسعه شرکت پاک نیرو البرز با توجه به نیاز صنعت برق کشور اقدام به تهیه جزوات و مطالب آموزشی جهت ارتقای کاربران این صنعت نموده است. امیدواریم مطالب ذیل مورد نظر کاربران عزیز قرار گیرد.

۲. ساخت تجهیزات بکار رفته در تابلو برق

در تابلوهای برق فشار ضعیف یک سری تجهیزات بطور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند که آشنایی با آنها از ملزومات این شاخه می‌باشد که به بررسی آنها می‌پردازیم.

• کلید ولت‌متر و آمپر متر

با اتصال این کلید به ولت‌متر می‌توان ولتاژهای مختلف خط و فاز را در سه فاز با تغییر سلکتور آن اندازه‌گیری کرد. و با اتصال کلید به آمپر متر می‌توان جریان ۳ فاز را بر روی آمپر متر مشاهده نمود.

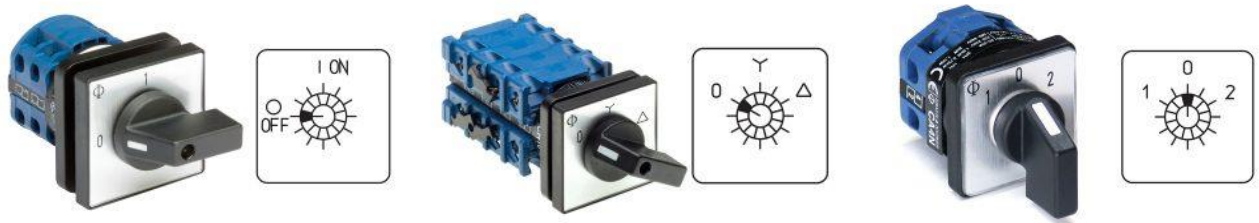


شکل ۱: کلید ولت‌متر و کلید آمپر متر

• انواع کلیدهای گردون

کلیدهای گردان جهت قطع و وصل سه فاز، چپگرد و راستگرد موتور به صورت دستی و یا ستاره و

مثلث کردن کردن موتور استفاده می شوند.



شکل ۲: بترتیب از راست کلید چپگرد راستگرد، کلید ستاره مثلث، و کلید صفر و یک



شکل ۳: چند نمونه کلید گردان پر کاربرد

• پوش باتن

یک پوش باتن، یک مکانیسم سوئیچ معمولی برای کنترل برخی فعالیت‌های سیستم می‌باشد. کلیدهای فشاری که از مدل‌های مختلف و با شکل‌ها و مکانیزم متفاوت به وفور در بازار می‌توان یافت. پوش باتن‌ها در واقع در صورتی که توسط اپراتور فشار داده شود یک عملکرد را از خود نمایان می‌سازد. پوش باتن‌ها می‌توانند بصورت لحظه‌ای بوده، یعنی به محض اینکه آن را فشار دهیم عمل کرده و اگر دست از روی آن برداریم به حالت اول خود برگردد و یا می‌تواند به این صورت عمل کند که با فشار دادن آن عمل کرده و در همان موقعیت باقی بماند و با فشردن مجدد به حالت اول خود برگردد. پوش باتن‌ها همچنین در رنگ‌های مختلف نیز ساخته می‌شود که هر کدام از این رنگ‌ها نمایانگر یک نوع عملکرد می‌باشد. مثلاً رنگ قرمز برای استپ کردن سیستم و رنگ سبز برای استارت و یا راه اندازی ماشین مورد استفاده قرار می‌گیرند. این قابلیت باعث می‌شود که اپراتور در هنگام کار با این کلیدها دچار اشتباه نشود.



شکل ۴: پوش باتن دوبل و تکی

• کلید اتوماتیک MCCB

کلید اتوماتیک MCCB که دارای دو مدار حفاظت حرارتی و حفاظت مغناطیسی در خود است. این کلید معمولاً به عنوان کلید اصلی در تابلوهای برق استفاده می‌شود و بیشتر در جریان‌های بالای ۱۰۰ آمپر ساخته می‌شود.



شکل ۵: چند نمونه کلید اتومات MCCB

به منظور حفاظت از تاسیسات روشنایی، برق صنعتی، سیم، کابل و ماشین آلات در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه از کلید اتوماتیک (کامپکت) استفاده می‌شود. کلیدهای اتوماتیک به لحاظ بعضی از مزایا نسبت به فیوزها از قبیل قطع همزمان سه فاز و در نتیجه جلوگیری از دوفاز شدن برق و سوختن موتورها، قابل بهره‌برداری بودن بعد از هربار قطع کاربرد گسترده پیدا کرده‌اند. کلیدهای اتوماتیک با جریان نامی ۲۱ الی ۱۶۱۱ آمپر و با ابعاد متنوع و قدرت اتصال کوتاه تا ۵۱ کیلوآمپر در دو نوع ترمومگنتیک و الکترونیکی تولید و عرضه می‌گردد. کلیدهای اتوماتیک ترمومگنتیک دارای رله‌های مگنتیک و حرارتی می‌باشند که رله مگنتیک عمل قطع مدار در زمان اضافه جریان و رله حرارتی قطع مدار در زمان اضافه بار را برعهده و در کلیدهای اتوماتیک الکترونیکی اضافه جریان توسط مدارهای الکترونیک کنترل و فرمان قطع به رهاساز کلید داده می‌شود.

• کلید اتوماتیک MCB

کلید اتوماتیک MCB که دارای دو مدار حفاظت حرارتی و حفاظت مغناطیسی در خود است. این

کلید معمولاً به عنوان کلید فرعی در تابلو برق استفاده می شود و بیشتر در جریان های زیر ۱۰۰ آمپر

ساخته می شود.



شکل ۶: کلید اتوماتیک MCB

فیوز وسیله ای است که مدارهای الکتریکی را در برابر جریان غیر مجاز محافظت می کند. اگر

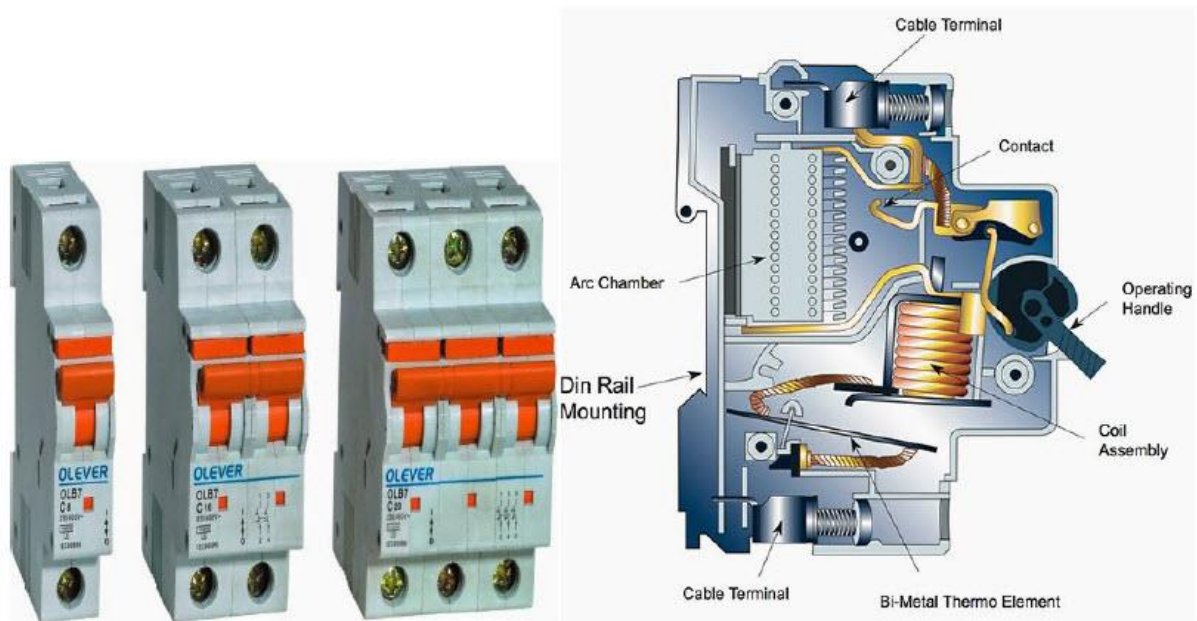
جریانی غیرمجاز نامی از فیوز بگذرد فیوز می سوزد و بدین ترتیب جریان برق، قطع خواهد شد. به

عبارت ساده، فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تجهیزات و مدارات الکتریکی به کار برده می شود تا

در مواقعی که جریانی بیشتر از حد انتظار از وسیله عبور می کند، با سوختن فیوز مدار قطع شود تا

تجهیزات دیگر آسیبی نبینند. این وسیله اولین بار توسط توماس ادیسون در سال ۱۸۹۱ میلادی ثبت

اختراع شده است.



شکل ۷: المان‌های داخلی کلید اتومات MCB

نحوه عملکرد عنصر اصلی ساخت فیوز بدین صورت است که یک نوار فلزی که در داخل یک محفظه غیر رسانا قرار دارد، با عبور جریان بیش از حد مجاز، باعث ذوب نوار فلزی گردیده و مدار الکتریکی قطع می‌شود.

• کلید محافظ جان RCOB

نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم‌های رفت و برگشت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد مدار را قطع می‌کند و وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه یکی از دستگاه‌های الکتریکی باشد که در آن جریان الکتریکی به جای برگشتن از سیم نول از راه زمین به منبع برمی‌گردد که اصطلاحاً می‌گویند جریان نشت کرده است.



شکل ۸: کلید محافظ جان

کلید محافظ نشتی جریان به صورت دو پل (برای مدار تکفاز) و چهار پل (برای مدار سه فاز)

عرضه شده و دارای سه تیپ کلی می باشد.

۱. کلید محافظ نشتی جریان تیپ AC

کلید محافظ جان یا کلید محافظ نشتی جریان RCCB تیپ AC قابلیت تشخیص جریان های نشتی

با شکل موج متناوب AC را دارند. این گروه از کلید محافظ جان به صورت ۲ پل و ۴ پل در دسترس

است. رنج جریان نامی از ۱۶ تا ۱۲۵ آمپر و رنج جریان نشتی $0.01A$ ، $0.03A$ ، $0.1A$ ، $0.3A$ ، $0.5A$

A و ولتاژ کاری ۲۰۰ تا ۴۰۰ ولت می باشد.

کلید محافظ نشتی جریان تیپ A

کلید محافظ نشتی جریان RCCB تیپ A قابلیت تشخیص جریان نشتی با شکل موج متناوب AC

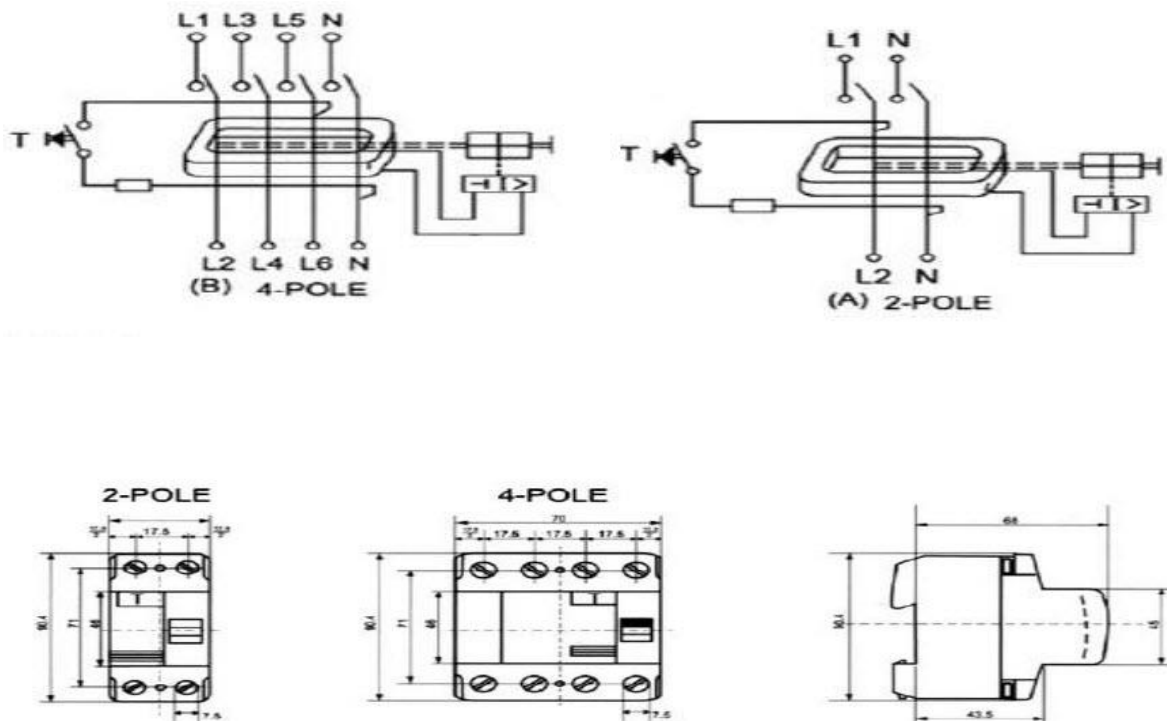
و مستقیم DC پالسی را دارند. این گروه کلید محافظ جان در انواع ۲ پل و ۴ پل ارائه می گردند. رنج

جریان نامی از ۱۶ تا ۸۰ آمپر و رنج جریان نشتی $0.01A$ ، $0.03A$ ، $0.1A$ ، $0.3A$ ، $0.5A$ بوده و

ولتاژ کاری ۲۰۰ تا ۴۰۰ ولت است. مدل خاصی از این کلید محافظ جان برای شبکه‌هایی با ولتاژ ۵۰۰ ولت نیز ارائه شده است.

