

به نام خدا

تابلوهای فشار ضعیف

مهارت مونتاز کار تابلوهای برق

تهیه و تنظیم : مرتضی اقبال

هنرآموز رشته برق هنرستان شهید اندرزگو
منطقه 5 آموزش و پرورش شهر تهران

سال تحصیلی 1390

فصل اول

| | |
|----|--|
| ۵ | حفاظت الکتریکی |
| ۶ | حفاظت تجهیزات در تاسیسات الکتریکی |
| ۶ | عمده ترین وسایل حفاظتی |
| ۶ | - فیوزها |
| ۷ | تقسیم بندی فیوزها |
| ۱۸ | - کلید فیوز |
| ۱۹ | نحوه فیوز بندی مدارات |
| ۲۲ | - رله های حفاظتی |
| ۲۶ | - کلیدهای اتوماتیک |
| ۲۸ | انواع کلید های اتوماتیک |
| ۲۸ | الف - کلیدهای مینیاتوری (MCB) |
| ۲۸ | ب - کلیدهای محافظ موتور (MPCB) |
| ۳۰ | ج - کلید های کمپکت (MCCB) |
| ۳۱ | د - کلیدهای هوایی (ACB) |
| ۳۲ | و - کلیدهای محافظ جان (RCCB) |
| ۳۶ | - کلیدهای ترکیبی مینیاتوری و جریان نشستی |
| ۳۷ | نمونه سوالات |

فصل دوم

| | |
|----|---|
| ۴۳ | تابلوهای فشار ضعیف |
| ۴۳ | تقسیم بندی تابلوهای برق |
| ۴۵ | انواع تابلوهای فشار ضعیف |
| ۴۶ | اجزای تشکیل دهنده تابلو |
| ۵۰ | روند ساخت يك تابلوی فشار ضعیف |
| ۵۲ | زیرسازی تابلو |
| ۵۲ | عوامل موثر در طراحی و ساخت تابلوها |
| ۵۳ | سیستم اینترلاک |
| ۵۷ | طبقه بندی تابلوهای فشار ضعیف |
| ۶۲ | فضای نصب تابلوها |
| ۶۲ | انواع تابلوی مورد مصرف در تاسیسات روشنایی |
| ۶۳ | - تابلوهای تمام بسته (نصب در فضای سرپوشیده) |
| ۶۳ | الف - تابلوی تمام بسته ایستاده |

| | |
|-----|--|
| ۶۴ | 1 - تابلوی تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از جلو |
| ۶۶ | 2 - تابلوی تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از پشت |
| ۶۶ | 3 - تابلوی تمام بسته ایستاده چندخانه ای |
| ۶۷ | 4- تابلوی تمام بسته ایستاده چند جعبه ای |
| ۶۸ | ب - تابلوهای تمام بسته دیواری |
| ۶۹ | - تابلوهای تمام بسته ایستاده با سقف شیب دار (مخصوص فضای باز) |
| ۷۰ | استاندارد ساخت |
| ۷۱ | مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوها |
| ۷۳ | رنگ شیشه ها |
| ۷۳ | طریقه استقرار شیشه ها ی فازها در سطوح مختلف |
| ۷۶ | مشخصات فنی تابلوی نیم اصلی نوع ایستاده و قابل دسترسی از جلو و از پشت |
| ۷۶ | مشخصات فنی تابلوی اصلی نوع ایستاده چند خانه ای |
| ۷۸ | روش نصب تابلو های ایستاده قابل دسترسی از جلو و از پشت و چند خانه ای |
| ۷۹ | مشخصات فنی تابلوی نیم اصلی نوع ایستاده چند خانه ای |
| ۷۹ | مشخصات فنی تابلوی نوع ایستاده چند جعبه ای |
| ۸۰ | مشخصات فنی تابلوی توزیع فرعی نوع دیواری |
| ۸۲ | روش نصب تابلوی فرعی توزیع برق نوع دیواری |
| ۸۸ | مشخصات فنی تابلوی توزیع نیروی برق برای نصب در فضای باز |
| ۹۱ | روش نصب تابلوی توزیع برای نصب در فضای باز |
| ۹۲ | لوازم و تجهیزات يك تابلو بطور کلی |
| ۹۲ | نوع کلید اصلی و کلید های توزیع فرعی برای تابلو های توزیع |
| ۹۳ | تابلوی فرمان وسایل موتوری |
| ۹۵ | تابلوهای فرعی روشنایی |
| ۹۶ | مشخصات فنی لوازم و تجهیزات داخل تابلو |
| ۱۰۴ | مشخصات درج شده بر روی پلاک تابلوها |
| ۱۰۴ | آزمایش تابلو های فشار ضعیف |
| ۱۰۵ | تصاویری از انواع تابلو های توزیع ، فرمان و اصلاح ضریب قدرت |
| ۱۱۰ | علایم اختصاری |

فصل سوم

| | |
|-----|---------------------------------------|
| ۱۱۶ | تابلوهای برق داخل ساختمان |
| ۱۱۶ | 1 - تابلو تقسیم واحد (DP) |
| ۱۱۸ | 2 - تابلو عمومی (GP) |
| ۱۲۰ | 3 - تابلو اصلی یا تابلو کنتور (MDP) |

- ۱۲۴ طراحی و محاسبه تابلوهای توزیع روشنایی
- ۱۲۵ محاسبات مربوط به انتخاب سطح مقطع سیم و انتخاب فیوز مناسب
- ۱۲۹ روابط محاسبه افت ولتاژ و سطح مقطع سیم در انواع جریان
- ۱۲۹ انتخاب لوله، سیم و فیوز مناسب
- ۱۳۴ ضریب همزمانی

فصل چهارم

- ۱۳۶ اصلاح ضریب قدرت توسط خازن
- ۱۳۷ نحوه اصلاح ضریب قدرت مدار
- ۱۴۱ جدول مشخصات فنی برای خازن های اصلاح ضریب قدرت
- ۱۴۱ اجزای داخلی تابلوی بانک خازنی
- ۱۴۴ روش های تصحیح ضریب قدرت
- ۱۴۴ - تعدیل انفرادی
- ۱۴۵ - تعدیل گروهی
- ۱۴۵ - تعدیل کلی یا مرکزی
- ۱۴۷ مدار اصلاح ضریب قدرت موتور سه فاز با خازن تعدیل (تعدیل انفرادی)
- ۱۴۸ مدار اصلاح ضریب قدرت موتور سه فاز با کلید ستاره مثلث مخصوص (تعدیل انفرادی)
- ۱۴۹ سوالات چهار گزینه ای تابلو سازی

فصل پنجم

- ۱۵۶ نکات مهم

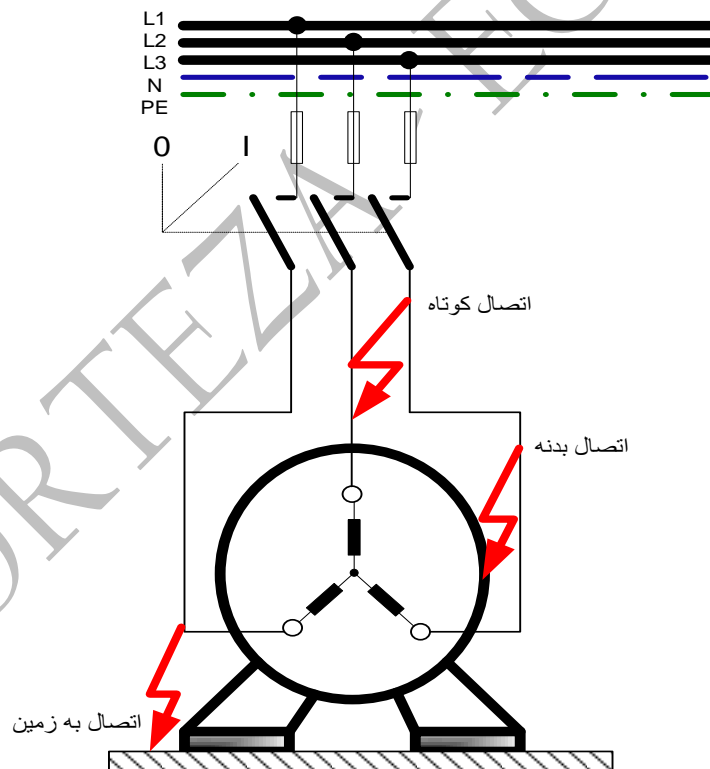
فصل اول

حفاظت الکتریکی

منظور از حفاظت الکتریکی، اقداماتی است که باید در تاسیسات الکتریکی به عمل آورد تا این که خطرات ناشی از جریان برق باعث صدمه زدن به اشخاص، حیوانات، دستگاهها، مولد ها، مصرف کننده ها و سیم های حامل جریان نگردد.

خطاهای ناشی از جریان برق سه دسته اند:

- ۱ - اتصال کوتاه - عبارت است از اتصال دو سیم لخت که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی باشند.
- ۲ - اتصال بدنه - عبارت است از اتصال یکی از سیم های جریان دار به بدنه دستگاه.
- ۳ - اتصال زمین - عبارت است از اتصال یکی از سیم های جریان دار به زمین.



خطاهای فوق به دو صورت اتفاق می افتند:

الف - اتصال کامل ب - اتصال ناقص

اگر در محل اتصال مقاومت وجود نداشته باشد و جریان زیادی از آن نقطه عبور کند خطا به صورت کامل اتفاق افتاده است. ولی اگر در محل اتصال مقاومت وجود داشته باشد در این

صورت می گوئیم خطا به طور ناقص اتفاق افتاده است و این اتصال اغلب خطر ناک است زیرا به راحتی قابل تشخیص نیست اما جریان خطا در اتصال ناقص نسبت به اتصال کامل ، کمتر است .

سیستم های حفاظتی به سه منظور مطرح می شوند .

الف - حفاظت سیم ها و کابل ها

ب - حفاظت مصرف کننده ها

ج - حفاظت اشخاص

در این بخش با عمده ترین وسایل حفاظتی و ساختمان آن ها آشنا می شویم .

حفاظت تجهیزات در تاسیسات الکتریکی

* در کلیه تاسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و برای قطع کردن برق دستگاه های معیوب از شبکه بر اثر عوامل زیراز وسایل حفاظتی استفاده می شود .

➤ نقصان عایق بندی

➤ ضعف استقامت الکتریکی یا مکانیکی

➤ ازدیاد بیش از حد جریان مجاز (جریان اتصال کوتاه)

* وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب شوند که در اثر اضافه بار یا اتصال کوتاه در کمترین زمان ممکن و قبل از اینکه به سیم ها و تجهیزات الکتریکی شبکه آسیبی وارد شود ، مدار قسمت معیوب را قطع کنند .

عمده ترین وسایل حفاظتی عبارتند از :

۱ - فیوزها

۲ - کلید - فیوزها

۳ - رله های حفاظتی (رله حرارتی - رله مغناطیسی)

۴ - کلیدهای اتوماتیک

فیوزها

* برای حفاظت از تجهیزات الکتریکی از قبیل سیم ها ، کابل ها ، دستگاه های اندازه گیری ، ترانسفورماتورها ، ماشین های الکتریکی و دیگر مصرف کننده ها در برابر

اتصال کوتاه و جریان اضافی یا اضافه بار، و همچنین تامین ایمنی در صورت اتصال کوتاه

بین فاز و نول از وسیله ای به نام **فیوز** استفاده می شود .

* فیوز یک وسیله حفاظتی است که در ابتدای مسیر جریان فازهای مختلف یک مدار

الکتریکی ، به صورت سری قرار می گیرد .

تقسیم بندی فیوزها

فیوزها از نظر ولتاژ شبکه :

۱- فیوزهای فشار ضعیف :

- در شبکه های کمتر از 1000 V متناوب و 1500 V مستقیم استفاده می شوند .
- این فیوزها بر دو نوعند الف - فیوزهای NH (یا H.R.C) ب - فیوزهای LS
- فیوزهای NH دارای قدرت قطع کنندگی زیاد بوده و می توانند جریان های اتصال کوتاه تا 2000KA را با اطمینان کامل قطع کنند .
- فیوزهای NH برای جریان نامی تا 1250A و ولتاژ نامی 660 V ساخته می شوند .
- از فیوزهای NH برای حفاظت سیم ها و کابل ها در توزیع برق با قدرت زیاد و حفاظت موتورها استفاده می شود .
- فیوزهای LS به فیوز فشنگی معروفند و از آن ها برای فشار ضعیف استفاده می شوند و قدرت قطع آن ها کمتر از فیوزهای NH است .

۲- فیوزهای فشار قوی :

- از این فیوزها در شبکه های بالاتر از 1000 V استفاده می شود .
- فیوزهای فشار قوی بر دو نوعند :
- الف - فیوزهای کات اوت (CUT OUT) ب - فیوزهای قدرت HH
- از فیوزهای کات اوت برای حفاظت فیدر های توزیع استفاده می شود که در ایران این فیدر ها دارای ولتاژهای 11 KV , 20 , 32 می باشند .
- از فیوزهای کات اوت می توان در مواقع تعمیر و نگهداری به عنوان سکسیونر استفاده کرد .
- جریان نامی فیوزهای کات اوت 6 تا 200A و ظرفیت قطع آن ها از 2KA تا 20KA در ولتاژهای پائین می باشد .
- فیوزهای قدرت HH ، فیوزهای فشار قوی با قدرت قطع کنندگی زیاد بوده و با ولتاژهای 2.4 تا 138KV و جریان مداوم 5 تا 400A ساخته می شوند .

فیوزها بر اساس سرعت قطع :

- ۱- فیوزهای تند کار یا فرز - این فیوزها دارای زمان عملکرد کوچک و آنی هستند . از فیوزهای تند کار در مصارف روشنائی استفاده می شود .
 - ۲- فیوز های کند کار یا تئبل یا تاخیری - این فیوزها دارای زمان عملکرد بالاتری هستند و از آنها در مداراتی استفاده می شود که عمل قطع مدار باید با تاخیر بیشتری صورت گیرد ،مانند موتورها ، ترانسفورماتورها و خازن ها
- نکته :** فیوزها ئی که با حرف L مشخص شده اند از نوع تند کار بوده ودر مصارف روشنائی دارند و فیوزهایی که با حرف M مشخص شده اند برای موتورها مورد استفاده قرار می گیرند .

فیوزها بر حسب مقدار ولتاژ و مکانیزم عمل :

- ۱- فیوز حرارتی ذوب شونده یا فیوز فشنگی
- ۲- فیوز آلفا یا اتوماتیک
- ۳- فیوز مینیاتوری
- ۴- فیوز کاردی یا چاقوئی
- ۵- فیوز شیشه ای
- ۶- فیوز کارتریج

فیوز حرارتی ذوب شونده یا فیوز فشنگی :

- * فیوز فشنگی یا حرارتی از چهار بخش پایه فیوز ، فشنگی ، ته فشنگی و کلاهک تشکیل شده است .
- * فشنگی از یک محفظه چینی و یک سیم حرارتی تشکیل شده و داخل این محفظه از پودر کوارتز پر شده تا جرقه حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را خنک کند .
- * وقتی جریان بیش از حد مجاز فیوز از سیم حرارتی فشنگی عبور کند ، در اثر گرمای زیاد ایجاد شده ، سیم حرارتی قطع می شود و مدار را در برابر جریان زیاد محافظت می کند .
- * ترمیم فیوز فشنگی پس از ذوب شدن سیم حرارتی آن ، خلاف مقررات ایمنی است .
- * در انتهای فشنگی برای تشخیص سالم بودن فیوز ، یک پولک رنگی قرار دارد . این پولک توسط سیم حرارتی نگه داشته شده است و پس از سوختن فیوز ، پولک رنگی توسط فنر کوچکی که زیر آن قرار دارد آزاد شده و به بیرون پرت می شود .

- * رنگ پولک فشنگی فیوزها معرف مقدار جریان نامی فیوز است. (جدول رنگ های مختلف پولک در فیوز فشنگی در ادامه بحث رسم شده است.)
- * پایه فیوز دارای دوپیچ برای ورودی و خروجی جریان است که کلاhek و فیوز در آن بسته می شود. و جنس عایق پایه فیوز از چینی و سرامیک است. پایه فیوزها استاندارد بوده و در اندازه های 25 ، 63 ، 100 ، 200 آمپر ساخته می شوند .
- * جدول زیر مقدار جریان نامی فیوز و پایه فیوز را برای فیوزهای فشنگی تند کار نشان می دهد .

| جریان نامی پایه فیوز A | جریان نامی فیوز A |
|------------------------|-------------------|
| ۲۵ | ۲۵ تا ۲ |
| ۶۳ | ۶۳ تا ۳۵ |
| ۱۰۰ | ۱۰۰ تا ۸۰ |
| ۲۰۰ | ۲۰۰ تا ۱۲۵ |

- * پیچ های اتصال ورودی و خروجی فیوز بر روی پایه فیوز قرار دارند که همیشه سیم فاز ورودی باید به پیچی که در قسمت پائین پایه فیوز قرار دارد اتصال پیدا کند. به عبارتی قطب ته پایه فیوزهای پیچی یا فشنگی باید به طرف تغذیه مدار (سیم فاز) باشد. (به خاطر رعایت ایمنی و کاهش خطر برق گرفتگی هنگام بستن کلاhek و فشنگی داخل آن بر روی پایه فیوز)
- * پایه فیوزها به دو صورت بکسی و کتابی ساخته می شوند .
- * کلاhek یا نگهدارنده، بخشی است که فشنگی داخل آن قرار گرفته و به پایه فیوز پیچ می شود. و شیشه پشت آن رنگ پولک را نشان می دهد. همچنین از پشت این شیشه می توان جدا شدن پولک از فشنگی را که نشانه عملکرد فیوز است را تشخیص داد .
- * فیوزهای فشنگی باید مجهز به قطعه محدود کننده فشنگ پذیری باشند تا جایگزینی فشنگی که جریان نامی آن بیشتر از فشنگ مورد نظر است امکان پذیر نباشد .
- * هنگامی که فیوز سوار و کامل شده است هیچ یک از قسمت های برق دار فیوز، از جمله ترمینال های آن ها، نباید در دسترس و قابل لمس باشد .
- * علامت فیوز فشنگی کند کار یک حلزونی است که بر روی بدنه فشنگی درج می شود .
- * بر روی بدنه فشنگی فیوز معمولاً "ولتاژ و جریان نامی فیوز نیز درج می شود .
- * فیوزهای فشنگی 4 برابر جریان نامی را تقریباً " در مدت یک ثانیه قطع می کنند .
- * به حداکثر جریانی که فیوز بدون آسیب به پایه و حامل خود می تواند تحمل کند ، **قدرت قطع فیوز گویند .**

- * فیوز فشنگی کند کار با حرف G و فیوز فشنگی تند کار را با حرف F نشان می دهند.
- * برای حفاظت سیم ها و کابل ها از فیوز تند کار استفاده می شود .
- * جریان فیوز برای موتورهای القائی معمولا " دوبرابر جریان نامی موتور انتخاب می شود .
- مثلا " اگر روی پلاک موتوری 12A نوشته شده باشد ، باید از یک فیوز فشنگی 25A استفاده کرد .
- * به منظور اتصال بهتر فشنگی با پایه فیوز ، از ته فشنگی استفاده می شود .
- * از آن جا که فیوز فشنگی در صورت بروز اضافه بار و برق گرفتگی ، عملکرد سریع ندارد ، ممکن است باعث صدمات جبران ناپذیری گردد . به همین دلیل بهتر است برای حفاظت سیستم برق منازل از فیوز فشنگی استفاده نشود .
- * از فیوز فشنگی بیشتر برای حفاظت موتورهای القائی در برابر اتصال کوتاه استفاده می شود .
- * با توجه به این که در لحظه وصل موتورها و ترانسفورماتورها به شبکه ، جریان به طور لحظه ای به 3 الی 7 برابر جریان نامی می رسد ، فیوزهایی که برای تغذیه این تجهیزات به کار می روند ، نباید در طول مدت راه اندازی مدار را قطع کنند بنابر این در مدار این تجهیزات باید از فیوزهای تاخیری استفاده کرد .
- * فیوزهایی که در مدارات قدرت به کار می روند ، مدار کنتاکتور را در مقابل اتصال کوتاه محافظت می کنند . یعنی در واقع حفاظت سیم های رابط را به عهده دارند .

جدول رنگ های مختلف پولک در فیوز فشنگی

| رنگ پولک | صورتی | قهوه ای | سبز | قرمز | خاکستری | زرد | زرد | سبزه | سبزه | مس | قهوه ای | قهوه ای | زرد | مس |
|------------|-------|---------|-----|------|---------|-----|-----|------|------|----|---------|---------|-----|-----|
| جریان نامی | 2 | 4 | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 35 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 |

- * برای فیوزهای ذوب شونده یا فشنگی دونوع جریان تعریف می شود :
- الف - جریان نامی فیوز : مقدار جریان مجازی است که از فیوز عبور می کند .
- ب - جریان ذوب فیوز : مقدار جریانی است که بیشتر از جریان نامی فیوز بوده و به زمان قطع بستگی دارد . هرچقدر زمان قطع فیوز بیشتر باشد جریان ذوب کمتر است و بالعکس .
- چند نمونه فیوز فشنگی را در شکل زیر می بینید .



فیوز آلفا (اتوماتیک)

- * نام دیگر فیوزهای آلفا ، فیوزهای اتوماتیک است .
- * در فیوزهای آلفا ، دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد .
- * قسمت مغناطیسی فیوز آلفا ، مدار را در برابر جریان اتصال کوتاه یا اضافه جریان شدید محافظت می کند .
- * قسمت حرارتی فیوز آلفا ، مدار را در برابر جریان اضافی یا بار اضافی محافظت می کند
- * به قسمت حرارتی فیوز آلفا ، بی متال هم گویند ، زیرا از دوفلز غیر هم جنس تشکیل شده که با افزایش تدریجی جریان ، گرم شده و تغییر شکل می دهد و باعث قطع جریان مدار می شود .
- * از ویژگی های فیوز آلفا این است که این قابلیت را دارند که توسط شستی تعبیه شده بر روی آن ها مجدداً وصل شوند . به عبارتی این فیوزها یکبار مصرف نیستند
- * فیوزهای آلفا مانند فیوزهای فشنگی به پایه فیوز نیاز دارند .
- * مقدار جریان نامی این فیوزها یا مستقیماً " بر روی فیوز نوشته شده مانند L6A ویا توسط کد رنگی مشخص شده است .
- * از دگمه سیاه رنگ برای وصل فیوز آلفا و از دگمه قرمز رنگ برای قطع فیوز استفاده می شود . شکل زیر یک فیوز آلفا به همراه پایه فیوز آن را نشان می دهد .



یک نمونه فیوز آلفا به همراه پایه فیوز

فیوز مینیاتوری (Miniature circuit breaker – MCB)

- * نوعی فیوز اتوماتیک است که از نظر ساختمان شبیه فیوز آلفا می باشد .
- * **فیوز مینیاتوری از سه قسمت تشکیل شده است :**
 - ۱- رله مغناطیسی - برای قطع مدار در شرایط اتصال کوتاه
 - ۲- رله حرارتی یا بی متال - برای قطع مدار در شرایط اضافه بار
 - ۳- کلید - که به منظور قطع و وصل فیوز می باشد .
- * چون در فیوز مینیاتوری ، هم رله مغناطیسی و هم رله حرارتی وجود دارد و همچنین دارای دگمه قطع و وصل است به این مجموعه کلید مینیاتوری نیز می گویند .
- * به رله مغناطیس ، رله قطع سریع نیز می گویند .
- * به رله حرارتی ، بی متال یا رله قطع جریان زیاد تاخیری نیز می گویند .
- * فیوزهای مینیاتوری از رنج 2 تا 63 آمپر در بازار موجودند .
- * شکل زیر فیوز های مینیاتوری تک فاز ، دو فاز و سه فاز را نشان می دهد .



مینیاتوری های تک فاز ، دو فاز و سه فاز

* **فیوزهای مینیاتوری از نظر سرعت عمل کرد بر دو نوعند :**

- ۱- فیوز مینیاتوری تند کار - که آنها طبق استاندارد VDE با حرف L و طبق استاندارد IEC با حرف B مشخص می شوند و مصارف روشنائی دارند .

۲- فیوز مینیاتوری کند کار - که آنها طبق استاندارد VDE با حرف G و طبق استاندارد IEC با حرف C مشخص شده و به عنوان فیوز موتوری برای حفاظت موتورها استفاده می شوند .

