گزارش کارآموزی

رشته : برق قدرت

موضوع کارآموزی:

تابلو برق

مکان کارآموزی:

اداره برق شهرستان ایذه

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر بابک کیانی

تهیه کننده:

تیر ماه 1394

تابلو چیست؟

تابلو عبارت است از فضایی که تجهیزات برقی در آن نصب می شوند.در تعریف تابلو لزومی ندارد آنرا حتماً یک فضای بسته فلزی بدانیم بلکه فضای بسته فلزی، نوعی از تابلو محسوب می شود. مشکلات ناشی از نصب تجهیزات و خطرات ناشی از عوامل محیطی و پدیده هایی مانند اتصال کوتاه که در تجهیزات الکتریکی روی می داد و در دسترس بودن تمام قسمتهای برقدار از سوی اپراتور، سازندگان را بر آن داشت تا ایمنی بیشتری را تامین کنند، از این رو تابلو به شکل محفظه بسته طراحی شد تا تجهیزات داخل آن غیر قابل دسترس باشند.

انواع تابلو از لحاظ ساختار :

تابلوهای Metal Enclosed : تابلوهایی به شکل محفظه تمام بسته فلزی که تمام تجهیزات الکتریکی اعم از کلیدها، ترانسهای جریان و ولتاژ، لوازم اندازه گیری، شینه ها و ... در داخل آن نصب می شود.این تابلوها به دو دسته تقسیم می شوند:

1- **تابلوهای Metal Clad:** این نوع تابلوها نوعی از تابلوهای Enclosed Metal هستند که در آنها، محفظه های مختلف از یکدیگر جدا شده اند. این امر باعث می شود تا اگر خطایی در یکی از محفظه ها روی دهد، این خطا به محفظه های دیگر انتقال پیدا نکند و سایر محفظه ها نیز تحت تأثیر آن آسیب ندیده و محفوظ می مانند.

یک تابلو Metal Clad به چهار بخش تقسیم می شود :

- محفظه باسبار

- محفظه سر کابل

- محفظه LV (کنترل) که تجهیزات اندازه گیری، حفاظتی و کنترلی در آن قرار می گیرند.

- محفظه کلید

2- **تابلوهای Compartment Type:** این نوع تابلوها نوعی از تابلوهای Metal Enclose هستند که در آنها، محفظه های مختلف از یکدیگر جدا نشده اند.

در طراحی یک تابلو باید موارد زیر در نظر گرفته شود :

- شرایط محیطی (جهت بهره برداری)

- شرایط لازم برای نصب

- شرایط حفاظتی

انواع تابلو از لحاظ محل نصب :

- داخلی (Indoor) : تابلو در فضای بسته مانند داخل سالن یا سوله نصب می شود.

- فضای باز (Outdoor) : تابلو در فضای باز نصب می شود.

تقسیم بندی تابلوها :

1-تابلوهای فیکس (**Fix**) :

-تابلوهای ایستاده چند منظوره(**Multi Purpose**):این تابلوها بصورت ایستاده قرار میگیرند و تابلوهای چند منظوره می باشند وداخل انها می توان تجهیزات کنترل-قدرت-پنوماتیکی و...نصب کرد.

-تابلوهای دیواری(**Wall Mounting**):این تابلوها به دو دسته تابلوهای روکار(**On Surface**)و تابلوهای توکار (**Mounting Flush**)تقسیم میشوند.

-تابلوهای (**Rack**):تابلو هایی هستند که حالت قفسه قفسه دارند و محفظه های اندازه گیری-الکترونیکی-کنترل ومخابراتی و... روی انها نصب می شود.

*تابلوهای **Swing** نوعی از تابلوهای **Rack** هستند که دارای در متحرک می باشد و مزیت ان این است که پشت تجهیزات ان قابل رویت است و دسترسی به پشت تجهیزات فراهم است این مدل بسیار گران است و درب ان هم شیشه ای است.

2-تابلوهای کشویی (**Withdraw able**):

-تابلو های کنترل موتورها(**Motor Control Center**(**MCC**)):این تابلو ها بصورت کشویی ساخته می شود و برای کنترل موتورها ساخته می شود .این تابلوها بخاطر مزیت تابلوهای کشویی بسیارگران هستند.

-تابلوهای مرکز قدرت(**Power Center**):این تابلوها برای تغذیه تابلوهای MCC استفاده میشوند و یک تابلوی توزیع است و میتواند چند تا تابلوی MCC را تغذیه کند در این تابلو ها کلیدها بیشتر از نوع هوایی هستندوبعد از پست اصلی استفاده می شوند.

***تابلوهای مدولار:**نوع پیشرفته تابلوهای فیکس ایستاده است. هر فیدر به شکل یک مدول در تابلو نصب شده وبه وسیله یک صفحه فلزی از فیدر بالایی وفیدر پایینی خود جدا می شوند و از لحاظ دسترسی به سر کابل به دو نوع کلی تقسیم می شوند:

-دسترسی از پشت

-دسترسی از جلو :در این حالت معمولا" در کنار درب اصلی تابلو درب کوچکی به نام درب کناری تعبیه شده و اتصالات کابل ها به فیدرها از طریق این درب انجام میشود این نوع سلولها را از لحاظ محل ورود سر کابل های ورودی وخروجی میتوان به ورود از بالا و ورود از پایین تقسیم نمود.

***انواع تابلوها از لحاظ ایستایی :**

ایستاده(Standing / Free Standing Self) :تابلو حالت خود ایستا دارد (نیاز به مهار آن توسط سازه ی دیگری نیست و یا به دیگری تکیه ندارد.)

دیواری (Mounted Wall) : تابلو هایی که روی دیوار نصب می شوند.

این تابلوها اگر روی سطح دیوار نصب شوند، روکار، Surface Mounted و اگر داخل دیوار جاسازی شوند، توکار، Flush Mounted یا Recessed Mounted نامیده می شوند.

انواع تابلو ها از لحاظ سطح ولتاژ :

تابلو ها از لحاظ سطح ولتاژ به دو دسته تقسیم می شوند:

تابلوهای فشار ضعیف(LV) تا V1000

تابلوهای فشار متوسط (MV) از V1000 تا V36000

مشخصات تابلو ها

در تابلوهای جریان زیاد و ولتاژ کمتر از 1000 ولت از مقررات VDE100 پیروی می نمایند که بنابر این مقررات سیم های الکتریکی باید طوری تعیین شوند که دارای اطمینان الکتریکی و مکانیکی خوب و کافی باشند.

بنابر این مقررات مقدار افت ولتاژ بین شبکه و محل اتصال به مصرف کننده نباید از میزان درصد نوشته شده تجاوز نماید.

در ضمن در این تابلوها باید از وسایل حفاظتی استفاده شود که سیم ها و دستگاهها را در برابر بارهای اضافی و اتصال کوتاه توسط قطع به موقع جریان محافظت نماید.

در این تابلو ها برای انشعاب گرفتن وسایل مختلف از شین ها یا باس بار) تسمه های مسی) استفاده می

شود و این شین ها باید طوری انتخاب شوند که تحمل جریان عبوری مورد مصرف را داشته باشند.

شین ها باید از بدنه تابلو ها عایق شوند که این عمل توسط مقره ها انجام می شوند. و فواصل بین شین ها باید از یکدیگر نیز رعایت شوند.