کلید محافظ نشتی جریان تیپ B

کلید محافظ نشتی جریان RCCB تیپ B قابلیت تشخیص جریان نشتی با شکل موج متناوب AC و مستقیم DC پالسی تا فرکانس ۱ مگاهرتز و مستقیم DC صاف را دارند. این گروه کلید محافظ جان نیز در انواع ۲ پل و ۴ پل ارائه می‌گردند. رنج جریان نامی از ۱۶ تا ۱۲۵ آمپر و رنج جریان نشتی A ۰/۳ تا ۰/۳ A بوده و ولتاژ کاری ۲۳۰ تا ۴۰۰ ولت است. همچنین مدل‌های خاصی از این تیپ با قابلیت کار تا ولتاژ ۵۰۰ ولت و یا رنج جریان نشتی تا ۰/۵ آمپر نیز وجود دارند.



شکل ۹: شمای فنی کلید محافظ جان

کلید MPCB

این کلید مانند کلیدهای MCCB بوده منتها مخصوص حفاظت موتورهای سه فاز است. این المان

جایگزین مناسبی برای بی‌متال و در بعضی از مدل‌ها جایگزین کنتاکتور است.



شکل ۱۰: کلید MPCB

سه فاز از یک طرف وارد کلید شده و از طرف دیگر خارج می‌شود. امکانات این کلید عبارتند

از:

۱. کنتاکت‌های کمکی Auxiliary Contact

استفاده از این کنتاکت‌ها در سیگنالینگ و مدار فرمان می‌باشد و با باز و بسته شدن کلید و

کنتاکت‌های اصلی، کنتاکت‌های کمکی تغییر وضعیت می‌دهند. مثلاً می‌توان از این کنتاکت‌ها برای

روشن و خاموش شدن یک لامپ سیگنال که نشان دهنده عملکرد موتور است استفاده کرد. می‌توانیم

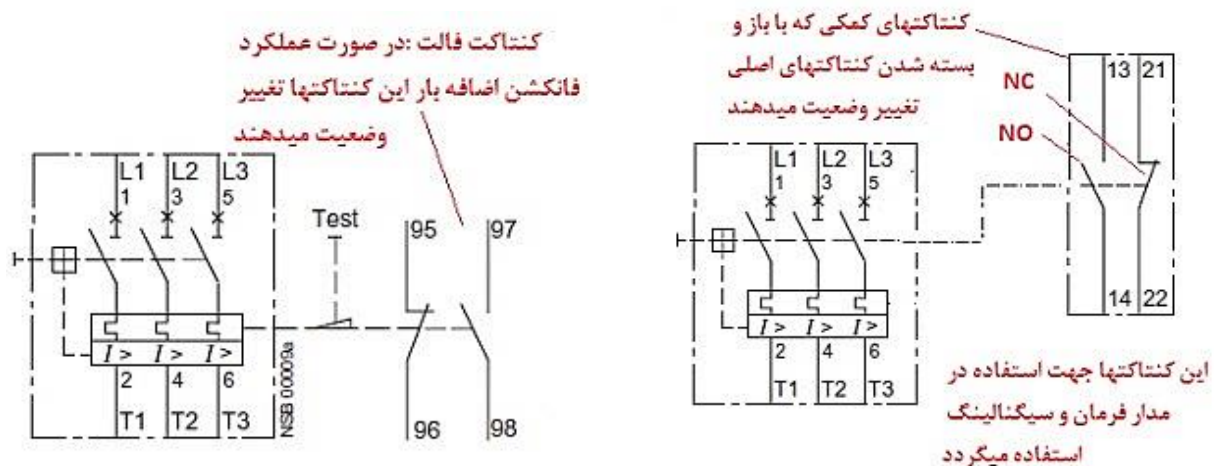
یک تک فاز به ترمینال‌های ۱۳ و ۲۱ متصل کرده و از ترمینال ۱۴ برای لامپ سیگنال سبز رنگ (روشن

بودن موتور) و از ترمینال ۲۲ برای لامپ سیگنال قرمز رنگ (خاموش بودن موتور) سیم کشی نمود.

از این ترمینال‌ها برای اتصال ۲۴ ولت DC به ورودی‌های PIC جهت مانیتورینگ صنعتی هم می‌توان استفاده کرد.

۲. کنتاکت‌های خطا Fault Contact

هدف استفاده از این کنتاکت‌ها، در صورت عملکرد المان اضافه بار (Thermal) در کلید و یا اتصال کوتاه (Magnetic) است. این کنتاکت‌ها تغییر وضعیت داده و بیانگر نوعی خطا در پایین دست کلید یعنی همان موتور می‌باشند. این نکته الزامی است که در صورت باز شدن کلید در حالت عادی (Normal Operation) این کنتاکت‌ها تغییر وضعیت نمی‌دهند. این کنتاکت‌ها را می‌توان برای اعلام خطا استفاده کرد مثلاً برای روشن کردن لامپ‌های سیگنال نشان دهنده خطای موتور یا روشن کردن stack light در محیط صنعتی از این کنتاکت‌ها هم می‌توان برای رساندن ۲۴ ولت به ورودی‌های PIC جهت مانیتورینگ و ثبت خطاهای موتورها استفاده کرد.



شکل ۱۱: شمای فنی کلید MPCB

• کلید هوایی ACB

این کلیدها از انواع دیگری از کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف هستند که در آمپراژ بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان دائم، نرم این کلیدها از ۶۳۰ آمپر تا ۶۳۰۰ آمپر است. مورد مصرف این کلیدها عمدتاً در ورودی تابلوها می‌باشد که هم جریان بالایی دارد و هم برقراری Selectivity کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی که معمولاً از نوع کمپکت می‌باشند ضروری است. در صنایع سیمان، نفت و مخابرات استفاده ویژه از این کلید می‌شود.



شکل ۱۲: کلید هوایی ACB

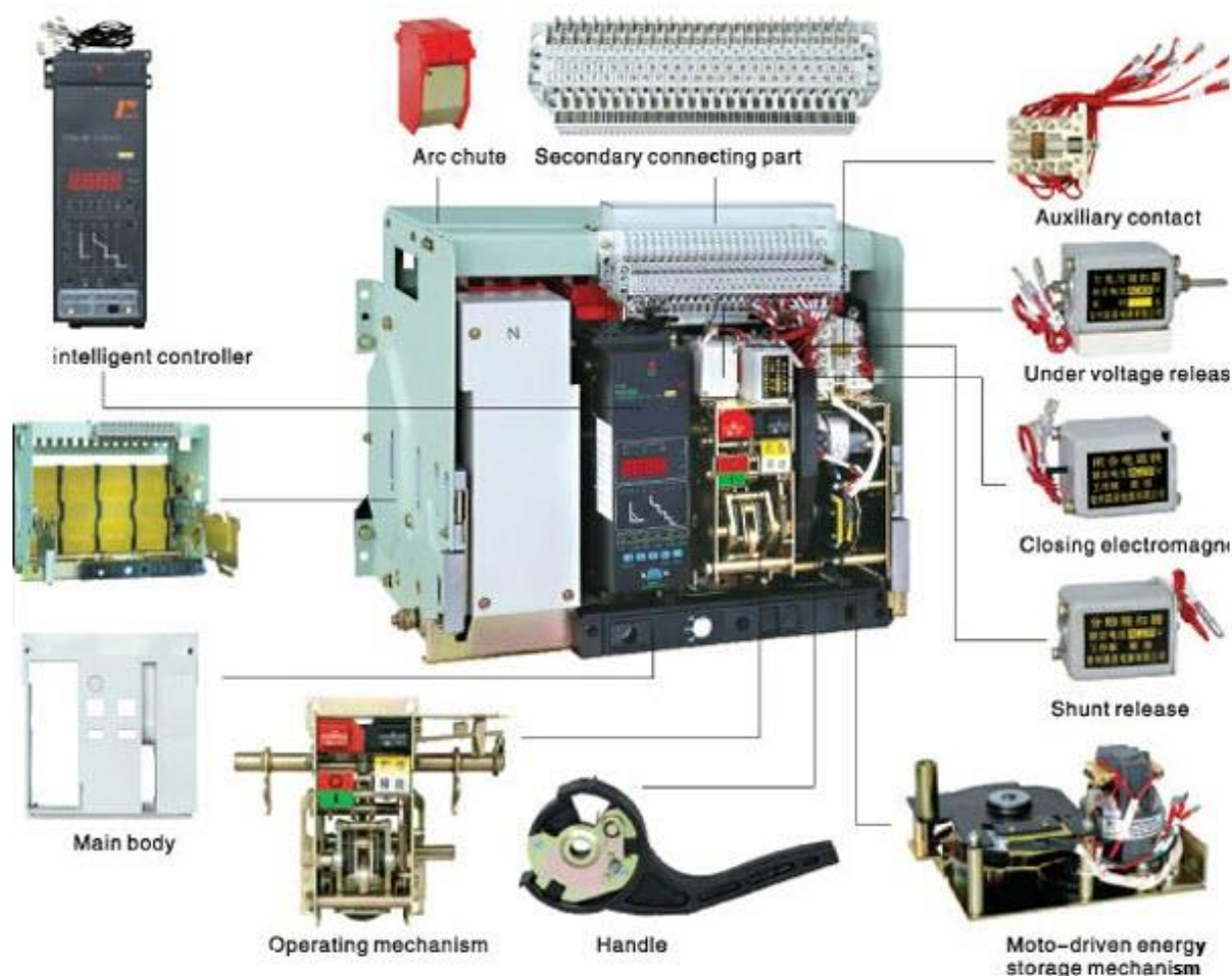
کلیدهای هوایی دارای رله‌هایی که در داخل خود کلید جاسازی شده‌اند (Built-in) می‌باشند. ویژگی این رله‌ها خاصیت تاخیری یا Time Delay آنهاست که عنصر اصلی در تامین Selectivity از طریق صدور فرمان قطع با تاخیر می‌باشند (Selectivity همان پدیده تقدم قطع در خروجی‌ها نسبت به ورودی‌هاست. به این معنی که اگر خطایی 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 تاخیر کل تابلو

را بی برق می‌کند. اهمیت این موضوع در این است که در صورت وقوع خطا در یکی از خروجی‌ها کل تابلو بی‌برق نشود).

در این نوع از کلیدهای فشارقوی، نیز مانند بقیه انواع کلیدهای فشارقوی برای خاموش کردن جرقه ناشی از قطع جریان، باید مکانیزمی در نظر گرفته شود. در کلیدهای هوایی، از محفظه‌های جرقه‌گیر بزرگ جهت خاموش کردن جرقه استفاده می‌شود. این محفظه‌ها از جنس سیلیس و یا آزبست بوده و به صورت مشبک و لایه لایه ساخته می‌شوند. جرقه‌گیر، باعث تقسیم جرقه به جرقه‌های کوچکتر شده که این جرقه‌ها زودتر خاموش می‌شوند. این کلیدها دارای دو نوع کنتاکت هستند. کنتاکت‌های اصلی که در شرایط وصل کلید، وظیفه عبور جریان را بر عهده دارند و کنتاکت‌های جرقه زن یا Arcing contactها که در لحظه قطع و وصل کلید وظیفه هدایت جرقه به سمت جرقه‌گیر را دارا می‌باشند. در بعضی از انواع این کلیدها، از یک دمنده و یا یک حلقه مغناطیسی برای هدایت جرقه به داخل جرقه‌گیر استفاده می‌شود. در حالی که از دمنده استفاده شود، جریان هوا باعث هدایت جرقه به سمت جرقه‌گیر خواهد شد. در حالی که از حلقه مغناطیسی استفاده شود، جریان عبوری از حلقه، نیروی مغناطیسی ایجاد کرده که این نیرو، جرقه را به سمت بالا هدایت می‌کند. با این کار جرقه از داخل محفظه جرقه‌گیر عبور خواهد کرد. در لحظه قطع کلید، ابتدا کنتاکت‌های اصلی کلید از هم جدا شده در حالی که Arcing Contactها هنوز به هم اتصال دارند. با جدا شدن Arcing Contactها، بین آنها جرقه به وجود آمده که این جرقه از داخل محفظه جرقه‌گیر عبور کرده و خاموش می‌شود. استفاده از Arcing Contactها، همچنین باعث می‌شود تا بین کنتاکت‌های اصلی جرقه‌ای به وجود نیاید و در نتیجه این کنتاکت‌ها آسیبی نبینند.

در این کلیدها ممکن است از فیوزهای فشارقوی جهت حفاظت در برابر جریانهای اتصال کوتاه استفاده شده باشد.

مکانیزم قطع و وصل این کلیدها معمولاً به صورت فنر شارژ شده است. بدین صورت که فنر مکانیزم توسط اهرم و به صورت دستی و یا توسط یک موتور الکتریکی شارژ شده و کلید در وضعیت آماده برای بهره‌برداری قرار می‌گیرد. با فشار دادن دکمه ON بر روی کلید وصل و با فشردن دکمه Off کلید قطع می‌شود.