- * فیوزهای مینیاتوری به صورت تکی ، دو تایی و سه تایی در بازار موجودند .
- * برای نصب این فیوزها به ریل های مینیاتوری نیاز است .
- * جریان نامی این فیوزها به همراه حرف L یا B (تند کار) و یا حرف G یا C (کندکار) بر روی بدنه آن ها مشخص می شود و نیازی به کد های رنگی ندارند .
- مانند : B10 یا L10 - که یک فیوز مینیاتوری تند کار با جریان نامی 10A است و یا C20 یا G 20 - که یک فیوز مینیاتوری کند کار با جریان نامی 20A می باشد .
- * کلید های مینیاتوری در اندازه های مختلف ساخته می شوند و می توانند ازسایز های کوچک برای استفاده در منازل و از کلیدهای بزرگ برای محافظت مدارهای ولتاژ بالا و تغذیه یک شهر استفاده کرد . در مینیاتوری های کوچک از هوا برای خاموش کردن جرقه استفاده می شود در حالی که در مینیاتوری های بزرگ و جریان بالا از صفحات فلزی یا غیر فلزی که در کنار هم قرار گرفته اند برای خاموش کردن و تقسیم جرقه استفاده می شود .
- * نوعی کلید مینیاتوری روغنی وجود دارد که در آن از خاصیت تبخیر پذیری روغن و فشار ناشی از گازهای متصاعد شده در فرایند تبخیر (گاز SF6) برای خاموش کردن جرقه استفاده می شود . این کلیدها در تجهیزات توزیع برق در ولتاژهای فشار متوسط تا 32KV استفاده می شود .
- * امروزه برای مصارف موتوری از ترمیک استفاده می شود که هم بی متال است وهم کلید استفاده می شود .
- * کلیدهای مینیاتوری در مدل ها و تیپ های مختلف (طبق جدول زیر) ساخته و در بازار موجودند . تیپ کلید مینیاتور بیانگر جریان قطع آن می باشد .

| جریان قطع | Type |
|--|-------|
| با جریان قطع حدود 2 - 3 برابر جریان نامی | تیپ A |
| با جریان قطع حدود 3 - 5 برابر جریان نامی | تیپ B |
| با جریان قطع حدود 5 - 10 برابر جریان نامی | تیپ C |
| با جریان قطع حدود 10 - 14 برابر جریان نامی | تیپ D |
| با جریان قطع حدود 2.2 - 3.1 برابر جریان نامی برای مصارف الکترونیکی | تیپ Z |

فیوز کاردی یا چاقوئی

* فیوزهای کاردی یا چاقوئی جزء فیوزهای فشار قوی هستند .
 * از فیوزهای کاردی یا چاقوئی برای حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع و ترانسهای اندازه گیری ، در انواع تابلوهای برق و در شبکه های با توان زیاد استفاده می شود .

* فیوزهای چاقوئی در انواع زیر یافت می شوند :

۱- فیوزهای چاقوئی فشار قوی با توان و جریان بالا (فیوز ناخیری دیازد) - که با حروف NH مشخص می شوند.

۲- فیوزهای چاقوئی فشار قوی با توان و جریان و ولتاژ بالا - که با حروف HH مشخص می شوند . وبه آن ها فیوز قدرت هم می گویند . فیوز های قدرت یا HH دارای قدرت قطع کنندگی زیاد بوده و با ولتاژهای 2.4 تا 138KV و جریان دائمی از 50 تا 400 آمپر ساخته می شوند .

* جریان نامی فیوزهای کاردی بر روی بدنه آن ها همراه با نوع فیوز مشخص می شود مانند : NH3 630 A - یعنی فیوز کاردی فشارقوی با توان و جریان بالا که جریان نامی آن 630A است .

* برای جلوگیری از برق گرفتگی در هنگام جازدن و بیرون کشیدن فیوزهای چاقوئی و کارتریج آمپر بالا از پایه فیوز ، از وسیله ای به نام فیوز کش استفاده می شود .



فیوزکش

* شکل زیر یک فیوز کاردی یا چاقوئی نوع NH را به همراه پایه آن و چند نمونه دیگر نشان می دهد .



فیوز چاقوئی فشار قوی با توان و جریان بالا (نوع NH)



با شاخک معمولی



با شاخک شکاف دار



بدون شاخک ، پیچ خور



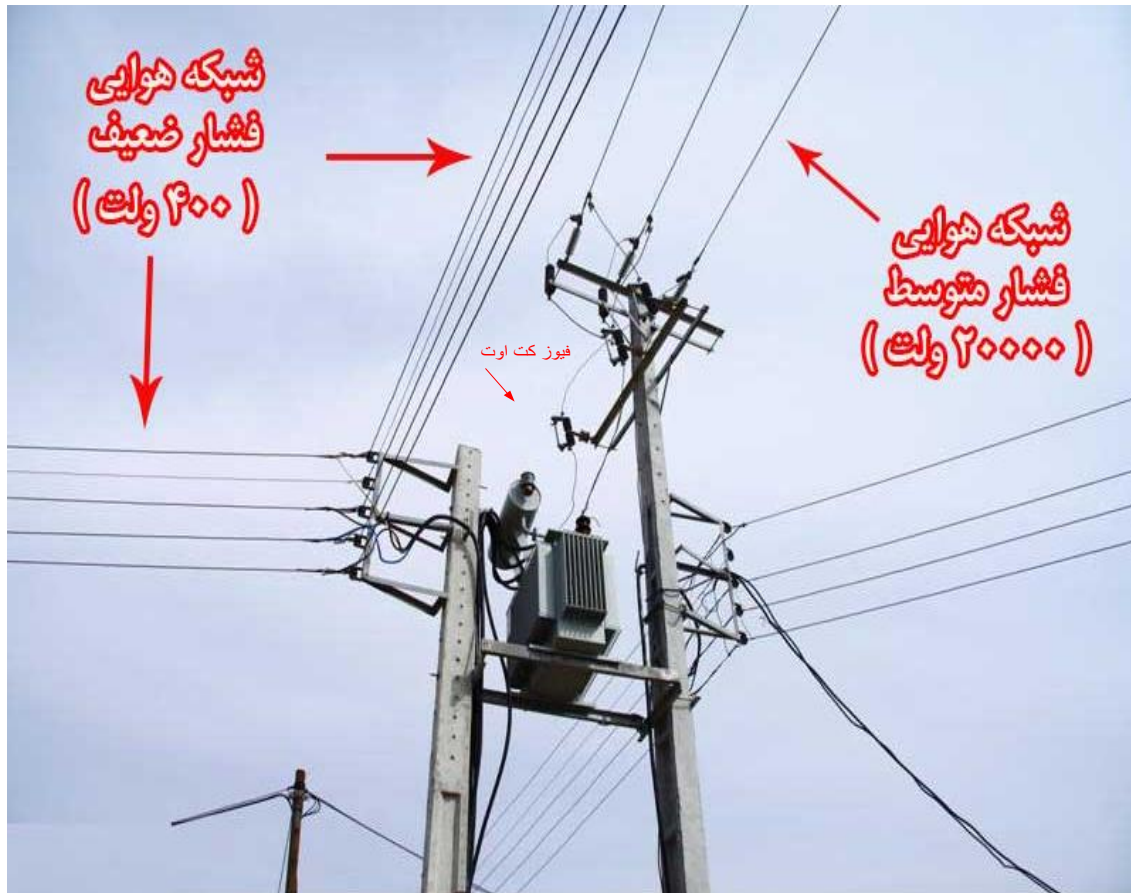
بدون شاخک و پیچ خور با قابلیت نصب میکروسونچ بر روی آن

نکته : نوع دیگری فیوز فشار قوی وجود دارد که به آن **فیوز کات اوت (CUT OUT)** گویند .

از فیوز کات اوت در شبکه های توزیع برای حفاظت از فیدر های توزیع که در ایران این فیدرها دارای ولتاژ 11 KV , 20 , 33 می باشند و همچنین برای حفاظت از ترانسفورماتورها استفاده قرار می شود . این فیوزها با ولتاژهای از 2.6 تا 34.5 KV و جریان نامی از 6 تا 200A و ظرفیت قطع 2KA در ولتاژهای بالا و تا 20KA در ولتاژهای پائین ساخته می شوند .
شکل زیر نمونه ای از فیوز کات اوت و مورد استفاده آن را در شبکه فشار متوسط 20KV نشان می دهد .



فایز کت اوت



فایز های کات اوت نصب شده بر روی خط فشار متوسط 20 کیلو ولت

فیوزهای شیشه ای

فیوزهایی هستند که ظرفیت نامی آن ها تا 30 آمپر می رسد ، این فیوزها در ظرف شیشه ای یا سرامیکی کوچکی قرار می گیرند و سپس در سوکت مخصوص پیچ می شوند. بعضی از آن ها پنجره ای دارند که از طریق آن می توان دید که فیوز سالم است یا سوخته. البته فیوزهای ظریف که در رادیو و دستگاه های مخابراتی به کار می روند چون اغلب برای جریان های خیلی کم می باشند، دارای یک سیم نازکی بوده که در داخل لوله شیشه ای قرار می گیرند و در اطراف آن پودر چینی یا سرامیک وجود ندارد مگر در مواردی که مقدار جریان فیوز زیاد باشد.



فیوز شیشه ای



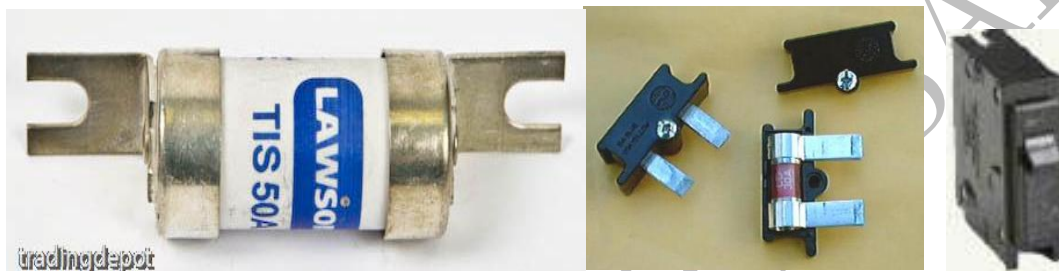
جا فیوزی



فیوز شیشه ای

فیوزهای کارتریج

این فیوزها با آمپراژ مختلف و به شکل های مختلف ساخته می شوند و کاربردهای متنوعی دارند نمونه هایی از این فیوزها را در شکل زیر می بینید .



نمونه هایی از فیوزهای کارتریج



نمونه هایی از فیوزهای استوانه ای

کلید - فیوز

از کلید فیوزهاکه به صورت چاقویی می باشند به خاطر مزایای زیر بیش تر از کلیدهای اتوماتیک در تا سیسات و تابلو های توزیع فشار ضعیف و همچنین شبکه های شعاعی مورد استفاده قرار می گیرد . (در شکل زیر چند نمونه کلید فیوز را می بینید)

- (۱) سادگی ساختمان
- (۲) امکان نصب راحت تر و تعمیرات سریع تر
- (۳) ارزان قیمت تر بودن در مقایسه با کلیدهای قدرت مشابه
- (۴) قابلیت دیده شدن کنتاکت ها
- (۵) کاربری آسان



چند نمونه کلید فیوز و فیوز



نمونه ای از کلید - فیوز نصب شده در تابلو توزیع برق



یک نمونه کلید فیوز



کلید - فیوز عمودی سه فاز 250 تا 630 آمپر



کلید - فیوز عمودی تک فاز 250 تا 630 آمپر



کلید فیوز افقی 400 آمپری

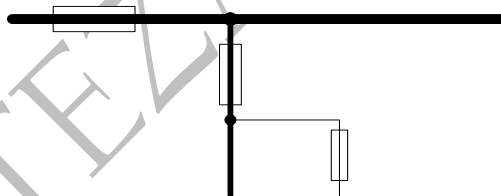
معایب کلید فیوز ها :

- (۱) فیوز های چاقویی نمی تواند حفاظت موضعی را در شبکه های مرکب ، به طور کامل و بدون خطا انجام دهند .
- (۲) در صورت بروز عیب در یکی از فاز ها ، قابلیت قطع هم زمان سه فاز را ندارند .
- (۳) قابل استفاده در سیستم های الکتریکی به هم پیوسته و یا کنترل از راه دور نیستند .

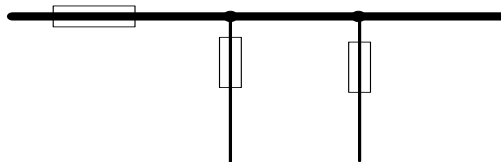
نحوه فیوز بندی مدارات

برای این که یک سیستم حفاظتی در برابر خطرات و خطاهای احتمالی پیش آمده در مدار کارش را به موقع و سریع و به نحو احسن انجام داده قبل از این که به مدار آسیبی وارد شود باید با محاسبات دقیق ، فیوزها را انتخاب نمود تا ضریب اطمینان حفاظتی مدار افزایش یابد . به همین منظور در فیوزبندی مدار های الکتریکی مقدار جریان نامی فیوزها را باید متناسب با جریان مصرف کننده انتخاب کرده و فیوز را در نقطه ای مناسب مدار نصب نمود تا هم خط و هم مصرف کننده را در برابر اتصال کوتاه و جریان اضافی محافظت نماید . رعایت نکات زیر ما را در این امر مهم یاری خواهد کرد .

- * در صورت انتخاب فیوز از جداول استاندارد انتخاب فیوز ، سیم ها هم زمان در برابر بار اضافی و همچنین اتصال کوتاه محافظت می شوند . و در صورتی که بخواهیم از فیوز فقط برای حفاظت سیم در برابر اتصال کوتاه استفاده کنیم می توانیم فیوزی با جریان نامی تا سه شماره بالاتر را نیز انتخاب کنیم .
- * در انشعابات در صورت کوچک شدن سطح مقطع سیم ها ، باید در محل انشعاب ، سیم با مقطع جدید را نیز در مقابل بار اضافی و جریان اتصال کوتاه حفاظت نمود . (شکل زیر) و چنان چه طول سیم از دو متر کمتر باشد و در اطراف آن مواد قابل اشتعال مانند چوب وجود نداشته باشد می توان از حفاظت آن در برابر اضافه بار صرف نظر نمود .



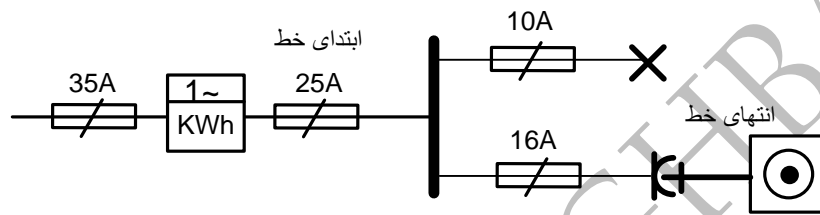
- * در صورتی که دو سیم با یکدیگر به طور موازی و در مدار قرار داشته باشند باید هر کدام جداگانه حفاظت شوند .



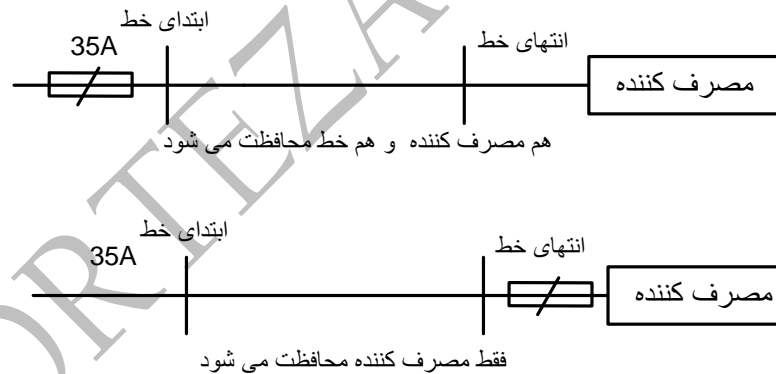
- * سیم های مدار فرمان ، وسیم هایی که مطمئن هستیم جریان اضافی نخواهند داشت مانند سیم های روشنائی ، احتیاج به حفاظت در برابر بار اضافی ندارند .
- * معمولاً در محل های مسکونی برای حفاظت سیم های روشنائی از فیوز های 10 A و برای سیم پریز های تک فاز از فیوز 16A استفاده می شود .
- * در کارگاه های صنعتی ، سیم های روشنائی را با فیوز 25A نیز می توان حفاظت نمود

* در سیم کشی داخل کانال ها که سیم ها و کابل ها به صورت گروهی کنار هم قرار می گیرند ، جریان مجاز آن ها نسبت به حالت عادی کاهش پیدا می کند . طبق استاندارد اگر سه کابل داخل یک کانال باشند ، جریان مجاز آن ها 0.8 و اگر شش کابل داخل کانال باشند جریان مجازشان 0.75 خواهد شد .

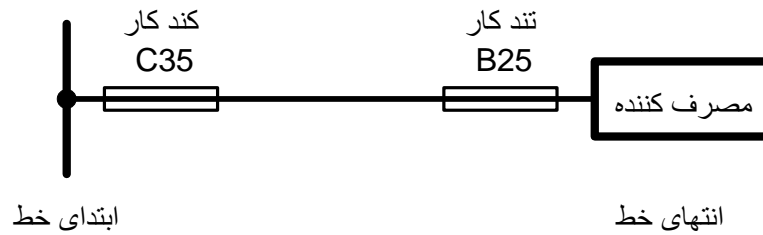
* هنگام نصب فیوزها خصوصا" در تابلو های توزیع ، همواره باید فیوزهای اول خط دارای آمپراژ بیشتری نسبت به فیوزهای انتهایی خط باشند . تا در صورت بروز اتصال کوتاه در یک دستگاه ، ابتدا فیوزی عمل کند که به دستگاه نزدیک تر است . مطابق شکل زیر :



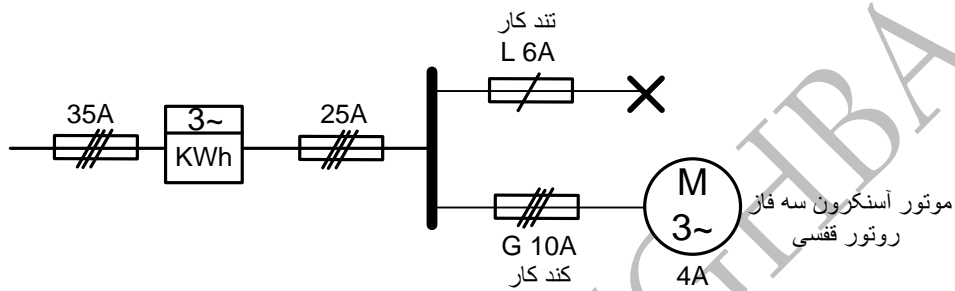
* اگر فیوز در ابتدای خط قرار گیرد هم مصرف کننده و هم خط را در برابر اتصال کوتاه و جریان اضافی محافظت می کند ولی اگر فیوز در انتهایی خط و نزدیک مصرف کننده قرار گیرد ، فقط مصرف کننده را در برابر اتصال کوتاه و جریان اضافی محافظت می کند .



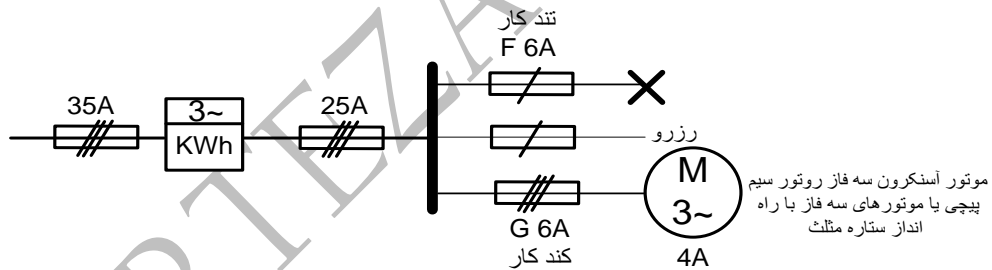
* فیوزهایی که بر اساس جریان راه اندازی موتور انتخاب می شوند قادر نیستند موتور را در برابر اضافه بار یا افزایش جریان تدریجی محافظت کنند . در این موتورها معمولا" از بی متال یا رله حرارتی برای این منظور استفاده می کنند .
* همیشه فیوز های کند کار باید جلوتر از فیوز های تند کار نصب شوند . زیرا در صورت بروز عیب در دستگاه ، باید ابتدا فیوزی عمل کند که به دستگاه نزدیک تر است .



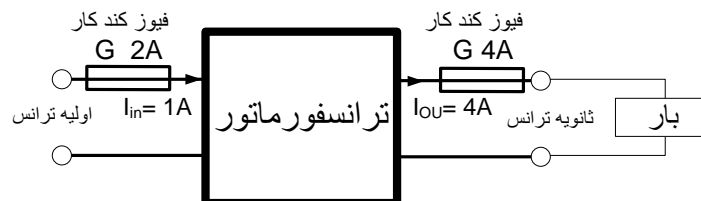
* در موتورهای آسنکرون روتور قفسی که مستقیماً به شبکه وصل می شوند از فیوز کند کار با جریان نامی به اندازه 1.5 تا 2.5 برابر جریان نامی موتور استفاده می شود .



* در موتورهای آسنکرون روتور سیم پیچی شده یا موتورهای آسنکرون با راه انداز ستاره مثلث از فیوز کند کار با جریان نامی به اندازه 1 تا 1.5 برابر جریان نامی موتور استفاده می شود .



* در لحظه وصل ترانسفورماتوره شبکه به دلیل اشباع هسته ، جریان زیادی از سیم پیچس اولیه آن می گذرد که به جریان هجومی معروف است . به همین دلیل در اولیه ترانس از فیوز کند کار با جریان نامی به اندازه دوبرابر جریان نامی اولیه و در ثانویه از فیوز کند کار با جریان نامی به اندازه جریان نامی ثانویه استفاده کرد .



* هنگام وصل خازن ها به بار یا شبکه ، جریان زیادی در لحظه وصل از مدار آن ها می گذرد . به همین دلیل می توان از فیوز کند کار با جریانی برابر با 1.5 برابر جریان نامی خازن ها برای حفاظت مدار استفاده کرد .

رله های حفاظتی

رله های حفاظتی از جمله وسایل حفاظتی هستند که از آن ها بیشتر برای حفاظت موتورهای الکتریکی در برابر جریان اتصال کوتاه و جریان اضافی یا بار اضافی استفاده می شود .

* رله های حفاظتی بر دو نوعند :

الف - رله حرارتی

ب - رله مغناطیسی

الف - رله حرارتی

* از رله حرارتی برای حفاظت موتورهای الکتریکی در برابر اضافه بار یا جریان اضافی استفاده می شود .

* به رله حرارتی ، بی متال نیز می گویند .

ساختمان و طرز کار رله حرارتی

در ساختمان رله حرارتی از دو فلز غیر هم جنس با ضریب انبساط طولی متفاوت که بر روی هم پرس شده اند استفاده شده است (برنج و آهن که ضریب انبساط طولی برنج بیشتر از آهن است) به مجموعه این دو فلز ، بی متال گویند . مطابق شکل زیر :



ساختمان ساده ای از یک رله حرارتی یا بی متال

* در اثر عبور جریان ، هر دو فلز گرم شده و طول آن ها بیشتر می شود و چون ازدیاد طول یکی از فلزات (برنج) بیشتر از دیگری است ، از این رو دو فلز با هم خم می شوند . این حرکت به طور مستقیم و یا به وسیله اهرم هائی به یک کنتاکت منتقل شده و مدار را قطع یا وصل می کند . از این خاصیت بی متال در فیوزها و رله های بی متالی استفاده می شود . در شکل زیر یک نمونه از رله حرارتی رسم شده است .



دو نمونه رله حرارتی یا بی متال

- * رله حرارتی یا بی متال یک رله قابل تنظیم است و قابلیت کار در جریان های مختلف را دارد به طوری که جریان مجاز عبوری از آن را می توان با پیچ تنظیمی که بر روی آن تعبیه شده است تغییر داد .
- * در شرایطی که از بی متال برای حفاظت از موتور در مقابل اضافه بار استفاده می شود توانائی محافظت از موتور را از 1.5 تا 10 برابر جریان نامی دارد.
- * اگر بی متال در مسیر جریان فازی موتور قرار بگیرد ، باید جریان بی متال را بر روی جریان فازی موتور تنظیم کرد .
- * رله حرارتی سه فاز همان گونه که در شکل پیداست دارای سه پل قدرت برای عبور جریان اصلی به مصرف کننده است . سرهای ورودی به صورت سه سیم اتصال است که این سرها به خروجی تیغه های قدرت کنتاکتور متصل می شود و سه سر خروجی رله با شماره های 2 ، 4 ، 6 یا حروف T1 ، T2 ، T3 مشخص شده است .
- * رله های حرارتی در 4 کلاس زیر طبقه بندی می شوند .

| | |
|-----------|------------------|
| CLASS 30 | (9S < Tp < 30S) |
| CLASS 20 | (6S < Tp < 20S) |
| CLASS 10 | (4S < Tp < 10S) |
| CLASS 10A | (2S < Tp < 10S) |

مثال) اگر زمان راه اندازی 2S باشد می توان از بی متال نوع 10A استفاده کرد . واگر زمان راه اندازی 6S باشد باید از بی متال با کلاس 20 استفاده کرد ، در این صورت 6S در بازه مربوطه قرار نمی گیرد ولی اگر از کلاس 10 استفاده کنیم چون 6S در بازه مربوطه قرار می گیرد هنگام راه اندازی رله OVER LOAD کرده و مدار را قطع می کند .

