



عنوان گزارش:

آشنایی با نحوه‌ی تولید تابلوهای برق صنعتی

فهرست مطالب

3.....	مقدمه
5.....	مراحل کلی ساخت تابلو
6.....	ملاحظات فنی پیرامون تولید محصول
8.....	قطعات و المان‌هایی که برای ساخت تابلوهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرند
44.....	فرآیند ساخت قطعات
49.....	فرآیند مونتاژ قطعات

بچه مقدمه:

برق یکی از صنایعی است اگر نتوان گفت بیشترین بازار را در جهان به خود اختصاص داده است ولی با اطمینان کامل می‌توان یکی از صنایع مهم در جهان می‌باشد.

در حال حاضر بیشترین بازار کار را در رشته‌های برق سیستم‌های قدرت به خود اختصاص داده‌اند که در این رشته‌ها یکی از مهم‌ترین مشاغل که در کشورهای بزرگ دنیا وجود دارد صنعت تابلوسازی مدارهای فرمان و قدرت است که توانسته بازار خوبی را برای افراد ایجاد کند، زیرا تمامی کارخانه‌ها و اداره‌ها و مؤسسات و حتی ساختمان‌های بزرگ و کوچک به این صنعت نیازمندند. امروزه در شهرهای بزرگ و کوچک کارگاه‌ها و شرکت‌های زیادی مشغول به کار می‌باشند که توانسته‌اند افراد زیادی را از نظر شغلی تأمین کنند و این صنعت روز به روز پیشرفته‌تر می‌شود تا جایی که سیستم‌های کنترل مکانیکی در تابلوهای برق کم کم از رده خارج می‌شوند و سیستم‌های هوشمند (PLC) توانسته بازار کار را در دست بگیرند و کشور ما نیز در حال توسعه در این زمینه‌ها می‌باشد ولی هنوز تمامی کارخانجات و شرکت‌ها نتوانسته‌اند این سیستم جدید را بر روی دستگاه‌ها و وسایل خود پیاده کنند زیرا در کشور ما متخصصان زیادی در این زمینه وجود ندارند ولی چندین شرکت و کارگاه اقدام به تولید این نوع تابلوی سیستم هوشمند کرده‌اند و باید مسئولان توجه بیشتری را به این مورد داشته باشند.

اهمیت موضوع:

اهمیت و ضرورت این طرح این است که بتوان با نحوه تولید تابلوهای صنعتی بزرگ و کوچک به منظور توزیع انرژی الکتریکی بعد از خط انتقال به واحدهای صنعتی آشنا شد.

بیان موضوع:

برق و سیستم‌ها قدرت و تابلوهای آن از مهم‌ترین عوامل به راه افتادن کارخانجات و صنایع و مؤسسات می‌باشد به طوری که بدون آن نمی‌توان هیچ نوع تولیدی را در یک کشور بدون آن داشت پس باید آن را جدی گرفت و به آن اهمیت زیادی داد.

روش تحقیق:

روش جمع آوری اطلاعات از طریق برخی کتابها و سایتها و نیز پرسش و پاسخ از کارگرنانی که در آنجا مشغول به کار بودند و همچنین مشاهده عینی وسایل و دستگاهها و محصولات تولیدی بود.

تابلوهای فشار متوسط

این تابلو در پستها و سویچ بردهای توزیع مورد استفاده قرار میگیرد و در سطوح ولتاژی 20 و 33 کیلو ولت طراحی و تولید میگردند و معمولاً بصورت چند سلولی مونتاژ می شوند.

در ذیل به چند نمونه از تولیدات این شرکت می توان اشاره نمود:

1. سویچ برد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر - عالی شهر
2. پست 800 KVA دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر - عالی شهر
3. پست 630 KVA پایانه مسافربری شهرداری بوشهر
4. پست 800 KVA دانشگاه آزاد اسلامی دشتستان
5. پست 630 KVA شرکت مروارید آبریزان تنگستان

تابلوهای تولیدی شن و ماسه

این شرکت به صورت تخصصی در خصوص طراحی و تولید انواع تابلوهای برق تولیدی های شن و ماسه فعالیت دارد و تا کنون تابلوی برق بیش از ده کارخانه تولید شن و ماسه را در استان بوشهر طراحی و تولید نموده است. این تابلوها معمولاً دو بخشی بوده و شامل یک دستگاه قدرتی که کلیه لوازم

تاسیسات موتوری در آن نصب می گردد و

بخش دیگر تابلوی کنترل پیلانویی می باشد.





تابلوهای وسایل اندازه گیری



این تابلو معمولاً بصورت تیپ می‌باشند که با نظارت شرکت برق جهت نصب کنترلهای مصرف برق تولید گردیده و در واحدهای کارخانجات و ادارت نصب می‌گردد.



مراحل کلی ساخت تابلو:

1- بخش فلز و جوشکاری:

بطور کلی نوع دستگاههای استقرار یافته در این بخش ادوات سنگین فلز کاری می‌باشد که به ترتیب عبارتند از:

گیوتین برش - پانچ‌های 12 و 8 تنی - خم 40 تنی از نوع دیجیتالی - خم دستی - دستگاه مته کاری - دستگاه سه کاره برش (خم و سوراخ کاری شمشها) - دستگاه جوش 250 A - سنگ فرز.

همه قطعات ابتدا وارد بخش برش شده و به اندازه‌های مطلوب مطابق نقشه درمی‌آیند. سپس با توجه به فرم و وضعیت مورد نیاز برای هر قطعه به بخش‌های پانچ و خم کاری و مته کاری برده می‌شود (البته بعضی از قطعات مستقیماً به بخش خم کاری می‌روند و برای بعضی دیگر ابتدا به بخش پانچ و بعد به بخش خم می‌رود و بعضی از قطعات ممکن است یکی از دو حالت فوق را نداشته باشد. که شرح این فرآیندها در مراحل بعدی بطور کامل توضیح داده خواهد شد).

قطعات خارج شده از این بخش وارد بخش جوشکاری می‌شود در این بخش قطعات مختلف ورودی، با توجه به نیازشان جوشکاری می‌شوند. برای از بین بردن اثر خال جوشها و به منظور یکنواخت کردن سطح فلز در رنگ کاری بخش‌های جوشکاری شده خارجی را به بخش فرزکاری می‌برند در این بخش سطوح جوشکاری خارجی را توسط سنگ فرز صاف می‌کنند این مرحله پایان کار بخش فلزکاری و تأمین یا تغذیه ورودی بخش رنگ کاری می‌باشد (سایر اطلاعات مربوط به این بخش شامل فضای لازم برای دستگاه‌ها - تعداد اپراتور - سرویس کار و مشخصات دستگاه‌ها در بخش بعدی به تفسیر شرح داده خواهد شد).

2- رنگ کاری:

قطعات ساخته شده در بخش فلزکاری پس از پرداخت کاری وارد بخش رنگ کاری می‌شود در این بخش از رنگ‌های ساده برای محیط باز و رنگ‌های چرمی برای محیط بسته استفاده می‌شود پودر رنگ را در داخل دستگاه رنگ پاش ریخته و آن را با ولتاژ 20 kv بار دار می‌کنند و بدنه تابلو را به زمین متصل می‌کنند و عمل پاشش را انجام می‌دهیم.

و بعد آنها را از (چنگک) آویزان می‌کنیم تا رنگ کمی خود را بگیرد و خشک شود. سپس قطعات نیمه خشک شده را به (کوره) منتقل می‌کنیم و در درجه حرارت 180 °C در مدت 20 دقیقه قرار می‌دهیم.



3- مونتاژ بدنه و اسکلت داخلی:

در این بخش کلیه قطعات رنگ آمیزی شده با توجه به مکانهایی که برای آنها مشخص شده به همدیگر متصل می‌شوند. البته در مونتاژ بدنه به خاطر تفرانسی که در ساختمان قطعات وجود دارد و همچنین عدم اطمینان پانچ زنی در مرحله فلزکاری بعضی از سوراخ کاریها در این بخش روی قطعات صورت می‌گیرد که در بخش فرآیند شرح آنها داده خواهد شد.

4- مونتاژ الکتریکی:

بدنه و اسکلت مونتاژ شده در بخش مونتاژ وارد این بخش می‌شود و در این بخش کلیه ادوات الکتریکی شامل ، فیوز - کلید - کنتاکتور - رله - پریرز - فتوسل - لامپ و شینه ها روی اسکلت داخلی تابلو نصب می‌شود و این اسکلت داخلی ، روی پایه‌های داخلی تابلو نصب می‌شود. البته در مورد (شینه های الکتریکی) داخل تابلو باید توضیح داد که این شینه ها از (نوارهای مسی) که به صورت کلاف هستند در بخش (برش شمش) با توجه به اندازه‌های مورد نیاز بریده و خم و سوراخ می‌شود و روی آن (وار نیش) قرار می‌گیرد سپس مدار توسط تکنسین برق تست می‌شود و تابلو تکمیل شده به انبار مربوطه منتقل می‌شود .