شکل ۱۳: اجزای مدارشکن هوایی (ACB) Air Circuit Breaker

در نوعی از این کلیدها، می‌توان از آن به عنوان کلید زمین نیز استفاده کرد. بدین صورت که پس از بیرون آوردن کلید از داخل تابلو، توسط اهرم مربوطه ورودی‌های کلید به هم متصل می‌شوند. با جازدن کلید داخل تابلو، این ورودی‌ها زمین شده که باعث می‌شود تا مصرف‌کننده پشت کلید، از نظر الکتریکی زمین شود. این وضعیت توسط صفحه‌ای در جلوی کلید نشان داده می‌شود.

از آن جا که در این کلیدها جرعه در هوای آزاد خاموش می‌شود، کنتاکت‌های کلید باید مسیر زیادی را طی کنند تا جرعه خاموش شود که این یکی از معایب کلیدهای هوایی است. همچنین خاموش کردن جرعه، گازهای اضافی تولید می‌کند که این گازها باید به طریقی به بیرون راه پیدا کنند. بر خلاف سایر کلیدهای فشارقوی، در این کلیدها دسترسی به کنتاکت‌های کلید به راحتی و با برداشتن جرعه‌گیرها امکان‌پذیر است. برخی از اجزاء این کلیدها عبارتند از:

۱. محفظه‌های جرعه‌گیر
۲. کنتاکت‌های جرعه‌زن یا Arcing Contactها
۳. کنتاکت‌های اصلی
۴. دکمه قطع کلید
۵. دکمه وصل کلید
۶. نشان‌گرهای وضعیت قطع یا وصل کلید
۷. ترمینال‌های ورودی و خروجی
۸. فیوزهای فشارقوی
۹. شمارشگر تعداد دفعات قطع و وصل کلید

• پرینز تابلویی

این پرینز با خروجی ۲۲۰ ولت جهت مصارف اضطراری در داخل تابلو تعبیه می‌شود.



شکل ۱۴: پرینز تابلویی

• میکروسوئیچ

میکروسوئیچ در حقیقت یک کلید قطع و وصل ساده می‌باشد و برای قطع و وصل نمودن جریان برق در مدارهای الکترونیکی به کار می‌رود. فرق میکروسوئیچ با کلیدهای قطع و وصل عادی این است که شاسی میکروسوئیچ به صورت فنری می‌باشد، یعنی تا زمانی که روی آن فشار اعمال می‌شود، جریان برق را قطع یا وصل نگه می‌دارد و در لحظه رها شدن شاسی، و وضعیت به حالت اولیه خود برخواهد گشت. میکروسوئیچ‌ها معمولاً دارای سه عدد پایه می‌باشند. یکی از پایه‌های میکروسوئیچ معمولاً با COM مشخص می‌شود که پایه ورودی آن می‌باشد. یکی از پایه‌های آن با علامت (NC) normally close و پایه دیگر با علامت (NO) normally open مشخص می‌گردد. در حالت عادی و پیش از فشردن شاسی میکروسوئیچ، پایه COM به پایه NC متصل، و از پایه NO جدا می‌شود. با

فشاردن شاسی میکروسوئیچ، پایه COM از پایه NC جدا شده و به پایه NO متصل می‌گردد. میکروسوئیچها با توجه به ولتاژ و جریانی که می‌توانند از خود عبور دهند، تقسیم بندی می‌شوند و در انواع و شکل‌های گوناگونی به فروش می‌رسند.



شکل ۱۵: انواع میکروسوئیچ

فیوزها

فیوز وسیله‌ای برای حفاظت مدار در برابر اتصال کوتاه است. فیوز انواع مختلف دارد و از نظر

ساختاری به چند دسته تقسیم می‌شوند که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- | | | |
|------------------|---------------------|-----------------------|
| ۱. فیوزهای فشنگی | ۲. اتوماتیک (آلفا) | ۳. مینیاتوری |
| ۴. بکس | ۵. کاردی (تیغه‌ای) | ۶. شیشه‌ای یا کارتریج |
| ۷. فیوزهای فشار | | |



شکل ۱۶: چند نمونه فیوز پر کاربرد

• کلید فیوز

این وسیله در واقع هم کلید و هم فیوز است. در داخل آن فیوزهای کاردی نصب می شود.



شکل ۱۷: یک نمونه کلید فیوز با شمای داخلی آن

• کلید اضطراری (امرجنسی)

کلید قطع اضطراری کلیدی است که در کنار ماشین آلات و خطوط صنعتی قرار می گیرد. وظیفه این

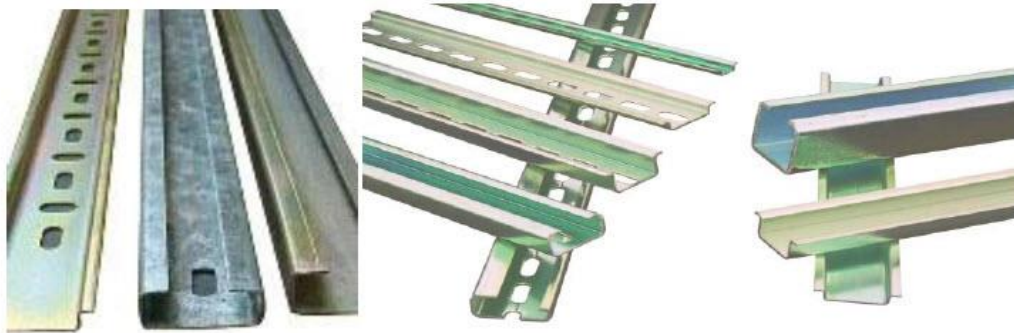
کلید بردن دستگاه به وضعیت امن در هنگام بروز خطر است.



شکل ۱۸: کلید امرجنسی

• ریل

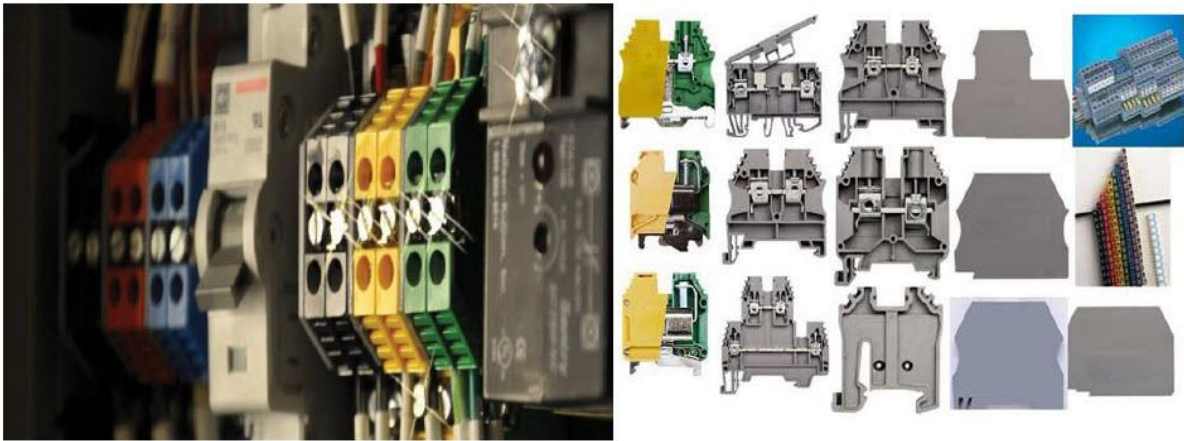
ریل جهت نصب قطعات تابلو روی سینی تابلو استفاده می شود.



شکل ۱۹: ریل تابلو

• ترمینال

ارتباط با تجهیزات بیرون تابلو از طریق ترمینالها صورت می گیرد.



شکل ۲۰: چند مدل ترمینال

• گلند

حفاظت کننده در هنگام ورود به تابلو یا خروج از تابلو است.



شکل ۲۱: مدل های مختلف گلند

• شینه (باس بار)

برای توزیع بار در تابلوهای برق از شینه استفاده می شود.



شکل ۲۲: چند مدل شینه متصل به تابلو

• شینه ارت و نول

برای توزیع ارت و نول تابلو از این شینه استفاده می شود.



شکل ۲۳: شینه نول و ارت

مقره

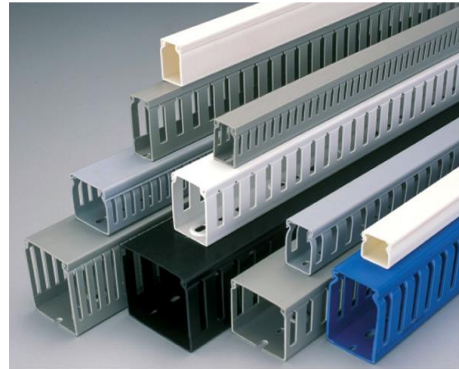
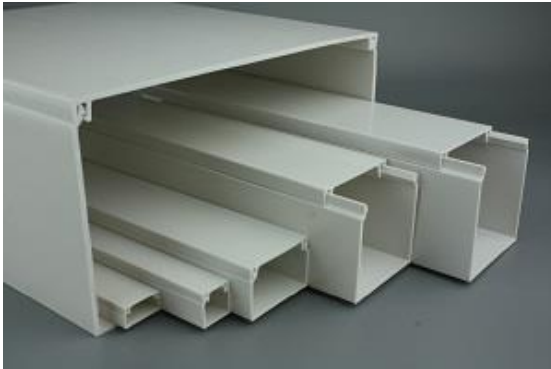
برای عایق کردن شینه‌ها نسبت به بدنه تابلو و همچنین نگه داشتن شینه‌ها از مقره‌های اتکایی استفاده می‌کنیم.



شکل ۲۴: چند مدل مقره تابلویی

داکت

یکی از قطعاتی که در تابلو برق‌ها کاربرد دارد داکت‌ها می‌باشند که جنس بیشتر آنها از پلاستیک تشکیل شده است. داکت به صورت یک کانال ساخته می‌شود که وظیفه اصلی آن حفظ و نگهداری کابل‌ها می‌باشد. نکته قابل اهمیت استفاده از داکت‌ها در این است که ضد آب نمی‌باشند. داکت‌ها دارای ابعاد مختلفی بوده و شناسایی آنها از طریق اندازه‌های عرضی صورت می‌گیرد.



شکل ۲۵: نمایی از چند مدل داکت

• لامپ سیگنال

جهت نمایش وجود یا عدم وجود فاز در تابلو یا نمایش روشن یا خاموش بودن موتورهای سه فاز

از لامپ سیگنال استفاده می‌کنیم.



شکل ۲۶: لامپ سیگنال

• وایرشو و کابلشو

جهت اتصال مطمئن و سریع یک سیم در یک سلول ترمینال از وایرشوهای روکش دار استفاده

می‌گردد روش کار به این صورت است که سیم در قسمت روکش دار پرس می‌شود و قسمت برهنه به

راحتی در سلول ترمینال قرار می‌گیرد این نکته را باید در نظر گرفت با توجه به سایز وایر شو باید از پرس مخصوص آن سایز استفاده شود.

کابلشوها کانکتورهایی هستند که برای اتصال مطمئن کابل‌ها به تجهیزات برقی استفاده می‌شوند. گاهی کابلشوها برای اتصال دو کابل به هم نیز استفاده می‌شوند. کابلشوها برای ایجاد اطمینان در ایمنی تجهیزات و انسان استفاده می‌شوند. کابلشوها بر اساس نیاز و کاربردها مختلف می‌تواند به شکل‌های مختلفی طراحی و ساخته شوند. هدف اصلی در استفاده از کابلشو، اتصال صحیح، مطمئن و ایمن کابل‌ها می‌باشد.



شکل ۲۷: وایرشو و کابلشو

• بست کمربندی و نوار فرم (ماکارونی)

جهت بستن سیم‌های تابلو به یکدیگر برای نظم بخشیدن به آنها از بست کمربندی یا نوار فرم

استفاده می‌کنیم.



شکل ۲۸: بست کمربندی و نوار فرم

• ترموستات تابلویی

این ترموستات‌ها براساس پیوند دو فلز غیر همنام جهت تنظیم دمای محیط، فن‌ها و هیترها را تحت

کنترل دارند و دارای انواع تک و دابل با قابلیت تنظیم درجه حرارت می‌باشند. این ترموستات‌ها

برروی ریل ۳۵ میلیمتری قابل نصب هستند و دارای کنتاکت‌های باز (N.O) و کنتاکت‌های بسته (N.C)

می‌باشند. این ترموستات‌ها در تابلوهای توزیع و خازنی کاربرد دارند.

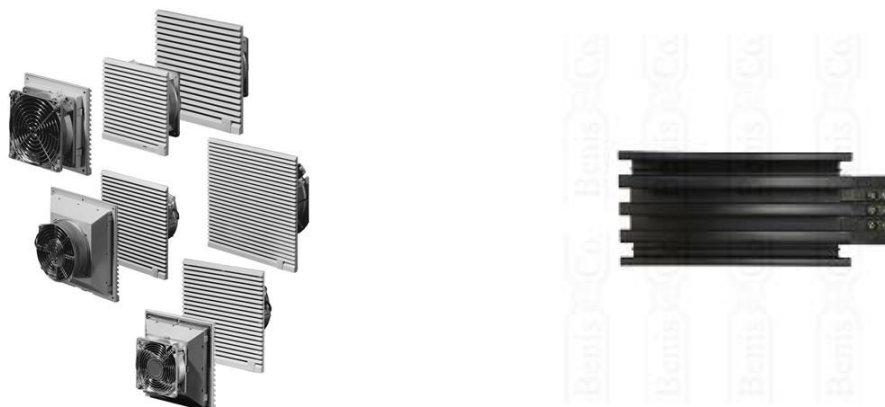


شکل ۲۹: ترموستات تابلویی

• فن فیلتر، فیلتر و هیترهای تابلویی

تهویه هوای داخل تابلوهای توزیع و خازنی نقش به سزایی در عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی داشته و از خرابی زود هنگام خازن‌ها جلوگیری می‌کند. نصب و بکارگیری فن فیلتر و فیلترها چنین نقشی در تابلوهای مذکور ایفا می‌نمایند.