*** رله حرارتی دارای دو کنتاکت فرمان می باشد :**

۱- **کنتاکت بسته یا NC:** که با شماره های 95 و 96 مشخص شده و از این کنتاکت جهت قطع مدار فرمان یا مدار تغذیه کنتاکتور استفاده می شود .

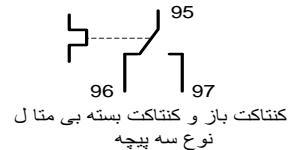
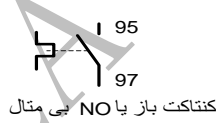
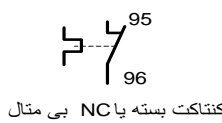
۲- **کنتاکت باز یا NO:** که با شماره های 97 و 98 مشخص شده است . این کنتاکت پس از عمل بی متال بسته شده واز آن برای اطلاع دادن و صدور آلام از خطای حاصل در مدار و مطلع نمودن اپراتور استفاده می شود .

نکته : در بعضی از رله های حرارتی از سه عدد پیچ جهت کنتاکت های باز و بسته فرمان استفاده شده است که با شماره های 95 ، 96 ، 97 مشخص می شود . شماره 95 و 96 مربوط به کنتاکت بسته و شماره 95 و 97 مربوط به کنتاکت بازمی باشد .

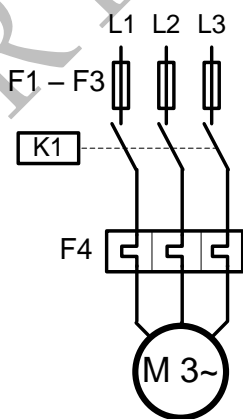
*** علائم اختصاری رله حرارتی به صورت حقیقی و فنی به صورت زیر است :**



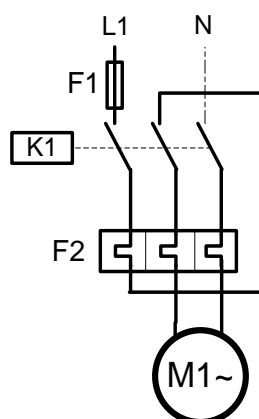
شمای حقیقی بی متال همراه با تیغه های قدرت و فرمان



*** نحوه استفاده رله حرارتی در جریان سه فاز و جریان تک فاز :**



کاربرد بی متال در شبکه سه فاز



کاربرد بی متال در شبکه تک فاز

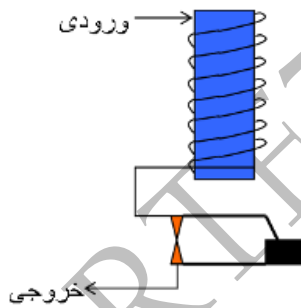
* شرایط یک قطع کننده حرارتی (بی متال):

- 1- در بار نامی نباید باعث قطع مدار شود .
- 2- اگر جریان نامی عبوری به اندازه 5% بیشتر از مقدار جریان تنظیم شده روی بی متال باشد ، بی متال معمولاً " در زمانی بیشتر از 2 ساعت مدار را قطع می کند .
- 3- اگر جریان نامی عبوری به اندازه 20% بیشتر از مقدار جریان تنظیم شده روی بی متال باشد ، بی متال معمولاً " در زمانی کمتر از 2 ساعت مدار را قطع می کند .
- 4- اگر جریان نامی عبوری به اندازه 50% بیشتر از مقدار جریان تنظیم شده روی بی متال باشد ، بی متال باید در مدت زمانی کمتر از 2 دقیقه مدار را قطع می کند .

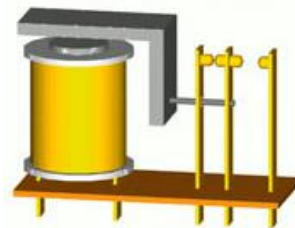
ب - رله مغناطیسی

* از رله مغناطیسی برای حفاظت از ماشین های الکتریکی در مقابل اتصال کوتاه استفاده می شود .

* رله مغناطیسی تشکیل شده از یک هسته آهنی ثابت و یک هسته متحرک و یک بوبین . شکل زیر یک رله مغناطیسی ساده با یک تیغه بسته و یک رله دیگر را با دو تیغه باز و بسته نشان می دهد .



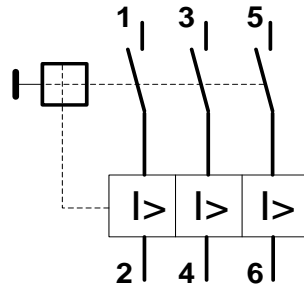
رله مغناطیسی ساده با یک تیغه بسته



رله مغناطیسی ساده با یک تیغه بسته و یک تیغه باز

* با عبور جریان مجاز یا تنظیم شده بر روی رله هیچ اتفاقی نمی افتد اما اگر جریان عبوری از سیم پیچ در اثر اتصال کوتاه رخ داده در مدار بیش از حد مجاز شود باعث می شود خاصیت مغناطیسی هسته افزایش یافته در نتیجه هسته متحرک را به سمت خود جذب کرده و کنتاکت های متصل شده به آن تغییر وضعیت می دهند یعنی اگر کنتاکت بسته باشد ، باز شده و اگر باز باشد بسته می شود . این عمل در مدت زمان کوتاهی توسط رله صورت می گیرد و از مدار حفاظت می کند .

* شمای حقیقی رله مغناطیسی سه فاز به صورت زیر است .



| جریان نامی (A) | مدل | نام محصول | |
|--|-----------|------------|--|
| 0/63-1, 1-1/6, 1/6-2/5, 2/5-4, 4-6 5-8, 6-9, 7-10, 9-13, 12-18, 16-22 | PFR-22/3 | رله حرارتی | |
| 18-26, 24-36, 28-40 | PFR-40/3 | رله حرارتی | |
| 24-36, 28-40, 34-50, 45-65 54-75, 63-85 | PFR-85/3 | رله حرارتی | |
| 65-100, 85-125 | PFR-100/3 | رله حرارتی | |

چند مدل از رله های حفاظتی با جریان های نامی قابل تنظیم موجود در بازار

کلید های اتوماتیک

به منظور حفاظت از تاسیسات روشنائی ، صنعتی ، سیم ها و کابل ها و ماشین آلات در برابر اضافه بار و جریان اتصال کوتاه از انواع فیوز، کلید- فیوز و کلیدهای اتوماتیک استفاده می شود . لیکن به دلایل زیر همیشه نمی توان از فیوز یا کلید- فیوز برای این منظور استفاده کرد لذا درچنین شرایطی باید از کلید های اتوماتیک استفاده نمود .

الف - فیوزها همیشه نمی توانند عمل حفاظت موضعی و سلکتیو را در انواع مختلف شبکه ها به طور کامل و بدون خطا انجام دهند .

ب - با توجه به این که در شبکه های سه فاز در موقع ازدیاد جریان اغلب قطع هر سه فاز به طور همزمان لازم و ضروری است که کلیدهای اتوماتیک قطع همزمان سه فاز را انجام داده و مانع از دوفاز شدن موتورها و سوختن سیم پیچی آن ها می شوند .

ج - در بعضی از شبکه های توزیع می بایست به محض برگشت جریان (ولتاژ) یا افت بیش از حد مجاز ولتاژ، مدار به طور خودکار قطع و آلارم های لازم ایجاد کند . همچنین در بعضی

موارد ورود اتوماتیک یا دستی ژنراتور اضطراری یا ترانسفورماتور در شبکه توزیع جهت تداوم کار شبکه یا انجام تعمیرات دوره ای شبکه اجتناب ناپذیر می باشد .

کلید های اتوماتیک : کلید هائی هستند که دارای رله بوده و هر کدام برای کاربرد های خاصی مورد استفاده قرار می گیرند . به طور مثال (کلید اتوماتیک هوایی دارای رله های بسیار هوشمندی از نوع الکترونیکی می باشد .

کلید های غیر اتوماتیک : کلید هائی هستند که صرفاً " برای قطع و وصل مورد استفاده قرار می گیرند و فاقد رله هستند. مانند کنتاکتور که یک کلید غیر اتوماتیک است که از آن برای قطع و وصل های گوناگون با کاربرد های مختلف یک مشخصه ای می باشد . مثل کنتاکتور AC3 که مخصوص راه اندازی بارهای القائی است .

* یکی دیگر از مزیت های کلید های اتوماتیک نسبت به فیوزها و کلید -فیوزها ، این است که پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد ویا هر عامل دیگری بلافاصله مجددا آماده بهره برداری می باشند .

* با کلید های اتوماتیک به خاطر داشتن کنتاکت های فرعی یا فرمان می توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع و وصل یا وقوع خطا) توسط سیگنال تعیین ودر اتاق فرمان منعکس نمود .

* معمولاً در کاتالوگ های کلید های فشار ضعیف دو مشخصه فنی به نام های Icu و Ics مشخص شده که دانستن مفهوم آن ها در انتخاب کلید مهم است .

Icu : جریان اتصال کوتاهی است که کلید تنها یک بار بدون این که آسیبی ببیند قادر به قطع آن می باشد و برای دفعات بعدی نیاز به تعمیر و سرویس ویا تعویض دارد .

Ics : جریان اتصال کوتاهی است که کلید به تعداد دفعات قادر به قطع آن می باشد بدون این که آسیبی ببیند و یا نیاز به تعمیر و یا تعویض پیدا کند .

انواع کلیدهای اتوماتیک فشار ضعیف

- الف – کلیدهای مینیاتوری (Miniature circuit breaker – MCB)
- ب – کلیدهای اتوماتیک محافظ موتور (Motor protection circuit breaker – MPCB)
- ج – کلیدهای اتوماتیک کمپکت (Moulded case circuit breaker – MCCB)
- د – کلیدهای اتوماتیک هوایی (Air circuit breaker – ACB)
- و – کلیدهای اتوماتیک محافظ جان (Residual current circuit breaker – RCCB)

الف - کلید های اتوماتیک مینیاتوری (MCB)

* از کلیدهای فشار ضعیف است که معمولاً از آن ها در جریان های پائین و در تابلوهای روشنایی و تابلوهای توزیع با توان کم و یا جهت حفاظت مدارهای کنترل و فرمان تجهیزات و تاسیسات برقی مورد استفاده قرار می گیرد .

* جریان قطع اتصال کوتاه این کلیدها معمولاً چندان بالا نیست این جریان به صورت استاندارد از 10KA تا 25KA می باشد .

* حداکثر جریان مورد استفاده با کلید مینیاتوری 63A است .

* کلید های مینیاتوری در استاندارد IEC با دو نوع کاربرد مختلف ساخته می شوند .

۱- کاربرد صنعتی IEC60947

۲- کاربرد مسکونی یا روشنایی IEC60898

در شکل زیر نمونه ای از کلیدهای مینیاتوری تک فاز ، دوفاز و سه فاز را مشاهده می کنید . (جهت آشنائی بیشتر به مطالب مربوط به فیوزها مراجعه شود .)



مینیاتوری های تک فاز ، دو فاز و سه فاز

ب - کلیدهای اتوماتیک محافظ موتور (MPCB)

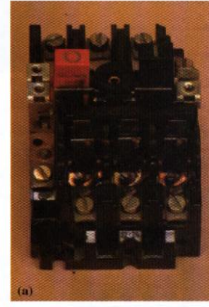
* از این کلید برای حفاظت از موتورهای الکتریکی در برابر جریان اتصال کوتاه و اضافه بار یا جریان اضافی استفاده می شود . در واقع کلید حفاظت از موتور ترکیبی است از یک رله حرارتی و یک رله مغناطیسی .

* در صورت استفاده از کلید MPCB در سر راه موتورها ، اگر سیستم دوفاز شود یا به عبارتی یکی از فازها قطع شود جریان نامتقارن شده و کلید مدار را قطع می کند . این ویژگی مخصوص کلید MPCB بوده و سایر کلیدها این ویژگی را ندارند .

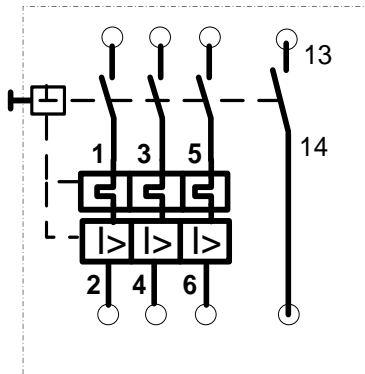
* بر روی این کلید یک پیچ تنظیم جریان وجود دارد که می توان جریان آن را از 1.5 تا 1.8 برابر جریان نامی موتور تنظیم نمود . وقتی جریان عبوری از کلید در اثر اضافه بار موتور از حد تنظیم شده بیشتر شود عضو حرارتی عمل کرده و مدار را قطع می کند .
 و در صورت بروز اتصال کوتاه در مدار ، بوبین رله مغناطیسی ، مغناطیس شده و هسته متحرک را به سمت پائین می کشد و باعث قطع کنتاکت های متصل به هسته متحرک می شود . در نتیجه رله مدار را قطع می کند .

* مدت زمان عمل رله مغناطیسی کلید بسیار کم است . لذا به این رله ، رله قطع سریع گویند .

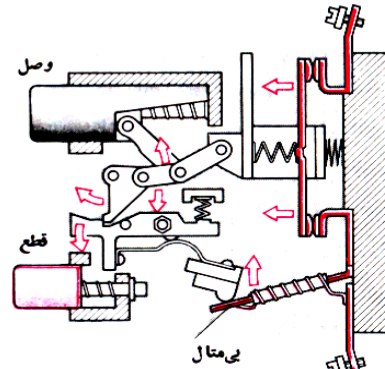
* در مدارات صنعتی به جای یک رله حرارتی و یک رله مغناطیسی جداگانه می توان از یک کلید حفاظت موتور استفاده کرد .
 * بعضی از کلیدهای MPCB فقط دارای رله مغناطیسی جهت حفاظت در برابر اتصال کوتاه می باشند . از این کلید می توان برای حفاظت موتورهای با قدرت بالاتر از 55KW استفاده کرد . در این صورت برای حفاظت موتور در برابر اضافه بار یا جریان اضافی از رله حرارتی یا بی متال به طور جداگانه استفاده کرد .
 * برای حفاظت موتورهایی با قدرت کمتر از 55KW باید از کلید MPCB که هم دارای رله مغناطیسی و هم دارای رله حرارتی است استفاده کرد .
 * کلید MPCB باید روی جریان نامی موتور SET شود .
 * شکل زیر سه نمونه کلید محافظ موتور را به همراه شمای حقیقی و ساختمان داخلی یک کلید محافظ موتور که فقط دارای رله حرارتی می باشد را نشان می دهد .



نمونه هایی از کلید حفاظت موتور



شمای حقیقی یک کلید حفاظت موتور



ساختمان داخلی یک کلید محافظ موتور که فقط دارای رله حرارتی است

ج - کلید های اتوماتیک کمپکت (MCCB)

یکی دیگر از کلید های اتوماتیک فشار ضعیف کلید کمپکت می باشد که استاندارد جریان دائم (Iu) آن از 160 تا 1600A است . اما تا جریان 3200A ساخته می شوند .
یک نمونه کلید اتوماتیک کمپکت را در شکل زیر مشاهده می کنید .



چند نمونه از کلیدهای اتوماتیک کمپکت (MCCB)

د - کلید های اتوماتیک هوایی (ACB)

- * یکی دیگر از کلید های اتوماتیک فشار ضعیف بوده که در آمپراژ بالا از آن ها استفاده می شود. حد بالای جریان این کلیدها تا 6300A می باشد .
- * در این کلید عمل قطع و وصل کنتاکت ها در هوا انجام می شود یا به عبارتی پس از برداشتن روپوش کلید کنتاکت ها دیده می شوند .
- * در کلید ACB عمل قطع و وصل توسط فنر انجام می شود که نحوه عملکرد فنر در کلید نسبت به سایر کلید ها متفاوت است. در این کلید فنر توسط یک دستگیره شارژ می شود و پس از شارژ کامل چراغی روشن می شود . پس از شارژ فنر اگر کلید سبز رنگ روی کلید را فشار دهیم کنتاکت های کلید وصل می شوند و همزمان فنر قطع شارژ می گردد. (البته در بعضی از کلید های ACB دستگیره هر دو فنر قطع و وصل را همزمان شارژ می کند .)
- * شارژ فنر به دو طریق صورت می گیرد :
 - الف - شارژ فنر به صورت دستی
 - ب - شارژ فنر توسط موتور (از موتور فقط جهت شارژ فنر استفاده می شود)
- * جریان دائم این کلید ها (Iu) از 630 تا 6300 A است .
- * کلید های ACB جریان دهی بالاتری نسبت به MCCB دارند .
- * وضعیت کلید ACB پس از عمل در حالت خطا قرار نمی گیرد و روی حالت قطع می رود و آماده وصل بعدی است اما در کلید MCCB پس از قطع کلید در حالت خطا قرار گرفته و برای وصل مجدد ابتدا باید روی حالت OFF (reset) برده شود و سپس به حالت وصل برود و توانایی وصل کردن را پیدا کند یعنی MCCB پس از حالت قطع به خاطر خطا ، توانایی و آمادگی وصل ندارد و ابتدا باید OFF یا reset شود .
- * از کلید های اتوماتیک هوایی در ورودی تابلوها استفاده می شود . چون هم جریان بالایی دارند و هم برقراری سلکتیو کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی که معمولاً از نوع کمپکت می باشند ضروری است .

نکته : سلکتیو ، همان پدیده تقدم قطع در خروجی ها نسبت به ورودی هاست . به این معنی که اگر خطائی 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 می کند . اهمیت این موضوع در این است که در صورت وقوع خطا در یکی از خروجی ها کل تابلو بی برق نشود .

* در داخل کلیدهای هوایی رله هائی جاسازی شده که خاصیت تاخیری (Time delay) دارند که وظیفه آن ها تامین سلکتیو کامل بین کلید های ورودی و خروجی از طریق صدور فرمان قطع با تاخیر است .

نکته : استفاده از کلیدهای کمپکت در هردو مدار خروجی و ورودی در تابلو حتی اگر کلید ورودی دو سائز بالاتر از بالاترین سائز کلید در خروجی ها انتخاب شود ، تنها در محدوده کوچکی از جریان اتصال کوتاه ، سلکتیو را تامین می کند و به هر حال سلکتیو کامل به دست نمی آید .

* یک نمونه کلید اتوماتیک هوایی را در شکل زیر مشاهده می کنید .



دو نمونه از کلید های اتوماتیک هوایی فشار ضعیف (ACB)

و - کلید های اتوماتیک محافظ جان (RCCB)

یکی از عوامل اصلی در بروز خسارات مالی ، صدمات و تلفات جانی به ویژه در منازل مسکونی ، مراکز اداری ، تجاری و مجتمع های صنعتی ، عدم رعایت مسایل ایمنی در استفاده از انرژی برق می باشد . لذا به منظور حفاظت از جان افراد در مقابل خطر برق گرفتگی و جلوگیری از خطرات جریان نشستی از کلید های محافظ جان استفاده می شود .

* کلید های محافظ جان در دو نوع ساخته می شوند که عبارتند از :

۱ - کلید محافظ جان خانگی ۲ - کلید محافظ جان صنعتی

* کلید های محافظ جان علاوه بر حفاظت افراد در برابر تماس مستقیم و یا غیر مستقیم برق ، با جلوگیری از نشستی جریان در حفاظت دستگاه ها و تجهیزات صنعتی نیز موثر می باشند .

نکته : اگر حساسیت کلید **RCCB** تا **30mA** باشد ، این کلید به عنوان محافظ جان و در صورتی که حساسیت آن بیشتر از **30 mA** باشد به عنوان کلید حفاظت از تجهیزات صنعتی به کار می رود .

- * اساس کار کلید های محافظ جان ، مقایسه جریان ورودی با جریان خروجی کلید می باشد به طوری که اگر جریان نشتی در مدار بیشتر از حساسیت کلید باشد کلید عمل کرده و جریان ورودی و در نتیجه مدار را قطع می نماید .
- * این کلید به گونه ای طراحی شده است که با بروز هر گونه عدم تعادل غیر معمول در جریان های تک فاز یا سه فاز که عمدتاً ناشی از اتصال بدنه است عمل کرده و مدار تغذیه تجهیزات مدار را قطع می کند .
- * به کلید محافظ جان ، کلید خطای جریان یا کلید **FI** هم گویند .
- * کلید محافظ جان ولتاژ های خطرناک را در مدت **0.2** ثانیه قطع می کند ، در صورتی که در سیستم حفاظت توسط سیم زمین و حفاظت توسط سیم نول ، زمان طولانی قابل ملاحظه ای تا قطع جریان خطا توسط فیوز ، لازم است .
- * کلید های محافظ جان با جریان نامی از **16** تا **125 A** ساخته می شوند .
- * هر کلید **FI** دارای یک شستی امتحان می باشد که با علامت **P** بر روی آن مشخص شده که به وسیله آن می توان از سالم بودن کلید اطمینان حاصل کرد .
- * در شکل زیر دو نمونه کلید محافظ جان (**RCCB**) سه فاز را مشاهده می کنید .



- * کلید های محافظ جان جهت استفاده مشترکین تک فاز یا خانگی به صورت دوپل (فاز و نول) و برای مشترکین سه فاز یا صنعتی به صورت چهار پل ، که می تواند همراه با نول و یا بدون نول در سیستم سه فاز سه سیمه به کار رود .



* میزان جریان قطع خودکار (حساسیت) کلید های محافظ جان از $1.5A \text{ تا } 10mA$ و مدت زمان قطع حداکثر $200ms$ است .

* با توجه به موقعیت نصب ، سیم های ورودی و خروجی می توانند از بالا و یا پائین به کلید متصل شوند که این امر تاثیری بر عملکرد کلید ندارد .

* درجه حفاظت کلیدهای محافظ جان برای جلوگیری از ورود اجسام خارجی برابر با $IP40$ می باشد .

* ترمینال های ورودی و خروجی کلید محافظ جان با توجه به آمپر کلید برای بالاترین قطر کابل یا سیم در نظر گرفته شده است .

* جهت حفاظت کلید محافظ جان و مدار مصرفی در مقابل اتصال کوتاه و جریان اضافی باید فیوز پشتیبان (Back- up-Fuse) با توجه به جریان نامی کلید و مشخصات ارائه شده در کاتالوگ مربوطه نصب شود .

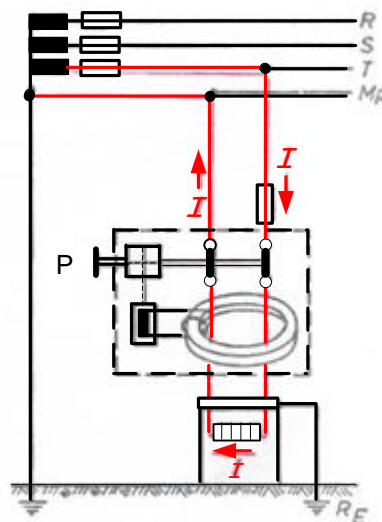
* یکی دیگر از مزایای کلید محافظ جان ، جلوگیری از بروز آتش سوزی در اثر وجود جریان نشتی می باشد . با توجه به این که یک جریان 0.5 آمپری می تواند باعث بروز آتش سوزی شود ، کلید محافظ جان با تشخیص جریان نشتی و قطع جریان ورودی ، مانع از بروز آتش سوزی می شود . همچنین از آن جا که در صورت وجود جریان نشتی در بدنه وسایل برقی و یا سیستم سیم کشی ساختمان ، این جریان به مرور زمان زیاد شده و احتمال سوختن وسایل برقی و سیستم سیم کشی ساختمان را به وجود می آورد لذا استفاده از کلید محافظ جان ، با توجه به کاهش میزان هدر رفتن انرژی الکتریکی و برق مصرفی ، صرفه جوئی اقتصادی و حفظ ثروت های ملی را نیز در بر خواهد داشت .