نقشه کشی تابلوها:

تابلوهای توزیع را برای سهولت کار در شمای فنی رسم می نمایند که با علایم و ارقامی که در کنار هر عنصر نوشته می شود اطلاعات نقشه را تکمیل می نمایند.

در یک تابلو یک یا چند خط بعنوان رزرو همیشه باید در نظر گرفته شود تا در هنگام خرابی یکی از خطوط یا نیاز به مصرف کننده جدید از آن استفاده شود.

سیم اتصال زمین با مقطع زیاد برای حفاظت در تابلوها نباید فراموش شود که این ارتباط توسط سیم بافته شده نرم بین قسمتهای متحرک و ثابت تابلو برقرار می شود.

ساخت تابلوها:

در یک تابلوی توزیع قبل از آنکه وسایل الکتریکی در آن نصب شود باید اسکلت فلزی یا پلاستیکی یا کائوچویی آن مونتاژ شود و با نصب ریل ها و سوراخ های مناسب آماده گردد تا وسایل الکتریکی در داخل آن مونتاژ شود.

پس از نصب وسایل الکتریکی (مانند کلید و فیوزها)ترمینال های تابلو را سیم کشی می کنند که این سیمکشی باید با سیم های تک لا و با فرم خاصی صورت گیرد. می توان سیم کشی داخل تابلو را با سیم های افشان که در داخل کانال های پلاستیکی (داکت) قرار می گیرند انجام داد.

تقسیم بندی تابلوهای برق :تابلو های برق رو در 3 بخش 1- فشار ضعیف 2- فشار متوسط 3- فشار

قوی تقسیم بندی می کنند. در این بخش به آموزش تابلوهای فشار ضعیف می پردازم و بعد به سراغ تابلوهای فشارقوی می روم.

تابلوها با آمپراژ مصرفی و شدت جریانی که ازاون عبور می کند مشخص می کنند که این آمپراژ از مقدار شدت جریان ذکر شده بر کلیدهای قدرت اصلی مشخص می شود .مثلا در یک تابلو از کلید اتوماتیک 40 آمپری در ورودی استفاده شده است بنابراین اون تابلو رو تابلوی 40 آمپری می نامند . تابلوها بیشتر نقش توزیع برق رو برعهده دارند و بعضی از تابلوها نیز تابلوهای توزیع و کنترل و فرمان هستند که برای راه اندازی خط تولید یا وسایل الکتریکی خاصی بکاربرده می شوند .

شروع بکار ساخت تابلو:

بعد از اینکه اسکلت فلزی تابلو بنا به درخواست و با توجه به وسایلی که باید در آن نصب شود و جریان مصرفی آن ساخته شد و رنگ آمیزی بر روی آن انجام گرفت مراحل مونتاژ تابلو در بخش برق شروع می شود.

اسکلت تابلو از چند بخش 1- اسکلت اصلی 2- سینی یا محل قرار گیری وسایل الکتریکی 3- روبند 4- درب تابلو تشکیل شده است.

به اسکلت اصلی که کاری نداریم و کار اصلی بر روی سینی وسایل انجام می گیرد .سینی ثابت است که یا مستقیما به اسکلت اصلی جوش خورده یا قابل باز کردن است و توسط پیچ و مهره به اسکلت اصلی بسته می شود . برای نصب وسایل الکتریکی نظیر کلید ها و فیوزها و کنتاکتورها و غیره ابتدا باید محل قرار گیری آنها را بر روی سینی مشخص شود و بعد از گذاشتن روبند سینی با انجام جابجایی مناسب محل قرار گیری آنها رو طوری تنظیم کرد که در زیر روبند صاف و مناسب قرار گیرند و کج نباشند و وقتی از روبرو به آنها نگاه می کنیم صاف و شکیل باشند .

بعد از تنظیم نمودن وسایل با روبند روبند رو به آهستگی برداشته و شروع به علامت گذاری محل سوراخ کاری پیچ وسایل الکتریکی نظیر فیوز های گچی یا بکس - کنتاکتورها - ریل کلیدهای مینیاتوری - ریل ترمینال و کیلدهای اتوماتیک و غیره می نماییم.

بعد از سوراخ کاری شروع به نصب وسایل توسط پیچ و مهره یا پیچ های خودکار و دستگاه پرچ می نماییم .

بعد از فیکس کردن وسایل حال نوبت سیم کشی بین وسایل الکتریکی می باشد و قبل از کانال کشی در درون تابلو و بین وسایل الکتریکی توسط کانال های پلاستیکی یا داکت می باشد . اندازه کانال ها از نظر پهنا و ارتباط از روی تعداد سیم های که از آن عبور می کند انتخاب می کنند.

در برخی تابلو ها که شدت جریان مصرفی بالا بوده وبکار گیری سیم در اندازه بالا مقدور و به صرفه نیست از شین ها یا تسمه های مسی با توجه به شدت جریانی که در مقطع و قطر مشخص تحمل می کنند استفاده می نمایند . و بعد از انتخاب شین مناسب شروع به سوراخکاری در فواصل متناسب با تعداد سیمی که برای هر فاز از آن ورودی گرفته می شود با توجه به قطر سوراخ کابلشو یا سرسیم می کنند و سپس بعد رنگ آمیزی جاهای که سوراخ کاری نشده است شین ها رو توسط مقره متناسب با آن و عایق شده از بدنه بر روی اسکلت فلزی پیچ می کنند .

حال با توجه به کلید و فیوزو وسایل الکتریکی و شدت جریانی که از آنها عبور می کند به اندازه یک رنج بالاتر و در برخی شرکتها برابر رنج ذکرشده در استاندارد بین سیم ها و فیوزها شروع به اندازه گیری سیم ها ازمحل قرارگیری شین ها تا ورودی وسایل الکتریکی کرده و بریدن سیم ها 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 لحیمکاری شود.

در قسمت خروجی وسیله الکتریکی که یک سر آن به ترمینال خروجی می رود نیز باید سر لخت سیم لحیمکاری شده وبه ترمینال پیچ شود.

تمام مواد بالا بر روی سینی وسایل صورت می گیرد و نمایشگرها مانند چراغ سیگنالها و ولتمترها و آمپرمترها و شاسی استپ و استارت بر روی درب متحرک یا درب بیرونی ثابت قرار می گیرد که این وسایل توسط سیم های بلند از بخش شینها و بخش فرمان کنتاکتورها و توسط سرسیمهای مخصوص خود بهم وصل می شود. سیم های که بیرون از کانال قرارگرفته اند یا توسط نوارفرم کنار هم قرار میگرند یا از داخل لوله خرطومی عبورداده می شوند. برای اینکه نوارفرمها و لوله های خرطومی در جای خود ثابت شوند از بستهای کمربندی استفاده می شود.

در آخر سیمهای ارت بین درب و اسکلت فلزی وصل می شود و سیم نول مربوط به بوبین کنتاکتورها – چراغ سیگنال و وسایل الکتریکی که نول نیاز دارند به شین نول وصل می شوند که معمولا کل سیم های نول توسط یک کابلشو به یکی از سوراخهای شین نول وصل می شود.

حال که تمام مراحل بالا صورت گرفت تابلو رو به ولتاژ شبکه وصل نموده و تستهای مربوطه رو انجام می دهند و بعد از تست تابلو روبند سینی رو بسته و آچارکشی نهایی رو انجام داده و با نصب پلاک مربوط به تابلو که مشخصات تابلو در آن ذکر شده است کار مونتاژ تابلو به پایان می رسد.