ملاحظات فني پيرامون توليد محصول:

ورقه‌های مورد نیاز در این تابلو از (ورقه‌های فلزي روغني) به ضخامت 2mm ساخته می‌شود و ابعاد تابلو متناسب با قطعات نصب شده در داخل آن می‌باشد بطوري که در موقع کار اپراتور روی تابلو به راحتی امکان دسترسي به تمام قطعات داخلي آن باشد و همچنین در صورت لزوم بتوانیم قطعات جانبي را به مدار وصل کنیم.

براي ایمني بیشتر اپراتور در هنگام کار باید در این تابلو بجز (درب اصلي) ، دربي براي (محافظة شينه ها) نصب شود در این تابلو (سلول‌های مربوط به روشنایی معابر باید جدا از (سلول‌های توزیع) در نظر گرفته شود و اتصال سلولهاي توزیع باید از شينه هاي مسي یا آلومینیومی باشد و مدار روشنایی معابر این تابلو باید توسط (کنتاکتور و از فتوسل) فرمان گیرد این فتوسل روی دیواره کلاهک نصب می‌شود.

در قسمت (رنگ آميزي) بایستی نوع رنگ متناسب با شرایط (آب و هوایی) انتخاب شود و حتماً عملیات (چربي زدایی) باید قبل از رنگ آميزي صورت گیرد. نوع ضخامت رنگ استفاده شده هم باید توجه نمود که با آگاهی از محل نصب تابلو بین 20-40 میکرون متغیر است.

شینه هاي مورد استفاده در این تابلو باید از جنس مس یا آلومینیوم با ضخامت (30*3mm) (طبق استاندارد) انتخاب شود و محلهای اتصال پس از سوراخ کاری کاملاً تمیز شده و توسط پیچ و مهره به همدیگر متصل شوند تا حداکثر (هدایت الکتریکی) به وجود آید و شینه ها زیاد گرم نشود. کابل‌ها در تابلو باید حتماً توسط کابلشو به شینه ها متصل شود. برای نصب سیم (ارت) باید حتماً شینه مربوطه روی (کفي تابلو) محکم شود.

قطعات بکار رفته در این تابلو از قبیل کلید و کنتاکتور - فیوز - رله - فتوسل و غیره باید به نحوی وصل شود که برای (تعمیر) به راحتی در دسترس باشد و از (مارک‌های دارای استاندارد جهانی) تهیه شود. بمنظور شناسایی محصول باید نقشه کامل محصول که شامل مدارات الکتریکی و سایر نکات فني آن است در اختیار متقاضی قرار داده شود تا در (موقع تعمیر) راحت‌تر اقدام شود.

استانداردهای وسایل استفاده شده در این تابلو استاندارد IEC می‌باشد که طبق این استاندارد مشخصات برخی از قطعات مورد استفاده در تابلو برقرار صفحه بعد می‌باشد .

الف (کنتاکتورها : کنتاکتورها و هادیها بایستی طوری انتخاب شود که جریان بارنامی را به طور مداوم تحمل کند و آسیب نبیند .

- 1 . افزایش درجه حرارت کنتاکتور نباید از مقدار مشخصی بالاتر برود .
- 2 . کنتاکتور بایستی دارای پایداری کافی در شرایط کار باشد .
- 3 . کنتاکتور باید علاوه بر تیغه‌های فرمان دارای تیغه‌های اصلی نیز باشد .
- 4 . فنرهای عمل مننده بایستی زنگ نزده و خورده نشده باشد و نشود .

ب (کلیدهای اتوماتیک و فیوزهای کاردی :

- 1 . محفظه کلید بایستی از (فنل یا پلی استر) با درجه خلوص بالا انتخاب شود .
- 2 . ترمینال‌ها در سمت خط تغذیه و خط بار بایستی جهت اتصال به کابل شو مناسب باشد .
- 3 . کلیدها باید دارای نشانگرهای ON و OFF باشد و دارای دستگیره اطمینان باشد و بدون برگرداندن دستگیره امکان وصل کلید نباشد .
- 4 . روی هر کلید باید مشخصاتی نظیر استاندارد - ولتاژ اسمی - جریان اسمی - فرکانس - نام کشور سازنده و درجه حفاظت و ... ذکر شود .

ج (کلیدهای مینیاتوری :

- 1 . باید از نوع حرارتی مغناطیسی باشد و استقامت کافی در برابر جریان نامی داشته باشد .
- 2 . درجه حفاظت کلید با درجه حفاظت تابلو هم خوانی داشته باشد .
- 3 . بدنه کلید بایستی به صورتی باشد که جریان اتصال کوتاه دائم را تحمل کند .
- 4 . مشخصات کلید بایستی به صورت خوانا روی آن مشخص باشد .

د (شینه ها :

- 1 . ظرفیت الکتریکی شینه فاز نباید از 150 درصد شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه کننده تابلو کمتر باشد .
- 2 . شینه بایستی به ترتیب با رنگ‌های قرمز ، زرد و آبی باشد .
- 3 . شینه بایستی طوری طراحی شود که تحمل اتصال کوتاه را داشته باشد .

ه (سیم کشی :

1. سیم کشی فشار ضعیف و فرمان تابلو نباید از سیم نمره 2 کمتر باشد .
 2. مقدار ولتاژ تحمل سیم‌ها بایستی 1000 ولت باشد .
- (و طبق استاندارد شماره 1928 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

بخش‌های کنترل کیفیت تابلو

در این طرح تولیدی با توجه به حساسیت بخش‌ها ما دو بخش کنترل قرار می‌دهیم .

1. بخش کنترل مونتاژ بدنه : در این بخش کلیه قطعات و عملیات انجام شده روی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد که به عنوان مثال : خم‌ها در زاویه و اندازه طراحی شده باید باشد و همچنین ابعاد آنها مطابق نقشه باشد و همچنین قطعاتی مانند درب برآحتی باز و بسته شده و هیچ گونه درگیری نداشته باشد و کلیه قطعات در جای خود محکم بسته شده و ثابت قرار گرفته باشند .

به طور کلی با توجه به این مطلب که (خطا در ساخت) قطعات فلزی منجر به مونتاژ نشدن تابلو می‌شود . برای تمامی بخش‌های کاری آن نمی‌توان تلرانس در نظر گرفت ولی به طور کلی برای بخش‌های خم یا اتصالات تا 3 درصد تلرانس مورد نظر است . ضایعات این بخش قابل قبول و برگشت به سیستم نبوده و جزء (ضایعات آهنی) تلقی می‌شود .

2. بخش مونتاژ الکتریکی : در این بخش قطعات پس از تکمیل شدن مورد تست قرار می‌گیرد که این تست شامل کنترل اتصالات بخش فرمان معابر توسط (اهم متر) و همچنین کنترل اتصالات شینه‌ها و اتصالات زمین می‌باشد . با توجه به این مطلب که جریان تغذیه این تابلوها بالا می‌باشد باید این کنترل به دقت صورت گرفته و خطا نداشته باشد . کوچک‌ترین خطا در این بخش باعث به خطر افتادن جان افراد و از بین رفتن تجهیزات گران قیمت مصرف‌منده‌ها می‌باشد .

قطعات مورد استفاده در این تابلوها هم باید استاندارد و دارای برجسب کنترل کیفیت باشد

ماشین آلات مورد استفاده برای تولید محصول :

1. دستگاه برش (گیوتین لنگی) : از این دستگاه به منظور برش ورقه‌ها تا ضخامت 2.5mm استفاده می‌شود که در ابعاد 2*1*2m می‌باشد تنظیم کردن سایر قطعات مورد استفاده تحت برش در این



دستگاه از فکهای که روی آن تعبیه شده است استفاده می‌شود. سیستم راه اندازی آن توسط فرمان الکتریکی می‌باشد و موتور راه انداز آن يك موتور سه فاز 2.2kW کیلو وات می‌باشد. این دستگاه در هر ماه یکبار احتیاج به بازرسی دارد که این کار توسط کارگر ماهر بخش صورت می‌گیرد. سرعت کار این دستگاه ثابت و هر مرحله برش (بدون محاسبه زمان اندازه گیری) را در 5sec ثانیه انجام می‌دهد. این دستگاه ساخت داخل کشور (کمپانی ذوالقدری) می‌باشد و دارای کیفیت نزدیک به نمونه خارجی می‌باشد.