ساختمان و طرز کار کلید محافظ جان

* کلید محافظ جان از یک ترانسفورماتور جریان با هسته حلقوی که به دور هسته سیم پیچ ثانویه پیچیده شده و یک کلید مغناطیسی تشکیل شده است . در این کلید سیم های حامل جریان تک فاز یا سه فاز دستگاهی که توسط این کلید محافظت می شود ، از میان هسته حلقوی عبور می کند . (در بارهای نامتعادل سه فاز چون از سیم نول نیز جریان

عبور می کند لذا سیم نول هم باید از داخل هسته حلقوی عبور نماید. با عبور فازها و بعضاً سیم نول از داخل هسته آهنی باعث ایجاد میدان مغناطیس توسط هر سیم حامل جریان در هسته می شود. در حالت تک فاز، در صورتی که در مصرف کننده، اتصال بدنه وجود نداشته باشد جریان سیم های ورودی و خروجی (جریان سیم فاز و سیم نول) با هم برابر و در خلاف جهت هم بوده و میدان های یکدیگر را خنثی می کنند لذا از هسته فورانی عبور نمی کند و هیچ ولتاژی نیز در سیم پیچ ثانویه ترانس القا نمی شود در نتیجه رله مغناطیسی تحریک کننده کلید عمل نخواهد کرد. اما اگر در بدنه دستگاه اتصال بدنه ای رخ دهد (مطابق شکل زیر)، جریانی از زمین به طرف نقطه صفر ترانسفورماتور شبکه عبور خواهد کرد. این جریان باعث می شود تعادل جریان های عبوری از هسته حلقوی ترانسفورماتور کلید از بین برود و در نتیجه فوران عبوری از هسته دیگر برابر صفر نخواهد بود. این فوران باعث القا و لتاژ در رله مغناطیسی کلید شده در نتیجه کلید عمل کرده و مدار را قطع می کند.

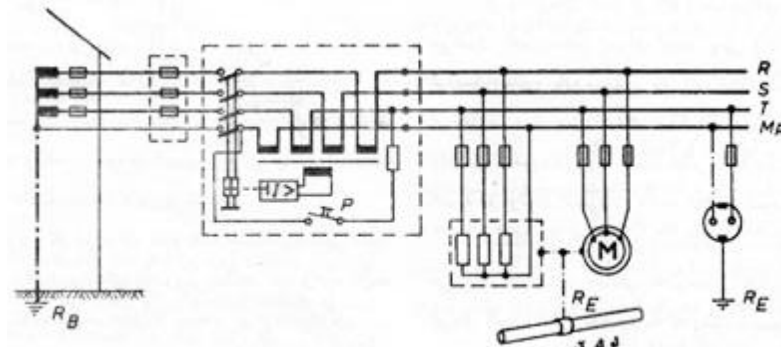
نکته: جهت استفاده از این کلید بدنه مصرف کننده باید به سیستم زمین حفاظتی مجهز باشد ولی نیازی نیست تا مقاومت زمین به کمتر از 2 یا 4 اهم برسد. بلکه این مقاومت معمولاً می تواند در حدود چند صد اهم نیز باشد. در صورت عدم وجود سیستم زمین، اتصال بدنه موجب قطع کلید نخواهد شد و این امر می تواند باعث بروز حادثه شود.



بروز اتصال بدنه در مصرف کننده تک فاز ربه هم خوردن تعادل جریان های عبوری از هسته ترانسفورماتور جریان کلید محافظ جان تک فاز

* شکل زیر اتصال یک کلید محافظ جان سه فاز را برای یک تاسیسات سه فاز

380 / 220 V را نشان می دهد.



کلید محافظ جان یا کلید (FI) سه فاز

کلید های ترکیبی مینیاتوری و جریان نشستی

این نوع کلید ترکیبی از کلید های جریان نشستی (محافظ جان) و مینیاتوری تک فاز است که علاوه بر قطع مدار در اثر نشست جریان با قطع مدار در زمان اتصال کوتاه و اضافه بار، از بروز خطرات احتمالی جلوگیری می نماید ، بدین ترتیب این وسیله دارای عملکرد مشترک کلید های جریان نشستی و مینیاتوری بوده و نیازی به استفاده از کلیدهای مینیاتوری و محافظ جان به صورت جداگانه نمی باشد . این کلید ها توسط شرکت های سازنده (مانند شرکت اف اندجی) از جریان 2 الی 40 آمپر و در نوع تک فاز و نول و در دو مدل روشنائی و موتوری با حساسیت های 10 الی 300mA تولید و عرضه می شوند .

سایر مزایای کلید های ترکیبی مینیاتوری و محافظ جان :

۱. دارای قدرت قطع 10KA
۲. دارای قابلیت قطع فاز و نول با در نظر گرفتن شرایط لازم برای جلوگیری از برگشت جریان یا ولتاژ (تعجیل در وصل و تاخیر در قطع نول)
۳. دارای نشان دهنده قطع و وصل کنتاکت ها
۴. رنگ بندی شاسی کلید طبق استاندارد بین المللی
۵. دارای ترمینال دو منظوره (قابل اتصال به سیم و باس بار)
۶. دارای قابلیت عدم وابستگی عملکرد کلید به ولتاژ شبکه
۷. دارای کاربردهای خانگی ، تجاری ، صنعتی
۸. قابلیت نصب آسان
۹. دارای لوازم جانبی متنوع
۱۰. دارای ابعاد استاندارد و تأییدیه های معتبر بین المللی

* شکل زیر نمونه ای از کلید ترکیبی مینیاتوری و محافظ جان را نشان می دهد .



کلید ترکیبی مینیاتوری و محافظ جان یا نشتی

توجه: از آنجا که بهره برداری مطمئن و بی وقفه از تاسیسات الکتریکی و مراکز تولید نیرو و تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز تجهیزات برقی کارخانجات صنعتی و مراکز اقتصادی ، تا حدود نسبتاً زیادی به خصوصیات و ویژگی و طرز عمل کلیدها و تجهیزات مدارهای فرمان بستگی دارد. لذا یک مونتاز کار و نصاب تابلو باید با اجزاء مدارهای فرمان و مدارهای راه اندازی موتورهای سه فاز آشنائی داشته باشد. لذا جهت کسب اطلاعات بیشتر به فصل چهارم کتاب تکنولوژی برق صنعتی مراجعه و مطالب این بخش را به طور کامل مرور کنید .

نمونه سئوالات

۱ فیوز مناسب موتور آسنکرون روتور قفسی که بطور مستقیم به شبکه وصل می شود از چه نوعی است ؟
الف - کند کار ب - تند کار ج - ذوب شونده فرز د - فرقی نمی کند.

۲ در رابطه با حفاظت موتورها اگر فیوز براساس جریان راه اندازی موتور انتخاب شود :
الف - فقط موتور را در برابر اتصال کوتاه حفاظت می کند
ب - فقط موتور را در برابر بار اضافی حفاظت می کند .
ج - موتور را هم در برابر اتصال کوتاه و هم در برابر جریان اضافی حفاظت می کند .
د - هیچ حفاظتی انجام نمی دهد .

۳ فیوز مورد استفاده در اولیه ترانسفورماتور ها از نوع با جریانی، جریان نامی اولیه ترانس می باشد ؟
الف - تند کار- برابر ب - کند کار - ۲ برابر ج - تند کار - ۲ برابر د - کند کار- برابر

۴ کدام گزینه در مورد یک فیوز بندی مناسب و صحیح صدق می کند ؟
الف - فیوزهای اول خط مقادیر بیشتری نسبت به فیوزهای انتهای خط دارند .
ب - فیوز های کند کار باید جلوتر از فیوزهای تند کار نصب شوند .
ج - قرار گرفتن فیوز در ابتدای خط هم مصرف کننده وهم خط را حفاظت می کند .
د - هر سه

۵ فیوز مورد استفاده در ثانویه ترانسفورماتور ها از نوع با جریانی، جریان نامی ثانویه ترانس می باشد ؟

- الف - تند کار - برابر
ب - کند کار - ۲ برابر
ج - تند کار - ۲ برابر
د - کند کار - برابر

۶ بخشی که فشنگی فیوز درون آن قرار گرفته و به پایه فیوز بسته می شود چه می گویند ؟

- الف - کلاهک فیوز
ب - ته فشنگی
ج - پولک
د - کنتاک

۷ به منظور اتصال بهتر انتهای فشنگی با پایه فیوز از استفاده می شود ؟

- الف - کلاهک فیوز
ب - پایه فیوز
ج - ته فشنگی
د - پولک

۸ جریان فیوز برای موتور های القائی جریان نامی موتور انتخاب می شود ؟

- الف - برابر
ب - دو برابر
ج - نصف
د - چهار برابر

۹ روی پلاک یک موتور القائی نوشته شده 4A ، برای حفاظت این موتور باید از یک فیوز استفاده کرد

- الف - تند کار ۱۰ آمپری
ب - کند کار ۱۰ آمپری
ج - کند کار ۴ آمپری
د - تند کار ۴ آمپری

۱۰ نام دیگر فیوز آلفا چیست ؟

- الف - کارتریج
ب - مینیاتوری
ج - اتوماتیک
د - فشنگی

۱۱ فیوز مینیاتوری تند کار با چه حرفی مشخص می شود ؟

- الف - F
ب - B
ج - C
د - G

۱۲ فیوز مینیاتوری کند کار با چه حرفی مشخص می شود ؟

- الف - F
ب - B
ج - C
د - G

۱۳ از فیوز مینیاتوری نوع B برای واز نوع C برای استفاده می شود ؟

- الف - مصارف زوشنائی - حفاظت موتور ها
ب - حفاظت موتور ها - مصارف روشنائی
ج - حفاظت اشخاص - حفاظت کابل ها
د - حفاظت کابل ها - حفاظت اشخاص

۱۴ فیوز فشنگی کند کار را با و فیوز فشنگی تند کار را با نشان می دهند ؟

- الف - F - G
ب - F - G
ج - B - C
د - C - B

۱۵ بر روی یک فیوز مینیاتوری نوشته شده B16 ، منظور چیست ؟

الف - کند کار با جریان نامی ۱۶ آمپر

ب- تند کار با جریان نامی ۱۶ آمپر

ج - تاخیری با جریان نامی ۱۶ آمپر

د - شماره سریال فیوز

۱۶ فیوز مینیاتوری 25 A کند کار با چه علامتی مشخص می شود ؟

الف - B25 ب - F25 ج - G25 د - C25

۱۷ برای حفاظت ترانسفورماتورها در شبکه های توزیع از چه فیوزی استفاده می شود ؟

الف - آلفا ب - مینیاتوری ج - کات اوت د - فشنگی

۱۸ فیوزهای NH و HH جزء فیوزهای هستند ؟

الف - کاردی فشار ضعیف ب- کاردی فشار قوی ج - مینیاتوری د - فشنگی

۱۹ کدام یک از فیوز های زیر مخصوص مدارات فشارقوی با توان و جریان بالا هستند ؟

الف - فیوزهای B و L ب - فیوزهای C و G ج- فیوز NH د - HH

۲۰ کدام یک از فیوز های زیر مخصوص مدارات فشارقوی با توان و جریان و ولتاژ بالا هستند ؟

الف - فیوزهای مینیاتوری ب - فیوزهای آلفا ج - فیوز NH د- HH

۲۱ برای اینکه فیوز هم مصرف کننده و هم خط را در برابر اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت کند باید :

الف - یک فیوز تندکار در ابتدای خط و یک فیوز کندکار در انتهای خط قرار گیرد.

ب- فیوز در ابتدای خط قرار گیرد .

ج - فیوز در وسط خط قرار گیرد .

د - فیوز در انتهای خط قرار گیرد .

۲۲ به کدام یک از فیوز های زیر کلید موتور گویند ؟

الف - فیوز مینیاتوری ب - فیوز آلفا ج - فیوز فشنگی د - فیوز کاردی یا تیغه ای

۲۳ جریان نامی فیوز حفاظتی موتور آسنکرون روتور قفسی که مستقیماً به شبکه وصل می شود چقدر است

الف - برابر جریان نامی موتور

ب- 1.5 یا 2 یا 2.5 برابر جریان نامی موتور

ج - 4 برابر جریان نامی موتور

د - کمتر از جریان نامی موتور

- ۲۴** جریان نامی فیوز انتخابی جهت حفاظت موتور آسنکرون روتور سیم پیچی شده که مستقیماً به شبکه وصل میشوند چقدر باید باشد ؟
- الف - 2 برابر جریان نامی موتور
ب- کمتر از جریان نامی موتور
ج- 1 تا 1.5 برابر جریان نامی موتور
د - 3 برابر جریان نامی موتور

- ۲۵** برای حفاظت مدارهایی که در آنها خازن قرار می گیرد جریان نامی فیوز بایدجریان نامی خازن باشد .
- الف - 1.5 برابر ب - برابر ج - کمتر از د - 3 برابر

- ۲۶** از فیوز های مینیاتوری در مدارات به منظور جلوگیری از استفاده می شود ؟
- الف - بار اضافی ب - جریان اتصال کوتاه ج - افت ولتاژ د- الف و ب

- ۲۷** از فیوز تند کار برای مصارف واز فیوز کند کار برای استفاده می شود .
- الف- روشنائی - اضافه بار کوتاه مدت
ب - موتور ها - روشنائی
ج - روشنائی - موتور های الکتریکی
د- الف و ج صحیح هستند .

- ۲۸** کدام یک از فیوزهای زیر از نظر ساختمانی شبیه فیوز آلفا می باشد ؟
- الف - فیوز فشنگی ب - فیوز کارتریج ج - فیوز شیشه ای د- فیوز مینیاتوری

- ۲۹** از فیوز مینیاتوری برای حفاظت استفاده می شود .
- الف- ترانسفورماتورهای توزیع ب - مدار در برابر جریان اضافی و اتصال کوتاه
ج - اشخاص در برابر برق گرفتگی د - ب و ج

- ۳۰** فیوز های روشنائی را با حرف و فیوز های تأخیری را با حرف نشان می دهند .
- الف - G - L ب - GS - LS ج - L - G د - H

- ۳۱** فیوز LS یک فیوز است .
- الف - روشنائی ب - تأخیری ج - محافظ سیم د - تأخیری ولتاژ کم و جریان زیاد

- ۳۲** فیوز تأخیری دیازد با چه علامتی مشخص می شود ؟
- الف - LS ب - NH ج - L د - G

۳۳ فیوز تاخیری دیازد یا فیوز NH یک فیوز است .

الف - روشنائی

ب - ولتاژ کم و توان و جریان زیاد است

ج - محافظ سیم

د - حفاظت اشخاص در برابر برق گرفتگی است .

۳۴ از کلید محافظ H یا اتومات H برای حفاظت استفاده می شود .

الف - سیم ها در برابر اتصال کوتاه و بار اضافی

ب - اشخاص در برابر برق گرفتگی در شرایط خاص

ج - مدارات خانگی

د - ب و ج

۳۵ کلاس فیوز نشان دهنده چیست ؟

الف - جریان نامی فیوز

ب - قدرت عایقی فیوز

ج - حداکثر تحمل آن در برابر جریان اتصال کوتاه

د - سرعت قطع مدار توسط آن

۳۶ کدام گزینه در رابطه با فیوز ها صحیح است ؟

الف - طبق استاندارد فیوز ها باید جائی نصب شوند که براحتی قابل دید باشند .

ب - طبق استاندارد فیوز ها باید جائی نصب شوند که براحتی قابل دسترس باشند .

ج - طبق استاندارد فیوز ها باید جائی نصب شوند که غیر قابل دسترس باشند .

د - طبق استاندارد فیوز ها باید جائی نصب شوند که فقط افراد محدودی به آن ها دسترسی داشته باشند .

۳۷ به حداکثر جریانی که فیوز بدون آسیب به پایه و حامل خود ، حمل می کند چه می گویند ؟

الف - جریان نامی فیوز

ب - قدرت قطع فیوز

د - مقاومت عایقی

ج - قدرت عایقی

پاسخنامه سئوالات فصل حفاظت الکتریکی

| الف | ب | ج | د | الف | ب | ج | د | الف | ب | ج | د | | |
|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|---|----|
| | | | | ۳۱ | • | | | ۱۶ | | | • | ۱ | |
| | • | | | ۳۲ | | • | | ۱۷ | | | | • | ۲ |
| | • | | | ۳۳ | | | • | ۱۸ | | | • | | ۳ |
| | | | | ۳۴ | | • | | ۱۹ | • | | | | ۴ |
| | | | | ۳۵ | • | | | ۲۰ | • | | | | ۵ |
| | • | | | ۳۶ | | | • | ۲۱ | | | | • | ۶ |
| | • | | | ۳۷ | | | | ۲۲ | | • | | | ۷ |
| | | | | ۳۸ | | | • | ۲۳ | | | | • | ۸ |
| | | | | ۳۹ | | • | | ۲۴ | | | • | | ۹ |
| | | | | ۴۰ | | | | ۲۵ | | • | | | ۱۰ |
| | | | | ۴۱ | • | | | ۲۶ | | | • | | ۱۱ |
| | | | | ۴۲ | • | | | ۲۷ | | • | | | ۱۲ |
| | | | | ۴۳ | • | | | ۲۸ | | | | • | ۱۳ |
| | | | | ۴۴ | | | • | ۲۹ | | | | • | ۱۴ |
| | | | | ۴۵ | | • | | ۳۰ | | | • | | ۱۵ |

فصل دوم

تابلوهای فشار ضعیف

تعریف تابلو: به فضائی که در آن تجهیزات برقی فشار ضعیف از قبیل کلید های قطع و وصل ، تجهیزات کنترل ، وسایل اندازه گیری ، وسایل حفاظت و تنظیم نصب شده است تابلو برق گویند . در تعریف تابلو لزومی ندارد آنرا یک فضای بسته فلزی بدانیم بلکه فضای بسته فلزی نیز نوعی تابلو است .

تقسیم بندی تابلوهای برق:

❖ تابلو های برق از نظر سطح ولتاژ به ۳ دسته تقسیم می شوند :

1- فشار ضعیف ۲- فشار متوسط ۳- فشار قوی

نظر به اینکه تابلوهای فشار ضعیف دارای مصارف بی شمار است و در مکانهای کاملاً متفاوت مورد استفاده قرار می گیرند و تقریباً در دسترس اغلب مردم می باشند، لذا در این بخش به آموزش این تابلو ها می پردازیم . ابتدا افرادی که به نحوی با این گونه تابلوها در تماس هستند را می توان به سه دسته تقسیم کرد .

دسته اول:

افرادى هستند که بدون تخصص خاص و بدون اینکه بخواهند با این گونه تابلوها کار نمایند بخاطر شرایط خاص و یا محل نصب تابلو عملاً در تماس هستند و یا در نزدیکی آنها در حال عبور هستند .

دسته دوم:

افرادى هستند که دارای تخصص نسبی بوده و تکنیک قطع و وصل کلید و یا سکسیونر داخل تابلو را دارا هستند. و به این منظور به تابلو نزدیک می شوند .

دسته سوم:

متخصصین می باشند و شامل افرادی هستند که جهت تغییرات و یا تعویض تجهیزات و یا برای نصب و غیره با تابلو سرو کار دارند .

با توجه به تقسیم بندی فوق ، تابلویی مورد تأیید و مورد قبول است که ایمنی لازم را برای هر سه دسته از افراد فوق را تامین نموده و ضمناً تجهیزات داخل تابلو بخوبی نصب شده و از حداکثر راندمان برخوردار باشند. این نتایج سازندگان را بر آن داشت تا نسبت به تهیه طرح

هایی اقدام نمایند که کلیه جوانب ایمنی تغییرات و بهره برداری را در بر بگیرد و در این ارتباط تابلوهایی طراحی و ساخته شده که از چهار محفظه کاملاً مجزا از هم به شرح زیر تشکیل گردیده است.

انواع محفظه تشکیل دهنده تابلو

الف: محفظه استقرار کلید: در این قسمت کلیدهای اصلی قطع و وصل نصب می شوند .

ب: محفظه شینه ها: در این بخش شینه های مسی و مقره های اتکایی مربوطه قرار می گیرد.

ج: محفظه فشار ضعیف: نصب رله و دستگاههای اندازه گیری در این قسمت انجام می شود.

د: محفظه مربوط به سایر تجهیزات: سرکابلها ، ترانسهای جریان و ولتاژ و قسمتی از باس بارها در این محفظه جای می گیرد .

نکته: کلیه محفظه های فوق الذکر بوسیله صفحات فلزی از یکدیگر جدا بوده و این امر باعث می شود که :

* انفجار ، آتش سوزی در هر یک از محفظه ها نتواند به دیگر بخش ها سرایت کند.

* انجام تغییرات در هر قسمت بدون اینکه لازم باشد برق دیگر قسمت ها را قطع نمود امکان پذیر گردد.

* درجه حفاظت این تابلو ها بالا رفته در نتیجه بیشتر مورد توجه مصرف کنندگان قرار گیرد. هرچند که هزینه ساخت این نوع از تابلوها به مراتب از تابلوهای ساده بیشتری باشد .

نکته: کلیه تابلو های فشار ضعیف از نظر جداسازی و محفظه بندی در 4 فرم طبقه بندی می شوند که عبارتند از :

FORM 1: هیچگونه جداسازی بین باس بار ، ترمینال و تجهیزات انجام نشده است .

FORM 2: تجهیزات داخلی از بدنه جداسازی شده اند ولی نسبت به هم جداسازی نشده اند .

FORM 3: هم تجهیزات داخلی نسبت به بدنه و هم تجهیزات یک فیدر نسبت به فیدر دیگر جداسازی شده اند .

FORM 4b: کامل ترین جداسازی در این فرم صورت می گیرد که این جداسازی ها شامل موارد زیر است :

• جداسازی ترمینال ها از هم و سایر تجهیزات

- جداسازی تجهیزات از هم و بدنه تابلو
- جداسازی شینه ها از تجهیزات و ترمینال ها و بدنه و نسبت به هم

انواع تابلوهای فشار ضعیف :

به طور کلی تابلوهای فشار ضعیف را می توان به دو گروه بزرگ تقسیم نمود که عبارتند از :

الف : تابلوهای ثابت : تابلوهایی هستند که کلیدهای سکسیونر و ترانس های جریان و ولتاژ و دیگر وسایل به طور ثابت در آن نصب می شوند و دارای قسمت های متحرک نمی باشند این نوع تابلوها عموماً در پستهای توزیع برق منطقه ای ، کارخانجات و مصرف کنندگان با ولتاژ متوسط نصب می شود .

ب : تابلوهای کشویی : تابلوهایی هستند که کلیدها ، ترانس های جریان و ولتاژ در بعضی مواقع سکسیونرها اتصال زمین در آن ها نصب گردیده و کلید روی اربه ای نصب شده و می توان در صورت لزوم آن را از سایر تجهیزات و قسمت های برق دار تابلو جدا نمود . به عبارتی در این تابلوها تجهیزات هر فیدر جداگانه داخل یک کشو مانند قرار دارند که به را حتی قابل تعویض هستند . لذا از این تابلو ها در مواردی که تعمیر یا تعویض قسمت های تابلو باید به سرعت انجام شود استفاده می شود .

این تابلوها در پست های فشار قوی نیروگاه ها و مصرف کننده هانی که دارای پست های فشار قوی هستند مورد استفاده قرار می گیرند .

بدیهی است که هر یک از تابلوهای فوق باید دارای مشخصات لازم جهت تجهیزات و تامین کننده ایمنی افراد بوده و تجهیزات مربوطه نیز دارای حداکثر راندمان و حداقل احتمال خرابی باشد.

* تابلوهای کشویی معمولاً " تحت استاندارد شرکت هایی مانند زیمنس و ABB ساخته

می شوند و شکل کلی آن ها از لحاظ محل قرار گرفتن اجزا و نحوه قرارگیری آن ها کاملاً مشخص است و با توجه به نوع کار اندازه کلی تابلو تغییر می کند و شکل کلی و ظاهری تابلو به یک شکل واحد است .

* نام تابلوهای ساخت شرکت زیمنس Sivacon است .

* در تابلوهای Sivacon محفظه کابل ها عمودی است و در گوشه تابلو به شکل عمودی

قرار می گیرد .

اجزاء تشکیل دهنده تابلو:

- | | |
|--|---|
| الف - کلید های خودکار یا اتوماتیک ب - کلید فیوز ج - فیوز د - کنتاکتور مکانیکی ذ - رله ها و تایمرها و - ترمینال ها ه - شینه ها ی - مقره ها | ۱- اسکلت نگهدار ۲- پوشش ۳- لوازم داخل تابلو که شامل : |
|--|---|

(۱) اسکلت نگهدار

به آن قسمت از تابلو که به منظور نگهداری قسمت های مختلف دیگر و پوشش آن (در صورتی که پوشش وجود داشته باشد) طراحی می شود، اسکلت نگهدار گویند.