تابلوهای فشار ضعیف :

تابلوهای فشار ضعیف در سطح ولتاژ کمتر از V1000 قرار دارند.

مطابق IEC60439-1 تابلوی فشار ضعیف ترکیبی است از یک یا چند وسیله قطع و وصل (Switching Device)فشار ضعیف همراه با تجهیزات کنترلی، اندازه گیری، نشانگر، حفاظتی، تنظیم کننده و ... مربوط به خود که نحوی کامل نصب و سوار شده و کلیه Interconnection ها و اتصالات الکتریکی و مکانیکی داخلی و قطعات ساختمانی را شامل گردد.ولتاژ نامی تابلوهای فشار ضعیف معمولاً تا V690 و ولتاژ سرویس تا V400 می باشند.

تابلوهای فشار ضعیف معمولاً در دو نوع زیر ساخته می شوند :

تابلوی ایستاده (Fix) ثابت

تابلوی ایستاده (Withdraw able) کشویی

تابلوهای فشار متوسط :

تابلوهای فشار متوسط در سطح ولتاژ بین V1000 تا V36000 قرار دارند.

اجزای اصلی یک تابلو فشار متوسط شامل بدنه، کلید (دژنکتور) و یا کنتاکتور فشار متوسط، رله، باسبار، ترانفورماتور ولتاژ و جریان، لوازم اندازه گیری و تجهیزات کنترلی می باشد.

تابلوهای فشار متوسط به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

تابلوهای فشار متوسط ثابت(Fix)

تابلوهای فشار متوسط کشویی (Withdraw able)

رشته تابلوسازی رشته ای ترکیبی می باشد و لازم است اینجا عنوان کنم که جزوه یا کتاب مشتملی در مورد تابلوهای برق وجود ندارد البته تعدادی کتاب به زبان انگلیسی در اینترنت جهت فروش دیده ام و همانطوری که می دانیم خرید اینترنتی کتب خارجی کمی برای ما ایرانیان مشکل است. اما با توجه به علاقه برخی از دوستانم به این مبحث ابتدا یک راهنمایی کلی در مورد این که چگونه می توان با این مبحث آشنا شد را اینجا عنوان می کنم و در نوشته های بعدی خود نیز در این زمینه مطالبی خواهم نوشت.

تابلوی برق در حقیقت یک محفظه می باشد که تجهیزات الکتریکی را در بر می گیرد و البته تابلو ها می توانند در بر گیرنده تجهیزات پنیوماتیک نیز باشند مانند شیر های برقی ، کمپرسور و ....

به طور کلی لازم به ذکر است که جهت فراگیری فنون مربوط به تابلوهای برق نیاز به فراگیری چندین آیتم اصلی می باشد که در ذیل به اختصار عنوان می کنم :

1- اصول کلی و استانداردهای مربوط به تابلو های برق و محفظه های الکتریکی مانند درجه حفاظتی IP و درجه بندی جداسازی محفظه ها Segregation و مقابله با عوامل جوی و ...

2- اصول تخصصی در مورد تابلو های برق ، مقادیر نامی مانند ولتاژ و جریان نامی و ..

3- آشنایی با تجهیزات الکتریکی و عملکرد آنها و نحوه انتخاب صحیح آنها

4- آشنایی با تاسیسات الکتریکی وآشنا با محاسبات مربوطه

5- آشنایی با دروسی مانند رله و حفاظت سیستم ها – طرح پست الکتریکی و ...

6- آشنایی با طراحی مدارات فرمان و کنترل و لاجیک

جهت فراگیری هر یک از فنون یاد شده لازم است به صورت جداگانه اقدام به فراگیری نمود. البته وقتی تنها در مورد تابلو های برق صحبت به میان می آید آیتم های یک و دو فوق الذکر بسیار پررنگ تر می باشند.

البته در حرفه تابلو سازی علوم مهم دیگری نیز نقش دارد که از نام بردن کلیه آنها صرف نظر می کنم مانند علم ارگونومی و .....

به صورت کلی در مورد تابلو های برق اصول کلی و استاندارد و همچنین تعاریف کلی وجود دارد و بسیار حائز اهمیت است مثلا نوع تابلو از نظر ساختمان آنها به عنوان مثال تابلوهای ایستاده – دیواری – میزی – رک و ... و هر یک از آنها ساختمان منحصر به فردی دارند و کاربرد آنها نیز متفاوت است.

همین جا لازم است به این نکته اشاره کنم که تشریح کلیه مسائل مربوط به تابلو های برق در این وبلاگ غیر عملی است ولی با توجه به تقاضای بسیار دوستانم در پست های بعدی مطالبی را به اختصار بیان خواهم کرد و دوستان علاقه مند با توجه به راهنمایی های من می توانند در این زمینه تحقیق کنند واطلاعات لازم را بدست آورند و البته می توانند سوالات تخصصی خود را در کامنت ها عنوان کنند و من نیز در صورت امکان راهنمایی خواهم کرد. در این راستا قصد دارم نرم افزار ها و جزوات و لینک های مربوطه را نیز معرفی نمایم.

تابلوهای برق

انواع تابلوها :تابلوی ایستاده قابل دسترسی از جلو- سلولی-تمام بسته دیواری که خود این تابلو ها می توانند اصلی- نیمه اصلی و فرعی باشند.

تابلوی اصلی: در پست برق و بطرف فشار ضعیف ترانس متصل است.

تابلوی نیمه اصلی :اینگونه تابلو ها ی برق بلوک ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و ازتابلوی اصلی تغذیه می شود .

تابلوی فرعی: برای توزیع و کنترل سیستم برق خاصی مانند موتور خانه- روشنایی و غیره به کار می رود و از تابلوی اصلی تغذیه می شود.

معمولا تابلو های موتور خانه از نوع ایستاده و بقیه تابلوها از نوع توکار تمام بسته می باشد (در این ساختمان تماما" به این شکل می باشد)در این ساختمان لیستی تهیه شده که شامل قطعات مکانیکی و الکتریکی داخلی تابلو می باشد. این لیست شامل ضخامت ورق – فریم تابلو – روبند- نوع رنگ کاری – جانقشه ای- یرق آلات- نوع تابلو(یک درب- دو درب – نرمال – اضطراری) اسم شرکت سازنده تابلو – اسم تابلو – چراغ سیگنال (رنگ – تعداد- وات – نوع لامپ – فیوز) مشخصات فیوزهای داخل تابلو بعلاوه پایه فیوز – کلید مینیاتوری (تکفاز – سه فاز- ولتاژ قابل تحمل)رله- کنتاکتور – کلید گردان (با مشخصات کامل) مشخصات ترمینال – مشخصات شین فاز – نول- مقره های پشت شین – نوع سیم کشی داخلی تابلو- نوع سیم کشی خط به تابلو – طریقه انتقال سیم در تابلو(ترانکینگ-استفاده از کمربند) استفاده از سیم یک تکه در تابلو – شماره گذاری خطوط روی ترمینال –استفاده از کابلشو . تمام این عناوین با مشخصات کامل می باشد .وجود این مشخصات باعث عمر بیشتر تابلو- خطر کمتر و تعویض آسانتر می شود.