ضمناً هیترها در مواردی که دمای محیط پائین و رطوبت وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند تا مانع از فرسودگی قطعات شوند.



شکل ۳۰: فن و هیتر تابلویی

• ترانس ایزوله

ترانس ایزوله قطعه‌ای الکتریکی است که با واسطه یک میدان مغناطیسی، دو مدار الکتریکی را از هم ایزوله می‌نماید، بدین معنی که مابین دو مسیر انرژی هیچ اتصال اهمی وجود ندارد و در نتیجه در خروجی ترانس شرایط الکتریکی ورودی برقرار نمی‌باشد (ارتباط نول با زمین وجود ندارد). این عمل ترانس ایزوله موجب می‌شود که در خروجی دستگاه، ولتاژ مورد لزوم موجود باشد ولی به علت عدم اتصال به زمین، در مواقع اتصال اختلاف پتانسیل بالا با زمین صفر منظور شده و جریانی از اتصال عبور نمی‌کند و در نتیجه برق گرفتگی اتفاق نمی‌افتد. ترانس ایزوله اکثراً در مکان‌های که به علت وجود انرژی الکتریکی و رطوبت زیاد امکان اتصال اتفاقی ما بین کاربر و زمین وجود دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۳۱: ترانس ایزوله تعبیه شده در داخل تابلو

• ترانس CT

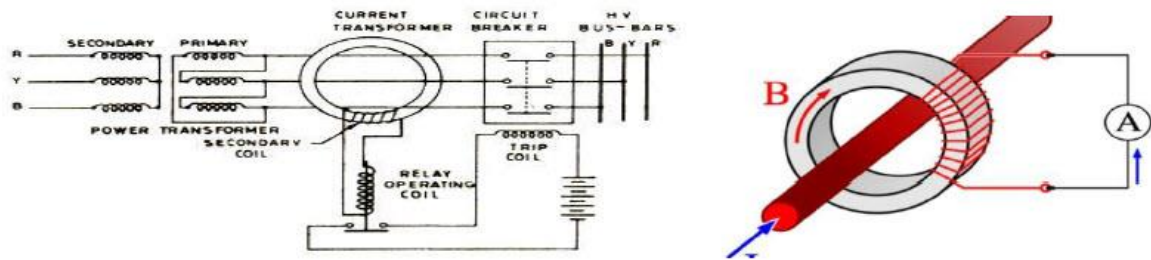
کاهش دهنده جریان فازهای برای مقاصدی چون اندازه‌گیری جریان توسط آمپر متر یا نمونه جریان

برای رگولاتور خازنی



شکل ۳۲: چند نمونه ترانس جریان پر کاربرد

ترانس جریان برای نمونه‌گیری جریان به نسبت گذر جریان از سیم پیچ اولیه خود و القای آن در سیم پیچ ثانویه کاربرد دارند. این ترانس برای حفاظت و اندازه‌گیری در ابتدای خط استفاده می‌شود. ترانس جریان از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه پدیده آمده که جریان واقعی از اولیه گذر نموده و در پی گذر این جریان و فراخور آن، جریان کمی (نزدیک به چند آمپر) در ثانویه پدید می‌آید.



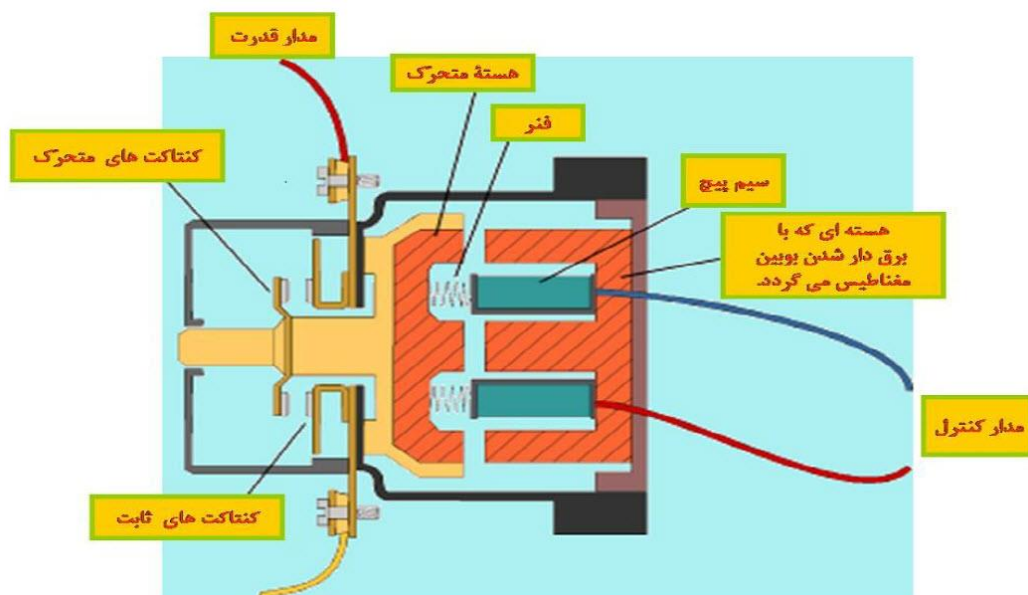
شکل ۳۳: نحوه عملکرد ترانس جریان

• کنتاکتور

وسیله الکترومکانیکی جهت قطع و وصل کردن جریان برق، در واقع کنتاکتور (contactor) یک کلید کنترل شونده به صورت الکتریکی است که برای کلید زنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنتاکتور شباهت زیادی به رله دارد، با این تفاوت که کنتاکتور برای کاربردهای آمپر بالا به کار می‌رود. کنتاکتور از چهار بخش اصلی تیغه، بوئین، محفظه عایقی و رله حرارتی تشکیل شده است.



شکل ۳۴: چند مدل معروف کنتاکتور



شکل ۳۵: اجزای اصلی کنتاکتور

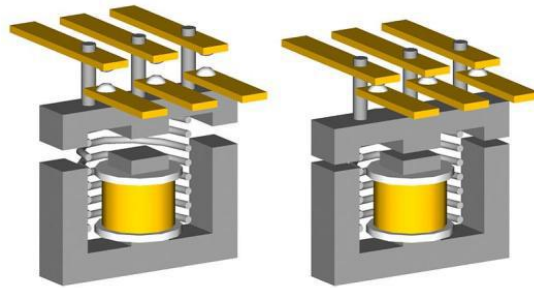
تیغه‌های اصلی هر کنتاکتور به دو بخش تقسیم می‌شود. تیغه‌های قدرت و تیغه‌های فرمان. وظیفه اصلی تیغه‌های قدرت هدایت جریان الکتریکی پس از هر بار تحریک شدن بوبین از خود است. تیغه‌های فرمان نیز همانطور که از نامشان مشخص است برای استفاده در مدار فرمان به کار می‌رود. تیغه‌های فرمان به دو صورت نرمالی باز و نرمالی بسته بر روی بدنه کنتاکتور تعبیه شده‌اند. این تیغه‌ها پس از هر بار تحریک شدن بوبین تغییر وضعیت داده و به حالت عکس تغییر وضعیت می‌دهند.



شکل ۳۶: تیغه‌های قدرت و فرمان کنتاکتور

بوبین یک هسته مغناطیسی سیم پیچی شده است که نیروی لازم را برای اتصال فیزیکی کنتاکت‌های

هادی الکتریسیته فراهم می‌سازد.



شکل ۳۷: طریقه جذب بوبین کنتاکتور

محفظه برای ایزوله کردن بخش‌های هادی و خطرناک کنتاکتور و حفظ جان کسانی که با کنتاکتور

سرو کار دارند، به کار می‌روند. برای جنس محفظه معمولاً از مواد عایق الکتریسیته مانند

Nylon&Bakelite و پلاستیک‌های سفت شونده در برابر حرارت استفاده می‌شود.

تیغه‌های کمکی، تیغه‌های فرمان (آمپر پایین) نرمالی باز و نرمال بسته می‌باشد که بالای بدنه کنتاکتور

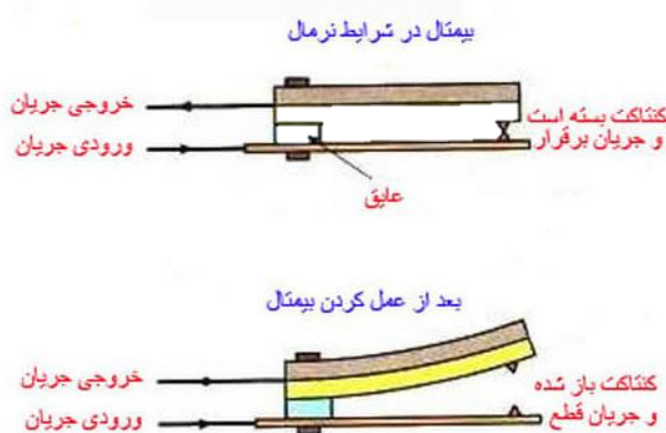
و یا در بعضی از مدل‌های آن در کنار بدنه کنتاکتور نصب می‌شوند و بدین ترتیب با هر بار تحریک شدن

بوبین کنتاکتور، این تیغه‌ها تغییر وضعیت می‌دهند.



شکل ۳۸: تیغه‌های کمکی کنتاکتور

معمولاً برای حفاظت از بارهای که به کنتاکتور بسته می شود از رله حرارتی یا بی متال استفاده می شود. این نوع رله ها در برخی از انواع بر روی بدنه تعبیه شده اند در انواع دیگر به صورت اختیاری بر روی کنتاکتور بسته می شود. اگر بار بسته شده به کنتاکتور جریانی بیش از حد مجاز از شبکه بکشد یا ولتاژ ورودی به جای سه فاز دو فاز باشد رله حرارتی عمل می کند و از صدمه زدن به بار الکتریکی جلوگیری می نماید.



شکل ۳۹: نحوه عملکرد تیغه های بیمتال

• کنتاکتور خازنی

در تابلوهای خازنی جهت وارد کردن خازن ها به مدار شبکه از این کنتاکتور مخصوص استفاده می شود. این کنتاکتور دارای یک مقاومت جهت محدود کردن جریان های هجومی ناشی از اتصال خازن ها به مدار هستند.



شکل ۴۰: چند نمونه کنتاکتور خازنی

• کنتاکتور الکترونیکی (SSR)

این وسیله در واقع یک کنتاکتور الکترونیکی است که در آن از قطعاتی مثل تریستور یا تریاک برای

قطع و وصل جریان تک فاز و یا سه فاز استفاده می شود. این قطعه به دلیل سرعت بالا و کنترل راحت تر

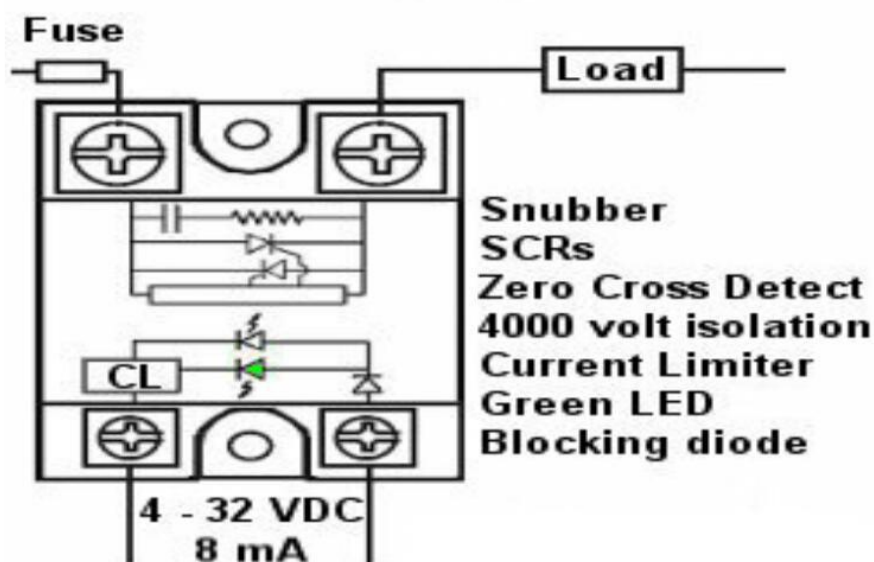
جایگزین مناسبی برای کنتاکتورها می باشد.