(۲) پوشش

به جزئی از تابلو که به منظور جلوگیری از نزدیک شدن اتفاقی افراد به قسمت های برق دار یا متحرک نصب شده و همچنین محافظت از تجهیزات داخلی آن در برابر عوامل خارجی پوشش گویند.

(۳) لوازم داخل تابلو

از جمله وسایلی که تقریباً در تمام تابلو ها نصب می شوند عبارتند از :

الف) کلید های خود کار یا اتوماتیک - یک وسیله مکانیکی قطع و وصل خودکار است که قادر است در شرایط غیر عادی، جریان مدار را قطع یا وصل نماید و یا از خود عبور دهد. این نوع کلید مجهز به وسایلی است که جریان های غیر عادی (مانند جریان اتصال کوتاه و یا اضافه بار) را به طور خودکار قطع می کند. (درفصل اول با این کلیدها آشنا شدید.)

ب) کلید فیوز - کلیدی است که در آن فشنگ فیوز عمل کنتاکت های متحرک کلید را نیز انجام می دهد. کلید فیوز ممکن است به یکی از سه حالت زیر باشد.

۱- از نوع مجزا کننده (مانند : سکسیونر)

۲- از نوع قطع کننده بار (مانند: دیژنگتور)

۳- از نوع مجزاکننده و قطع کننده بار (مانند : سکسیونر و دیژنگتور)

* در تابلو های فشار متوسط از سکسیونر های تیغه ای و کشویی برای قطع و وصل خطوط

ورودی و خروجی استفاده می شود.

- * از سکسیونر تیغه ای فیوز دار معمولا برای حفاظت از ترانسفورماتور به کار برده می شود. ولی بهتر است برای حفاظت دقیق تر ترانسفورماتور از کلید دیژنکتور مجهز به رله استفاده شود .
- * کلید سکسیونر های کشویی در تابلو های کم عمق به کار برده می شوند .
- * مقادیر نامی سکسیونر بستگی به مشخصات فنی و الکتریکی شبکه دارد . این مقادیر عبارتند از : ولتاژ نامی (V_n) ، جریان نامی (I_n) ، جریان اتصال کوتاه ضربه ای مجاز (I_s) ، جریان اتصال کوتاه ، کوتاه مدت (I_{th})
- * سکسیونر های قابل قطع زیر بار دارای قدرت قطع کمی (در حدود جریان اسمی) بوده و لذا برای قطع جریان اتصال کوتاه مناسب نمی باشد اگر قدرت اتصال کوتاه شبکه در حد تحمل فیوز باشد از سکسیونر فیوز دار استفاده می شود.
- * قابل استفاده در سیستم های الکتریکی به هم پیوسته و یا کنترل از راه دور نیستند .
- * از آنجا که کلید فیوز های چاقویی نمی تواند حفاظت موضعی را در شبکه های مرکب ، به طور کامل و بدون خطا انجام دهند و همچنین در صورت بروز عیب در یکی از فازها ، قابلیت قطع هم زمان سه فاز را ندارند ، لذا بهتر است از کلیدهای قدرت و کلیدهای اتوماتیک استفاده نمود .
- * در صورت استفاده از کلید های قدرت در تابلو ، ضمن عبور دادن انرژی مورد نیاز مصرف کننده از خود ، در صورت نیاز به کمک رله ها از سیستم حفاظت می کنند .
- * کلید قدرت در فشار ضعیف به نام کلید اصلی و کلید اتوماتیک نیز شناخته می شود . کلید اتوماتیک با تنظیم رله ها می تواند حفاظت موضعی مناسبی را از مدار به عمل آورده و در صورت عمل کرد در شرایط خطا ، بلافاصله پس رفع عیب ، قابل بهره برداری مجدد باشد.
- * برخی از انواع کلید های قدرت مجهز به بی متال (برای حفاظت در برابر اضافه بار) و بو بین مغناطیسی (به منظور حفاظت در برابر جریان اتصال کوتاه) بوده و به این ترتیب امکان حفاظت موضعی مدار فراهم می شود .
- * در صورت استفاده از کلید قدرت اگر در شبکه اتصال کوتاهی رخ دهد کلید به طور خودکار قطع شده و از صدماتی ناشی از اتصال کوتاه می کاهد ، از کلید های قدرت در تاسیسات روشنایی و برق صنعتی (حفاظت خطوط و ماشین آلات) در ثانویه ترانسفورماتور های قدرت (برای حفاظت از ترانسفورماتور ها) استفاده می شود.

- * کلیدهای قدرت یا کلیدهای قابل قطع در زیر بار بایستی سرعت لازم در قطع و وصل و محفظه لازم جهت خاموش کردن جرقه را داشته و کنتاکت های هر سه فاز آن به طور همزمان قطع و وصل شوند .
- * از کلید های خودکار مجهز به وسائل حفاظتی می توان برای هر دو منظور حفاظت و قطع و وصل مدار استفاده کرد.
- * در تابلو ی اصلی اگر کلید و فیوز جدا گانه در ورودی تابلو استفاده شود بایستی کلید قبل از فیوز در مدار قرار بگیرد.
- * به دلیل کم بودن قدرت قطع انصال کوتاه کلید فیوز های مینیاتوری ، نباید از آنها به عنوان کلید معمولی برای قطع و وصل عادی مدار استفاده گردد.

ج) فیوز - وسیله ای است که در اثر عبور جریان بیش از حد مجاز ، یک یا چند عنصر تشکیل دهنده آن ذوب شده و باعث قطع جریان مدار می شود و مدار را حفاظت می کند (در فصل اول این مجموعه با انواع فیوزها و مشخصات آن ها آشنا شدید)

د) کنتاکتور مکانیکی - یک وسیله قطع و وصل مکانیکی است که تنها یک وضع سکون دارد و به طریق غیر دستی عمل می کند و قادر به وصل کردن ، عبور دادن و قطع جریان در شرایط عادی مدار می باشد . کنتاکتور ممکن است قادر به قطع و وصل جریان اتصال کوتاه هم باشد

❖ انواع کنتاکتور از نظر روش فرمان:

- 1- کنتاکتور الکترو مغناطیسی
- ۲ - کنتاکتور بادی یا پنوماتیکی
- ۳ - کنتاکتور الکتریکی - بادی

❖ انواع کنتاکتور از نظر محیط قطع کنتاکت ها:

- 1- قطع در هوا
- ۲ - قطع در روغن

❖ کنتاکتورها از نظر درجه حفاظت تامین شده توسط محفظه نیز طبقه بندی می شوند .

ذ- رله های زمانی یا تایمرها :

از جمله وسایل فرمان دهنده اتوماتیک هستند که وظیفه کنترل مدار را برای مدت زمان معینی بر عهده دارد. این رله ها در انواع مختلفی ساخته می شوند. که عبارتند از:

۱. رله زمانی دیجیتال
۲. رله زمانی موتوری
۳. رله زمانی نیوماتیکی
۴. رله زمانی بی متال یا حرارتی

۵. رله زمانی هیدرولیکی

و- ترمینال ها

ه- شینه ها

در برخی تابلو ها که شدت جریان مصرفی بالا بوده و بکار گیری سیم با سطح مقطع بالا مقرون به صرفه نیست از تسمه های مسی استفاده می شود که به آن ها شینه گویند . سطح مقطع و قطر شینه ها را باید بر اساس مقدار جریانی که باید تحمل کنند انتخاب نمود . مشخصات کامل در مورد شینه ها در قسمت های بعدی آمده است .

ی- مقره ها

- * مقره های مورد استفاده در تابلو ها عموماً از جنس چینی و یا پلاستیک می باشند که با توجه به محل نصب و کاربرد تابلو و شرایط محیط کار انتخاب می شود .
- * شکل مقره از نوع مقره انکائی می باشد که با در نظر گرفتن ابعاد شینه و نحوه قرار گرفتن آن بروی مقره با استفاده از پایه مناسب شکل ظاهری مقره تعیین می شود .
- * میزان نیروی وزن وارد شده به مقره انکائی نباید از 45% نیروی قابل حمل آن بیشتر باشد . حداکثر نیروی الکترو دینامیکی ناشی از اتصال کوتاه که مقره اعمال می باشد نباید از 75% قابلیت تحمل آن بیش تر شود .
- * مقره های پلاستیکی به دلیل ارزان قیمت بودن و امکان تنوع در ساخت آنها ، استفاده فراوانی در تابلو های الکتریکی دارد .
- * H : ارتفاع مقره به میلی متر
- * D : قطر خارجی چتر مقره به میلی متر
- * d_1 : قطر داخلی چتر به میلی متر
- * D_2 : قطر محل قرار گرفتن اتصالات مقره به میلی متر
- * H : عمق محل قرار گرفتن اتصالات مقره به میلی متر
- * انتخاب مقره بر اساس ولتاژ کاری تابلو (فشار ضعیف یا فشار متوسط) و وزن شینه ها می باشد .
- * نحوه استقرار مقره در روی بدنه و بسته شدن شینه به مقره باید پیش بینی شود .
- * ارتفاع عایقی مقره بر اساس حد اکثر ولتاژ های عبوری احتمالی (کلید زنی و...) به دست می آید .
- * شرایط کار تابلو (رطوبت ، گرد و غبار ، ارتفاع ، تغییرات دما و شدت تغییرات) به دقت مورد مطالعه قرار گرفته و مقره مناسب با این شرایط تهیه گردد .

* هنگام نصب مقره و یا در بازرسی دوره‌های باید دقت شود که هیچگونه ترک خوردگی و آسیب دیدگی ناشی از عبور جریان از بدنه مقره (تخلیه ولتاژ) اضافی بروی بدنه وجود نداشته باشد و در صورت عدم اطمینان مقره تست شود.

روند ساخت یک تابلوی فشار ضعیف

در یک تابلوی توزیع فشار ضعیف ابتدا باید اسکلت فلزی یا پلاستیکی یا کابوچویی تابلو برحسب نیاز و با توجه به تجهیزات و وسایلی که باید در آن نصب شود ساخته شده و ریل ها و سوراخ های مناسب جهت نصب وسایل بر روی آن ها ایجاد گردد .

اسکلت تابلو از چند بخش تشکیل شده که عبارت است از :

۱- اسکلت اصلی

۲- سینی یا محل قرار گیری وسایل الکتریکی

۳- روبند

۴- درب تابلو

پس از آماده شدن اسکلت اصلی نوبت به سینی وسایل میرسد که کار اصلی بر روی سینی انجام می گیرد.

سینی یا مستقیماً به اسکلت اصلی جوش خورده و یا توسط پیچ و مهره به اسکلت اصلی بسته می شود که در این صورت قابل باز کردن است. برای نصب وسایل الکتریکی نظیر کلید ها و فیوزها و کنتاکتورها و غیره ابتدا باید محل قرار گیری آنها را بر روی سینی مشخص نموده و بعد از گذاشتن روبند سینی با انجام جابجایی مناسب محل قرار گیری آنها را 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 جای پیچ وسایل الکتریکی نظیر فیوزها، کنتاکتورها، ریل کلیدهای مینیاتوری ، ریل ترمینال و کلیدهای اتوماتیک و غیره می نمایم . 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 که این عملیات در مطلب بعد توضیح داده شده است .

بعد از عملیات سوراخ کاری جهت نصب تجهیزات و رنگ آمیزی تابلو شروع به نصب وسایل توسط پیچ و مهره یا پیچ های خودکار و دستگاه پرچ می نمایم.

بعد از فیکس کردن وسایل نوبت کانال کشی در درون 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 هائی در فواصل مناسب بر روی شین ایجاد می کنیم. سپس شینه ها را به ترتیبی که بعداً" به آن اشاره می کنیم رنگ آمیزی کرده و آن ها را توسط مقره مناسب بر روی بدنه اسکلت تابلو پیچ می کریم 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 آنها 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 بردن 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 بردن 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 مستقیماً 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 می گیرد و نمایشگرها مانند لامپ های سیگنال و ولت مترها و آمپر مترها و شستی های استپ و استارت بر روی درب متحرک یا درب بیرونی ثابت قرار می گیرد که این وسایل توسط سیم های بلند از بخش شین ها و بخش فرمان کنتاکتورها و توسط سرسیم های مخصوص خود بهم وصل می شود. سیم های که بیرون از کانال قرار گرفته اند یا توسط نوارفرم کنار هم قرار میگیرند یا از داخل لوله خرطومی عبور داده می شوند. برای اینکه نوارفرم ها و لوله های خرطومی در جای خود ثابت شوند از بست های کمربندی استفاده می شود.

در آخر سیم های 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 معمولاً کل سیم های نول توسط یک کابلشو به یکی از سوراخ های شین نول وصل میشود.

حال که تمام مراحل بالا صورت گرفت تابلو را به ولتاژ شبکه وصل نموده و تست های مربوطه را انجام می دهند و بعد از تست تابلو رو بند سینی را بسته و آچار کشی نهایی را انجام داده و با

نصب پلاک مربوط به تابلو که مشخصات تابلو در آن ذکر شده است کار مونتاز تابلو به پایان می رسد.

زیر سازی تابلو

زیر سازی : به عمل چربی گیری ، زنگ زدائی و فسفاته کاری بر روی سطح فلزات به منظور ایجاد زمینه مطلوب برای پذیرش و چسبندگی رنگ بر روی سطح فلز ، زیر سازی گویند . که هر یک از این مراحل به صورت زیر تعریف می شود .

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

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

ج - فسفاته کاری : به آغشته کردن سطح فلز که قبلا " چربی گیری و زنگ زدائی شده ، با محلول نمک های اسید فسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط ویژه ، فسفاته کاری گویند . این عمل در سطح فلز کریستال های ناهمواری ایجاد کرده و زمینه خوبی را برای پذیرش رنگ به وجود آورده و چسبندگی رنگ را به حد مطلوب می رساند .

عوامل موثر در طراحی و ساخت تابلوها :

هر تابلو باید به طریقی طراحی و ساخته شود که خواسته های مشروع زیر را تامین کند .

- * ساختمان فلزی تابلو که عبارت است از محفظه تمام بسته ای که تجهیزات فشار متوسط و فشار ضعیف همراه با اتصالات آنها را در خود جای داده به طوری که از دسترس انسان ها و ارتباط با یکدیگر محفوظ بماند .
- * تجهیزات فشار متوسط مانند کلیدها ، سکسیونرها ، ترانس های جریان و ولتاژ ، باس بارها ، سر کابل ها و نگهداری شینه ها که هدف اصلی از ساخت تابلو استفاده از امکانات و تجهیزات فوق الذکر می باشد .

* تجهیزات فشار ضعیف مانند رله ها ، وسایل اندازه گیری سیستم های ارتباطی ، ترمینال ها و کلیدهای فشار ضعیف و غیره که برای حفاظت و کنترل سیستم از آن استفاده می شود .

با توجه به موارد فوق حداقل مشخصاتی را که ساختمان فلزی تابلوها باید دارا باشد به شرح زیر است.

حداقل مشخصات تابلوها

- ۱- کلیه عملیات قطع و وصل باید در حالت بسته بودن کامل تابلو امکان پذیر باشد و قطع و وصل کلید نیابستی آسیبی به افراد و تجهیزات دیگر برساند.
- ۲- ساختمان تابلو باید طوری طراحی و ساخته شود که قسمتهای مختلف مانند شینه ها و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و کلیدها و محل نصب سرکابل ها به شرحی که قبلاً اشاره شد از یکدیگر جدا گردند .
- ۳- هر سلول باید دارای دریچه اطمینان بوده به طوری که فشار گاز حاصل از انفجار به بیرون از سلول هدایت گردد و در مواقع انفجار به قسمت های دیگر آسیبی نرسد.
- ۴- کلید و قسمتهای مختلف دارای اینترلاک های ممکن جهت بالا بودن ایمنی سیستم باشند.

سیستم اینترلاک

از سیستم اینترلاک جهت تامین ایمنی افراد و حفاظت از تا سیسات در محل هایی که احتمال بروز حادثه در اثر عمل کرد اشتباه وجود داشته باشد ، مورد استفاده قرار می گیرد.

اینترلاک به دو صورت مکانیکی و الکتریکی می باشد .

با توجه به نوع سیستم می توان از یکی از اینترلاک ها و یا ترکیبی از آن ها استفاده کرد .

سیستم اینترلاک باید طوری طراحی شود که از عمل کرد خطر ساز یا خارج از برنامه سیستم جلوگیری کند.

برخی از تجهیزات که عمل کرد نابجای آنها ممکن است موجب خسارت و آسیب شود علاوه بر اینترلاک باید به قفل نیز مجهز باشد.

اینترلاک در تابلوها بر روی درب تابلو ، جا گذاری یا خارج کردن تجهیزات ، عمل کرد متوالی سیستم و ... کاربرد دارد.

اگر امکان دسترسی به تابلو توسط افراد غیر مر تبط وجود داشته باشد باید اینترلاک مکانیکی و الکتریکی مناسبی بین درب تابلو و کلید اصلی برقرار شود.

برای سلول های خازنی در تابلو ، اینترلاک باید بین کلید زمین و درب تابلو تعبیه گردد.

اینترلاک های مکانیکی بین کلیه تجهیزات و همچنین تجهیزات و تابلو عبارتند از :

- اینترلاک بین شانه تغذیه کلید و حرکت کلید به داخل محفظه خود
- اینترلاک کلید و سکسیونر موجود در تابلو
- اینترلاک سکسیونرهای مختلف
- اینترلاک بین حالت کلید (بسته و یا باز آن) در وضعیت قرار گرفتن کلید
- اینترلاک بین صفحات مختلف تابلو در وضعیت کلید
- اینترلاک بین صفحات مختلف تابلو و وضعیت تجهیزات برق دار تابلو
- تابلو بتواند به خوبی حرارت ناشی از گرم شدن باس بارها و غیره را دفع کند و سبب کاهش عمر تجهیزات نگردد .
- قابل کنترل از راه دور باشند .
- تابلو دارای جای مناسب جهت نصب دستگاه های اندازه گیری و میمک باشد .
- فاصله قسمت های برق دار از یکدیگر و نصب بدنه طوری باشد که ضمن ایمنی لازم در موقع تعمیرات خطری برای تعمیر کار ایجاد ننماید.
- در تابلوهای که از کلید متحرک استفاده می شود باید سیستم دارای دریچه های متحرک فلزی باشد به طوری که در هنگام خارج کردن کلید دریچه بسته شده و امکان دسترسی به قسمت های برق دار ممکن نباشد.
- کلید باید به راحتی بتوان داخل و یا خارج گردد .
- سطحی که کلید روی آن حرکت می نماید باید حتماً فلزی و محکم باشد به طوری که بزودی تغییر شکل پیدا نکند.
- وقتی که کلید در حالت آزمایش قرار می گیرد امکان قطع و وصل دستی داشته باشد.
- وقتی کلید فاقد بلوک تغذیه کننده برای سیستم قطع و وصل است به هیچ وجه در حالت دائم قرار نگیرد و یا به عبارتی دیگر امکان تماس فینگرهای کلید و باس بار نباشد.
- دریچه های فلزی باس بارها طوری باشند که در موقع ورود و خروج کلید عملاً آسیبی به کلید و تجهیزات دیگر نرسانند.
- امکان قطع مکانیکی کلید در حالت بارداری در تابلو وجود داشته باشد.
- در صورتی که کلید در حالت وصل باشد در هیچ شرایطی امکان تماس فینگرها با باس بارها نباشد و یا به عبارت دیگر نتوان در حالت دائم قرار داد و در صورت فشار زیاد اپراتور کلید به صورت اتوماتیک قطع شود (که خالی از خطر نمی باشد)

- ابعاد تابلو و حداقل ضخامت ورقه های تابلو طوری باشد که نیروهای مکانیکی ناشی از اتصال کوتاه و غیره را تحمل نماید.
- تابلو حتماً باید دارای دو درب جداگانه از جلو باشد باشد یک درب مخصوص کلید و درب دیگر مخصوص کلیدهای فرمان ، وسایل اندازه گیری و در صورت لزوم رله ها روی آنها باشد .
- ترمینال های لازم برای فرمان و ترانسفورماتورهای جریان و غیره باید در محفظه جداگانه بوده و طوری قرار گیرند که انفجارهای احتمالی و یا آتش سوزی و غیره حداقل آسیب را به آن برساند.
- کابل های فرمان باید از قسمت زیر تابلو در محفظه فلزی پوشیده شده به محل ترمینال ها هدایت شوند.
- تابلوها باید دارای روشنایی لازم برای کنترل کلید ، باس بارها، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و سرکابل های قدرت باشند که در موقع لزوم براحتی قابل مشاهده باشد .
- صفحات محفظه های سرکابل و ترانس های جریان و ولتاژ و باس بار باید توسط پیچ و مهره بسته شده باشند و طوری طراحی شوند که پیش از باز شدن امکان دست زدن و یا تماس اتفاقی با قسمت های برق دار ممکن نباشد .
- کلیه ی قسمت های تابلو توسط پیچ و مهره (یا جوش) بهم متصل و فیکس شوند و قابل اتصال به تابلوهای هم جوار و زمین باشند.
- در صورتی که تابلو دارای سکسیونر زمین برای سرکابل های قدرت می باشد باید اینترلاک های مکانیکی لازم بین کلید و سکسیونر فوق پیش بینی شود .
- رنگ تابلو از نوع پخته و بادوام در برابر عوامل جوی بوده و در مقابل این عوامل پایداری نماید.
- مقدار حفاظت تابلو در برابر ورود حیوانات موذی و گرد و غبار از نوع IP33 یا مشابه آن باشد. بدیهی است نقاطی که باس بارها هستند و یا سر کابل های قدرت بسته می شوند می توانند دارای کلاس حفاظت مختلف باشند ولی در هر حال باید از ورود حیوانات موذی به داخل تابلو جلوگیری شده و حداقل گرد و غبار و خاک ممکن به تابلو نفوذ کند.
- هر تابلو دارای محفظه ارت مناسب باشد به طوری که نقاط و اتصالات به خوبی به شبکه ارت متصل گردد. ضمناً بتواند جریان اتصال زمین را تحمل نموده و سریعاً به شبکه ارت منتقل نماید تا رله ها و غیره در اسرع وقت عمل نمایند.

➤ استاندارد مورد تأیید، جهت تابلوها IEC298 و IEC694 یا مشابه آن در استاندارد ایران باشد.

➤ محل نصب ترانس های جریان و ولتاژ باید طوری باشد که با توجه به سنگینی آنها و قرار گرفتن تابلو روی کانال عملاً سبب تغییر شکل تابلو نشود زیرا این مورد سبب به هم خوردن فاصله ایمنی شده و احتمال اتصالی را زیاد خواهد کرد.

➤ باس بارها دارای نقاط مطمئن و فاصله لازم باشد که در حالت اتصال کوتاه و عمل نیروهای مکانیکی فاصله ها ثابت بمانند.

➤ ارتفاع تابلوها باید طوری باشد که یک فرد با قد متوسط بتواند به راحتی به کلیدهای فرمان دسترسی یابد.

➤ امکانات لازم برای حمل و نقل و بسته بندی تابلو وجود داشته باشد.

➤ هر تابلو باید دارای پلاک مشخصات نامی باشد و در جای مناسب نصب گردد.

➤ هر تابلو دارای تابلوهای اعلان خطر لازم باشد بطوریکه افراد را در شرایط مختلف کاری با خطرات ناشی از قسمت های برق دار با خبر نماید.

➤ در هر تابلو برای قسمت برحسب نیاز هیتر یا گرم کننده لازم پیش بینی شده تا عمل جذب به خوبی انجام شود و مانع از جمع شدن بخار آب در تابلو گردد.

➤ علائم و دستورالعمل حمل و نصب و غیره همراه هر تابلو باشد و موارد فوق نکاتی است که در طرح و ساخت قسمت های فلزی تابلو باید رعایت شود.