- ·وجود سیم ارت در تابلوی برق ضروری و با رنگ سبز می باشد .
- ·خطوط R -S – T به تر تیب با رنگ زرد- قرمز- آبی – سیم نول با رنگ سیاه می باشد
- ·در بعضی از تابلو ها روی درب تابلو ها یک سری کلید وجود دارد START- STOP
- یا یک کلید گر دان که برای روشن و خاموش کردن روشنایی و یا موتور به کار می رود.
- ·برای تابلو ها دو نوع نقشه می کشند 1 – رایزر دیاگرام که مکان تابلو در آن قید شده است

.2- نقشه داخل تابلو (که خطوط – فیوز و کلیدها در آن کشیده شده است)

نکات مر بوط به رعایت مسائل ایمنی بر اساس نشریه سازمان برنامه و بودجه و یا 110می باشد.

- شین ها با رنگ نسوز رنگ آمیز می شود
- کلید ورودی باید خودکار باشد. در مواردیکه از کلید و فیوز جداگانه استفاده شود کلید باید قبل از فیوز نصب شود . بطوریکه با خاموش کردن کلید , فیوز نیز قطع شود. کلید اصلی حتی الامکان گردان باشد و از فیوز فشنگی استفاده شود.
- سیم کشی داخلی تابلو با سیم مسی تک لا با عایق حداقل 1000ولت با مقطع مناسب انجام شود.
- ارتفاع با لاترین دسته کلید تابلو175 سانتیمتر بیشتر نباشد و همچنین قسمت میانی از سطح زمین 160 سانتیمتر باشد.
- استفاده از سیم 1/5 برای روشنایی با کلید مینیاتوری10 آمپر و سیم 5/ 2 برای پریزبا کلید مینیاتوری 16 آمپر می باشد.
- محاسبه کابل از طریق سطع مقطع که در بخش سوم گفته شد, انجام می گیرد.

طبقه بندی تابلوهای برق

با توجه به محل و موقعیت استقرار نسبت به منبع تغذیه و نقشش که در سیستم کنترل و توزیع برق ایفا می کند به ترتیب زیر طبقه بندی می شود.

1. تابلوی اصلی :

این تابلو عموماً در پست برق نصب می شود و به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور متصل است و برق مجموعه را توزیع و کنترل می کند.

2. تابلوی نیمه اصلی :

این گونه تابلو ها ، برق بلوک ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و کنترل می کند.

(تابلوی نامبرده از تابلوی اصلی تغذیه می شود.)

3. تابلوی فرع تاسیسات و تجهیزات :

عبارت از تابلویی است که برای توزیع و کنترل سیستم برق خاص مانند موتورخانه ، آشپزخانه و رختشوی خانه و غیره بکار می رود. این گونه تابلوها از تابلوی نیم اصلی تغذیه می شود.

4. تابلوی فرعی روشنایی :

عبارت از تابلویی است که برق روشنایی و پریزهای عمومی و فنها مربوط به هر قسمت را توزیع و کنترل می کند. این نوع تابلو نیز از تابلو نیم اصلی تغذیه می شود.

تابلوهای اصلی و نیمه اصلی در تأسیسات برق صنعتی به صورت ایستاده و قابل دسترسی از جلو یا پشت و یا هر دو طرف می باشند. و هر تابلوهای فرعی و روشنایی معمولاً به صورت دیواری می باشند

پکیج تزریق

پکیج های تزریق د رموارد زیادی د رتصفیه آب و فاضلاب کاربرد دارند که نمونه بارز آن، پکیج تزریق کلر (کلرزنی) د رتصفیه آب و تصفیه پیشرفته فاضلاب می باشد .دیگر موارد استفاده عبارتند از: تزریق محلول اسید یا قلیا، مواد ضد رسوب، ضد خوردگی و ...

اجزا اصلی پکیج تزریق عبارتند از:

مخزن تهیه محلول¬

میکسر ¬

پمپ ¬تزریق محلول

تابلو برق ¬

پمپ تزریق مواد شیمیایی مورد استفاده این شرکت از نوع مرغوب اروپای غربی می باشد.

مخازن تهیه محلول از کارخانجات معتبر داخلی تامین می شود.

طراحی و ساخت پکیج تزریق توسط شرکت تهران زیست و بنا به نیاز مصرف کننده انجام می گیرد.

حفاظت در تابلو های برق

مقدمه: افراد ، دستگاه ها ، مصرف کننده ها ، مواد ها ، سیم ها و کابل ها در سیستم ها و تأسیسات الکتریکی باید در برابر خطرات ناشی از جریان برق محافظت شوند. به عنوان مثال سیم ها و کابل ها بسته به اندازه و نحوه نصب آن ها و درجه حرارت محیط ، قادرند جریان مشخصی را بدون ایجاد حرارت اضافی ، از خود عبور دهند که این جریان همان جریان نامی آن ها می باشد. در صورتی که جریانی بیشتر از جریان نامی و به مدت قابل ملاحضه ای از آن ها عبور کند ، حرارت اضافی تولید شده ، درجه حرارت سیم یا کابل را از حد مجاز بالاتر برده امکان خرابی عایق ، اتصال کوتاه و ایجاد حریق را افزایش می دهد.

عمده ترین خطراتی که سیم ها ، کابل ها و دستگاه های الکتریکی با آن ها مواجه می شوند عبارتند از

:

1.اتصال بدنه که عبارت است از اتصال یکی از سیم های جریان برق به بدنه دستگاه.

2.اتصال کوتاه بین فازها (اتصال کوتاه سه فاز و دو فاز) و اتصال کوتاه فاز به زمین که باعث افزایش جریان تا چند برابر مقدار نامی می شود.

3.اضافه بار که عبارت است از افزایش جریان از مقدار نامی.

با توجه به موارد فوق وجود تجهیزاتی به منظور حفاظت از سیم ها ، کابل ها و دستگاه های الکتریکی در مدارات الزامی می باشد.

فیوزها

ساده ترین و متداول ترین وسایل حفاظتی مدارات در برابر اضافه جریان های پیش آمده ، فیوزها می باشند. جریان اضافی کم و کوتاه مدت که اضافه بار نام دارد معمولاً صدمه ای به مدار و وسایل تشکیل دهنده آن وارد نمی کند و لزومی به قطع مدار توسط فیوز نمی باشد ، اما در موارد اتصال کوتاه ، فیوز باید به سرعت عمل کرده و مدار را قطع کند. فیوزهای معمولی ، دو سر مدار را به وسیله سیمی که در درون آن ها قرار دارد به هم وسل می کنند. این سیم جریان نامی مدار را به راحتی تحمل می کند. هنگامی که جریان مدار از حدی بالاتر رود ، حرارت ایجاد شده ، سیم فیوز را پس از مدتی ذوب کرده مدار قطع خواهد شد.

تقسیم بندی فیوزها

فیوزها بر اساس سرعت قطع مدار به دو دسته تقسیم می شوند. دسته اول را فیوزهای تند کار می گویند که بیشتر در مصارف روشنایی به کار می روند. این فیوزها دارای زمان عملکرد کوچک می باشند. دسته دوم فیوزهای کند کار یا تأخیری می باشند که زمان قطع مدار در آن ها طولانی تر خواهد بود.

این فیوزها در مداراتی به کار می روند که در آن ها قع مدار باید با تأخیر بیشتری صورت گیرد. یکی از این موارد فیوز محافظ مدار موتورهای برقی است که این فیوز در طول مدت راه اندازی موتور که جریان به طور موقت به سه تا هفت برابر جریان نامی می رسد نباید مدار را قطع کند. فیوزهایی که برای ترانسفورماتورها و خازن ها به کار می روند نیز از نوع کند کار خواهند بود.