2. پانچ 8 تني : از این دستگاه به منظور سوراخ کردن قطعات کوچکتر تا قطر 2mm استفاده می‌شود این دستگاه دارای ابعاد $0.6*0.6*2\text{m}$ می‌باشد. نوع اثر گذاری در این دستگاه همانند پانچ 12 تني تغییر می‌کند این دستگاه توسط يك موتور 1.5kW کیلو واتی سه فاز راه اندازی شده و توسط (فرمان مکانیکی) کار می‌کند. تفرانس این پانچ با توجه به دقت ساخت قالبهاست که البته در حدود صفر است. این دستگاه هر سه ماه یکبار سرویس کاری صفر است. این دستگاه هر سه ماه یکبار سرویس کاری می‌شود که شامل گریس کاری بخش‌های گریس خور می‌باشد سرعت این دستگاه همانند پانچ 12 تني می‌باشد. این دستگاه در داخل کشور ساخته می‌شود و ساخت (کمپانی ذوالقدری) می‌باشد.

3. دریل دستی : از این دریل به منظور سوراخ کاری در بدنه و سایر قطعات آن در بخش مونتاژ استفاده می‌شود. نوع سوراخ کاری آن قابل تنظیم و با سرعت ثابتی کار می‌کند این دستگاه دارای 200w وات قدرت مصرفی می‌باشد. این دستگاه تقریباً به قطر ورقه‌ها در هر 5sec ثانیه می‌تواند يك سوراخ بزند. این دستگاه ساخت کمپانی (بوش آلمان) می‌باشد و از فروشگاه‌های داخل کشور قابل خرید می‌باشد و قیمتی معادل 40000 تومان معادل 400000 ریال می‌باشد

4. خم کن : از این دستگاه به منظور فرم دادن قطعات بصورت دلخواه استفاده می‌شود و این دستگاه دارای ابعاد $2*1*2.5$ می‌باشد. این دستگاه توسط موتور 2.2kW کیلو وات راه اندازی شده و سیستم راه اندازی و (تنظیم زوایای) آن توسط (مدارات دیجیتالی) می‌باشد و سیستم حرکت آن (هیدرولیکی) می‌باشد. این دستگاه با توجه به تنظیم دقیق دیجیتالی آن تا 0.5% تفرانس می‌تواند باشد. این دستگاه هر يك ماه یکبار بازدید می‌شود که شامل گریس کاری فکها و بازبینی شلنگهای رابط هیدرولیکی می‌باشد. سرعت عمل این دستگاه برای ایجاد خم حدود 4sec ثانیه می‌باشد..



5 . دستگاه فرم دهی شمشها : از این دستگاه برای برش ، سوراخکاری و خم کاری شمشها استفاده می شود و ابعاد آن 2*2*1.5m می باشد . این دستگاه توسط موتور 2.2kw کیلو وات بکار می افتد که برای بخش خم کاری از (مبدل هیدرولیکی) و برای بخش سوراخ کاری از يك (مبدل گیربکسي) برای انتقال قدرت استفاده می کند .. این دستگاه بطور متوسط ماهی یکبار نیاز به سرویس کاری دارد که شامل بازبینی (شلنگ های هیدرولیکی) و بازبینی بخش هیدرولیکی و (بخش گیربکسي) که برای سوراخ کاری می باشد این دستگاه ساخت داخل کشور می باشد توسط (کمپانی ذوالقدری) ساخته می شود .



6. دریل ستونی: از این دریل به منظور سوراخ کردن قطعات ورق استفاده می‌شود و دارای ابعاد $0.6*0.6*2m$ می‌باشد. در این دریل توسط تغییر (مته) می‌توان قطر سوراخ را تغییر داد این دریل يك فك ثابت به عنوان نگهدارنده قطعات می‌باشد که فاصله آن تا دریل تنظیم است. این دستگاه توسط يك موتور $0.55kw$ كيلو وات راه اندازي می‌شود و سرعت آن از طریق تغییر محل تسمه قابل تنظیم است و این دستگاه هر دو ماه یکبار بازرینی و سرویس کاری می‌شود که شامل بازرینی تسمه‌ها و روغن کاری برش‌ها می‌باشد. این دستگاه ساخت داخل کشور می‌باشد و توسط (شرکت ماشین ابزار) تولید می‌شود.
7. دستگاه جوش: از این دستگاه برای جوشکاری ورقه‌ها به ضخامت $2.5mm$ استفاده می‌شود. این دستگاه دارای خروجی‌های آمپراژ 250-200-150-100-75 می‌باشد. ابعاد این دستگاه $8*/5*/5m$ می‌باشد و تلرانس و سرعت کاری این دستگاه وابسته به مهارت اپراتور دارد (ولي بطور معمول هر سانتي متر را در مدت زمان در حدود 3sec ثانیه جوش می‌دهد). این دستگاه ساخت داخل کشور می‌باشد و ساخت کارخانه (تهران نو) است،

8. سیستم مشعل و کوره : از این سیستم برای خشک کردن قطعات رنگ آمیزی بکار گرفته می‌شود و محوطه آن دارای ابعاد $5*2*3m$ می‌باشد و سرعت کاری این دستگاه برای قطعات رنگ آمیزی شده 20 دقیقه تحت دمای 160 درجه سانتی گراد می‌باشد سرویس کاری این کوره هر دو ماه یکبار می‌باشد که شامل تمیز بودن ، مخزن کوره ، سرویس کاری مشعل و تمیز کردن محوطه کوره می‌باشد . که این کار تحت نظارت مسئول بخش انجام می‌شود .

سیستم احتراقی و تولید گرمای این کوره از یک مشعل و یک کوره حرارتی به شکل استوانه و یک فن برای دمش هوای گرم و همچنین کنترل درجه حرارت تشکیل شده است که این سیستم از طریق ایجاد حرارت در محفظه استوانه‌ای شکل خارجی و دمش آن توسط فن به داخل کوره و همچنین مکش هوا از قسمت پائین کوره برای به جریان انداختن هوا به داخل کوره کار می‌کند (و همچنین مکش هوا از قسمت پایین) این سیستم ساخت داخل کشور و شرکت (ایران رادیاتور) می‌باشد



قطعات و المان‌هایی که برای ساخت تابلوهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرند:

1- کابلشو:

برای اتصال سر کابل به شینه ها و ترمینال ها از کابلشو استفاده می شود. کابلشو ها در اندازه های متفاوت برای کابل های با قطر متفاوت ساخته می شوند.

به منظور اتصال کابلشو به سر کابل (کابلشو زدن) ابتدا کابلشو متناسب با قطر سیم را انتخاب نموده و سپس روکش قسمتی از سر کابل را که در کابلشو می تواند قرار بگیرد با تیزبر برمی داریم و در نهایت با دستگاه پرس کابلشو را بر روی سیم محکم می کنیم.

برای پرس کابلشو می توان از دستگاه پرس دستی یا دستگاه پرس روغنی استفاده نمود. هنگام پرس کابلشو بر روی سیم باید دقت نمود که پرس را از قسمتی شروع کنیم که به کابل نزدیکتر است و طی چند مرحله (سه یا چهار مرحله بسته به قطر کابلشو) تا قسمتی که نوک سیم درون کابلشو می باشد را پرس می کنیم. باید توجه کرد که پرس را می توان دو بار انجام داد بار اول تیغه ای را که اندازه اش از کابلشو کمی بزرگتر است بکار ببریم و بار دیگر تیغه ای متناسب با کابلشو را استفاده کنیم. این امر موجب می شود که برآمدگی سطح کابلشو بعد از پرس کمتر باشد و سطح صافتری را داشته باشیم و این خود موجب می شود که گرادیان میدان روی کابلشو کمتر شود.

پس از پرس زدن قسمتی از کابلشو را که نیازی نیست با هادی های دیگر در تماس باشد با عایق مناسبی مانند ریکم می توان پوشانید.

نحوه ای عایق کردن به این صورت می باشد که ابتدا عایق را بر روی سطح مورد نظر قرار داده و سپس با حرارت مستقیم شعله عایق را کاملاً بر روی هادی تثبیت می کنیم. باید دقت شود که حرارت بطور کاملاً یکنواخت به عایق داده شود تا هوا در زیر آن نفوذ نکند و حرارت زیادی که ناشی از ثابت نگه داشتن شعله در یک نقطه است موجب سوختن عایق نگردد.

شکل زیر نمونه هایی از کابلشو را در اندازه های متفاوت نشان می دهد.



2- انگشتی:

برای اتصال دو کابل بهم یا مفصل زدن بین دو کابل استفاده می‌شود و در اندازه‌های متفاوتی برای کابل‌های با قطر متفاوت ساخته می‌شوند.

برای مفصل زدن بر روی کابل ابتدا انگشتی متناسب با کابل را انتخاب نموده و سپس روکش سر کابل‌ها را به اندازه‌ی نصف طول انگشتی با تیزبر جدا کرده و کابل‌ها را از دو طرف درون انگشتی قرار داده و انگشتی‌ها را توسط دستگاه پرس بر روی کابل محکم می‌کنیم.