نکته : بدیهی است که کلیه تجهیزات اصلی و کمکی نصب شده در تابلو نیز هر کدام باید

دارای مشخصات فنی لازم و قابل اطمینان باشند. به عنوان مثال :

باس بارها از نوع **لوله های مسی و یا شمش مسی** باشند که در فاصله های لازم توسط مقره های

اتکایی به بدنه نصب و ایزوله و محکم شده باشند. ضمناً فازها طوری در نظر گرفته شوند که

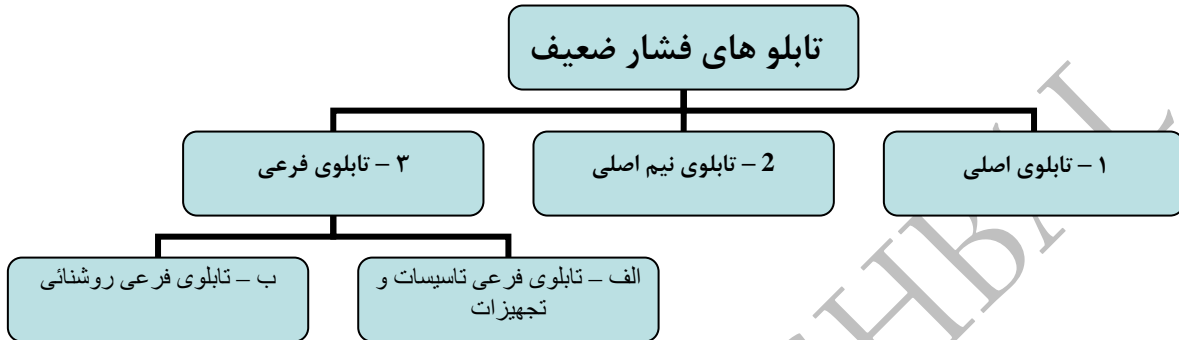
آزمایشات لازم را جواب گو بوده و بر اثر جریان های نامی و یا اتصال کوتاه گرمای آنها بیش از

حد مجاز نباشد و به طور کلی در برابر تششهای مکانیکی حاصل از عبور جریان های اتصال کوتاه

و تنش های گرمایی محاسبه شوند.

طبقه بندی تابلو های فشار ضعیف

تابلو های فشار ضعیف مورد استفاده در تاسیسات برق ساختمان ها را می توان با توجه به محل و موقعیت استقرار نسبت به منبع تغذیه و نقشی که در سیستم کنترل و توزیع برق ایفا می کنند به شکل های مختلف طبقه بندی کرد که بعضی از این طبقه بندی ها به صورت زیر است .



۱- تابلوی اصلی : این تابلو در پست برق و به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور نصب می شود و برق یک مجموعه را توزیع و کنترل می کند .(پس از ترانس توزیع همواره تابلو توزیع اصلی یا Pover Ceter قرار می گیرد .)

* تابلو توزیع اصلی دارای مشخصات زیر است :

الف - جریان بالایی دارند .

ب - اکثرا" از نوع ایستاده است .

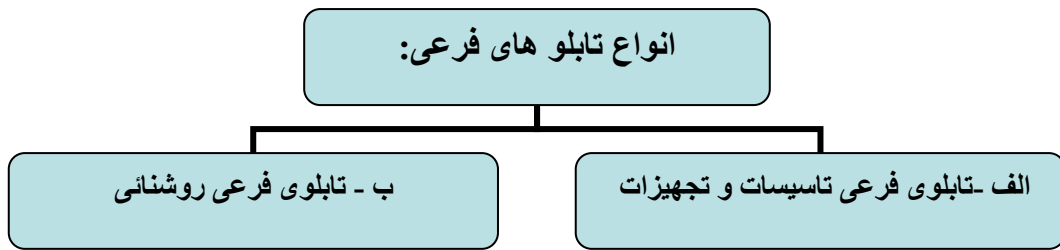
ج - سطح اتصال کوتاه بالایی دارد .

* پس از تابلوی توزیع اصلی ، در بعضی موارد تابلوهای کنترل موتور (MCC) قرار می گیرند و در بعضی موارد تابلو روشنایی اصلی قرار می گیرد که البته فقط جهت تغذیه برای روشنایی نمی باشد .

* تابلوی روشنایی اصلی تابلو های Lighting Panel را تغذیه می کند .

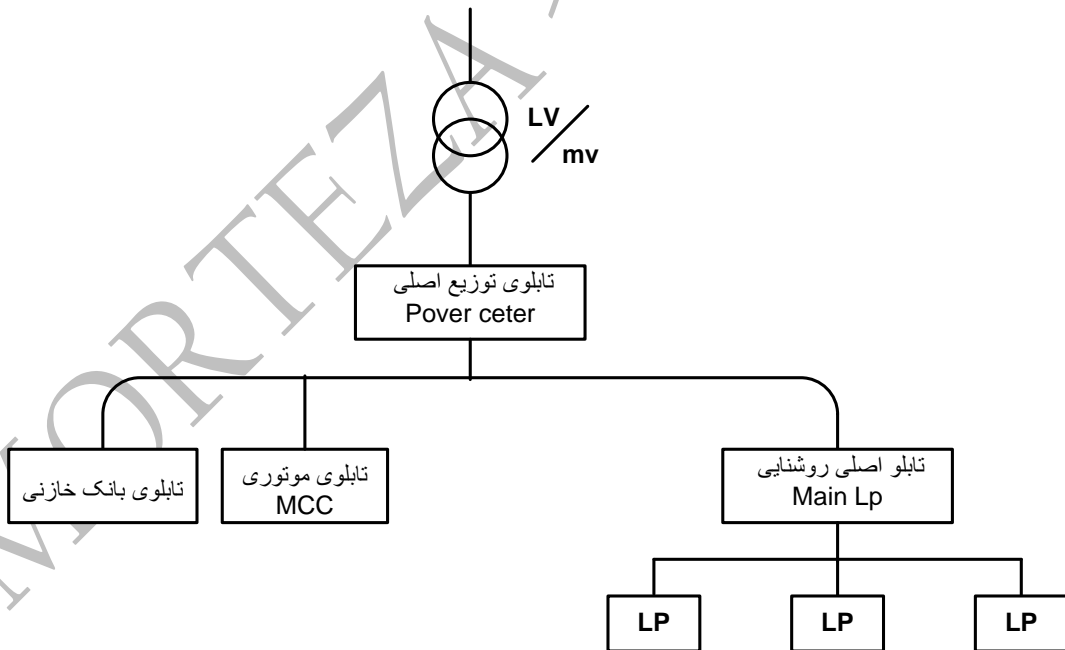
۲- تابلوی نیم اصلی : این تابلو از تابلوی اصلی تغذیه می کند و برق بلوک ساختمانی و یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و کنترل می کند .

۳- تابلوی فرعی : این تابلو ها از تابلوهای نیمه اصلی تغذیه می کنند . واز آن ها برای توزیع و کنترل سیستم های برقی خاص مانند موتورخانه ها و همچنین سیستم های برق روشنایی و پریز های عمومی مربوط به هر قسمت ساختمان استفاده می شود . لذا تابلو های فرعی به دو دسته تقسیم می شوند که عبارتند از:



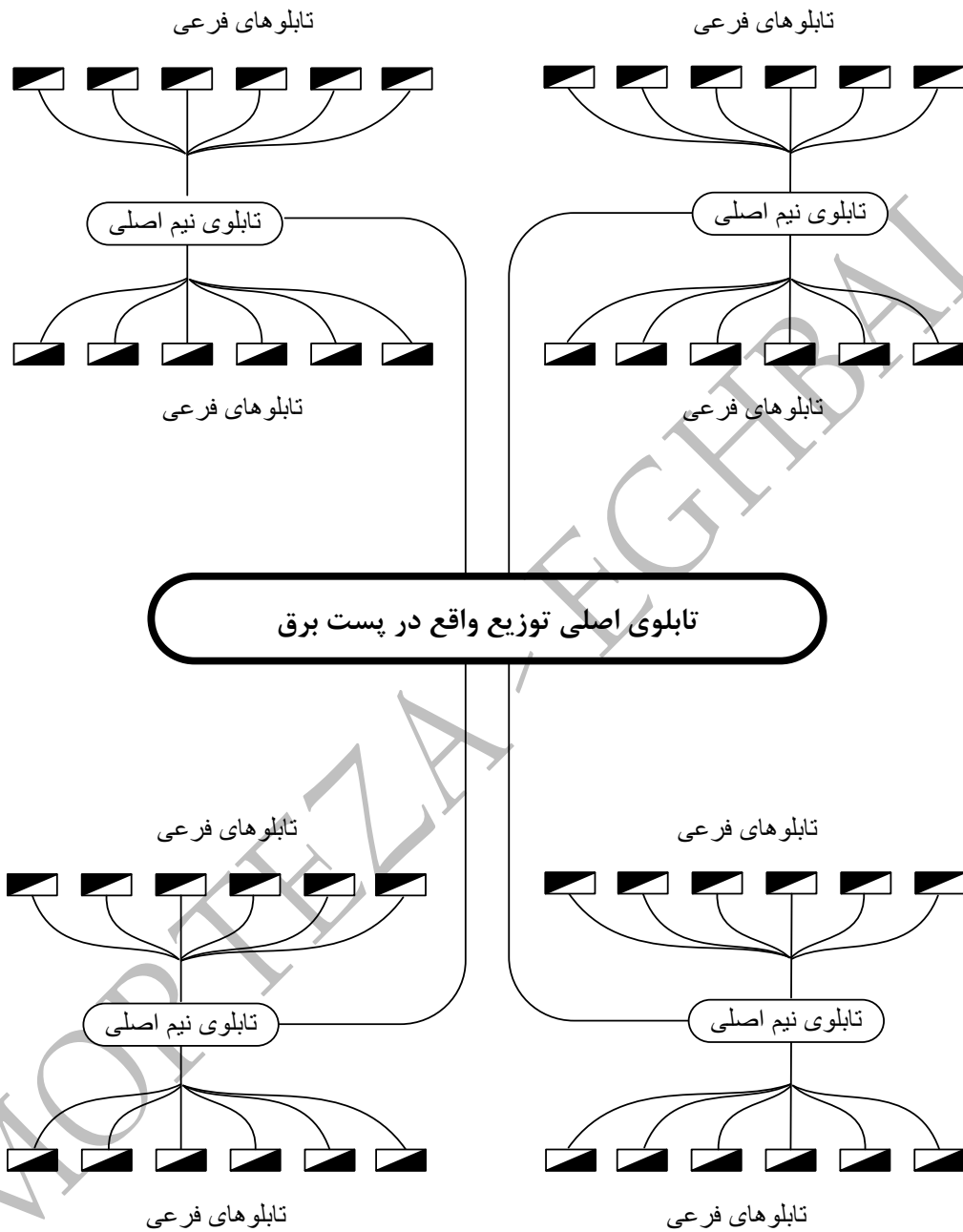
الف - تابلوی فرعی تاسیسات و تجهیزات : تابلوئی است که از آن برای توزیع و کنترل سیستم برقی خاص مانند موتورخانه ، آشپزخانه ، رختشوی خانه و غیره استفاده می شود و از تابلوی نیمه اصلی تغذیه می کند . معمولاً تابلوهای مربوط به موتورخانه از نوع ایستاده و بقیه از نوع توکار تمام بسته است .

ب - تابلوی فرعی روشنایی : تابلوئی است که از آن برای توزیع و کنترل برق روشنایی و پریز های عمومی مربوط به هر قسمت استفاده می شود و این تابلو نیز از تابلوی نیمه اصلی تغذیه می کند .
 * شکل زیر یک شبکه فشار ضعیف را نشان می دهد .
 شبکه فشار ضعیف دقیقاً "از ثانویه ترانس توزیع آغاز می شود .



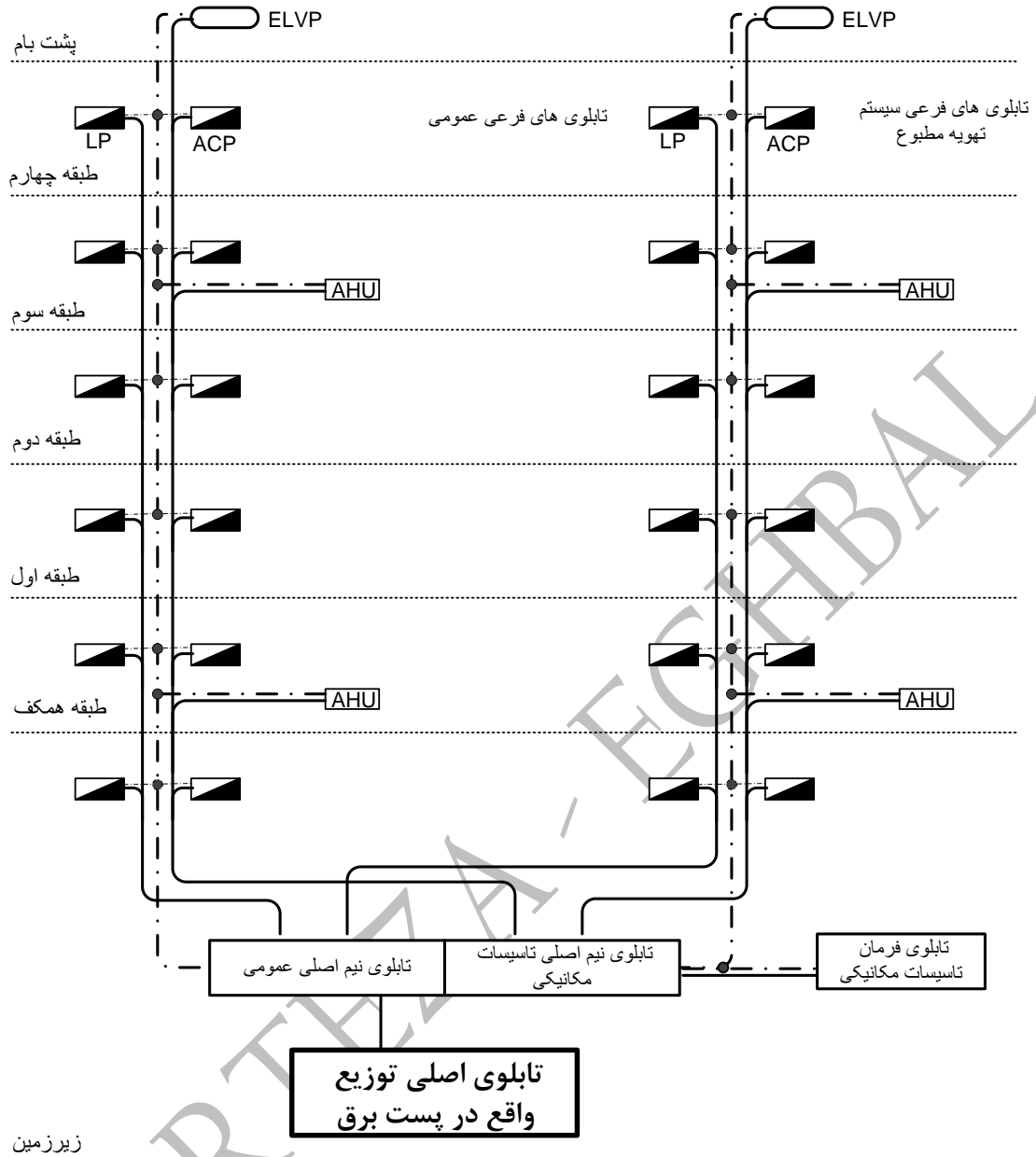
* در بعضی مکان ها مانند سکوی های نفتی به علت کمبود جا تابلو MCC و POVER را یکی در نظر می گیرند که این امر باعث بالا رفتن سطح اتصال کوتاه در تابلو های رده پایین می شود .

❖ در شکل زیر (شکل 1) ، نقشه های شماتیک سیستم توزیع نیروی برق به وسیله تابلو های اصلی ، نیمه اصلی و فرعی برای توزیع در سطح رسم شده است .

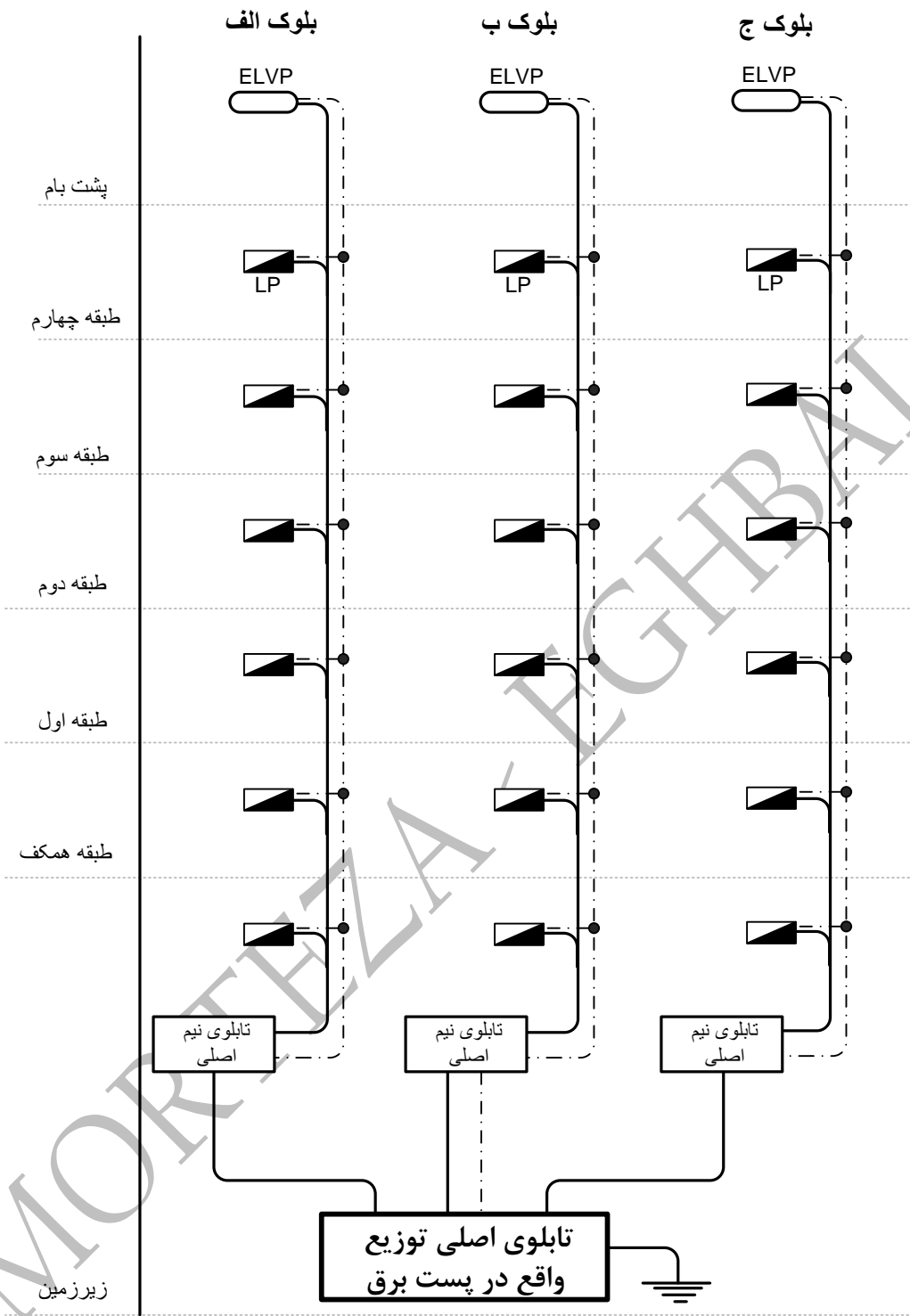


شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در سطح
شکل 1

❖ در شکل های زیر (شکل 2-الف و 2-ب) ، نقشه های شماتیک سیستم توزیع نیروی برق به وسیله تابلو های اصلی ، نیمه اصلی و فرعی برای توزیع در ارتفاع رسم شده است .

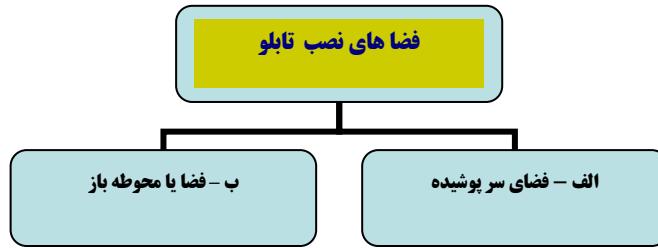


(شکل الف - 2) شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع

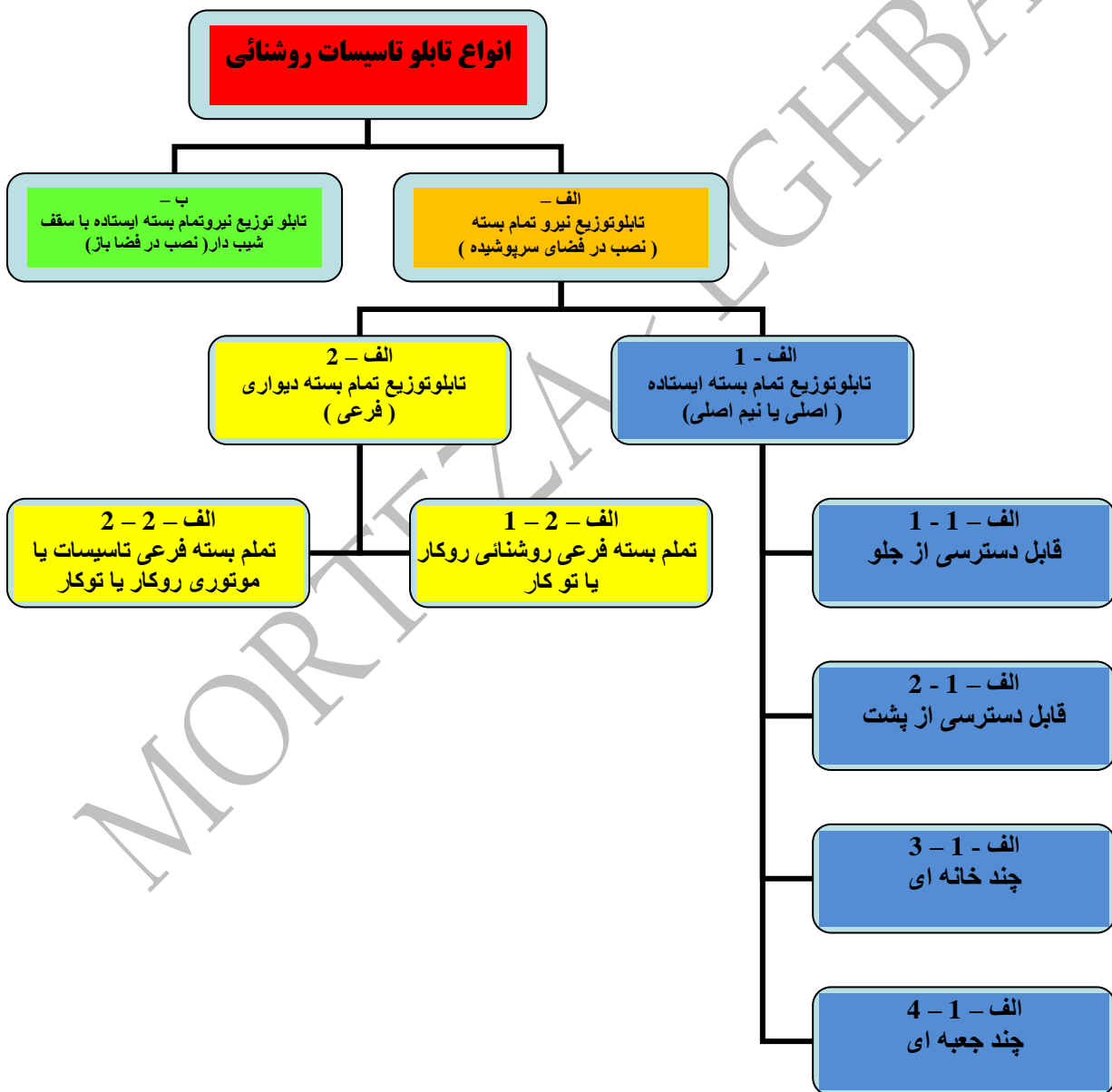


(شکل ب - 2) شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع

فضای نصب تابلو ها عبارتند از :

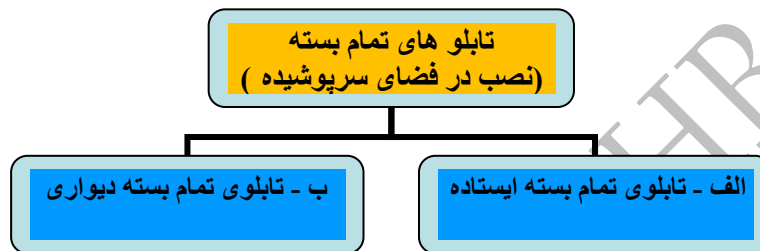


انواع تابلوی مورد مصرف در تاسیسات روشنایی :