علاوه بر این فیوزها از لحاظ ساختار نیز در انواع فشنگی ، اتوماتیک یا آلفا ، مینیاتوری ، بکس ، کاردی(چاقویی) ، شیشه ای یا کارتریج فشار قوی ساخته می شوند.

نکته 1 : فیوزهای تأخیری که با علامت بر روی بدنه مشخص می شوند و همچنین ولتاژ و جریان نامی فیوز بر روی بدنه نوشته می شود. علامت فیوز تند کار F است. فیوزهای تند کار 2.5 برابر جریان نامی را در یک ثانیه قطع می نمایند و فیوزهای کند کار 4 برابر شدت جریان نامی را تقریباً در مدت یک ثانیه قطع می کنند.

فیوزهای فشنگی از سه بخش پایه فیوز ، بدنه استوانه ای یا فشنگ و کلاهک تشکیل می شوند. نوار فلزی ذوب شونده از جنس آلیاژ مخصوص و گاهی نقره در داخل بدنه استوانه ای یا فشنگ قرار می گیرد. همچنین اطراف نوار از پودر فشرده کواتز پُر می شود و این نوار به دو سر فلزی در دو انتهای فشنگ وصل می شود. در انتهای فشنگ فیوز پولکی قرار می گیرد که بسته به جریان نامی فیوز رنگ های مختلفی به خود می گیرد . در جدول زیر رنگ های پولک فیوز و جریان نامی مربوط به آن ها آورده شده است و همچنین جدول بعد از آن بزرگترین سطح مقطع سیم برای اتصال به پایه فیوزهای مختلف را نشان می دهد.

رنگ پولک جریان نامی فیوز برحسب آمپر

صورتی 2

قهوه ای 4

سبز6

قرمز روشن 10

خاکستری 16

آبی 20

زرد روشن 25

سیاه 35

سفید50

مسی روشن 63

نقره ای 80

قرمز تیره 100

زرد تیره 125

مسی160

آبی 200

جدول رنگ های پولک در جریان های مختلف

سطح مقطع سیم مسی MM2 سطح مقطع سیم آلومینیومی جریان نامی فیوز بر حسب آمپر جریان نانی

پایه فیوز بر حسب آمپر

2 10 6تا 25 25

10 25 16تا 63 63

35 50 35تا 100 100

80 120 95تا 200 200

جدول بزرگترین مقطع سیم ها برای اتصال به پایه فیوزهای مختلف

فیوزهای اتوماتیک یا آلفا نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می شود. اما می توان دوباره شستی آن را به داخل فشار داد تا دوباره مدار وصل شود.

نکته 2 : در فیوزهای اتوماتیک دو بخش مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که بخش مغناطیسی مانند یک رله اضافه جریان با وقوع اتصال کوتاه با جریان زیاد و بخش حرارتی در شرایط اظافه بار (افزایش جریان تدریجی) مدار را قطع خواهند کرد.

کلید مینیاتوری نوعی فیوز اتوماتیک است که مانند فیوز آلفا از سه قسمت رله مغناطیسی (رله اضافه جریان با زمان عملکرد سریع) ، رله حرارتی یا رله بی متال (رله جریان زیاد تأخیری) و کلید تشکیل می شود. این مجموعه کلید موتور نیز نامیده می شود .این کلیدها در انواع تک فاز ، دو فاز و سه فاز ساخته می شوند.

نکته 3 : کلیدهای مینیاتوری (کلید موتورها) در دو نوع L و G ساخته می شوند. نوع L در مصارف روشنایی به کار می رود و از نوع تند کار است و نوع G در راه اندازی وسایل موتوری استفاده می شود و از نوع کند کار است.

اندازه استاندارد فیوزها

فیوزهای استاندارد از 2 آمپر تا 1000 آمپر ساخته می شوند. اندازه استاندارد فیوزها در اروپا که در ایران نیز معمول می باشد به شرح صفحه بعد است:

2 4 6 10 16یا50 35 25 20 15

350 300 260 225 200 160 125 100 80

400 63 1000 800 630 500 430

جدول اندازه های استاندارد فیوز

محافظت سیم ها و کابل های انشعاب معمولی

برای حفاظت سیم ها و کابل های معمولی که موتورهای برقی را تغذیه نمی کنند و در لحظه شروع ، جریان های زیادی برای مدت قابل ملاحظه ای از مدار دریافت نمی کنند ، از فیوزهای استانداردی که اندازه جریان نامی آن ها برابر جریان مجاز سیم یا کابل است و یا کمی با آن اختلاف دارد ، استفاده می شود.

نکته 4: در صورتی که بخواهیم در یک انشعاب ، سیم یا کابل ، تنها در برابر اتصال کوتاه محافظت شود ، می توان به توجه به جداول 1-1 از فیوزی استفاده کرد که سه شماره از فیوز اولیه که برای جریان نامی سیم انتخاب شده است ، بزرگتر باشد.

فیوزهای مناسب برای سیم های عایق دار مسی با عایق پلاستیکی (PVC) برای شرایط مختلف نصب که بر اساس جریان های مجاز جدول 2-1 و ضرایب تصحیح جدول زیر تعیین شده است در جدول 4-1 آمده است.

سیم های تک لا در فضای آزاد ، حداقل فاصله سیم ها به اندازه قطر سیم ها سیم های رشته ای کابل مانند خارج از لوله روکار و سیم های زیر گچی سیم های عایق دار تا حداکثر سه سیم در هر لوله

سطح مقطع سیسم مسی بر حسبMM2

16 13 - 75/0

20 16 12 1

25 20 16 5/1

34 27 21 5/2

45 36 27 4

57 47 35 6

78 65 48 10

104 87 65 16

137 115 88 25

168 143 110 35

210 178 140 50

260 220 175 70

310 265 210 95

365 310 250 120

415 355 - 150

475 405 - 185

560 480 - 240

645 555 - 300

770 - - 400

880 - - 500

جدول 2-1 جریان مجاز سیم های عایق دار

درجه حرارت محیط 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

ضریب تصحیح 1/2 1/15 1/10 1/05 1 0/94 0/88 0/82 0/75 0/67

جدول 3-1 ضریب تصحیح جریان مجاز سیم های عایق دار

گروه 1- چند سیم در لوله گروه 2- سیم چند لا در هوا) سیم زیر گچی) گروه 3- چند سیم در هوا

(سیم هوایی(

سطح مقطع بر حسب MM2 25 درجه 45 درجه 25 درجه 45 درجه 25 درجه 45 درجه

10 16 6 10 - - 75/0

16 20 10 15 6 10 1

5/1 15 10 20 15 25 20

5/2 20 15 25 20 35 25

4 25 20 35 25 50 35

6 35 25 50 35 63 35

10 50 35 63 50 80 50

16 63 50 80 63 100 63

25 80 63 100 80 125 100

35 100 80 125 100 160 125

50 125 100 160 125 200 160

70 160 125 225 160 260 200

95 200 160 260 200 300 225

120 225 200 300 225 350 260

150 - - 350 260 400 300

185 - - 400 300 430 350

240 - - 430 350 500 430

300 - - 500 400 630 500

400 - - - - 800 500

500 - - - - 1000 630

جدول 4-1

نکته 5 : معمولاً در محل های مسکونی برای حفاظت انشعاب های روشنایی از فیوز 10 آمپر و برای حفاظت سیم انشعاب پریزها از فیوز 16 آمپر استفاده می شود. در کارگاه های صنعتی سیم های روشایی را با فیوز 25 آمپر حفاظت می کنند. در سیم کشی داخل کانال که سیم ها و کابل ها به صورت گروهی کنار یکدیگر قرار می گیرند به دلیل گرمای ایجاد شدخ ناشی از عبور جریان از کابل ها ، جریان مجاز آن ها نسبت به حالت عادی کاهش می یابد.