در نهایت قسمتی از کابل را که با انگشتی بهم متصل نموده‌ایم با عایق مناسب کاملاً می‌پوشانیم. شکل زیر نمونه‌هایی از انگشتی را در اندازه‌های مختلف نشان می‌دهد.



3- ترمینال:

از ترمینال در انتهای کابل‌هایی که جهت تغذیه‌ی مصرف کننده تعبیه شده‌اند استفاده می‌شود تا بتوان مصرف کننده را به راحتی به تغذیه کننده متصل نمود. باید توجه داشت که کابل‌های تغذیه کننده و مصرف کننده توسط کابلشو به ترمینال متصل می‌گردند.

در شکل زیر در ردیف سمت راست نمونه‌هایی از روکش ترمینال در اندازه‌های متفاوت قرار دارد و در ردیف وسطتر مینال‌ها در اندازه‌های متفاوت قرار دارند و در ردیف سمت چپ دو نمونه ترمینال در اندازه‌های متفاوت و یک نگهدارنده‌ی ترمینال را می‌توانید مشاهده کنید.



4- گلند:

گلند در قسمتی از تابلو بکار می‌رود که کابل از خارج تابلو به آن وارد می‌شود این امر موجب می‌گردد که بدنه‌ی تیز تابلو به روکش کابل‌ها صدمه نزنند از آنجایی که ممکن است قطر کابل‌ها متفاوت باشد گلند ها در اندازه‌های گوناگونی ساخته می‌شوند.

در شکل زیر نمونه‌هایی از گلند را در اندازه‌های مختلف می‌بینید.



5- مقره:

جهت ایزوله نمودن شینه‌ها و هادی‌های درون تابلو از بدنه‌ی آن از مقره‌ها استفاده می‌کنند که جنس آنها باید خاصیت عایقی خوبی داشته باشد تا بتواند این امر را برای ما میسر سازد. مقره‌ها با توجه به کاربرد آنها شکل ظاهری متفاوتی دارند و همچنین در ولتاژهای متفاوت باید از مقره با اندازه‌ی متفاوت استفاده نمود.

در شکل‌های زیر نمونه‌هایی از مقره را در اندازه و شکل‌های متفاوت مشاهده می‌کنید که کاربرد هر کدام و همچنین استفاده‌ی آنها در رنج‌های مختلف ولتاژی همراه عکس توضیح داده شده است. شکل زیر چند نمونه از مقره‌های فشار ضعیف را نشان می‌دهد که شینه به یک طرف آن پیچ می‌شود و طرف دیگر آن به بدنه پیچ می‌شود.



6- شینه:

برای آماده سازی شینه ها که برای ارتباط مسیر الکتریکی بین کلید و فیوزها می باشد از یک دستگاه برش مخصوص استفاده می شود . که علاوه بر وظیفه برش وظیفه خم کاری شینه ها را نیز بر عهده دارد مقطع این شینه ها ($30 \times 3 \text{ cm}$) می باشد و طول آن با توجه به فاصله اتصالات متغیر می باشد و به تعداد مراحل انشعاب روی این شینه ها سوراخ ایجاد می شود و به همدیگر پیچ می شود . البته این شینه ها توسط وارنیش از یکدیگر عایق می شوند که ابتدا وارنیش را روی شینه می کشند و سپس روی وارنیش را حرارت می دهند تا وارنیش به شینه بچسبد و درنیاید ، رنگ وارنیش زرد ، آبی و قرمز می باشد در شکل روبرو یک حلقه شینه را مشاهده می نمایید .



7- ترانس جریان (ct):

Ct برای نمونه برداری از جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد این نمونه برداری با نسبت‌های مختلفی صورت می‌گیرد و جریان اصلی را با کمک ct تا حد زیادی کاهش می‌دهند و این نمونه‌ی کاهش یافته را می‌توان به آمپر متر داد و آمپر متر مقدار واقعی جریان را نشان می‌دهد.

شکل زیر دو نمونه ct را نشان می‌دهد.



8- جعبه فیوز:

فیوزهای کاردی را می‌توان درون جعبه فیوز نیز قرار داد که مزیت آن نسبت به پایه فیوز این است که در این حالت فیوزها را می‌توان بصورت سه فاز قطع و وصل نمود و نیازی به فیوز کش نیز نمی‌باشد. باید توجه داشت که عمل قطع و وصل را اگر زیر بار انجام می‌دهیم تا حد امکان سریع انجام شود تا از عمر جعبه فیوز کاسته نشود. شکل زیر نمونه‌ای از جعبه فیوز می‌باشد.



11

12- خازن :

برای ساختن تابلوهای پست خازنی جهت کاهش مصرف توان راکتیو برخی کارخانجات از خازن‌ها در تابلو برق استفاده می‌شود.

خازن‌ها با اعمال راکتانس خازنی به مدار، به شکل مؤثر در مقابل راکتانس القایی مواد واکنش نشان داده شده و امپدانس مدار را تغییر می‌دهند. این عمل به نوبه خود ممکن است موجب افت یا افزایش ولتاژ مدار گردد. وجود خازن همچنین به بهبود ضریب توان مدار منجر گشته و از این طریق جریان مورد نیاز جهت تأمین یک بار مشخص را کاهش داده و تلفات مدار را کم می‌نماید. در شکل‌های زیر و شکل صفحه‌ی بعد دو نمونه خازن سه فاز را مشاهده می‌کنید.



فیوزها:

در کلیه تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و یا قطع کردن دستگاه‌های معیوب از شبکه که بر اثر عوامل مختلف از قبیل نقصان عایق‌بندی، ضعف استقامت الکتریکی یا مکانیکی و یا ازدیاد بیش از حد جریان مجاز (اتصال کوتاه) وسایل حفاظتی مختلف به کار می‌رود. این وسایل باید طوری انتخاب شوند که در اثر اضافه بار و یا اتصال کوتاه در کوتاهترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیمها و تجهیزات الکتریکی شبکه برسد مدار قسمت معیوب را قطع کنند. یکی از این وسایل حفاظتی فیوز است فیوزها از نظر زمان قطع بر حسب منحنی ذوب سیم حرارتی داخل آنها به دو نوع کند کار و تندر کار تقسیم می‌شوند. فیوزهای تند کار دارای زمان قطع کمتر از فیوزهای کند کار بوده و به همین دلیل در مصارف روشنایی به کار می‌روند. فیوزهای کند کار دارای زمان قطع طولانی‌تری بوده در نتیجه برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به کار می‌روند. تحمل جریان راه‌اندازی موتور در حدود 3 تا 7 برابر جریان نامی است که بر روی کلیه فیوزها جریان نامی آنها نوشته می‌شود که این جریان کمتر از جریان ماکزیمم تحمل فیوز است. فیوزها در انواع فشنگی، اتوماتیک (آلفا)، مینیاتوری، بکس، کاردی (تیغهای)، شیشه‌ای یا کارتریج و فیوزهای فشار قوی ساخته می‌شوند.

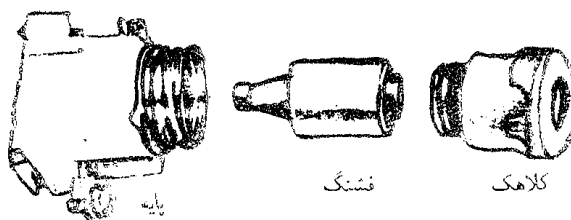
الف) فیوز فشنگی:

این فیوزها از یک سیم حرارتی تشکیل شده‌اند، زمانی که جریان از حد مجاز بیشتر شود ذوب شده و موجب قطع کامل مدار می‌گردند. معمولاً از فیوزهای فشنگی برای حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه استفاده می‌شود. فیوزهای فشنگی از دو قسمت اصلی بنام پایه و کلاهک تشکیل شده‌اند. جنس قسمت عایق آنها از چینی یا سرامیک می‌باشد پایه فیوز دارای دو پیچ ورودی و خروجی جریان است و کلاهک و فشنگ روی آن بسته می‌شود. کلاهک یا نگهدارنده فشنگ فیوز به وسیله پیچ به پایه وصل می‌شود. جنس فشنگ فیوز از چینی یا سرامیک بوده و سیم حرارتی از سوراخ وسط آن عبور داده می‌شود. معمولاً اطراف سیم حرارتی را از خاک کوارتز یا ماسه ریز پرمی‌کند. خاصیت این پودر این است که در هنگام قطع فیوز ذوب شدن سیم حرارتی باعث خاموش شدن جرقه تولید شده در داخل فشنگ می‌شود و از ترکیب شدن فشنگ در اثر جرقه جلوگیری می‌نماید. جنس کلاهک نیز عایق است و قسمتهای هادی که

روي آن نصب مي‌شود از فلز برنج مي‌باشد معمولاً روي فشنگ پولك رنگي نصب مي‌شود كه اين پولك نشان دهنده آمپر فيوز مي‌باشد. همچنين در هنگام سوختن فيوز پولك از محل خود خارج شده و مي‌توانيم تشخيص دهيم كه فيوز سوخته است.