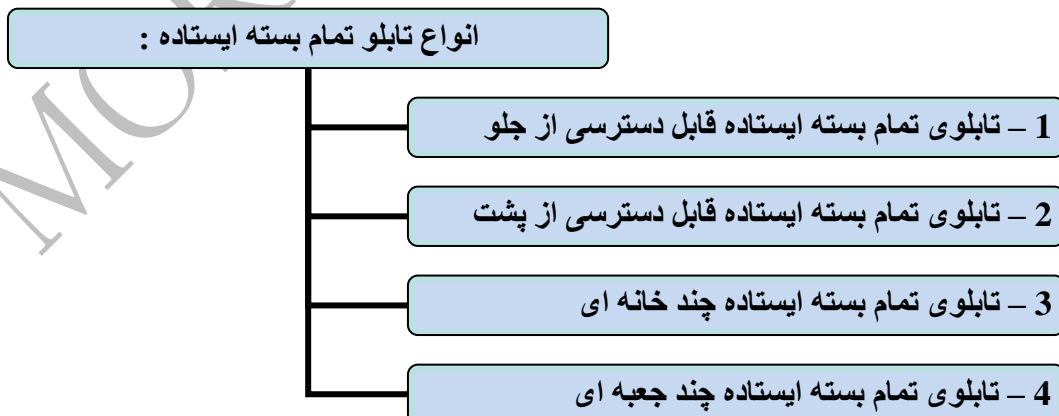
تابلوهای تمام بسته (نصب در فضای سرپوشیده) :

به مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن (جز سطح نصب که ممکن است باز باشد) به نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP20 تامین شود ، تابلوی تمام بسته ایمنی گویند . در فضای سرپوشیده از تابلو های تمام بسته استفاده می شود به همین دلیل به این تابلو ها ، تابلوی داخلی یا IN DOOR نیز می گویند . این تابلو ها به اشکال مختلف ساخته می شوند که بر حسب کاربرد عمده ترین آن ها عبارتند از :



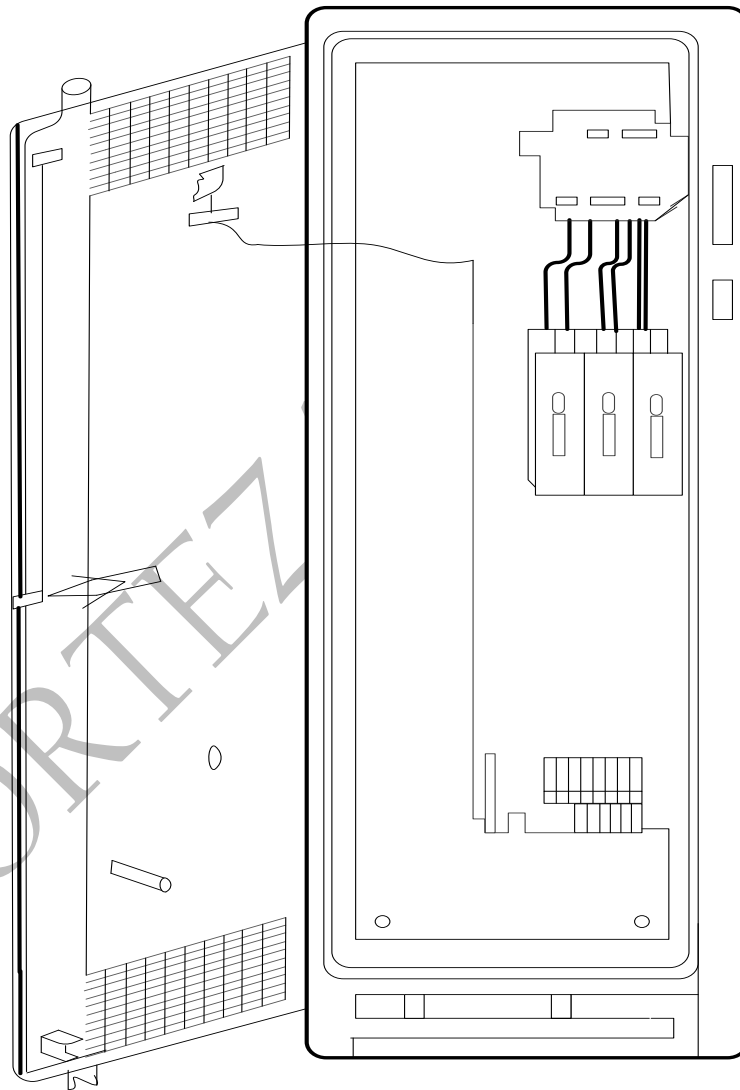
الف – تابلوی تمام بسته ایستاده :

تابلویی است که بتواند به طور مستقل و بدون اتکا به دیوار در روی کف ساختمان استقرار پیدا کند یعنی حالت خود ایستا داشته باشد و به مهار کردن توسط سازه دیگر نیاز نداشته باشد . از تابلو های تمام بسته ایستاده معمولا " به عنوان تابلو های اصلی و نیمه اصلی و یا تاسیسات و تجهیزات استفاده می شود . این تابلو ها به شکل های مختلف ساخته می شوند که عبارتند از :

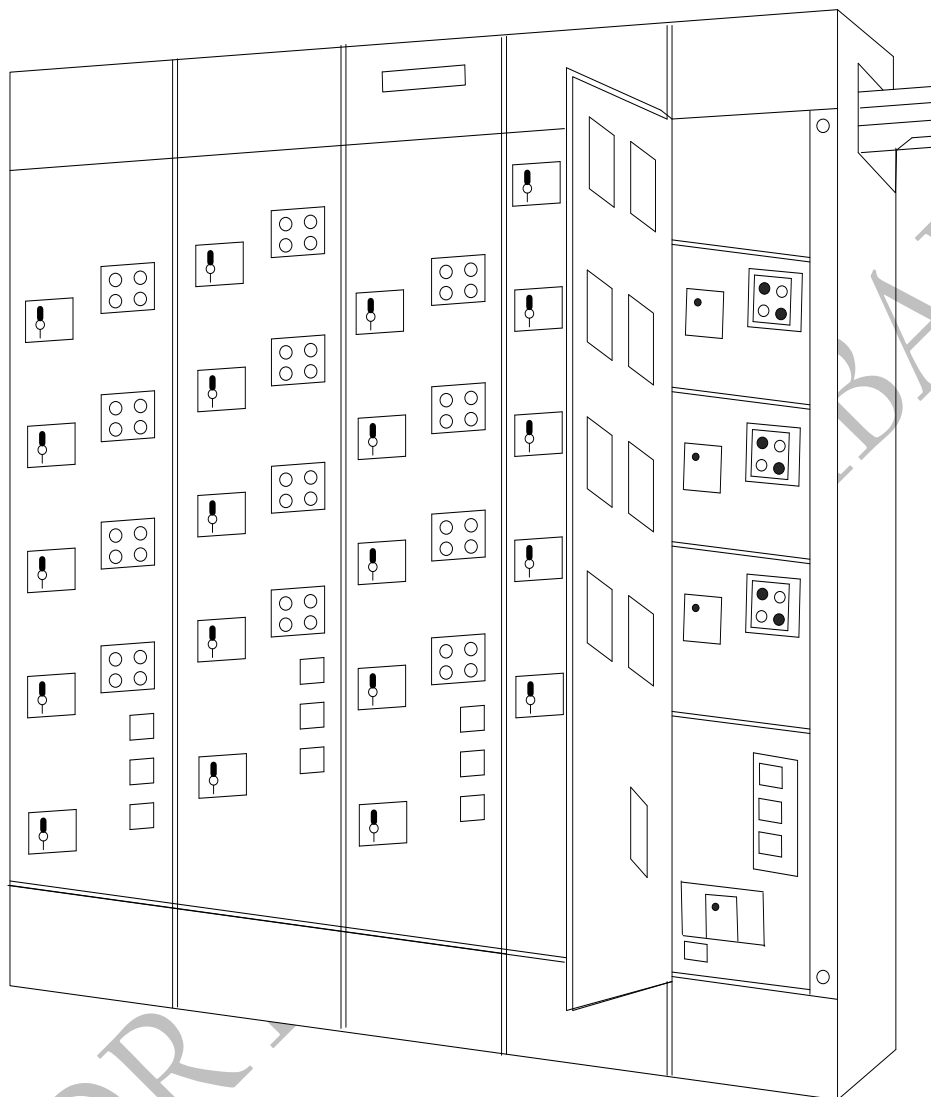


1- تابلوی تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از جلو:

تابلویی است که دسترسی برای فرمان ، تعویض فیوز و لوازم ، اتصال سر کابل و سیم و غیره ، تماماً از طرف جلو تابلو امکان پذیر باشد و شامل یک یا چند سلول است . در کنار درب اصلی تابلو درب کوچکی به نام درب کناری تعبیه شده و اتصالات کابل ها به فیدرها از طریق این درب انجام می شود . این نوع سلول ها از لحاظ محل ورود سر کابل های ورودی و خروجی می توان به ورودی از بالا و ورودی از پائین تقسیم کرد . دو نمونه از این تابلو در شکل زیر رسم شده است . (شکل 3 و 4)



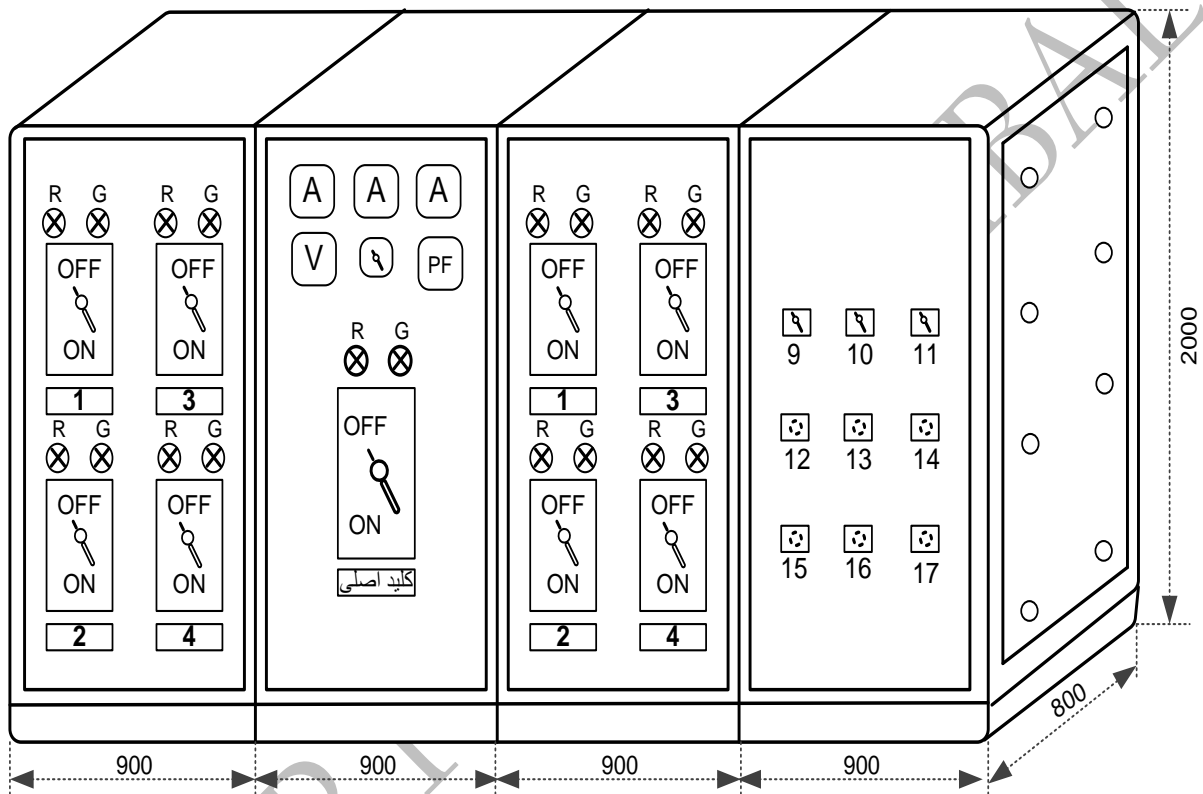
(شکل 3) نمای تابلوی تمام ایستاده قابل فرمان و دسترسی از جلو



(شکل 4) نمای تابلوی ایستاده تمام بسته قابل فرمان و دسترسی از جلو

۲ - تابلوی تمام بسته ایستاده قابل دسترسی از پشت:

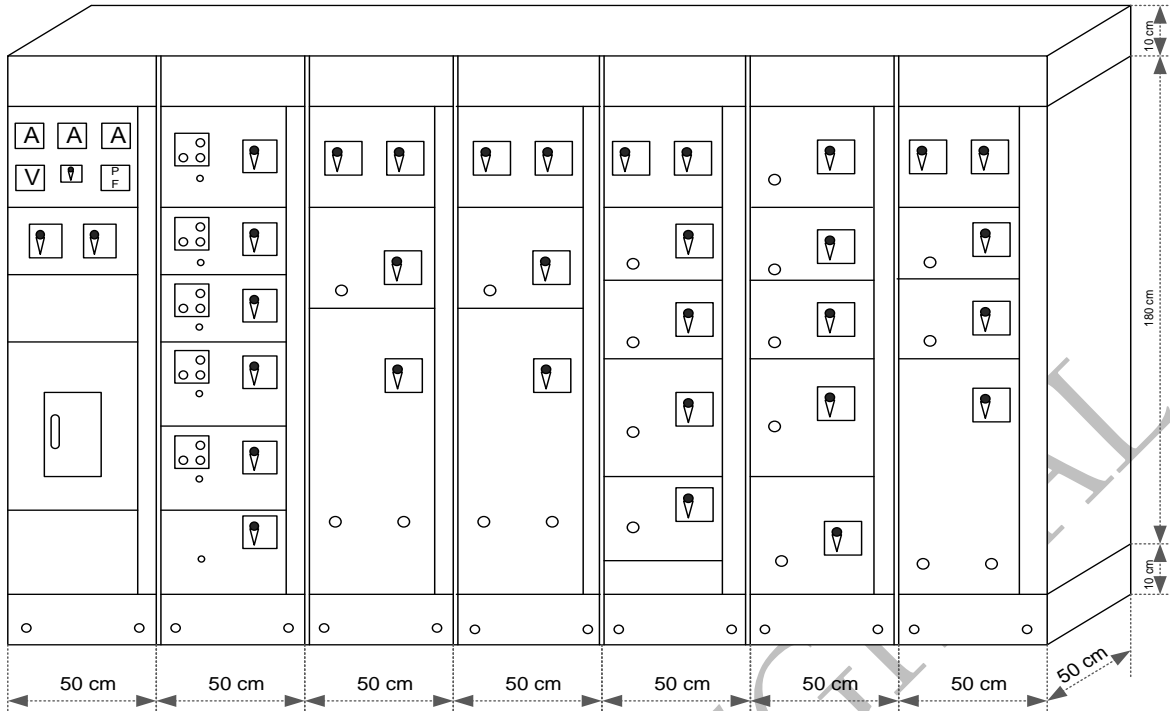
تابلویی است که وسایل اندازه گیری در جلو تابلو قرار گرفته و فرمان ها نیز از سمت جلو تابلو انجام می شود ولی دسترسی برای تعویض وسایل ، اتصال کابل ها و سیم ها و مانند آن از پشت تابلو امکان پذیر است . این تابلو ها می توانند شامل یک یا چند سلول باشند . یک نمونه از این تابلو در شکل زیر می بینید. (شکل 5)



(شکل 5) - نمای تابلوی ایستاده توزیع برق نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت

۳ - تابلوی تمام بسته ایستاده چند خانه ای:

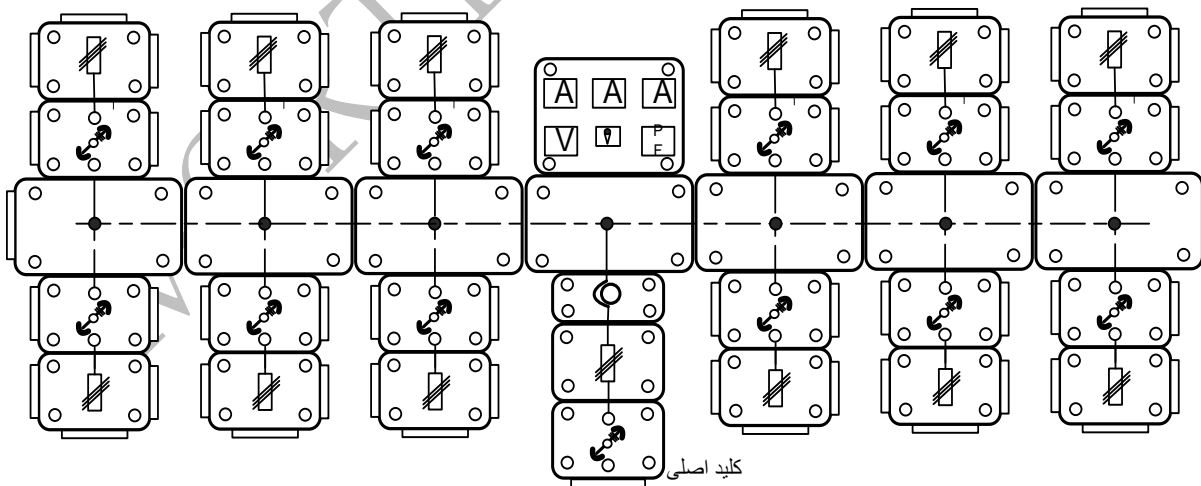
تابلویی است که هر سلول آن دارای شینه کشی عمودی و قابل خانه بندی متغیر برای نصب کلید های مختلف ، فیوز ها و وسایل اندازه گیری برای فرمان ماشین آلات و غیره بوده و مجهز به شینه اصلی افقی برای توسعه به چند سلول نیز می باشد . (شکل 6)



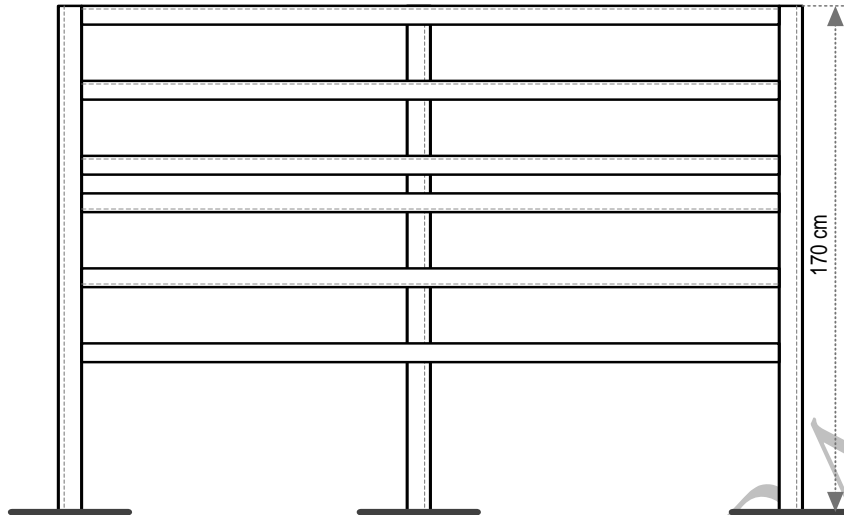
(شکل 6) نمای تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چند خانه

۴ - تابلوی تمام بسته ایستاده چند جعبه ای:

تابلویی است که اجزاء آن (شینه ، فیوز ، کلید و غیره) در قطعات مساوی با جعبه های چدنی یا فولادی ساخته شده و با اتصال جعبه ها به یکدیگر تشکیل تابلو را می دهد . (شکل 7 و 8)



(شکل 7) نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق نوع چند جعبه ای قابل نصب روی دیوار و پایه فلزی



(شکل 8) پایه فلزی جهت نصب تابلوی نوع چند جعبه ای

ب - تابلوی تمام بسته دیواری :

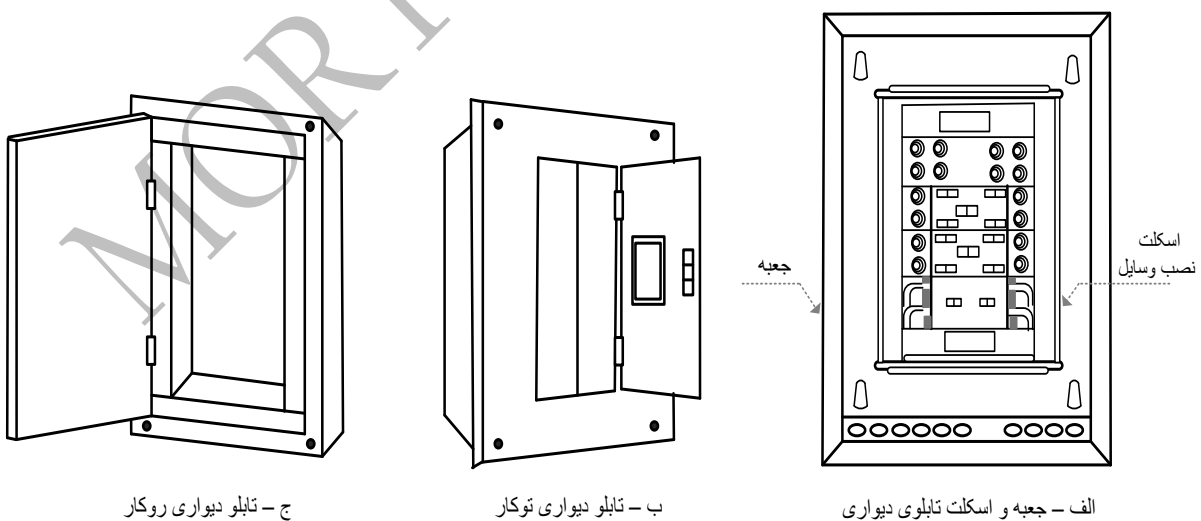
این تابلو به صورت یک جعبه قابل نصب در روی کار و یا توی کار در ابعاد مختلف ساخته می شود و فقط از قسمت جلو آن قابل دسترسی است و شامل شیشه ، کلید و وسایل حفاظت در برابر اضافه بار می باشد و برای کنترل مدارهای فرعی روشنائی و نیرو به کار می رود. (ش 9)

* تابلوها دیواری از لحاظ نصب بر دو نوعند :

۱ - روکار (روی سطح دیوار نصب می شوند)

۲ - توکار (در شکاف دیوار قرار می گیرند .)

* قطر ورق برای ساخت تابلوهای دیواری 1.5 تا 2mm است .

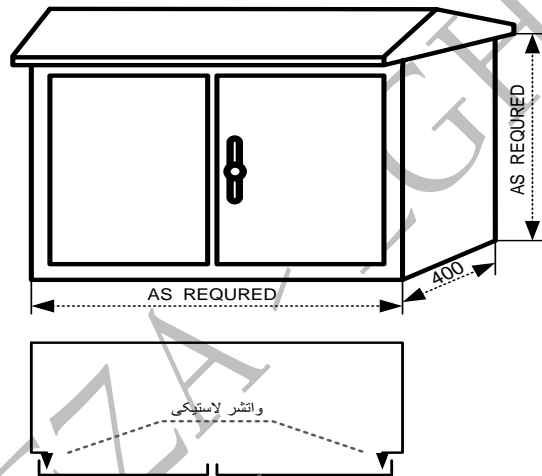


(شکل 9) تابلوی توزیع برق

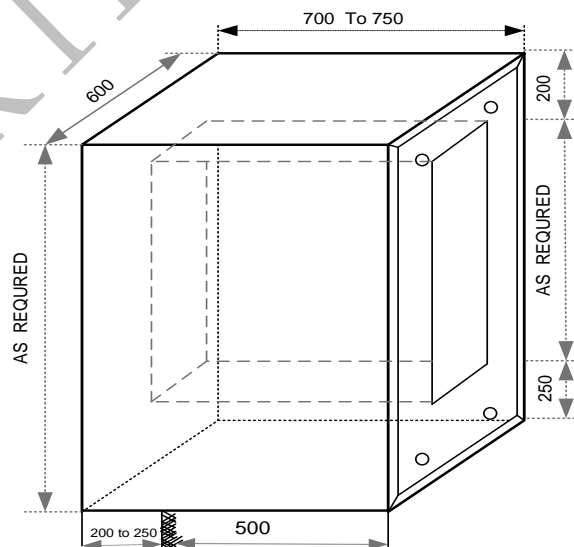
تابلوهای تمام بسته ایستاده با سقف شیب دار

(مخصوص فضای باز)

در فضا های سر باز یا محوطه های باز از تابلو تمام بسته با سقف شیب دار و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت ، آب و گرد و غبار استفاده می شود که معمولاً بر روی پایه های بتونی نصب می شود و برای تغذیه منازل ، فرمان و کنترل روشنائی محوطه و آب نما ها و غیره به کار می رود . به این تابلو ها ، تابلوهای فضای باز یا OUT DOOR گویند .
نمونه ای از نما و مقطع تابلوی توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز و سکوی مخصوص نصب آن در شکل زیر (شکل 10 و 11) رسم شده است .