نکته 6 : مطابق استاندارد اگر 3 کابل داخل یک کانال در کنار یکدیگر قرار گیرند. جریان مجاز آن

ها 0/8 و اگر 6 کابل در یک کانال باشند ، جریان مجازشان 0/75 جریان مجاز اولیه خواهد شد و جریان اخیر باید مبنای محاسبه فیوز قرار گیرد.

نکته 7 : نصب فیوز بر روی سیم نوترال زمین شده طبق مقررات مجاز نمی باشد. اندازه فیوزهای مناسب برای کابل ها و سیم های هوایی با توجه به جریان های مجاز و ضرایب تصحیح مربوط به آن ها مشخص می شود.

کنتاکتور (کلید مغناطیسی)

کنتاکتور وسیله ای است که در آن با استفاده از خاصیت الکترومفناطیس تعدادی کنتاکت به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می شوند. از این خاصیت جهت قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می شود. هر کنتاکتور معمولاً دارای سه کنتاکت اصلی برای مدارمی باشد.

کنتاکتور از دو هسته E شکل که یکی ثابت و دیگری متحرک است، تشکیل می شود. در میان هستهٔ ثابت یک سیم پیچ قرار دارد که با عبور جریان از آن نیرویی ایجاد می شود که هسته متحرک را به هستهٔ ثابت متصل می کند. با حرکت هستهٔ متحرک، تعدادی کنتاکت باز، بسته و تعدادی کنتاکت بسته ؛ باز خواهند شد. رابطه نیروی کششی مغناطیسی کنتاکتورها عبارت است از:

t ù F = Fm sin2

نکته 1: در هستهٔ کنتاکتورهای AC برای جلوگیری از لرزش ناشی از فرکانس از یک حلقهٔ اتصال کوتاه شده مانند آنچه که در موتورهای با قطب چاکدار وجود دارد، استفاده می شود. با القای ولتاژ در حلقهٔ اتصال کوتاه، جریانی از آن خواهد گذشت و این جریان شاری را تولید می کند که با شار اصلی 90 درجه اختلاف فاز دارد و باعث می شود در هسته دائماً شار وجود داشته باشد و نیروی دائمی دو بخش ثابت و متحرک هسته را به هم متصل نگه دارد.

مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی عبارتند از:

-1امکان کنترلی مصرف کننده از راه دور.

-2کنترل مصرف کننده از چند محل.

-3امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده.

-4سرعت قطع و وصل زیاد و کم بودن استهلاک کلید.

-5از آنجا که در کنتاکتورها در هنگام قطع و وصل کنتاکتها بر روی هم ساییدگی مکانیکی ندارند لذا عمر مکانیکی آنها نسبت به سایر کلیدها بیشتر است.

-6هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده به وسیلهٔ کنتاکتور قطع می شود و شروع به کار دستگاه نیاز به استارت مجدد دارد. در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری به عمل می آید.

-7از نظر حفاظتی نیز کنتاکتورها مطمئن تر بوده، دارای حفاظت مناسبتر و کامل تر هستند.

جریانهای نامی کنتاکتور

در هر کنتاکتور، جریانهای نامی مختلفی تعریف می شود. این جریانها عبارتند از:

جریان دائمی: این جریان با I_{th2} نشان داده می شود و جریانی است که در شرایط کار عادی، در زمانی نا محدود و بدون قطع شدن از کنتاکتها عبور نموده، حرارت غیر مجاز تولید نکند و لزومی به تعمیر و سرویس کنتاکتور نیز احساس نشود.

جریان هفتگی: این جریان با I_{th1} نشان داده می شنود و جریانی است که در شرایط نرمال و با هفته ای یکبار اتصال از کنتاکتها عبور کرده و تغییری در خصوصیات کنتاکتور به وجود نیاورد.

جریان شیفتی (هشت ساعتی) : این جریان با I_{th} نشان داده می شود و جریانی است که در شرایط کار نرمال و با یکبار اتصال در هر هشت ساعت (یک شیفت کاری) از کنتاکتها می گذرد و تغییری در خصوصیات کنتاکتور به وجو نیاورد.

جریان کار نامی: این جریان با Ie نشان داده می شود و جریانی است که شرط استفاده از کنتاکتور را در رابطه با نوع و مقدار ولتاژ بار بیان می کند. مثلاً اگر این جریان به طور دائم از کنتاکتور عبور نماید. مقدار Ie برابر با I th2 خواهد بود.(Ie = I th2)

جریان اتصال کوتاه: مقدار ماکزیمم جریان در لحظهٔ اتصال کوتاه که ممکن است باعث آسیب در کنتاکتور شود به جریان اتصال کوتاه ضربه ای معروف است .(Is) همچنین مقدار مؤثر جریان اتصال کوتاه که کلید برای مدت یک ثانیه قادر به تحمل آن است، جریان یک ثانیه ای یا جریان نامی زمان کم نامیده می شود و با I th (1s) مشخص می گردد.

ولتاژهای نامی کنتاکتور

ولتاژهای نامی تعریف برای هر کنتاکتور عبارتند از:

ولتاژ کار نامی: این ولتاژ که با Ue نشان داده می شود مربوط به کنتاکتها بوده و مقدار ولتاژی است که کنتاکتها با جریان نامی Ie در آن به کار گرفته می شوند. این ولتاژ، توانایی قطع و وصل، نوع و محل استفادهٔ کنتاکتور را مشخص می کند.

ولتاژ عایقی نامی: این ولتاژ که با Ui نشان داده می شود، ولتاژی است که استحکام عایقی بین کنتاکتها را نشان می دهد.

ولتاژها نامی تغذیه بوبین :این ولتاژ که با Ue نشان داده می شود ولتاژی است که باید به بوبین کنتاکتور اتصال یابد تا کنتاکتور عملکرد داشته باشد.

نکته 2 : ولتاژ کنتاکتورهای صنعتی از 220 ولت تا 660 ولت و کنتاکتهای اصلی آنها برای جریان 9 Aتا 2750) Aمجهز به رادیاتورهای خفه کننده جرقه در موقع قطع و وصل) ساخته می شوند.

نکته 3 : ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتورها متفاوت بوده و از 24 تا 380 ولت ساخته می شوند. در اکثر کشورهای صنعتی برای حفاظت بیشتر، تغذیه بوبین کنتاکتورها را زیر ولتاژ حفاظت شده (65 ولت)

انتخاب می کنند و یا برای تغذیهٔ مدار فرمان از ترانسفورماتور جدا کننده استفاده می کنند.

قابلیت قطع و وصل و طول عمر کنتاکتور

سرعت قطع و وصل کنتاکتورها در زیر بار را می توان بدون آنکه آسیبی به آنها برسد با طراحی و انتخاب مناسب با 3000 بار در مدت افزایش داد.