شکل ۴۱: کنتاکتور الکترونیکی

چند سالی است که رله‌های الکترونیکی (Solid State Relay) جایگزین کنتاکتور و رله‌های الکترومکانیکی شده است. رله‌های الکترونیکی SSR، نسبت به رله‌های الکترومکانیکی دارای مزایای زیادی می‌باشد که عمده مزایای رله‌های الکترونیکی SSR به شرح زیر است:

۱. زمان پاسخگویی رله‌های الکترونیکی SSR بسیار سریعتر از رله‌های الکترومکانیکی و کنتاکتورها بوده و زمان سوئیچینگ آنها، در حد میکرومیکروثانیه یا میلی ثانیه است.
۲. این رله الکترونیکی SSR در هنگام سوئیچینگ جرقه ایجاد نمی‌کند.
۳. این رله‌ی الکترونیکی مناسب برای مکان‌های قابل انفجار است.
۴. رله الکترونیکی SSR به دلیل نداشتن قطعات متحرک دارای عمر بالاتری است.
۵. رله SSR، در برابر ضربه و لرزش مقاوم‌تر می‌باشد.
۶. در قسمت کنترل، جریان القایی ایجاد نمی‌کند.
۷. عملکرد رله الکترونیکی SSR بدون صدا می‌باشد.
۸. ابعاد فیزیکی رله الکترونیکی SSR از کنتاکتورها کوچکتر است.



شکل ۴۲: شمای داخلی کنتاکتور الکترونیکی

رله‌های SSR به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

۱. رله‌های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل DC و خروجی DC
۲. رله‌های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل DC و خروجی AC
۳. رله‌های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل AC و خروجی DC
۴. رله‌های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل AC و خروجی AC

• بی‌متال

برای حفاظت از موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار از رله‌های حرارتی (بی‌متال) استفاده

می‌شود. اساس کار این رله‌ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته است.

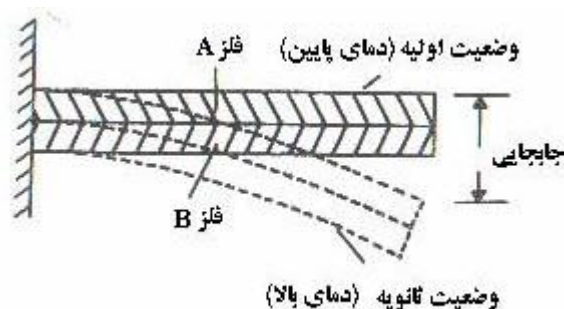


شکل ۴۳: چند نمونه بی‌متال برندهای معروف

بر اثر عبور جریان از بی‌متال، دو فلز گرم می‌شوند و طول آنها افزایش می‌یابد. از آنجایی که

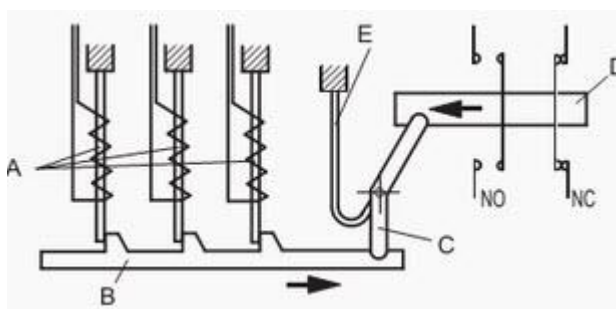
ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیشتر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب

انبساط طولی کمتری دارد خم می‌شوند. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می‌شود.



شکل ۴۴: عملکرد بیمتال

در رله‌های حرارتی، سه تیغه تعبیه شده که سیم حامل جریان چند حلقه به دور آن پیچیده می‌شود. در اثر عبور جریان اضافه بار، هادی‌ها گرم، حرارت به بی‌متال منتقل می‌شود و باعث خم شدن تیغه می‌شود. حرکت هر یک از بی‌متال‌ها به اهرمی فشار می‌آورد و با جابه‌جا شدن اهرم، یک میکروسوئیچ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تغییر وضعیت می‌دهد و مدار فرمان را قطع می‌کند. برای افزایش سرعت عملکرد بی‌متال و جلوگیری از جرقه و سوختگی محل اتصال، از آهن‌ربا در بالا و پایین تیغه دوفلزی استفاده می‌شود که نیروی مغناطیسی آن به بسته شدن سریع اتصال کمک می‌کند.



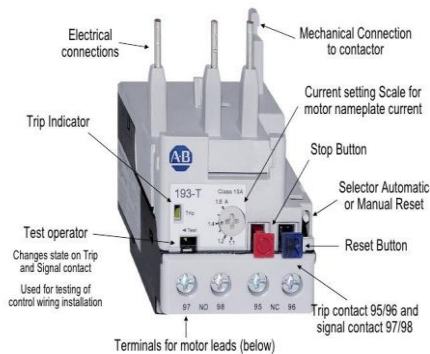
شکل ۴۵: طرز کار رله حرارتی بیمتال

رله‌های اضافه بار (بی‌متال) تنظیم پذیر هستند و می‌توان آن‌ها را به گونه‌ای تنظیم کرد که جریان‌هایی بین ۱/۰۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی موتورها را قطع کنند. رله بی‌متال سه‌فاز معمولاً دارای سه پل قدرت و دو کنتاکت فرمان است (یک کنتاکت باز برای اتصال به سیستم هشدار دهنده و یک

کنتاکت بسته برای قراردادن در مسیر تغذیه‌ی کنتاکتور (کنتاکت معمولاً بسته‌ی بی‌متال با شماره‌های ۹۵-۹۶ و کنتاکت معمولاً باز آن با شماره‌های ۹۷-۹۸ مشخص می‌شود).

برخی از رله‌های بی‌متال دارای دو حالت دستی و خودکار هستند که در حالت دستی اگر رله عمل کند باید آن را به صورت دستی و با فشردن دکمه‌ی **RESET** به حالت اول بازگرداند، اما در حالت خودکار برگشتن به حالت اول پس از گذشت مدتی معین به صورت خودکار انجام می‌شود.

در صورت استفاده از یک بی‌متال سه فاز برای یک مصرف کننده تکفاز، باید قطع کننده یکی از فازها را با قطع کننده فاز دیگر سری نموده و از کنتاکت باقی مانده برای اتصال نول به مصرف کننده استفاده نمود.



۱. تیغه‌های اتصال به کنتاکتور
۲. ترمینال‌های اتصال به کابل موتور
۳. ترمینال مشترک مدار فرمان
۴. پیچ تنظیم جریان
۵. ترمینال‌های باز و بسته‌ی مدار فرمان
۶. پیچ تغییر وضعیت
۷. دگمه‌ی برگشت وضعیت

شکل ۴۶: قسمت‌های مختلف یک رله حرارتی

برای تست بی‌متال مراحل زیر در نظر گرفته می‌شود.

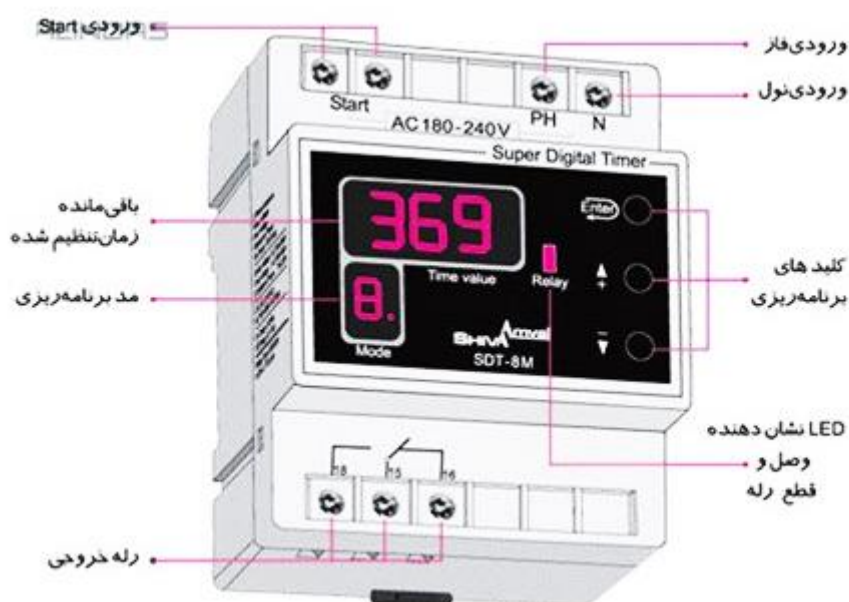
۱. حالت سرد **COLD**: در این روش دو برابر جریان نامی بی‌متال تزریق می‌گردد و زمان عملکرد رله بی‌متال یادداشت می‌شود.

۲. حالت گرم HOT: چون این تست پس از تست حالت سرد و پس از عمل کردن رله صورت می‌گیرد، تست گرم نامیده می‌شود. در این روش جریانی معادل شش برابر جریان نامی تزریق شده و زمان عملکرد رله بی‌متال یادداشت می‌گردد.

۳. حالت دو فاز: در این روش در مدار بالا یکی از فازها را قطع کرده و مدار را با دو فاز می‌بندند. و زمان عملکرد رله را یادداشت می‌کنند. مقادیر به دست آمده با نمودار بیمتال مقایسه می‌گردد.

• تایمر

یکی از وسایل فرمان دهنده مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله‌های زمانی هستند که وظیفه کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند. تایمر وسیله‌ای است متشکل از تعدادی سوئیچ (کلید) (تیغه) که در حالت عادی می‌توانند باز یا بسته باشند.



شکل ۴۷: اجزای اصلی یک نمونه تایمر

طریقه کار بدین صورت است که پس از اتصال ولتاژ تغذیه (مثلا با زدن کلید)، دستگاه می تواند خروجی ها (رله ها) را با تاخیرهای زمانی معینی یا حتی بلافاصله قطع یا وصل نماید. امروزه به جهت اهمیت صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی استفاده از تایمر اهمیتی دو چندان یافته است. تایمرها بر اساس نحوه ی قطع و وصل خروجی ها و نوع تاخیر به انواع مختلفی تقسیم بندی می شوند که از جمله ی آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود

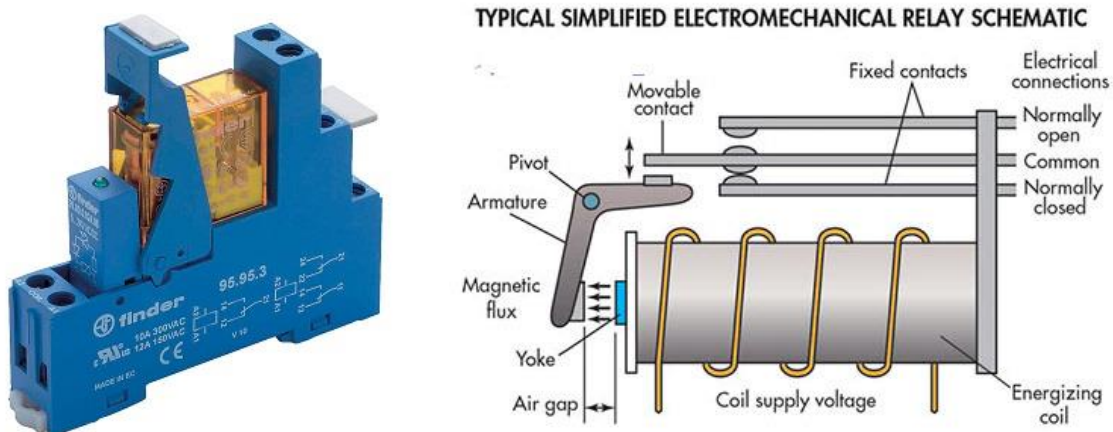
۱. ON Delay
۲. فلیکر (ON Short) و (OFF Short)
۳. Signal ON/OFF Delay
۴. Interval
۵. One_Shut
۶. ستاره مثلث برای تغییر از حالت ستاره به مثلث برای راه اندازی موتورهای سنگین (قوی)
۷. Multi Mode



شکل ۴۸: چند مدل تایمر پرکاربرد

• رله فیندر

به طور خیلی ساده می‌توان گفت که رله یک کلید الکترومکانیکی است که با تحریک بوبین کنتاکت‌های آن تغییر وضعیت می‌دهند. رله‌ها از دو قسمت تشکیل شده‌اند که کاملاً از یکدیگر مستقل می‌باشند. قسمت اول که در واقع بوبین رله می‌باشد که این بوبین می‌تواند مستقل از پایه رله و یا بصورت کامپکت وجود داشته باشد و قسمت دوم رله که همان پایه رله می‌باشد. رله‌ها امروزه در صنعت کاربرد زیادی را به خود اختصاص داده‌اند، رله‌ها بیشتر در مدارات فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، تقریباً تمام وسایل که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد چه به صورت آشکار و یا چه به صورت پنهان از رله استفاده شده است. یکی از مزیت‌های رله این است که با استفاده از آن می‌توان با توان خیلی کم، خروجی با توان بالا را کسب کرد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که رله به عنوان یک تقویت کننده نیز به حساب می‌آید چرا که ورودی با جریان کم و خروجی با جریان بالا را می‌توان از آن دریافت کرد. رله بسته به نوع ساخت آنها دارای ۲ پایه برای تغذیه بوبین و یک یا چند تیغه COM (مشترک) و یک یا چند تیغه بسته (NC) و یک یا چند تیغه باز (NO) را دارا می‌باشند. یکی از کاربردهای مهم رله‌ها می‌تواند در استفاده کردن مسیر خروجی PLC باشد. چرا که خروجی‌های PLC که به عنوان رله در داخل CPU وجود دارند امکان دارد که اگر مستقیم به مصرف کننده متصل شود در اثر جریان کشی معیوب شوند. در نتیجه خروجی PLC را به بوبین یک رله خارجی متصل می‌کنند و از تیغه‌های رله خارجی مصرف کننده را تحریک می‌کنند. حسن این کار این است که در صورتی که اگر برای مصرف کننده اتفاقی بیفتد به رله خارجی صدمه وارد شود که در این صورت می‌توان به راحتی رله را تعویض کرد اما اگر رله‌ی داخلی PLC معیوب شود به راحتی قابل تعمیر نیست.