فيوزهاي فشنگي را فيوزهاي حلزوني نيز مي‌گويند.

فيوزهاي فشنگي را فيوز تنبل يا كند كار نيز مي‌نامند.



كاربرد فيوزهاي فشنگي:

چون فيوزهاي فشنگي در زمان جريان غيرمجاز مقداري با تاخير عمل مي‌كنند در نتيجه از اين فيوزها براي حفاظت موتورهاي سه فاز و تكفاز آسنكرون در مقابل اتصال کوتاه استفاده مي‌شود چنانكه مي‌دانيم جريان راه‌اندازي اين موتورها در حدود 3 تا 7 برابر جريان نامي موتور مي‌باشد به همين دليل چون اين فيوزها داراي زمان قطع طولاني هستند در نتيجه تحمل جريان راه‌اندازي را داشته و زود نمي‌سوزد. نحوه انتخاب فيوزهاي فشنگي براي موتورهاي القائي به اينصورت است كه جريان فيوز را دو برابر جريان نام موتور انتخاب مي‌كنيم مثلاً اگر يك موتور سه فاز بر روي پلاك آن جريان 12A آمپر نوشته شده باشد براي هر فاز آن از يك فيوز فشنگي 25A آمپر استفاده مي‌كنيم.

نكته مهم اينكه هيچ گاه براي حفاظت سيستم برق منازل از فيوز فشنگي استفاده نكنيم زيرا اولاً يكبار مصرف بوده ثانياً در صورت بروز اضافه بار و برق گرفتگي سريع عمل نمي‌كند و موجب صدمات جبران ناپذيري مي‌گردد. توجه داشته باشيم كه هيچ گاه فيوزهاي سوخته فشنگي را با گذاشتن تكه سيم در داخل فشنگ مورد استفاده قرار ندهيم زيرا ممكن است جريان سيم جايگزين شده، بالاتر از جريان فيوز باشد و موجب صدمه زدن و سوختن دستگاهها و مدارات مربوطه شود پس به طور كلي نتيجه مي‌گيريم

که بیشترین کاربرد فیوزهای فشنگی برای حفاظت موتورهای القایی آسنکرون در مقابل اتصال کوتاه می‌باشد.

ب) فیوز اتوماتیک یا آلفا:

نوع دیگر از فیوز اتوماتیک است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن موجب قطع مدار می‌شود می‌توان دوباره شستی روی فیوز فشار داد تا ارتباط برقرار شود. اغلب فیوزهای اتوماتیک در دو حالت اتصال کوتاه و اضافه بار مدار را کنترل می‌کنند پس از قطع شدن این فیوزها باید زمان کوتاهی صبر کرد تا فیوز سرد شود و دوباره شستی آن را فشار داد تا مدار را وصل کند به طور کلی در فیوزهای اتوماتیک از دو عنصر حرارتی و مغناطیسی استفاده شده است که قسمت مغناطیسی را مقابل اتصال کوتاه و قسمت حرارتی مدار را در مقابل اضافه بار (افزایش تدریجی جریان) حفاظت می‌کند کاربرد این فیوزها بیشتر در حفاظت سیستم برق منازل مسکونی می‌باشد.

ج) فیوزهای مینیاتوری:

نوع دیگری از فیوزها فیوز اتوماتیک است که به عنوان کلید نیز از آن استفاده می‌شود به همین دلیل به آن کلید فیوز مینیاتوری نیز گفته می‌شود ساختمان داخل آن شبیه فیوز اتوماتیک است و از سه قسمت رله حرارتی و رله مغناطیسی تشکیل شده است چون روی فیوز مینیاتوری یک کلید قرار گرفته است که با استفاده از آن می‌توان مانند یک کلید مدار را قطع و وصل نمود و در اصل این کلید شبیه شستی روی فیوز اتوماتیک یا آلفا عمل می‌کند این فیوز نیز مدار را در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت می‌نماید با توجه به مرغوبیت سرعت عمل بهتر حجم کمتر و ارزانتر بودن قیمت و همچنین خاصیت کلید داشتن امروزه جایگزین فیوزهای آلفا شده‌اند و در اغلب منازل و مکانها از این فیوزها استفاده می‌شود. فیوزهای مینیاتوری در دو نوع سه فاز و تکفاز ساخته می‌شوند.



(د) فیوزهای فشار قوی:

این فیوزها برای جریان بالاتر از 200A آمپر مورد استفاده قرار می‌گیرند و در شبکه‌هایی با توان زیاد از آنها استفاده می‌شود این فیوزها دارای دسته‌ای می‌باشند که توسط آن فیوزها را در جایی خود قرار می‌دهند و یا خارج می‌کند و به آن فیوزکش می‌گویند چنین فیوزهایی در تابلوها با جریان و توان بالا مانند پستهای برق کارخانجات مورد استفاده قرار می‌گیرند و به آنها فیوز کاردی نیز می‌گویند.

فیوزهای فشار قوی با توان و جریان بالا را با حروف NH نشان می‌دهند.

فیوزهای فشار قوی با توان - جریان و ولتاژ بالا را با حروف HH نشان می‌دهند.



مدار فرمان :

بهره برداری مطمئن و بی وقفه از تاسیسات الکتریکی و مراکز تولید نیرو و تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز تجهیزات برقی کارخانه جات صنعتی و مراکز اقتصادی تا حدود زیاد به خصوصیات و ویژگی‌ها و

طرز عمل کلیدها و وسایل کنترل مدارها بستگی دارد .

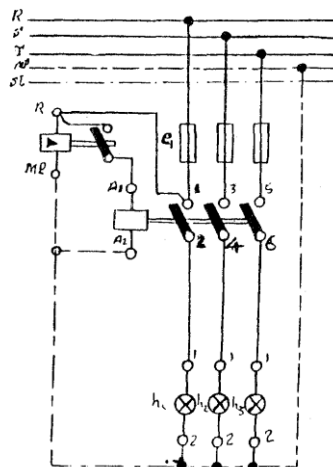
وسایلی که در مدارهای فرمان تابلو به کار می‌روند به این قرار است :

- کنتاکتور
- شستی استارت استپ
- رله
- لامپ‌های سیگنال
- فتوسل
- تایمر

- فتوسل:

وسيله‌اي است که نسبت به نور حساس بوده و با برخورد شعاعهاي نوري به صفحه آن باعث افزایش مقاومت اهمي يك مقاومت نوري مي‌شود در این حالت مدار را قطع مي‌کند. با کاهش نور مقاومت اهمي كقاومت نوري کم شده و مانند يك هادي عمل مي‌کند. در این حالت ولتاژي را به رله داخل آن رسانده و موجب وصل شدن رله مي‌گردد در داخل رله يك کلید باز وجود دارد که با تحريك رله جريان را از خود عبور داده، در واقع کنتاکت باز و بسته مي‌شود. از این عملکرد فتوسل مي‌توانيم براي روشن خاموش کردن لامپ‌هاي معابر و محوطه مراکز بزرگ مانند کارخانجات، مدارس، بیمارستان‌ها و غیره استفاده کنیم. امروزه معمولاً فتوسلها را در مسیر بوبين کنتاکتورها قرار داده و ولتاژ تغذيه لامپها را از مدار قدرت کنتاکتور مي‌گیرند شکل زیر طریقه قرار دادن فتوسل را در مسیر بوبين يك کنتاکتور نشان مي‌دهد. فتوسلها باید در نقاطي نصب شوند که نور روز مستقیماً به آنها بتابد و تا جايي که امکان دارد سایه هیچ وسيله‌اي روي آن نیفتد.

در زیر نمونه‌هایی از فوتوسل را همراه با مدار داخلی مشاهده می‌کنید.



تایمر :

کلیدی که پس از گذشت زمان تعیین شده عمل نموده و فرمان قطع و یا وصل را صادر می‌نماید

کنتاکتورها:

تعریف کنتاکتور: یک ملید الکترومغناطیسی است که با فرمان جریان کم مدارهای قدرت با جریانهای بالا را راه‌اندازی می‌کند مزایایی که باعث می‌شود در راه‌اندازی ماشینهای الکتریکی به جای کلیدهای دستی (اهرمی، غلطکی و زبانه‌ای) از کنتاکتورها استفاده کنیم به شرح زیر است:



1) کنترل و فرمان از راه دور ماشین به وسیله کنتاکتور امکان‌پذیر است.