تعداد دفعات قطع و وصل کنتاکتور (هر قطع و وصل یک بار) عمر مکانیکی نامیده می شود. طول عمر مکانیکی با حروف از A تا F که اصطلاحاً کلاس کلید نامیده می شود مشخص می شود حرف A تعداد 103 بار قطع و وصل، حرف B تعداد 104 بار، Cتعداد 105 بار، Dتعداد 106 بار، E تعداد 107 بار و Fتعداد 108 بار قطع و وصل را نشان می دهد.

نکته 4: بعد از حروف کلاس کلید ممکن است عددی به عنوان ضریب قرار گیرد مثلاً E3 برای طول عمر 3 × 107 بار قطع و وصل به کار می رود.

قدرت قطع کنتاکتور

به منظور انتخاب کنتاکتور مناسب برای مصرف کننده های مورد نظر باید به مشخصات توان، ولتاژ، جریان و ضریب قدرت باری که کنتاکتور مجاز است به آن وصل شود، توجه کرد. همچنین کنتاکتهای کنتاکتور باید تحمل جریان راه اندازی، جریان دائمی و جریانهای اتصال کوتاه لحظه ای پیش آمده را نیز داشته باشند. قدرت کنتاکتهای کنتاکتور در تحمل قوس الکتریکی ناشی از قطع کنتاکتها را قدرت فزع کنتاکتور می نامند. مشخصات بیان شده در بسیاری از موارد بر روی بدنهٔ کنتاکتور یا در کاتالوگ آن نوشته می شوند.

برای راحتی کار انتخاب کنتاکتور، طبقه بندی خاصی را برای کنتاکتورها در نظر می گیرند، این طبقه بندی بر اساس نوع جریان و موارد کاربرد انجام می شود. جدول 1-7 طبقه بندی را نشان می دهد.

نوع جریان استاندارد و طبقه بندی کنتاکتور مورد استفاده

AC AC1باراهمی-بار غیر سلفی یا باخاصیت سلفی ضعیف-گرم کن برقی توان حدود

COSض=95/0

AC2برای راه اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی، بدون ترمز جریان مخالف،جریان راه اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد

AC2 ´برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور سیم پیچی با ترمز جریان مخالف

AC3برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه ای-هنگام قطع جریان نامی از تیغه های کنتاکتور عبور می کند-تحمل جریان راه اندازی 5 تا 7 برابر جریان نامی

AC4برای راه اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه ای-به کار بردن ترمز جریان مخالف-تغییر جهت گردش الکترو موتور روتور قفسه ای-تعداد دفعات قطع و وصل در فواصل زمانی اندک

AC11کنتاکتور کمکی-کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت کوپل مغناطیسی-استفاده فقط در مدار فرمان

DC DC1بار اهمی-بار غیر سلفی یا با خاصیت سلفی ضعیف-گرم کن برقی

DC2راه اندازی موتور شنت-قطع کردن موتور هنگام کار

DC3برای راه اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک-مدار ترنر

DC4راه اندازی موتور سری – قطع موتور هنگام کار

DC5راه اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد ، در فواصل زمانی اندک-تغییر جهت گردش موتور-مدار ترنر

DC11کنتاکتور کمکی – کنتاکتور فرمان – کوپل مغناطیسی

قطع کننده حرارتی (رلهٔ حرارتی یا بی متال)

رلهٔ حرارتی یا بی متال حفاظت مدارها در برابر اضافه بار (به ویژه در موتورها) به کار می رود. بی متال معمولاً از دو تیغهٔ فلزی غیر هم جنس و با ضریب انبساط طولی مختلف ساخته می شود .چنانچه جریان عبوری از بی متال از حدی بالاتر رود، اینجاد شده از عبور جریان، دو فلز را گرم کرده طول آنها را افزایش می دهد و از آنجا که طول یکی بیشتر از دیگری افزایش می یابد، دو فلز خم شده و از طریق اهرم هایی کنتاکت بی متال را باز می کنند و به این ترتیب مدار قطع می شود.

هر رلهٔ حرارتی سه فاز از سه کنتاکت قدرت برای عبور جریان اصلی مصرف کننده و دو کنتاکت فرمان بهره می گیرد. از دو کنتاکت فرمان یک کنتاکت بسته است و جهت قطعت مدار تغذیه بوبین کنتاکتور به کار می رود و کنتاکت دیگر باز است که پس از عمل بی متال، بسته می شود و برای اطلاع یا وصل مدارهای اضطراری به کار می رود.

نکته 5 : جریان بی متال برابر جریان نامی موتور تنظیم می شود و در مقابل اضافه بار از 1/05 تا 10 برابر جریان نامی، می تواند موتور را قطع می کند. در صورتی که جریان عبوری از بی متال به آندازهٔ 5٪ بیشتر از جریان تنظیم شده باشد، معمولاً مدار در مدتت زمانی بیشتر از 2 ساعت قطع خواهد شد و اگر جریان عبوری از بی متال به اندازهٔ 20٪ بیشتر از جریان تنظیم شده باشد، مدار در مدت زمانی کمتر از 2 ساعت قطع خواهد شد و چنانچه جریان عبوری از بی متال بیشتر از 50٪ جریان تنظیم شده باشد، مدار در مدت زمانی کمتر از 2 دقیقه قطع خواهد شد.

کلید محافظ

کلید محافظ می تواند موتور را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت کند برای عمل رله، معمولاً

آن را روی جریان معینی تنظیم می کنند (1/5 تا 1/8 برابر جریان نامی) وقتی که جریان از حد تنظیم شده بیشتر شود عضو حرارتی رله عمل کرده و مدار را قطع می کند .بخش مغناطیسی این رله نیز از یک هستهٔ آهنی ثابت و یک هستهٔ آهنی ثابت و یک هستهٔ متحرک و یک بوبین تشکیل می شود. در صورتی که اتصال کوتاهی در مدار رخ دهد، جریان عبوری از بوبین، هستهٔ متحرک را به هسته ثابت متصل کرده باعث قطع کنتاکتهای متصل به هسته متحرک می شود و به این ترتیب مدار در زمان بسیار کوتاهی به وسیلهٔ رله قطع خواهد شد.

برای انتخاب کنتاکتور، بی متال و فیوز مورد نیاز برای موتورها جداولی تنظیم شده است که جداول 3-7 و 4-7 از آن جمله اند. در این جداول کنتاکتور، جریان بی متال و جریان فیوز با توجه به مقادیر قدرت و ولتاژ موتورهایی که به طور مستقیم و یا به صورت ستاره- مثلث راه اندازی می شوند، داده شده است.

شستی

در مدارهای دارای کنتاکتور، اغلب برای دادن فرمان لحظه ای شروع به کار و یا قطع و همچنین تغییر حالت مدار از شستی استفاده می شود. اغلب شستی ها دارای چهار کنتاکت می باشند که در حالت عادی دو تای آنها باز و دوتای دیگر بسته خواهند بود با وارد کردن فشار به شستی تمام کنتاکتها تغییر وضعیت می دهند و با حذف فشار وارد شده به شستی دوباره به حالت اول بر می گردند. معمولاً از شستی های به رنگ قرمز به عنوان قطع کننده و از شستیهای مشکی یا سبز به عنوان وصل کنندهٔ مدار استفاده می شود.