شکل ۴۹: شکل ظاهری و شمای فنی رله فیندر

قطعات رله عبارتند از:

۱. فنر
۲. سیم پیچ جهت مگنت کردن تیغه‌ها
۳. تیغه‌های کنتاكت
۴. هسته آهنی

• رله ضربه‌ای

رله ضربه‌ای Impuls Relays برای راه پله‌ها و محل‌هایی که مصرف کننده باید از چندین محل خاموش و روشن شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله با یکبار وصل برق به بوبین آن کنتاكتش وصل می‌شود و اگر ولتاژ بوبین قطع شود بازهم کنتاكت آن وصل می‌ماند و در وصل مجدد ولتاژ بوبین، کنتاكت آن قطع می‌شود.



از این رله می‌توان برای مدار فرمان قطع و وصل یک موتور توسط یک شستی استفاده کرد

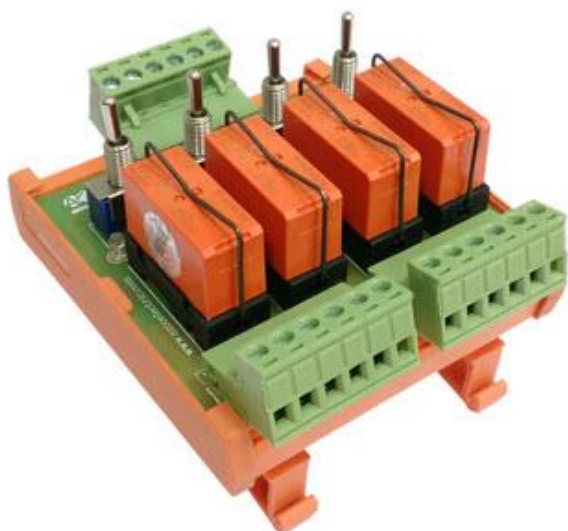
شکل ۵۰: رله ضربه‌ای

• رله برد

رله برد نیز مانند رله‌های معمولی عملکردی مشابه دارند با این تفاوت که برای انجام دادن سیم‌کشی کمتر و قیمت مناسب‌تر از رله برد استفاده می‌شود. در واقع رله بردها بیشتر در مکان‌هایی استفاده می‌شوند که از PLC برای اتوماسیون استفاده شده باشد. چرا که بعضی از رله بردها دقیقاً به تعداد خروجی‌های ماژول PLC ساخته می‌شوند و از این طریق می‌توان خروجی‌های PLC را تفکیک کرده تا در هنگام عیب‌یابی سریع‌تر عیب برطرف شود. رله بردها در ولتاژهای مختلف و همچنین جریان مجاز کنتاکت‌های گوناگون ساخته می‌شوند. بعضی از رله بردها قابلیت جدا شدن رله از برد را دارند که این قابلیت باعث تعویض رله‌ها در هنگام خرابی رله به راحتی امکان پذیر می‌شود. اما بعضی از رله بردها اینگونه نبوده و رله به برد لحیم شده است که تعویض رله‌ها در هنگام خرابی مقداری دشوار می‌باشد. همچنین یکی دیگر از مزیت‌های رله برد این می‌باشد که مشترک چندین رله فقط یک ترمینال COM می‌باشد که این کار باعث کاهش سیم‌کشی می‌شود. رله بردها همچنین فضای کمتری را نسبت به رله‌های معمولی اشغال می‌کنند.

مزایای رله برد نسبت به رله معمولی

۱. قیمت مناسب
۲. سادگی نصب
۳. سیم کشی ساده
۴. فضای کمتری اشغال می کنند.
۵. جدا نمودن کامل خروجی ها از سایر مدارات
۶. کاهش چشمگیر حجم سیم کشی ها
۷. تعویض رله ها به سادگی به دلیل استفاده از سوکت



شکل ۵۱: رله برد ۴ کانال

• خازن اصلاح

خازن های اصلاح ضریب در شبکه برق کارگاه و کارخانه ها قرار می گیرند تا ضریب توان مورد نظر

حاصل شود.



شکل ۵۲: خازن اصلاح ضریب قدرت

• رگولاتور خازنی

از جمله تجهیزات تابلوی بانک خازنی رگولاتور است. این دستگاه بر اساس ضریب توان شبکه تشخیص می‌دهد چه مقدار خازن باید به مدار وصل شود تا ضریب توان مطلوب به دست آید.

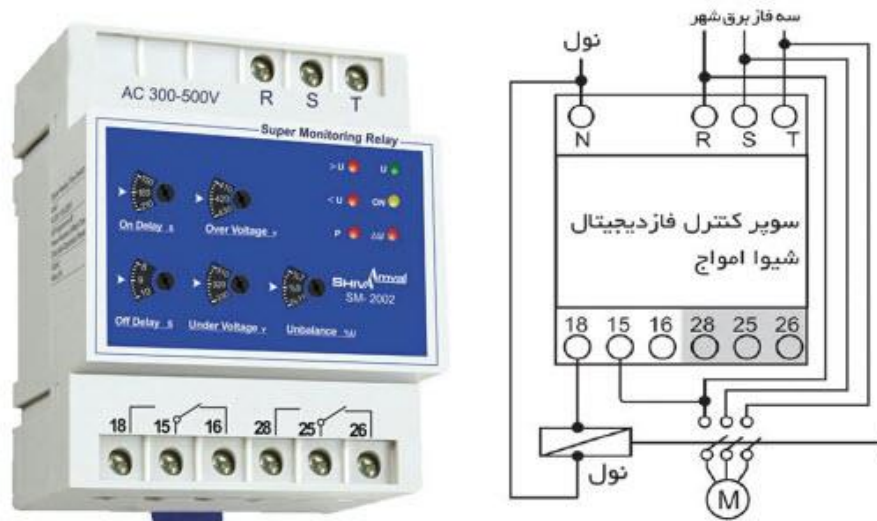


شکل ۵۳: رگولاتور خازنی

• کنترل فاز

رله کنترل فاز دارای یک بوبین می‌باشد که در صورت صحت کلیه شرایط عمل نموده و تیغه باز خود را می‌بندد در نتیجه این تیغه باید در مسیر مدار فرمان قرار بگیرد. رله کنترل فاز این دستورات را انجام می‌دهد.

۱. قطع شدن فازها (یکفاز، دوفاز، سه فاز) یا سیم نول
۲. تغییر توالی فاز
۳. افزایش یا کاهش بیش از حد ولتاژ سه فاز
۴. شوک‌های ناشی از قطع و وصل برق

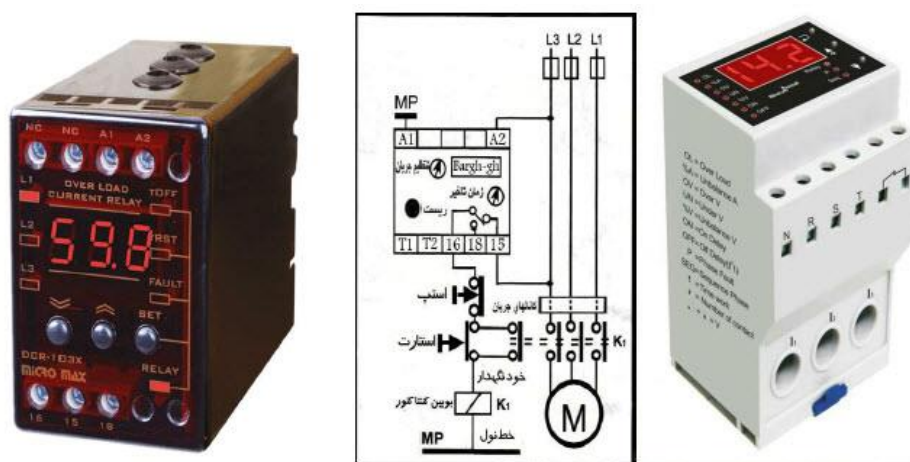


شکل ۵۴: کنترل فاز

• کنترل بار

رله اضافه جریان سه فاز جایگزین مناسبی برای رله‌های بی‌متال است. رله کنترل بار با داشتن سه عدد ترانس جریان داخلی جریان هریک از کانال‌های جریان را مانند آمپرمترهای انبری اندازه‌گیری کرده

و با جریان تنظیم شده مقایسه می‌کند و در صورت اضافه شدن جریان هر خط از مقدار تنظیم شده مصرف کننده را از مدار خارج می‌کند.



شکل ۵۵: رله کنترل بار

• دستگاه‌های اندازه‌گیری

به یک وسیله اندازه‌گیری به همراه کلیه وسایل و متعلقاتی که همراه آن است به طور کلی دستگاه اندازه‌گیری می‌گویند. هر چند اگر متعلقات آن از یکدیگر به صورت جدا قرار داشته باشند.

۱. واتمتر : به صورت سری موازی در مدار قرار می‌گیرد
۲. ولتمتر : به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد
۳. آمپر متر : به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد
۴. وارمتر : به صورت سری موازی در مدار قرار می‌گیرد
۵. فرکانس متر : به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد
۶. کسینوس فی متر : به صورت سری موازی در مدار قرار می‌گیرد



شکل ۵۶: انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری

• اینورتر (درایو)

درایو یا کانورتر فرکانس و یا کنترل کننده (اینورتر) دور موتور برای تنظیم دور الکتروموتورهای AC استفاده می‌گردد. درایوها وظیفه کنترل دور موتور را بر عهده دارند. درایوها قادرند دور موتور را از صفر تا چندین برابر دور نامی موتور و بطور پیوسته تغییر دهند. تنظیم دور در الکتروموتورها علاوه بر منعطف نمودن پرو سه‌های صنعتی، در کاربردهای زیادی منجر به صرفه جویی انرژی هم می‌گردد. علاوه بر آن درایوها جریان راه اندازی دریافتی از شبکه را به میزان زیادی کاهش می‌دهند. بطوریکه این جریان خیلی کمتر از جریان اسمی موتور است. درایوها می‌توانند موتور را بطور نرم و کاملاً کنترل شده استارت و استپ نمایند. زمان استارت و استپ را میتوان بدقت تنظیم نمود. این زمان‌ها می‌توانند

کسری از ثانیه و یا صدها دقیقه باشد. توانائی درایو در استارت و استپ نرم موجب کاهش قابل ملاحظه تنش‌های مکانیکی در کوپلینگ‌ها و سایر ادوات دوار می‌گردد.



شکل ۵۷: چند مدل اینورتر

• سافت استارتر

موتورها تنوع زیادی دارند و سافت استارتر برای گونه خاصی از آنها مناسب است این موتورها در صنعت به موتورهای سه فاز القائی یا قفس سنجابی معروفند. در واقع ما با تنظیم سافت استارتر **soft starter** جریان راه اندازی موتور را به میزان مورد نیاز محدود می‌کنیم و اجازه کشیدن جریان‌های زیاد را از برق کارخانه به موتور نمی‌دهیم. یکی از قابلیت‌های اصلی راه انداز نرم موتور محدود کردن جریان راه اندازی است ولی هنوز راه انداز نرم قابلیت‌های دیگری نیز دارد

مفهوم “نرم” به ویژگی‌های متفاوتی دلالت می‌کند. مثلاً نرم به این معناست که جلوی تنش‌های الکتریکی و مکانیکی گرفته می‌شود. از سوی دیگر نرم به این معناست که موتور تدریجاً دور می‌گیرد و

به دور اسمی خود می‌رسد. به صورت طبیعی مدت زمان راه اندازی در هنگام استفاده از سافت استارتر بیشتر از حالت اتصال مستقیم موتور به شبکه است. به عبارت دیگر سافت استارتر جلوی فشارهای وارده به موتور را در هنگام راه اندازی می‌گیرد.



شکل ۵۸: سافت استارتر

• رله‌های هوشمند (لوگو)

این رله قابل برنامه‌ریزی و جایگزین مناسبی جهت مدارهای فرمان در تابلوهای برق است.



شکل ۵۹: نمونه لوگو

• پی ال سی PLC

PLC یا کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی از جمله تجهیزاتی است که امروزه در تابلوهای برق زیاد استفاده می شود. این وسیله جهت کنترل فرایندهای صنعتی کاربرد دارد.



شکل ۶۰: چند مدل PLC

از سازندگان مطرح PLC می توان به شرکت های Siemens، Omron، Modicon، GE Fanuc،

Allen-Bradley، Mitsubishi، LS و Delta را نام برد.