2) از خطرات ناشی از راه افتادن مجدد ماشینهایی که در اثر قطع ناگهانی برق از کار می‌افتند جلوگیری می‌شود.

3) به وسیله کنتا کنتور امکان قطع و وصل ماشینهای الکتریکی از چندین نقطه امکان پذیر می‌باشد.

4) عمر مکانیکی کنتا کنتور نسبت به سایر کلیدها خیلی بیشتر است.

5) امکان مدار فرمان اتوماتیک به وسیله کنتا کنتور امکان پذیر است.

6) حفاظت دستگاهها و ماشینهای الکتریکی به وسیله کنتا کنتور مطمئن‌تر و ایمن‌تر است.

ساختمان و طرز کار کنتا کتور:

کنتا کتور تشکیل شده است از يك آهنرباي الکتریکی که يك قسمت از هسته آن متحرك بوده و به وسیله فنري از قسمت ثابت جدا نگه داشته می‌شودو يك سري کنتاكت عایق شده از یکدیگر به آن متصل می‌باشد که به همراه قسمت متحرك حرکت می‌کنند. در قسمت ثابت يك سري کنتاكت دیگر قرار گرفته‌اند.

هنگامیکه از سیم پیچ بوبین کنتاکتور جریانی عبور می‌کند توسط نیروی مغناطیسی کنتاکتهای ثابت و متحرك روی یکدیگر فشرده می‌شود. در همان حالت فنر بین دو قسمت هسته فشرده می‌شود اما زمانیکه ولتاژ بوبین قطع شود و یا از حد معمول کمتر گردد نیروی فنر موجب باز شدن کنتاكت‌ها بصورت اتوماتیک از یکدیگر می‌شود. عکس این حالت نیز صادق است.

یعنی در حالت بدون جریان بودن بوبین کنتاکتور يك سري از کنتاکتهای ثابت و متحرك به یکدیگر وصل هستند و زمانیکه جریان به بوبین کنتاکتور وصل می‌شود ارتباط بین کنتاکتها قطع می‌شود پس نتیجه می‌گیریم که کنتاکتهایی را که با وصل بوبین و فشرده شده فنر بین دو قسمت هستند به یکدیگر وصل می‌شوند کنتاکتهای باز و کنتاکتهایی که با وصل بوبین به برق از یکدیگر جدا می‌شوند را کنتاکتهای بسته می‌گویند.

حلقه‌های اتصال کوتاه روی هسته بوبین کنتاکتور (حلقه فراهه):

روی قسمت ثابت هسته بوبین کنتاکتورها دو عدد حلقه بسته (اتصال کوتاه) قرار گرفته است کار این دو حلقه این است که يك میدان مغناطیسی خود القایی ایجاد کرده و در واقع مانند ثانویه ترانسفورماتور عمل می‌کنند. میدان مغناطیسی تولید شده به وسیله این دو حلقه سبب می‌شود تا از نوسانات و لرزش هسته متحرك جلوگیری به عمل آید و کنتاکتور هنگام کار ایجاد سرو صدا نکند. در صورتی که مدار تغذیه

بویین کنتاکتور قطع شود در اثر نیروی فنری که داخل کلید قریار دارد اتصالات برقرار می‌شود و دوباره به حالت اول باز می‌گردد.

قسمت‌های کنتاکتور:

این اجزاء عبارتند از:

- 1) قاب نگهدارنده کنتاکتهای قسمت فوقانی.
- 2) قاب نگهدارنده پیچ کنتاکت بر روی قاب.
- 3) بویین کنتاکتور: از تعداد دور زیادی سیم با قطر نازک که به دور یک قرقره پلاستیکی پیچیده است.
- 4) هسته: مانند ترانسفورماتور ورقه ورقه می‌باشد.
- 5) حلقه اتصال کوتاه برای جلوگیری از لرزش.
- 6) فنر برگشت کنتاکتها به وضعیت عادی.
- 7) قاب نگهدارنده کنتاکتهای متحرک.
- 8) کانال یا معبر کنتاکتهای متحرک.
- 9) فنر پشت قاب متحرک.
- 10) نگهدارنده فنر.
- 11) کنتاکتهای متحرک مربوط به مدار قدرت.
- 12) کنتاکتهای متحرک مربوط به مدار فرمان.
- 13) فنر پشت کنتاکت فرمان.
- 14) نگهدارنده فنر کنتاکت فرمان.
- 15) بست متصل کننده قاب تحتانی به فوقانی.
- 16) کانال و پیچ مربوط به کنتاکت مدار فرمان.
- 17) ترمینال اتصال سیم بویین.

مقادیر نامی کنتاکتورها:

برای تغذیه الکتروموتورها و سایر مصرف‌کننده‌ها اغلب از شبکه فشار ضعیف 330v ولت استفاده می‌شود برای اتصال مصرف‌کننده‌ها به این شبکه باید از کلید کنتاکتوری استفاده نمود که دارای مشخصات مناسبی بوده و کنتکتهای آن تحمل جریان راه‌اندازی و دائمی را داشته باشد همچنین در صورت اتصال کوتاه زمانی طول بکشد تا کنتاکتهای آن صدمه دیده و معیوب شود. به همین منظور برای اینکه بتوانیم یک کنتاکتور مناسب را انتخاب نماییم باید مقادیر نامی کنتاکتورها را بشناسیم معمولاً مهمترین این مقادیر بر روی پلاک بدنه کنتاکتور نوشته می‌شود. نکته مهم دیگر اینکه به طور کلی در انتخاب کلید برای مصرف‌کننده‌ها و الکتروموتورها باید جریان کلید تقریباً دو برابر جریان نامی مصرف‌کننده‌ها و الکتروموتورها باشد.

مقادیر نامی که بر روی کنتاکتور قید می‌شوند عبارتند از:

(1) جریان نامی:

چون کنتاکتهای متحرک با فشار بر روی کنتاکتهای ثابت اتصال پیدا می‌کند و سطح کنتاکتها نیز کاملاً صاف نیست لذا سطح تماس آنها یک نقطه کوچک خواهد بود. بنابراین در محل تماس دو کنتاکت به علت کم سطح بودن تماس مقاومت الکتریکی وجود داشته و عبور جریان موجب گرم شدن کنتاکتها می‌گردد. واضح است که هر چه زمان عبور جریان بیشتر باشد کنتاکتها بیشتر گرم می‌شوند با توجه به زمان لازم برای وصل بودن کنتاکتور جریان‌های زیر تعریف می‌شود:

(الف) جریان دائمی (Ith2):

جریانی است که می‌تواند در شرایط کار نرمال و در زمان نامحدود بدون قطع شدن از کنتاکتهای کنتاکتور کرده و به آن هیچ صدمه‌ای نزنند و حرارت ایجاد شده در کنتاکتها از حد مجاز تجاوز ننموده و هیچ‌گونه تعمیر و سرویس مانند تمیز کردن کنتاکتها و عوض کردن آنها مورد نیاز نباشد.

(ب) جریان هفتگی (Ith1):

جریانی است که اگر در شرایط کار نرمال به مدت یک هفته از کنتاکتهای کنتاکتور عبور نماید هیچ‌گونه صدمه‌ای به آنها نزنند و نیاز به تعویض و سرویس نباشد.

(ج) جریان هشت ساعته (Ith):

جریانی است که با اتصال یکبار در هر هشت ساعت یا یک شیفیت کاری در شرایط کار نرمال می‌تواند از کنتاکتهای کنتاکتور عبور نماید بدون آنکه صدمه‌ای به آن وارد سازد و تغییری در خصوصیات کار کنتاکتور به وجود آورد. $Ith_2 \langle Ith_1 \langle Ith$

(د) جریان کار نامی (Ie):

شرط استفاده از کنتاکتور را بیان می‌کند یعنی اگر از کنتاکتور بصورت دائمی استفاده شود $Ie = Ith_2$ و اگر به صورت هفتگی از آن استفاده شود. $Ie = Ith$

(ن) جریان هفتگی اتصال کوتاه ضربه‌ای (Isc):

در مدار فرمان و قدرت کنتاکتورها باید از وسایل حفاظتی استفاده کنیم تا در صورت بروز اتصال کوتاه مدار سریعاً قطع شده و صدمه‌ای به دستگاهها و مدار وارد نشود. اما در لحظه اتصال بصورت لحظه‌ای جریان شدیدی از کنتاکتهای کنتاکتور عبور می‌نماید که باید کنتاکتها تحمل این جریان را داشته باشند به این جریان، جریان اتصال کوتاه ضربه‌ای می‌گویند.

(2) ولتاژهای نامی:

منظور از ولتاژهای عبوری از کنتاکتهای قدرت، ولتاژ بوبین کنتاکتور و ولتاژ عایقی بدنه کنتاکتور می‌باشد.