لیمت سوئیچ یا میکروسوئیچ

از لیست سوئیچ در مدارهای فرمان برای کنترل و محدود کردن حرکت قسمتهای مکانیکی، تغییر جهت حرکت و در تایمرها و شناورها و . . . به عنوان کلید برای قطع یا وصل استفاده می شود. ساختمان این کلید مانند شستی بوده و توسط سیستم متحرک به آن نیروی فشاری وارد شده یا کشیده می شود. در میکروسوئیچ نیز مانند شستی با بر طرف شدن نیروی مکانیکی وارد به اهرم آن، مجدداً انرژی ذخیره شده در فنر میکروسوئیچ، آن را به حالت اول بر می گرداند.

-1کلید محدود کننده فشاری انتهایی

-2کلید محدود کننده قرقره ای

-3کلید محدود کننده قرقره ای از راست

-4کلید محدود کننده قرقره ای یک طرفه از چپ

-5کلید محدود کننده قرقره ای دو طرفه

-6کلید محدود کننده آنتنی دو طرفه

رله های زمانی (تایمرها)

تایمر دستگاهی است که می تواند در یک زمان مشخص که بر روی آن تنظیم می شود، توسط یک میکروسوئیچ، مدارهایی را قطع یا وصل نماید. رله های زمانی در انواع مختلف ساخته می شوند.

رله زمانی یا تایمر موتوری یا الکترومکانیکی

این تایمر از یک موتور کوچک با قطب چاکدار تشکیل می شود که از طریق چرخ دنده یک دیسک را می چرخاند، بر روی دیسک زائده ای تعبیه شده است که با حرکت دیسک و پس از مدت زمانی

کنتاکتهایی از یک میکروسوئیچ را باز و تعداد دیگری را می بندد.

رلهٔ زمانی یا تایمر الکترونیکی

از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمانهای کمتر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می شود. در ساختمان این تایمرها از مدارات و اجزا الکترونیکی استفاده می شود. در نوعی از این تایمرها با شارژ و دشارژ شدن خازن بوبین یک رلهٔ کوچک تحریک می شود. به عبارت رله هنگامی وصل می شود که خازن شارژ شده، ولتاژ دو سر آن برابر ولتاژ مورد نیاز برای وصل رله شود پس از وصل رله بار ذخیره شده در خازن روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دو سر خازن وصل می شود تخلیه می گردد.

نکته 6: در تایمر نوع خازنی می توان با تغییر ظرفیت خازن زمان تایمر را تنظیم نمود.

رله زمانی هیدرولیکی

در این رله که از سیستم هیدرولیکی بهره می گیرد، وقتی جریان برق به رله وصل می شود مقداری روغن در داخل رله جا به جا می شود. برای بازگشت روغن به محل اولیه زمانی لازم است که این زمان را به عنوان زمان تایمر مورد استفاده قرار می دهند.

رله زمانی یا تایمر نیوماتیکی (پنوماتیکی)

در این تایمر از خاصیت ذخیره سازی و فشردگی هوا استفاده می شود .هنگامی که بوبین تحریک، قسمت متحرک را جذب می کند قطعه ای که شبیه به دم آهنگری است فشرده شده هوای آن از طریق سوپاپ یک طرفه خارج می شود. هنگامی که جریان بوبین قطع می شود، دم از طریق فنر به حالت اولیه خود بر می گردد و از طریق سوپاپ تنظیم از هوا پر می شود وقتی که دم به حالت عادی برگشت کنتاکتها تغییر وضعیت می دهند.

نکته 7 : تفاوت تایمر موتوری با تایمر نیوماتیکی در این است که تایمر موتوری پس از تنظیم و

وصل بوبین آن به ولتاژ، شروع به کار می کند در حالی که تایمر نیوماتیکی پس از قطع ولتاژ از بوبین آن، شروع به کار می کند. در بسیاری موارد، تایمر نیوماتیکی بر روی کنتاکتورهای مدار وصل می شود تا پس از وصل کنتاکتور، دم رله فشرده شود.

رلهٔ زمانی بی متال یا حرارتی (تایمرحرارتی)

این نوع تایمر با استفاده از خاصیت بی متال کار می کند و بر دو نوع است. رلهٔ حرارتی ذوب شونده و رلهٔ حرارتی منعکس کنندهٔ میله ای هنگامی که جریان از بی متال عبور می کند، گرم می شود و پس از مدتی در اثر تغییر شکل عمل کرده، مدار را قطع یا وصل می کند. دقت این نوع تایمر زیاد نیست و آب و هوای محیط بر روی آن اثر می گذارد.

به طور کلی رله های زمانی یا تایمرها را به دو دسته کلی تقسیم می کنند:

1- رله های تأخیر در وصل : (ON- DELAY) به رله ای گفته می شود که در آن باید به رله انرژی داده شود و سپس رله عمل کرده کنتاکتی را باز یا بسته کند مانند تایمر موتوری.

2- رله های تأخیر در قطع : (OFF- DELAY) به رله ای گفته می شود که بعد از قطع شدن انرژی، عمل کرده کنتاکتی را باز یا بسته می کند مانند تایمر نیوماتیکی.

کلیدهای تابع فشار (کلیدهای گازی(

این کلیدها برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها، تنظیم فشار آب داخل لوله ها و روشن و خاموش کردن اتوماتیک این دستگاه مورد استفاده قرار می گیرد. عامل فرمان این کلید، فشار گاز یا مایع داخل مخزن است. فشار گاز مؤثر، بر صفحهٔ داخلی کلید، نیرویی وارد می کند که باعث تحریک کلید شده یک کنتاکت باز را بسته و یا کنتاکت باز را بسته و یا کنتاکت بسته ای را باز می کند

حرکت برگشت را می توان به وسیلهٔ فنر تأمین کرد.

کلیدهای شناور

کلیدهای شناور برای کنترل سطح آب و یا مایعات داخل منبع ها و استخرها و مخازن مورد استفاده قرار می گیرد. ساختمان این کلید از وزنهٔ تعادل و یک قسمت شناور و یک میکروسوئچ تشکیل می شود. با تغییر سطح مایع داخل مخزن، شناور تغییر مکان داده و به میکروسوئیچ داخل کلید فرمان می دهد و باعث قطع و وصل مدار می شود.

چشمهای الکتریکی (سنسورها(

نوعی کلید فرمان دهنده است که بدون برخورد فیزیکی با دست یا هر وسیلهٔ دیگری توسط سیستم چشم الکتریکی از فاصلهٔ حدقل یک میلیمتر و حداکثر هشت متر عکس العمل نشان داده و فرمان صادر می کند و توسط رله ای که در داخل آن به کار رفته، کنتاکتهایی را باز می کند یا می بندد و در نتیجه دستگاه های مورد نظر را فرمان می دهد. از این کلید در دستگاه های صنعتی و خطوط تولید استفادهٔ فراوان می شود.

کلیدهای تابع دور (گریز از مرکز(

کلیدهای تابع دور در الکتروموتور جهت خارجی کردن سیم پیچ کمکی از مدار استفاده می شوند. با کم و زیاد شدن سرعت گردش محور موتور وزنه های دو طرف به محور نزدیک و یا دور می شوند و به این ترتیب طوق روی محور در امتداد مسیر S حرکت کرده باعث قطع و وصل یک کلید می شود .