دسته بندی PLC ها بر اساس معیارهای متفاوت ساز و کارهایی متفاوت خواهد داشت، اگر PLC

را بر حسب سائز تقسیم بندی کنیم می توان از ۹ نوع PLC نام برد؛ PLC های پیکو، نانو، میکرو، مینی،

استاندارد، RTU، Safety، OEM و PAC در خصوص انواع پیکو، نانو، میکرو، مینی و استاندارد،

چنان که از اسامی نیز بر می آید، تقسیم بندی کاملاً بر حسب سائز انجام گرفته است. البته استانداردهای لازم برای سائزبندی در واحدهای تولیدی مختلف اتوما سیون صنعتی متفاوت است و چه بسا PLC میکروی یک شرکت تولیدی با PLC مینی یک واحد تولیدی دیگر برابری کند. اما منظور از PLC های RTU یا (Remote Terminal Unit) ماژولارهای ترمینالی از راه دور می باشد که برای برقراری ارتباطات از راه دور مورد استفاده قرار می گیرند PLC های ایمن یا SAFETY PLCs نیز بر اساس اشکالی از افزونگی پردازشی طراحی و ساخته می شوند و از این رو در مقایسه با سایر PLC ها قیمت بالاتری دارند. اما قویترین نوع از این دست تجهیزات اتوما سیون صنعتی PLC های PAC یا کنترلرهای اتوما سیونی قابل برنامه ریزی هستند. این تجهیزات به لحاظ شاخص هایی نظیر سرعت پردازش، قابلیت برنامه ریزی و ارتباطی در صدر تمامی انواع PLC ها قرار می گیرند.

تجهیزات PLC معمولاً دارای ابعاد کوچک بوده و حافظه کوچکی نیز دارند. این تجهیز اتوما سیون صنعتی معمولاً دارای چند ورودی و خروجی می باشد که نقش دریافت و انتقال داده به محیط را دارند. CPU، محرک و ورودی / خروجی های PLC ها معمولاً ساختار ساده ای دارند و همین امر به شناوری و انعطاف پذیری این محصول اتوما سیون صنعتی کمک می کند. از این رو PLC ها تجهیزاتی به لحاظ سخت افزاری ساده، اما به لحاظ نرم افزاری و کارکردی بسیار انعطاف پذیر هستند.

• پنل مانیتورینگ HMI

سیستم مانیتورینگ یک سیستم کنترل و نمایش است که اپراتور می‌تواند بواسطه آن با پروسه مورد نظر یک ارتباط کنترلی برقرار نموده و تمام تنظیمات مورد نیاز را بواسطه شرایط تولید و کنترل انجام دهد و این سیستم معمولاً به صورت‌های سیاه و سفید و رنگی و برای کنترل بصورت شستی دار و لمسی ساخته می‌شود که بدلیل امکان طراحی بالا می‌تواند حتی از پروسه کنترل شونده شماتیک‌های متحرکی را به منظور شبیه‌سازی و کنترل بهتر ایجاد نماید.



شکل ۶۱: پنل مانیتورینگ

۳. تقسیم بندی تابلوهای برق

تابلوهای برق از نظر سطح ولتاژ به ۳ سطح تقسیم می شوند.

۱. تابلو فشار ضعیف

۲. تابلو فشار متوسط

۳. تابلو فشار قوی

بحث ما در اینجا مربوط به تابلوهای فشار ضعیف یا همان تابلوهای LV می باشد. چند دسته بندی

مختلف می توان برای انواع تابلوهای برق پیشنهاد کرد.

دسته بندی اول بر اساس نوع عملکرد تابلو است که این دسته بندی به صورت زیر است:

۱. تابلوهایی که برای کنترل یک پروسه صنعتی استفاده می شوند که معمولاً شامل PLC ها نیز هستند.

۲. تابلوهایی که فقط جهت کنترل موتورهای AC یا DC استفاده می شوند که معمولاً شامل درایوها، مدارهای فرمان کنتاکتوری SOFT STRATER ها یا مدارهای راه اندازی موتور به صورت ستاره مثلث نیز می شوند.

۳. تابلوهای توزیع که جهت توزیع برق و در واقع توزیع جریان بین تجهیزات مختلف صنعتی استفاده می شوند.

۴. تابلوهای اصلاح ضریب قدرت که به تابلوهای بانک خازنی معروف هستند.

البته ممکن است چند مورد از موارد بالا در یک مجموعه تابلو کنار هم قرار بگیرند.

دسته بندی دوم بر اساس محل نصب تابلو که انواع تابلوها از نظر محل نصب عبارتند از:

۱. تابلوهای داخلی (indoor): این تابلوها در فضای بسته مثل داخل کارگاه یا ساختمان مسکونی نصب می شوند.
۲. تابلوهای خارجی (outdoor) که در فضای باز نصب می شود.

دسته بندی سوم بر اساس ایستایی تابلو است که این دسته بندی به این صورت است:

۱. تابلوی ایستاده (self standing): خود ایستا روی پایه های خود
۲. تابلوهای دیواری (wall mounted) بر روی دیوار به صورت توکار یا روی کار

دسته بندی چهارم را می توان بر اساس ساختمان و شکل ظاهری تابلوها مشخص کرد.

۱. تابلوهای Metal Enclosed: به صورت محفظه تمام بسته هستند که تجهیزات در آن نصب می شوند و به دو نوع زیر تقسیم می شود

- metal clad در این تابلو محفظه های مختلف کلید، باس بار، سر کابل و LV از هم جدا شده اند.

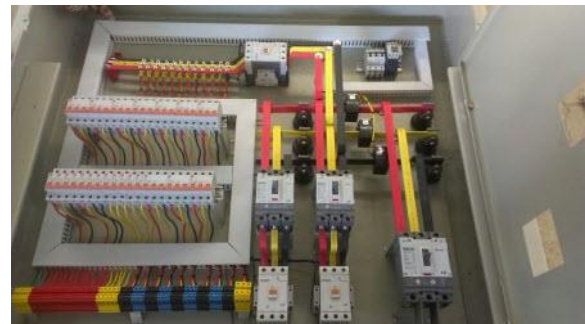
- Compartment Type در این نوع تابلوها محفظه های مختلف از هم جدا نیستند.

۲. تابلوهای کشویی: سرویس راحت تر این تابلوها و ایمنی بالاتر آنها باعث شده در صنعت برق به صورت گسترده مورد استفاده قرار بگیرند. این تابلوها معمولاً به دو صورت MCC (تابلوی کنترل موتور) و تابلوی مرکز قدرت که تغذیه کننده تابلوی های MCC هستند ساخته می شوند.

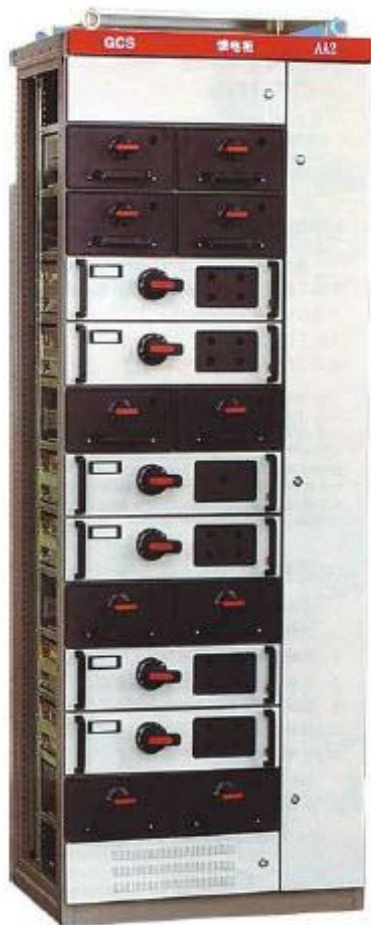
به طور کلی تابلوهای فشار ضعیف را می‌توان به دو گروه بزرگ تقسیم نمود که عبارتند

از:

۱. تابلو فشار ضعیف: تابلوهای هستند که کلیدهای سکسیونر و ترانس‌های جریان و ولتاژ و دیگر وسایل به طور ثابت در آن نصب می‌شود و دارای قسمت‌های متحرک نمی‌باشد این نوع تابلوها عموماً در پست‌های توزیع برق منطقه‌ای، کارخانجات و مصرف کنندگان با ولتاژ متوسط نصب می‌شود.
۲. تابلوهای کشویی: تابلوهای هستند که کلیدها، ترانس‌های جریان و ولتاژ در بعضی مواقع سکسیونرها اتصال زمین در آن‌ها نصب گریده و کلید روی ارابه‌ای نصب شده و می‌توان در صورت لزوم آن را از سایر تجهیزات و قسمت‌های برق دار تابلو جدا نمود.



شکل ۶۲: تابلو کنترل موتوری MMC از نوع کشویی و تابلو دیواری



شکل ۶۳: تابلو کنترل موتور MCC، درایو و تابلو ایستاده کشویی

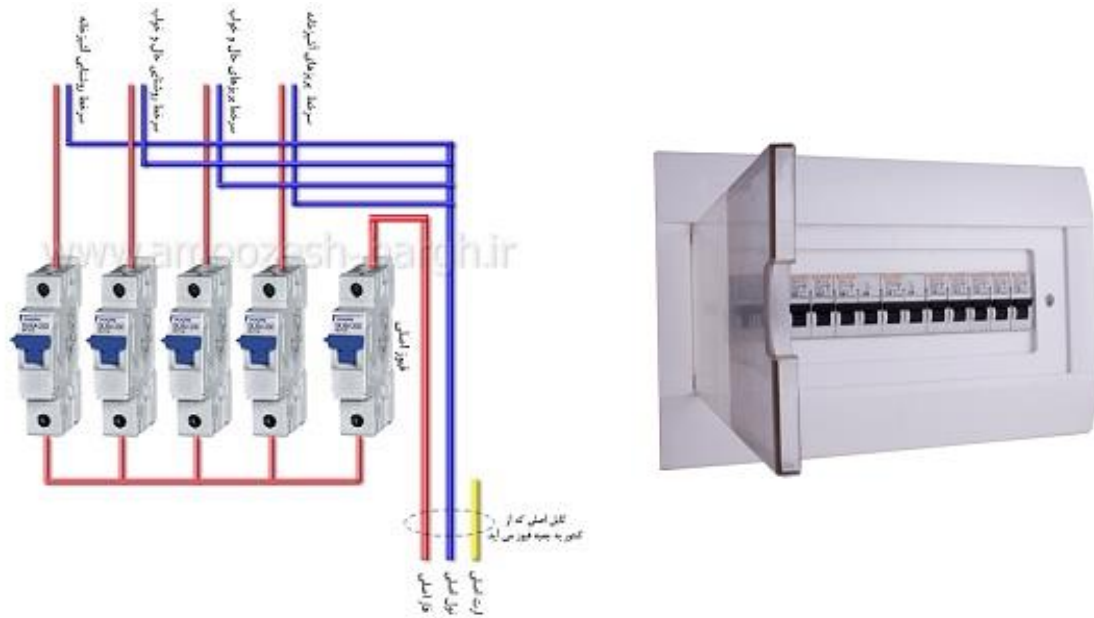
تابلو برق ساختمان

تابلوهای داخل ساختمان‌های متداول شهری، با توجه به خواسته شرکت برق و نوع ساخت و ساز

امروزی به سه دسته زیر تقسیم بندی می‌شوند:

۱. تابلوی تقسیم واحد

از این تابلو مدارهای روشنایی و پریز و سایر مصارف واحد مسکونی تغذیه می شود. محل نصب این تابلو در داخل واحدهای آپارتمان است.



شکل ۶۴: تابلو تقسیم واحد

۲. تابلوی عمومی

در داخل یک آپارتمان فضاهایی وجود دارد که همه ساکنین یک آپارتمان از آنها به صورت مشترک استفاده می کنند این فضاها عبارتند از سرویس پله ها، پارکینگ، بام و حیاط لذا برق رسانی به این فضاها باید از طریق تابلوی جداگانه ای صورت گیرد. به تابلویی که برق این مکانها را تغذیه می کند به اصطلاح تابلوی عمومی می گویند. این تابلو باید در محلی نصب شود که قابل دسترس باشد و عموماً در پیلوت (طبقه هم کف ساختمان) نصب می شود.



شکل ۶۵: تابلوی عمومی نصب شده در آپارتمان

۳. تابلو اصلی (تابلو کنتور)

کابل اصلی برق پس از ورود به داخل آپارتمان وارد تابلوی می‌شود که این تابلو برق تمامی واحدهای ساختمان و همچنین برق فضاهای اشتراکی را تامین می‌کند. به این تابلو تابلوی اصلی یا تابلو کنتور می‌گویند. این تابلو در ورودی ساختمان قرار می‌گیرد و شرکت برق آن را بازدید می‌کند. شکل زیر نمونه‌ای از این تابلو زیر نشان می‌دهد.



شکل ۶۶: تابلو کنتور

۴. روند ساخت یک تابلو

در یک تابلوی توزیع فشار ضعیف ابتدا باید اسکلت فلزی یا پلاستیکی یا کائوچویی تابلو برحسب نیاز و با توجه به تجهیزات و وسایلی که باید در آن نصب شود ساخته شده و ریل‌ها و سوراخ‌های مناسب جهت نصب وسایل بر روی آن‌ها ایجاد گردد. اسکلت تابلو از چند بخش تشکیل شده که عبارت است از:

۱. اسکلت اصلی
۲. سینی یا محل قرارگیری وسایل الکتریکی
۳. روبند
۴. درب تابلو

پس از آماده شدن اسکلت اصلی نوبت به سینی و وسایل می‌رسد که کار اصلی بر روی سینی انجام می‌گیرد. سینی یا مستقیماً به اسکلت اصلی جوش خورده و یا توسط پیچ و مهره به اسکلت اصلی بسته می‌شود که در این صورت قابل باز کردن است. برای نصب و وسایل الکتریکی نظیر کلیدها و فیوزها و کنتاکتور و غیره ابتدا باید محل قرارگیری آن‌ها را بر روی سینی مشخص نموده و بعد از گذاشتن روبند سینی با انجام جابجایی مناسب محل قرارگیری آن‌ها را طوری تنظیم کرد که در زیر روبند صاف و مناسب قرار گیرند و کج نباشند و وقتی از روبرو به آن‌ها نگاه می‌کنیم صاف و شکیل باشند.