(الف) ولتاژ کار نامی (Ue):

ولتاژ عبوری از کنتاکتهای کنتاکتور در شرایط کار نامی و در جریان نامی می‌باشد. از روی آن می‌توان محل استفاده از کنتاکتور را بدست آورد.

(ب) ولتاژ عایقی نامی (Ui):

این ولتاژ استحکام عایقی بین کنتاکتها را مشخص می‌کند و بیانگر این است که اگر ولتاژ عبوری از کنتاکتها کنتاکتور را از آن میزان بیشتر شود قدرت عایقی بین کنتاکتها از بین رفته و موجب اتصال کوتاه بین فازها می‌گردد.

(ج) ولتاژ تغذیه نامی (UC):

مقدار ولتاژی است که باید به بوبین کنتاکتور اتصال یابد تا بوبین عمل جذب را انجام دهد این ولتاژ هیچ‌گونه ارتباطی با ولتاژ کار نامی کنتاکتور نداشته و مقدار آن روی یک پلاک کوچک که بر روی بوبین نصب شده است مشخص می‌شود.

3) قدرت قطع:

یکی از مهمترین مشخصاتی که بر روی پلاک کنتاکتورها نوشته می‌شود قدرت کنتاکتور می‌باشد زیرا در هنگام قطع کنتاکتها به مرور فشار کنتاکتها روی یکدیگر کاهش می‌یابد به طوری که در لحظه جدا شدن یک نقطه تماس کوچک بین آنها وجود دارد. و به این ترتیب مقاومت آن نقطه زیاد شده در این وضعیت عبور جریان نامی باعث تولید جرقه و ذوب شدن عده‌ای از کنتاکتها می‌شود که ادامه این کار به مرور باعث جدایی کنتاکتها می‌گردد. هر چه قدرت قطع کنتاکتور بیشتر باشد امکان ذوب کنتاکتها کمتر است.

4) طول عمر کنتاکتور:

چون هر کلید دارای یک قسمت متحرک می‌باشد به همین دلیل ساینده‌گی مکانیکی بین قسمتهای ثابت و متحرک وجود دارد طول عمر مکانیکی یک کلید بستگی به تعداد دفعات قطع و وصل آن دارد طول عمر کنتاکتورها تقریباً از اکثر کلیدها بیشتر است و تا حدود 10^8 بار می‌رسد. طول عمر مکانیکی کلیدها را با حروف A تا F مشخص می‌کنند و اصطلاحاً کلاس کلید گویند.

$$A=10^3 \quad B=10^4 \quad C=10^5 \quad D=10^6 \quad E=10^7 \quad F=10^8$$

بعد از حروف عددهایی نیز به عنوان ضریب نوشته می‌شود مثلاً کلاس F^3 یعنی 3×10^8 بار قطع و وصل یا کلاس D_5 یعنی 5×10^6 بار قطع و وصل: بدین منظور و برای این که بتوانیم پس از طراحی مدار، کنتاکتور را برای اتصال مصرف‌کننده‌ها به شبکه انتخاب کنیم، باید به مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم. این مقادیر برای کلیدهای غیرمناطیسی، مانند کلید اهرمی و غلتکی نیز وجود دارد. در جدول زیر انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها مشخص شده است. در این جدول انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها مشخص شده است:

نوع جریان	استاندارد و طبقه‌بندی کنتاکتور	مورد استفاده
AC	AC1	بار اهمی - بار غیر اندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم کن برقی با ضریب

توان حدود $\cos\varphi=0/95$		
برای راه‌اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم‌پیچی، بدون ترمز جریان مخالف، جریان راه‌اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.	AC2	AC
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور سیم‌پیچی با ترمز جریان مخالف	AC2'	AC
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - هنگام قطع جریان نامی از تیغه‌های کنتاکتور عبور می‌کند - تحمل جریان راه‌اندازی 5 تا 7 برابر جریان نامی	AC3	AC
برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای - به کاربرد ترمز جریان مخالف تغییر جهت گردش الکتروموتور روتور قفسه‌ای - تعداد دفعات قطع و وصل در فواصل زمانی اندک	AC4	AC
کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت کوپل مغناطیسی - استفاده فقط در مدار فرمان	AC11	AC
بار اهمی - بار غیر اندکتیو یا با اندکتیویته ضعیف - گرم‌کن برقی	DC1	DC
راه‌اندازی موتور شنت - قطع کردن موتور هنگام کار	DC2	DC
برای راه‌اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک - مدار ترنر	DC3	DC
راه‌اندازی موتور سری - قطع موتور هنگام کار	DC4	DC
راه‌اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد، در فواصل زمانی اندک - تغییر جهت گردش موتور - مدار ترنر	DC5	DC
کنتاکتور کمکی - کنتاکتور فرمان - کوپل مغناطیسی	DC11	DC

جدول 1-2: انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها

کنتاکتورهای کمکی:

این کنتاکتور مانند کنتاکت‌های قدرت بوده و دارای چندین کنتاکت باز و بسته فرمان می‌باشد. کنتاکتورهای کمکی در مدار به عنوان کنتاکتورهای واسطه در قسمت فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرند و به هیچ وجه در مدار قدرت از آنها استفاده نمی‌شود زیرا کنتاکت‌های آن تحمل جریان‌های بالا را ندارند در صورتی که در مدار قدرت از آنها استفاده نمی‌شود زیرا کنتاکت‌های آن ذوب شده و از بین می‌رود این کنتاکتورها از نظر اصول کار و ساختمان داخلی شبیه کنتاکتورهای قدرت یا اصلی بوده و تنها تفاوت آن در ساختمان کنتاکت‌های آن‌ها می‌باشد کنتاکتورهای کمکی را در نقشه‌ها با حرف (d) نشان می‌دهند و بر روی پلاک آنها (AC_{11}) قید می‌شود.

شستی‌ها:

در مدارهاي با كنتاكتور اغلب براي دادن فرمان لحظه‌اي از شستي‌ها استفاده مي‌شود كه انواع شستي‌ها عبارتند از:

(1) شستي استارت START:

شستي كه پس از تحريك يا فشار دادن دو كنتاكت قطع را وصل مي‌كند شستي استارت ناميده مي‌شود. به عبارت ديگر شستي استارت در حالت عادي باز بوده با فشار دادن به صورت لحظه‌اي بسته مي‌شود. در شستي‌هاي استارت با برداشتن فشار از روي آن مجدداً باز مي‌شود در داخل دسته شستي استارت يك فنر قرار گرفته است كه موجب عمل آن مي‌گردد. شستي استارت با شماره (3 و 4) مشخص مي‌شود.

(2) شستي استوپ (STOP):

شستي كه پس از تحريك دو كنتاكت وصل را قطع مي‌كند شستي استوپ ناميده مي‌شود يا به عبارت ديگر شستي استوپ در حالت عادي بسته است و با فشار دادن به صورت لحظه‌اي باز مي‌شود. و با برداشتن فشار دست روي آن مجدداً بسته مي‌شود. دو سر شستي استوپ را با شماره‌هاي (1 و 2) مشخص مي‌كنند.

(3) شستي استارت - استوپ يا دوبل (DOBLE - START - STOP):

با شستي دوبل به طور همزمان با فشار يك دكمه مي‌توان عمل استارت و استوپ را انجام داد به عبارت ديگر استارت استوپ دوبل تشكيل شده است از يك شستي استارت و يك شستي استوپ كه با همدگر هم محور شده‌اند. معمولاً رنگ شستي‌هاي استارت سبز يا مشكي و رنگ شستي‌هاي استوپ قرمز مي‌باشد.



كليدها :

در تأسیسات فشار ضعیف برای قطع و وصل کردن مدارهای مختلف الکتریکی و همچنین برای حفاظت الکتریکی ادوات، تأسیسات و مصرف کننده‌های بزرگ از کلیدهای فشار ضعیف مختلفی استفاده می‌شود.

عمدتاً این کلیدها در سطوح ولتاژ پایین‌تر از یک کیلو ولت کاربرد دارند که می‌توان آنها را به چهار دسته مهم تقسیم نمود:

- ۱- کلیدهای دستی که شامل کلید تیغهای یا چاقویی، کلید پاکو یا گردان و کلید فیوزم میشوند.
- ۲- کلیدهای خودکار که شامل کلیدهای هوایی، کلیدهای بدنه تزریقی و کلیدهای مینیاتوریم می‌باشند.
- ۳- کلید محافظ الکتروموتور
- ۴- کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

در میان کلیدهای دستی، کلیدهای تیغهای یا چاقویی به علت سادگی و ارزانی، به خصوص همراه با فیوز مورد استفاده زیادی دارند. کلیدهای تیغهای معمولاً در مدارهای کنترل و فرمان به کار برده می‌شوند.