بعد از تنظیم نمودن و وسایل با روبند، روبند را به آهستگی برداشته و شروع به علامت گذاری محل سوراخ کاری جای پیچ و وسایل الکتریکی نظیر فیوزها، کنتاکتورها، ریل کلیدهای میناتوری، ریل ترمینال

و کلیدهای اتوماتیک و غیره می نماییم. در پایان این مرحله، قبل از بستن وسایل و اقدام به کانال کشی و سپس سیم کشی باید تابلو رنگ آمیزی شود. البته قبل از رنگ آمیزی باید عملیات زیرسازی بر روی بدنه فلزی تابلو انجام شود. بعد از عملیات سوراخ کاری جهت نصب تجهیزات و رنگ آمیزی تابلو شروع به نصب وسایل توسط پیچ های خودکار و دستگاه پرچ می نماییم بعد از فیکس کردن وسایل نوبت کانال کشی در دورن تابلو و بین وسایل الکتریکی توسط کانال های پلاستیکی یا داکت می باشد. اندازه کانال ها را از نظر پهنا و ارتباط باید از روی تعداد سیم های که از آن عبور می کند انتخاب نمود. بعد از انتخاب شین مناسب با توجه به تعداد انشعابی که باید از آن گرفته شود سوراخ هایی در فواصل مناسب بر روی شین ها ایجاد می کنیم. سپس شینه ها را به ترتیبی که بعدا به آن اشاره می شود رنگ آمیزی کرده و آن ها را توسط مفره مناسب بر روی بدنه اسکلت تابلو پیچ می کنیم به طوری که شینه ها با بدنه فلزی تابلو تماسی نداشته باشند.

حال با توجه به کلید و فیوز و وسایل الکتریکی و شدت جریانی که از آن ها عبور می کند به اندازه یک رنج بالاتر (و در برخی شرکت ها برابر رنج ذکر شده در استاندارد) سیم با مقطع مناسب را انتخاب کرده و با اندازه گیری فاصله بین شین ها تا ورودی وسایل الکتریکی به بریدن سیم ها اقدام می کنیم. هر سیم با توجه به اینکه از کدام فاز گرفته شده است با همان رنگ شین مربوط به خودش انتخاب می شود. بعد از اندازه کردن و بریدن سیم ها در قسمت اتصال به شین ها از کابلشوی مخصوص سیم و در بخش دیگر سیم بسته به نوع وسیله الکتریکی از کابلشو یا سرسیم و یا اینکه مستقیما به وسیله الکتریکی وصل می شود که قبل از آن باید قسمت لخت سیم لحیم کاری شود. در قسمت خروجی وسیله الکتریکی که یک سر آن به ترمینال خروجی می رود نیز باید سر لخت سیم لحیم کاری شده و به ترمینال پیچ شود. تمام

مواد بالا بر روی سینی وسایل صورت می‌گیرد و نمایشگرها مانند لامپ‌های سیگنال و ولت‌متر و آمپر‌مترها و شدستی‌های استپ استارت بر روی درب متحرک یا درب بیرونی ثابت قرار می‌گیرد که این وسایل توسط سیم‌های بلند از بخش شین‌ها و بخش فرمان کنتاکتور و توسط سرسیم‌های مخصوص خود بهم متصل می‌شود. سیم‌های که بیرون از کانال قرار گرفته‌اند یا توسط نوار فرم کنار هم قرار می‌گیرند یا از داخل لوله خرطومی عبور داده می‌شوند. برای اینکه نوار فرم‌ها و لوله‌های خرطومی در جای خود ثابت شوند از بست‌های کمربندی استفاده می‌شود.

در آخر سیم‌های ارت بین درب تابلو و اسکلت فلزی وصل می‌شود و سیم مربوط به بوبین کنتاکتورها، چراغ سیگنال و وسایل الکتریکی که نول نیاز دارند به شین نول وصل می‌شوند که معمولاً کل سیم‌های نول توسط یک کابلشو به یکی از سوراخ‌های شین نول وصل می‌شود. حال که تمام مراحل بالا صورت گرفت تابلو را به ولتاژ شبکه و وصل نموده و تست‌های مربوطه را انجام می‌دهند و بعد از تست تابلو رو بند سینی را بسته و آچارکشی نهایی را انجام داده و با نصب پلاک مربوط به تابلو که مشخصات تابلو در آن ذکر شده است کار مونتاژ تابلو به پایان می‌رسد.



شکل ۶۷: شمش بندی تابلو برق

شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ آمیزی شوند

۱. فاز اول به رنگ **قرمز**

۲. فاز دوم به رنگ **زرد**

۳. فاز سوم به رنگ **آبی**

۴. شینه‌های خنثی و اتصال زمین به رنگ **سبز-زرد**

زیرسازی تابلو

زیر سازی به عمل چربی‌گیری، زنگ زدایی و فسفات‌کاری بر روی سطح فلزات به منظور ایجاد زمینه مطلوب برای پذیرش و چسبندگی رنگ بر روی سطح فلز، زیرسازی گویند. که هر یک از این مراحل به صورت زیر تعریف می شود.

الف-چربی‌گیری: به زدودن روغن، چربی، گریس و غبار موجود از سطح فلز به روش مقتضی مانند شستشو گرم با محلول‌های قلیائی مانند هیدروکسید سدیم و کربنات سدیم و مانند این چربی‌گیری گویند.

ب-زنگ زدائی: به زدودن زنگ از سطح فلز یا قطعه، زنگ زدائی گویند. که این کار به روش‌های مختلف مکانیک، شیمیایی و یا به روش شن پاشی تحت فشار آب یا فشار هوا صورت گیرد.

ج-فسفات‌کاری: به آغشته کردن سطح فلز که قبلاً چربی‌گیری و زنگ زدائی شده، با محلول نمک‌هایی اسید فسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط ویژه، فسفات‌کاری گویند. این عمل در سطح فلز

کریه ستال‌های ناهمواری ایجاد کرده و زمینه خوبی را برای پذیرش رنگ به وجود آورده و چه سپندگی رنگ را به حد مطلوب می‌رساند.

تابلو بانک خازنی

در صنعت بیشتر بارها از نوع سلفی مقاومتی هستند. ترانس‌ها، کوره‌ها القایی و حتی مبدل‌ها قدرت مثل یکسو سازهای تری‌ستوری که مدار کموتا سیون نیز دارند این خاصیت سلفی - مقاومتی را دارند. خاصیت سلفی باعث ایجاد توانی با نام توان راکتیو در شبکه برق می‌شود. این توان راکتیو که توسط یک کارگاه تولیدی از شبکه درخواست می‌شود یکسری مشکلات برای شبکه برق مثل افزایش جریان، افزایش تلفات و افزایش مقطع سیم‌ها و کابل‌ها را ایجاد میکند. راه حل که وجود دارد اضافه کردن خازن به مدار است. کاری که خازن انجام می‌دهد این است که خازن توان مورد نیاز سلف را تامین می‌کند به این صورت که سلف با شبکه این تبادل توان راکتیو را ندارد بلکه با خازن این تبادل توان را انجام می‌دهد. به عملکرد خازن در این حالت اصطلاح ضریب توان می‌گویند. در این اصطلاح ما کسینوس فی کارگاه را با خازن اصلاح می‌کنیم.

روش‌های مختلفی برای اتصال خازن در شبکه این کارگاه وجود دارد ولی چون موتورها و ترانس‌های این واحد صنعتی به صورت مداوم خاموش و روشن می‌شوند و نیاز به مقدار خازن متفاوت است بهترین روش، روش متمرکز است. در این روش به کمک دستگاهی با نام رگولاتور خازنی تشخیص می‌دهیم چه مقدار خازن برحسب بارهای سلفی کارگاه مورد نیاز است.

۵. پیوست

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱: کلید ولت‌متر و کلید آمپر متر ۲
- شکل ۲: بترتیب از راست کلید چپگرد راستگرد، کلید ستاره مثلث، و کلید صفر و یک ۳
- شکل ۳: چند نمونه کلید گردان پر کاربرد ۳
- شکل ۴: پوش باتن دوبل و تکی ۴
- شکل ۵: چند نمونه کلید اتومات MCCB ۵
- شکل ۶: کلید اتوماتیک MCB ۶
- شکل ۷: المان‌های داخلی کلید اتومات MCB ۷
- شکل ۸: کلید محافظ جان ۸
- شکل ۹: شمای فنی کلید محافظ جان ۹
- شکل ۱۰: کلید MPCB ۱۰
- شکل ۱۱: شمای فنی کلید MPCB ۱۱
- شکل ۱۲: کلید هوایی ACB ۱۲
- شکل ۱۳: اجزای مدار شکن هوایی (ACB) AIR CIRCUIT BREAKER ۱۴
- شکل ۱۴: پریز تابلویی ۱۶
- شکل ۱۵: انواع میکروسوییچ ۱۷
- شکل ۱۶: چند نمونه فیوز پر کاربرد ۱۸
- شکل ۱۷: یک نمونه کلید فیوز با شمای داخلی آن ۱۸
- شکل ۱۸: کلید امرجنسی ۱۹
- شکل ۱۹: ریل تابلو ۱۹
- شکل ۲۰: چند مدل ترمینال ۲۰
- شکل ۲۱: مدل‌های مختلف گلند ۲۰
- شکل ۲۲: چند مدل شینه متصل به تابلو ۲۱
- شکل ۲۳: شینه نول و ارت ۲۱
- شکل ۲۴: چند مدل مقره تابلویی ۲۲
- شکل ۲۵: نمایی از چند مدل داکت ۲۳
- شکل ۲۶: لامپ سیگنال ۲۳
- شکل ۲۷: وایرشو و کابشو ۲۴
- شکل ۲۸: بست کمر بندی و نوار فرم ۲۵
- شکل ۲۹: ترموستات تابلویی ۲۶
- شکل ۳۰: فن و هیتر تابلویی ۲۶
- شکل ۳۱: ترانس ایزوله تعبیه شده در داخل تابلو ۲۸
- شکل ۳۲: چند نمونه ترانس جریان پر کاربرد ۲۸
- شکل ۳۳: نحوه عملکرد ترانس جریان ۲۹

۲۹	شکل ۳۴: چند مدل معروف کنتاکتور
۳۰	شکل ۳۵: اجزای اصلی کنتاکتور
۳۰	شکل ۳۶: تیغه‌های قدرت و فرمان کنتاکتور
۳۱	شکل ۳۷: طریقه جذب بوبین کنتاکتور
۳۱	شکل ۳۸: تیغه‌های کمکی کنتاکتور
۳۲	شکل ۳۹: نحوه عملکرد تیغه‌های بیمتال
۳۳	شکل ۴۰: چند نمونه کنتاکتور خازنی
۳۳	شکل ۴۱: کنتاکتور الکترونیکی
۳۴	شکل ۴۲: شمای داخلی کنتاکتور الکترونیکی
۳۵	شکل ۴۳: چند نمونه بیمتال برندهای معروف
۳۶	شکل ۴۴: عملکرد بیمتال
۳۶	شکل ۴۵: طرز کار رله حرارتی بیمتال
۳۷	شکل ۴۶: قسمت‌های مختلف یک رله حرارتی
۳۸	شکل ۴۷: اجزای اصلی یک نمونه تایمر
۳۹	شکل ۴۸: چند مدل تایمر پر کاربرد
۴۱	شکل ۴۹: شکل ظاهری و شمای فنی رله فیندر
۴۲	شکل ۵۰: رله ضربه‌ای
۴۳	شکل ۵۱: رله برد ۴ کانال شرکت آزو الکترونیک
۴۴	شکل ۵۲: خازن اصلاح ضریب قدرت
۴۴	شکل ۵۳: رگولاتور خازنی
۴۵	شکل ۵۴: کنترل فاز
۴۶	شکل ۵۵: رله کنترل بار
۴۷	شکل ۵۶: انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری
۴۸	شکل ۵۷: چند مدل اینورتر
۴۹	شکل ۵۸: سافت استارتر
۴۹	شکل ۵۹: نمونه لوگو
۵۰	شکل ۶۰: چند مدل PLC
۵۲	شکل ۶۱: پنل مانیتورینگ
۴۵	شکل ۶۲: تابلو کنترل موتوری MMC از نوع کشویی و تابلو دیواری
۴۶	شکل ۶۳: تابلو کنترل موتور MCC ، درایو و تابلو ایستاده کشویی
۴۷	شکل ۶۴: تابلو تقسیم واحد
۴۸	شکل ۶۵: تابلوی عمومی نصب شده در آپارتمان
۴۸	شکل ۶۶: تابلو کنتور
۵۱	شکل ۶۷: شمش بندی تابلو برق



تهیه شده در گروه تحقیق و توسعه

شرکت مهندسی و بازرگانی پاک نیرو البرز



آمل- بلوار مدرس آفتاب ۱ / ۶۱ ساختمان محسنی طبقه اول واحد سوم

تلفن: ۰۱۱_۴۴۴۴۲۰۰۰

WWW.PAKNIRO.COM