این کلیدها همچنین برای برق رسانی به الکتروموتورهای تک فاز کوچک و وسایل الکتریکی جریان دائم، بسیار مناسب هستند.

کلیدهای گردان نیز برای جریان‌های الکتریکی کم و در حدود ۱۰۰ آمپر ساخته می‌شوند و معمولاً قابل قطع هستند و برای کاربردهای مختلفی DC و AC در زیر بار هستند. این کلیدها قابل استفاده در جریان‌های تولید و عرضه می‌شوند. نصب اینگونه کلیدها در داخل و یا روی تابلو بسیار ساده است.

کلید فیوز نیز برای جلوگیری از خطرات احتمالی در موقع تعویض فیوزها در شبکه فشار ضعیف کاربرد دارد. این کلید نسبت به کلید خودکار ارزاتر و از نظر جای‌گیری و ابعاد کوچکتر است.

مورد استعمال آن بیشتر در توزیع برق کارخانجات، روشنایی، پست‌هایت رانسفورماتور و خطوط انتقال انرژی شعاعی می‌باشد.

همچنین در مواقعی که قدرت قطع بالایی احتیاج باشد به جای فیوز از این کلیدها استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد از کلیدتها به عنوان یک وسیله قطع و وصل مدار استفاده نشده بلکه پاره‌ای از وظایف حفاظتی را نیز به کلید محول می‌کنند. در مواردی که حفاظت از تجهیزات مختلف نظیر تأسیسات روشنایی، سیم، کابل و ماشین آلات صنعتی در برابر اضافه بار، جریان اتصال کوتاه و غیره مد نظر باشد، از کلیدهای خودکار استفاده می‌شود. کلیدهای خودکار نسبت به فیوزها و کلیدهای دستی دارای مزایای نیز می‌باشند:

۱- کلید خودکار پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد و یا هر عامل دیگری، بلافاصله مجدداً آماده بهره برداری می‌باشد.

۲- با کم‌کم کنتاکت‌های فرعی که در آن تعبیه شده است، می‌توان وضعیت کلید در هر حالت، یعنی حالت‌های قطع، وصل یا وقوع خطا را توسط سیگنال‌های مناسب تعیین و در اتاق فرمان منعکس نمود.

۳- ساختمان این نوع کلیدها به گونه‌ای است که اگر کلید را بر روی یک مدار اتصال کوتاه شده ببندیم، پس از بسته شدن کلید، رله اضافه جریان سریعاً کلید را قطع می‌کند.

جدیدترین نوع از این کلیدها قادرند جریان‌های اتصال کوتاه را که حتی به ۱۰۰ برابر جریان نامی آن می‌رسد نیز بدون خسارت دیدن کلید قطع کنند. بنابراین، این نوع کلیدها از قدرت قطع خوبی برخوردار هستند.

در نوعی از کلیدهای خودکار که مکانیزم سیستم اطفاء جرقه در هوای آزاد صورت می‌گیرد، به کلیدهای هوایی معروف هستند که دارای قدرت قطع نسبتاً خوب و عمر مفید زیادی می‌باشند.

جریان نامی این کلیدها تا ۱۰۰۰۰ آمپر نیز وجود دارد. در این کلیدها حفاظت‌های مختلفی در نظر گرفته شده که مشخصات مربوط به این حفاظت‌ها، به صورت کامل و با جزئیات زیاد با

استفاده از دکم ههای روی آن، قابل تنظیم است و معمولاً به عنوان کلید اصلی در شبک ههای توزیع استفاده می شود.

در نوع دیگری از این کلیدها، بدنه آنها به کمک نوع خاصی از قالب های تزریق ساخته می شود و مجموعه های از رله های حفاظتی در داخل حجم کوچکی از آنها قرار دارند که به این نوع کلیدها، کلیدهای بدنه تزریقی یا کام پکت گفته می شود. این کلیدها برای جریان های نامی تا ۲۰۰۰ آمپر نیز وجود دارند و در آنها معمولاً حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه در نظر گرفته شده است. مشخصات تریپ این حفاظت ها معمولاً قابل تنظیم هستند.

نوع دیگری از کلید های خودکار، به کلیدهای مینیاتوری معروفند. این کلیدها برای جریان های نامی کم و تا ۶۳ آمپر تولید می شوند. در این کلیدها ممکن است حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز وجود داشته باشد که به طور معمول مشخصات مربوط به این حفاظت ها غیر قابل تنظیم هستند. این کلیدها برای مصارف خانگی زیاد استفاده می شوند و دارای قدرت قطع پایینی نسبت به بقیه کلیدهای خودکار هستند.

کلید محافظ موتور یک نوع بخصوص از کلید خودکار با قطع کننده جریان زیاد است و می تواند جریان شدید الکتروموتور را در زمان راه اندازی تحمل کند، بدون اینکه باعث قطع کلید شود. در این کلیدها، می تواند حفاظت های مختلفی نظیر اضافه بار، اتصال کوتاه، حفاظت در برابر تکفاز شدن الکتروموتور، افت ولتاژ می تواند قابل تنظیم باشد.

کلید مغناطیسی نوعی از کلیدهای فشار ضعیف است که در آن تا هنگامی که از سیم پیچ الکترومغناطیسی نگهدارنده آن جریان عبور کند، بسته است و به محض قطع جریان یا ولتاژ از سیم پیچ نگهدارنده، کلید خود به خود باز شده و مدار را قطع می کند. در این حالت کنتاکت هایی که قبلاً باز بوده اند بسته و کنتاکت هایی که قبلاً بسته بوده اند، باز می شوند. از این کنتاکت ها در مدارهای فرمان و قدرت استفاده می شود.

کلید فیوز:

بسیاری از حوادثی که در شبکه فشار ضعیف منجر به برق گرفتگی می‌شود، مربوط به قوس الکتریکی است که در موقع تعویض فیوز یعنی در هنگام درآوردن فیوز زیر بار و یا جا انداختن آن در زیر جریان اتصال کوتاه، به وجود می‌آید. لذا برای جلوگیری از خطراتی که در موقع تعویض فیوزها در شبکه فشار ضعیف پیش می‌آید، بهتر و مناسبتر است که به جای کلید و فیوز از کلید فیوز استفاده شود. در کلید فیوز، فیوزها بر روی درب کلید سوار شده و با باز کردن درب کلید، فیوزها از شبکه جدا می‌شوند که می‌توان با بیرون آوردن درب کلید نسبت به تعویض فیوزها اقدام نمود. پس از تعویض فیوزها نیز، درب کلید در داخل مجموعه جا زده شده و با بستن آن، فیوزها در شبکه قرار می‌گیرند. در مواقعی که جریان اتصال کوتاه شبکه یا مصرف کننده پشت فیوز خیلی زیاد باشد، اجباراً به خاطر قدرت قطع مناسب باید از کلید فیوزها استفاده شود. کلید فیوز نسبت به کلیدهای خودکار ارزانتر و از لحاظ جایگیری و ابعاد کوچکتر است.

کلید مینیاتوری:

کلیدهای مینیاتوری در حقیقت کلیدهای خودکار در اندازه‌های کوچک هستند که تا جریان نامی ۶۳ آمپر ساخته می‌شوند. این کلیدها در تابلوی توزیع خانگی و نیز در بارهای کوچک در شبکه‌های صنعتی عمل قطع و وصل و حفاظت در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار را انجام می‌دهند. در صورت بروز اضافه بار یا جریان اتصال کوتاه، رله بی‌متال یا قطع‌کننده مغناطیسی مدار را قطع می‌کند و کلید به حالت قطع برمیگردد.

کلیدهای مینیاتوری از لحاظ حفاظت نسبت به فیوزها ترجیح داده می‌شوند. چون دقت عمل بیشتری داشته و پس از عمل قطع، صدمه نمی‌بینند و می‌توان پس از رفع عیب به سرعت مدار را مجدداً وصل کرد. این کلیدها به صورت یک قطب، دو قطب، سه قطب و چهار قطب موجود هستند. کلیدهای مینیاتوری به کلاس‌های مختلف تقسیم می‌شوند که فرق این نوع کلیدها در جریان اتصال کوتاه آنها می‌باشد:

کلاس A که کلیدهای فوق‌العاده حساس بوده و تا دو برابر جریان نامی را تحمل می‌کند.



کلاس B برای بارهای غیر موتوری همانند روشنایی کاربرد داشته و تا چهار برابر جریان نامی را تحمل می‌کند.

کلاس C برای بارهای موتوری استفاده شده و تا شش برابر جریان نامی را تحمل می‌کند .

کلاس D به‌منظور حفاظت بارهای خازنی و یا بارهایی که جریان هجومی می‌کشند، کاربرد داشته و تا ۱۳ برابر جریان نامی را می‌تواند تحمل کند.

منابع:

سایت رشد

سایت دانشجو

کتاب برقکار صنعتی