(شکل 10) - نما و مقطع تابلوی توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز



(شکل 11) - سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز

* دو مشکل عمده تابلوهای OUT DOOR عبارتند از :

۱ - تاثیر شرایط جوی بر روی آن ها

۲ - تاثیر حرارت محیط روی کارکرد تجهیزات

* حداقل درجه حفاظت تابلوهای OUT DOOR ، 54 می باشد . یعنی IP54

استاندارد ساخت :

تابلو های فرمان و کنترل فشارضعیف ساخته شده در کارخانه ها که مشخصات الکتریکی آن ها از مقادیر (ولتاژ اسمی 1000 V در جریان متناوب و فرکانس 1000 هرتز وولتاژ اسمی 1200 V در جریان مستقیم) تجاوز نکند باید مطابق با مشخصات مندرج در جدیدترین اصلاحیه های استاندارد ایران و یا کمیته بین المللی الکتروتکنیک (استاندارد IEC) ساخته شده باشد و از نظر درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت های برق دار ، ورود اجسام صلب خارجی و مایعات طبق جدید ترین اصلاحیه استاندارد ایران تحت عنوان درجات حفاظت پوشش های تابلو های فرمان و کنترل فشار ضعیف با علامت IP... مشخص شود .

لوازم داخل تابلو باید طبق استاندارد های زیر با یکی از

استانداردهای معتبر بین المللی انتخاب شود که بعضی از این

موارد عبارتند از :

❖ شینه های مسی برابر استاندارد VDE 0201 و شینه های آلومینیومی برابر استاندارد

VDE 0202

❖ کلید های فشار ضعیف برابر استاندارد IEC 947

❖ کلید های خودکار فشار ضعیف برابر استاندارد 2 , IEC 157-1 .

❖ کنتاکتور های فشار ضعیف که کنتاکتهای قدرت آن برای اتصال به مدارهایی در نظر

گرفته شده است که ولتاژ اسمی آن از 1000 V متناوب و 1200 V مستقیم تجاوز

نمی کند باید طبق استاندارد های 3179 و 3180 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

ایران و یا IEC 158-1 و IEC 158-1C ساخته شده باشد . و کنتاکتورهایی که برای

حفاظت در برابر اتصال کوتاه در نظر گرفته می شود باید علاوه بر مقررات فوق با

مقررات تعیین شده برای کلید ها خودکار در استاندارد IEC 158-1 نیز مطابقت

داشته باشد .

- ❖ روش های علامت گذاری و شناسائی ترمینال های کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله های اضافه بار همراه آن باید برابر استاندارد شماره 3181 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود .
 - ❖ فیوزهای ولتاژ ضعیف برابر استانداردهای 3 و 2 و 3109-1 و 2 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا 3A , 3 , 2A , IEC 269-2 .
 - ❖ ترانسفورماتورهای جریان برابر استاندارد IEC 185 .
- سایر انواع تابلو ها و وسایل داخل آن ها مانند وسایل اعلام خطر ، ترمینال ها و غیره باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی طبق مشخصات یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مورد قبول دستگاه نظارت مانند استاندارد IEC طراحی ، ساخته و مورد آزمایش قرار گیرد .

مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوها

مشخصات فنی تابلوی اصلی نوع ایستاده و قابل دسترسی از

جلو و پشت :

- اسکلت نگهدار این تابلوها باید از آهن به فرم نبشی ، ناودانی و سپری ساخته و به وسیله پیچ و مهره به گونه آئی به یکدیگر متصل شوند که در برابر تنش های مکانیکی وارده در شرایط عادی بهره برداری مقاوم باشد .
- پوشش تابلو باید از ورق های فلزی با ضخامت حداقل 2 تا 2.5 mm بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگه دار محکم شود . ساختمان بدنه این تابلو ها باید به گونه ای طراحی شود که به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد به همین دلیل باید پوشش های جانبی تابلو باید به وسیله پیچ و مهره کروم به اسکلت اصلی متصل شوند .
- در تابلو های قابل دسترسی از جلو باید با باز کردن درب محافظ جلو یا برداشتن صفحه محافظ جلو ، دسترسی به کلید لوازم و تجهیزات داخلی تابلو ، بدون تداخل با کار قسمت های مختلف امکان پذیر باشد ولی در تابلو های قابل دسترسی از پشت این امکان باید با باز کردن درب پشت تابلو حاصل شود .
- به منظور ایجاد حفاظت در برابر زنگ زدگی و فساد تدریجی ، تمامی سطوح تابلو باید طبق روش زیر ، زیرسازی و رنگ آمیزی شود .

- الف - زیر سازی شامل چرب گیری ، زنگ زدائی ، فسفاته کاری و یک لایه رنگ آستری
- ب - رنگ آمیزی شامل حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب .
- ظرفیت الکتریکی شینه فازها نباید از 150% شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه کننده تابلو کمتر باشد .
 - سطح مقطع شمش های مسی تخت باید بر اساس جدول 1 و سطح مقطع شمش های آلومینیمی تخت بر اساس جدول شماره 2 انتخاب شود . (این جداول در بخش ضمیمه موجودند)
 - در صورتی که از شینه های مسی و یا آلومینیمی با مقاطع گرد یا لوله ای و یا ناودانی استفاده می شود باید از جداول مندرج در نشریه وزارت نیرو ، استاندارد تابلو مورد استفاده در شبکه توزیع (جلد اول) استفاده شود .
 - سطح مقطع شینه خنثی و اتصال زمین نباید از نصف سطح مقطع شینه فاز کمتر باشد شینه های خنثی و اتصال زمین باید برای سرتاسر طول تابلو پیش بینی شود .
 - شینه های فاز ها و خنثی باید روی مقره های ائکائی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود و شینه اتصال زمین باید روی مقره نصب شده و سپس به بدنه تابلو متصل گردد .
 - نقطه اتصال شینه ها به یکدیگر و کلیدها به شینه ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان بایک لایه نقره ای پوشیده و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود . (مقاومت حرارتی نقره بیشتر از مس است .)
 - حداقل فاصله بین شینه ها باید از 10 cm کمتر نباشد .
 - اتصال کابل ها ، شینه ها ، کلید ها ، فیوزها و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد .
 - شین ارت را معمولاً " 1/4 شین فاز انتخاب می کنند ولی در تابلوهای POVERCENTER و تابلوهایی که نزدیک منبع اصلی هستند 1/2 شین فاز انتخاب می کنند .
 - نوعی تابلو وجود دارد که به آن تابلوی میزی یا پیانویی (DESK TYPE) گویند . این تابلو جنبه کنترلی دارد و ادوات کنترل روی آن سوار می شوند .
 - نوع دیگری تابلو وجود دارد که به آن تابلو ضد انفجار گویند و از آن در مراکز صنعتی استفاده می شود .

➤ تا عرض 80cm تابلو ها را یک درب و برای عرض بیشتر از 80cm از دولنگه درب استفاده می شود. (در صورت انفجار تابلو ، مقاومت تابلو های یک درب بیشتر است)

رنگ شینه ها :

شینه ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ آمیزی شوند :

- فاز اول ، به رنگ قرمز

- فاز دوم ، به رنگ زرد

- فاز سوم به رنگ آبی

- شینه های خنثی و اتصال زمین ، به رنگ سبز - زرد

طریقه استقرار شینه های فازها در سطوح مختلف

➤ الف - برای شینه کشی های افقی واقع در سطح افقی تابلو :

- شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز

- شینه وسط به رنگ زرد

- شینه ای که به طرف پشت تابلو قرار می گیرد به رنگ آبی

➤ ب - برای شینه کشی های افقی واقع در سطح عمودی تابلو

- شینه بالا به رنگ قرمز

- شینه وسط به رنگ زرد

- شینه پائین به رنگ آبی

➤ ج - برای شینه کشی های عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت دید از جلو تابلو) :

- شینه سمت چپ به رنگ قرمز

- شینه وسط به رنگ زرد

- شینه سمت راست به رنگ آبی

➤ د - برای شینه کشی های عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت دید از جنب تابلو) :

- شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز

- شینه وسط به رنگ زرد

- شینه ای که به طرف پشت تابلو قرار می گیرد به رنگ آبی

➤ درب های تابلو باید با لولای گالوانیزه یا استیل بوده و دارای قفل باشد و قفل ها باید شبیه به هم انتخاب شده باشد و یک کلید برای هر قفل موجود باشد و هر درب علاوه بر قفل دارای چفت نیز باشد .

- در مواردی که تابلو برای محیط هائی با رطوبت و تغییر دمای زیاد در نظر گرفته شده باشد ، باید جهت جلوگیری از تعرق زیان آور در داخل تابلو اقداماتی مناسب با استفاده از تامین عبور هوا از داخل تابلو یا گرمکن به عمل آید .
- لوازم داخل تابلو ولوازم نصب شده بر روی درب تابلو از قبیل کلید ، فیوز ، کنتاکتور ، وسایل اندازه گیری ، رله ، واحد اعلام خطر ، و باید به نحوی نصب شوند که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض ، به سهولت در دسترس باشند .
- کلیه سیم کشی های مربوط به وسایل اندازه گیری و چراغ های سیگنال و اعلام خطر ، در صورتی که روی قسمت متحرک یا قابل برداشت تابلو نصب شده باشند باید با کابل یا سیم های قابل انعطاف انجام گیرد .
- فواصل دستگاه هائی که قسمتی از تابلو را تشکیل می دهند باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط به آن مطابقت داشته باشد .
- برای هادی های برق دار و ترمینال ها (مانند شینه ها ، اتصالات بین دستگاه ها و) فواصل هوائی و فواصل خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می باشد ، باید مطابقت داشته باشد .
- کلید ها ، وسایل اندازه گیری و غیره که در تابلو ها نصب می شوند باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می شوند روی آن نوشته شود . بعلاوه اتصالات وسایل اندازه گیری و سیستم های کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت گذاری شده انجام گیرد .
- کلیه سرسیم ها در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابل ها باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره گذاری شود .
- ترمینال هائی که برای اتصال هادی های مسی یا آلومینیومی در نظر گرفته می شود باید توسط سازنده مشخص شود . این گونه ترمینال ها باید به گونه ای ساخته شده باشد که اتصال هادی ها به آن با استفاده از پیچ یا بست و مانند آن امکان پذیر بوده و فشار تماسی لازم و متناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه دستگاه و مدار را تامین کند .
- حداکثر ابعاد تابلو اصلی فشار ضعیف ، نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت به قرار زیر است :

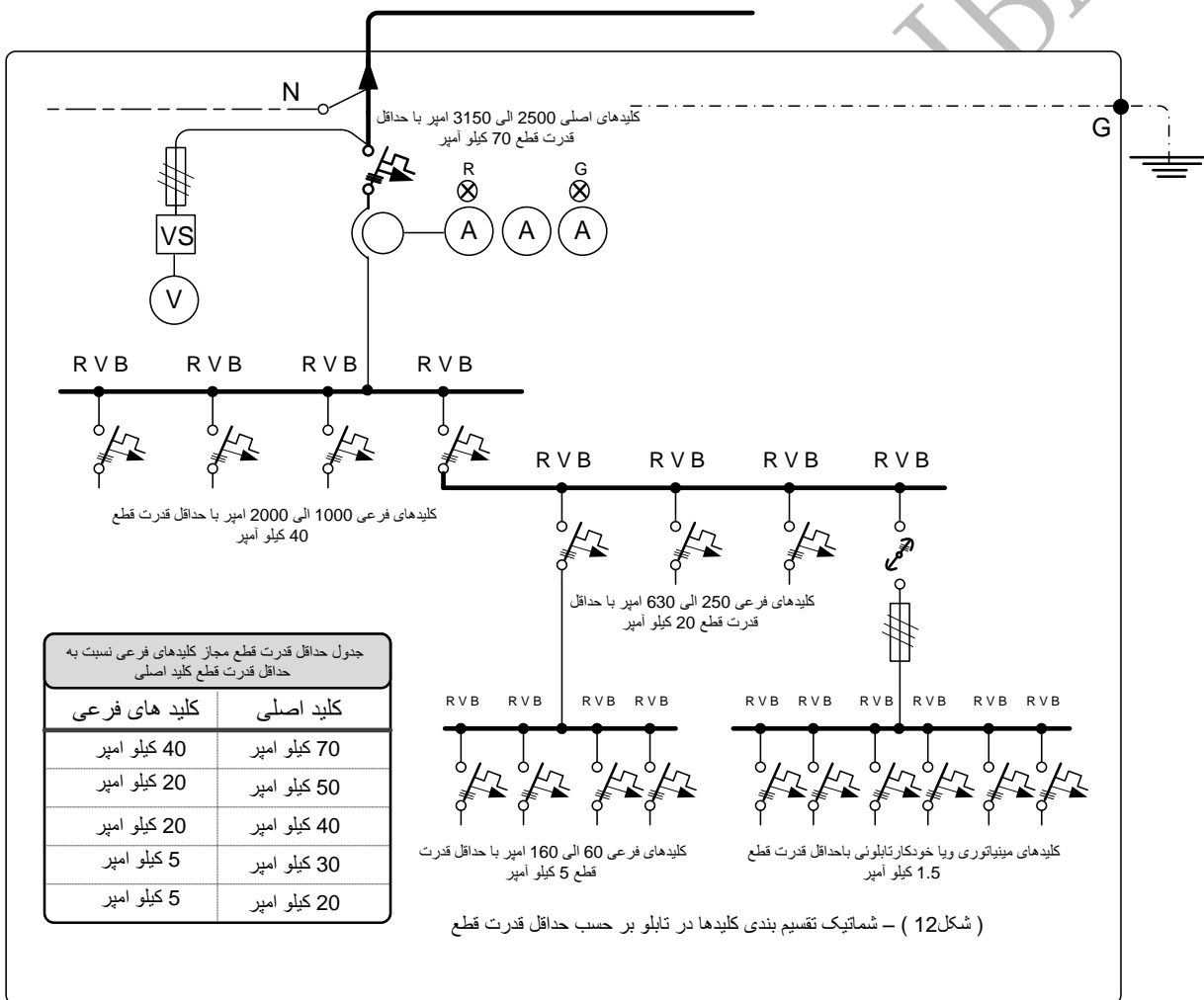
حداکثر ابعاد قابل دسترسی از پشت

| | |
|--------|--------|
| 220 cm | ارتفاع |
| 90 cm | عرض |
| 80 cm | عمق |

حداکثر ابعاد قابل دسترسی از جلو

| | |
|--------|--------|
| 220 cm | ارتفاع |
| 90 cm | عرض |
| 60 cm | عمق |

➤ شماتیک تقسیم بندی کلیدها در تابلو بر حسب حداقل قدرت قطع کلید و جدول حداقل قدرت قطع مجاز کلیدهای فرعی نسبت به حداقل قدرت قطع کلید اصلی به صورت شکل زیر است . (شکل 12)



➤ نمای تابلو تمام بسته ایستاده ، نوع قابل فرمان و دسترسی از جلو در صفحات قبل رسم شده است .

➤ نما و ابعاد تابلو ایستاده توزیع برق ، نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت ، در صفحات قبل رسم شده است .

مشخصات فنی تابلوی نیم اصلی نوع ایستاده و قابل

دسترسی از جلو و پشت :

مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوهای نیم اصلی عینامانند تابلوهای اصلی ایستاده و قابل دسترسی از جلو و پشت و تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو و پشت چند خانه ای می باشد .

مشخصات فنی تابلوی اصلی نوع ایستاده چند خانه ای :

- این تابلوها از نوع ایستاده بوده و با اسکلت نگهداری از آهن به فرم ناودانی ، نبشی و سپری ساخته می شوند و توسط پیچ و مهره به هم وصل می گردند .
- پوشش این تابلوها از ورقه های فلزی با ضخامت حداقل 2mm یا بیشتر بوده و بوسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم می شود .
- ساختمان این تابلوها باید طوری باشد که هر سلول قابل تفکیک به سه ، چهار یا شش خانه اصلی بوده و هر خانه اصلی نیز قابل تفکیک به دو ، سه و یا چهار جزء کوچکتر به نام خانه های فرعی باشد . این تقسیمات باید دارای ابعاد استاندارد و مساوی بوده و هر قسمت نیز باید مجهز به درب جداگانه ، برای نصب یا تعویض وسایل داخلی آن باشد .
- پوشش های طرفین تابلو ، برای سهولت در امر توسعه ، باید با پیچ و مهره های کروم به اسکلت نگهدارنده متصل شود به طوری که در صورت نیاز به توسعه تابلو ، بدون دخالت در کار آن انجام پذیر باشد .
- تمامی خانه ها و سطوح تابلو باید در برابر زنگ زدگی و فساد تدریجی مطابق روش زیر رنگ آمیزی و حفاظت شوند.

الف - زیر سازی : شامل زنگ زدائی ، چربی گیری ، فسفات کاری و یک لایه رنگ آستری

ب - رنگ کاری : در شرایط آب و هوایی خشک ، حداقل دو لایه پوشش و در شرایط آب و هوایی مرطوب سه لایه پوشش رنگ مناسب زده شود .

- شینه کشی در این تابلوها باید به نحوی انجام شود که در صورت لزوم ، اضافه کردن کلید در هر قسمت از تابلو ، یا تعویض آن و یا تبدیل یک قسمت به چند قسمت و برعکس بدون تداخل در ادامه کار تابلو ، امکان پذیر باشد .
- شینه ها باید در صورت امکان دارای مقطع گرد و با ایزولاسیون باشند .
- محل اتصال کلیه شینه ها به یکدیگر ، و کلیدها به شینه ها ، باید به طور کامل تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره ای پوشیده شود و سپس در شینه های تخت بوسیله پیچ و مهره و واشر های مسی یا برنزی محکم شود . و در شینه های گرد ، با بست های دوراهی ، سه راهی و چهار راهی مخصوص شینه گرد به هم متصل شود تا حداکثر هدایت الکتریکی در محل اتصال بوجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود
- حداقل فاصله بین شینه ها باید از 10cm کمتر نباشد .
- اتصال کابل ها به شینه ها ، کلیدها ، فیوزها و غیره باید بوسیله کابلشو انجام گیرد .
- لوازم داخل تابلو از قبیل کلیدها ، کنتاکتورها ، وسایل اندازه گیری ، فیوزها ، رله ها ، واحدهای اعلام خطر و غیره باید به نحوی انتخاب و نصب شود که با باز کردن درب هر قسمت یا هر خانه به سهولت قابل دسترسی و تعویض و یا تبدیل باشد و در صورت امکان کلیه وسایل و لوازم داخل تابلو باید از نوع فشاری باشد .
- کلیه سرسیم ها و کابل ها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو ، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره گذاری شود .
- کلیدها ، وسایل اندازه گیری و غیره که در تابلو نصب می شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره های خطوط محل هائی که برای اتصال تعیین می شود روی آن نوشته شود . بعلاوه اتصالات وسایل اندازه گیری و سیستم های کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت گذاری شده ، انجام گیرد .
- ابعاد تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف از نوع ایستاده چند خانه ای به صورت زیر است :

ابعاد تابلوی اصلی توزیع برق ایستاده چند خانه ای

| | |
|--------|--------|
| 200 cm | ارتفاع |
| 50 cm | عرض |
| 50 cm | عمق |

- نما و ابعاد یک تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چند خانه ای در شکل شماره 6 رسم شده است .

روش نصب تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت و چند خانه ای :

این تابلوها ممکن است بر حسب مورد به یکی از دو روش زیر نصب شود :

الف - نصب بر روی اتاقک کابل

ب - نصب بر روی کانال

الف - نصب بر روی اتاقک کابل :

- برای نصب این تابلوها بر روی اتاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل با ابعاد کف تابلو در سقف اتاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب می شود .
- طول دهانه اتاقک باید 20 cm کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چند خانه ، 40 cm و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت 60 cm خواهد بود . لبه دهانه باید با آهن نبشی 4 cm در 4 cm مهار شود

ب - نصب بر روی کانال :

- طول کانال مورد نظر که تابلو بر روی آن مستقر می شود باید 20cm کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن ، برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چند خانه 40cm و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت 60 cm و عمق آن 80 cm خواهد بود .
- این کانال باید به کانالی که کابل های ورودی و خروجی در آن ادامه می یابد مرتبط باشد . لبه کانال باید با آهن نبشی 4cm در 4cm مهار شود .
- برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل کانال ، کف آن باید آبکش بوده و یا به یک سمت شیب داده شده و منتهی به کف شور و چاهک جذب آب شود .

مشخصات فنی تابلوی نیم اصلی نوع ایستاده چند خانه ای :

مشخصات فنی و ساخت و روش نصب این تابلو شبیه تابلو اصلی نوع ایستاده چند خانه ای و تابلو ایستاده قابل دسترسی از جلو و نوع ایستاده قابل دسترسی از پشت و چند خانه ای می باشد .

مشخصات فنی تابلوی نوع ایستاده چند جعبه ای:

- این تابلو از جعبه های مشابه با ابعاد مساوی ساخته شده که به طور مکانیکی به هم وصل و بر روی پایه فلزی مشترک و یا روی دیوار نصب می شود .
- جعبه ها که حاوی شینه ، کلید گردان ، فیوز ، کلید خودکار و وسایل اندازه گیری و غیره می باشد از جنس چدن ، فولاد ، کائوچوی سخت می باشد .
- هر جعبه مجموعاً دارای 5 درب قابل برداشت و نصب در 5 جهت می باشد . به این ترتیب که درب جلو برای دسترسی به وسایل و درب های جانبی برای اتصال جعبه ها به یکدیگر ، عبور اتصالات برقی و یا توسعه تابلو خواهد بود .
- برای جلوگیری از نفوذ گرد و غبار و آب به داخل جعبه ها ، کلیه درب های تابلو باید دارای واشر مخصوص آب بندی باشد و هنگام برداشتن درب ها و اتصال جعبه ها به یکدیگر باید توجه شود که واشرها حتماً " بین دو جعبه قرار داده شود .
- شینه ها باید به وسیله بست های عایق مخصوص به بدنه جعبه مهار شده و سر شینه ها جهت اتصال به هم آب نقره کاری و محل لازم برای عبور به جعبه مجاور در طرفین جعبه پیش بینی گردد .
- اتصال شینه ها به یکدیگر باید توسط پیچ و مهره مسی یا برنجی انجام شود .
- وسایل و تجهیزاتی که در داخل هر جعبه نصب می شود باید متناسب با جعبه واز یک سازنده باشد .
- تابلوهای چند جعبه ای برای توزیع نیروی اصلی برق در پست برق فضاهای باز مناطق صنعتی کارخانجات به خصوص در مناطق غباری و مرطوب به کار برده می شود .
- نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق ، نوع چند جعبه ای ، قابل نصب روی دیوار و یا پایه فلزی مطابق شکل 7 می باشد .
- نمونه پایه فلزی برای نصب تابلو چند جعبه ای مطابق شکل 8 می باشد .

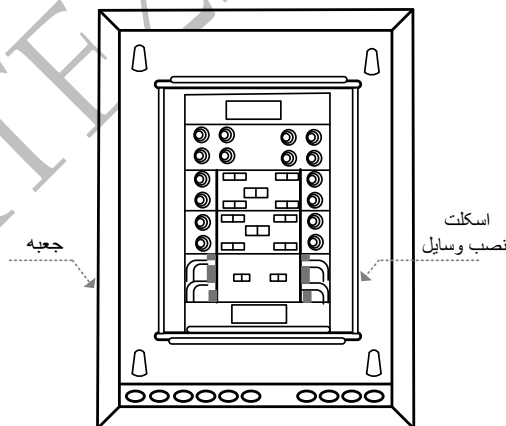
مشخصات فنی تابلوی توزیع فرعی نوع دیواری :

- این تابلو ممکن است بر حسب مورد در روی کار و یا توی کار نصب شود .
- تابلوی توزیع فرعی نیروی برق نوع دیواری از سه قسمت جداگانه زیر تشکیل شده است :

الف - جعبه تابلو
ب - اسکلت داخلی برای نصب لوازم
ج - چارچوب و درب تابلو

الف - جعبه تابلو :

- در صورتی که ارتفاع تابلو مورد نیاز تا یک متر باشد ، جعبه تابلو باید از ورق آهن با ضخامت 1.25 mm ساخته شود و چنانچه ارتفاع تابلو مورد نظر از یک متر تجاوز کند ، جعبه تابلو باید از ورق آهن با ضخامت 1.5 mm انتخاب شود .
- برای ورود کابل و لوله به داخل تابلو باید در جداره های فوقانی و تحتانی جعبه تابلو سوراخ های نوع سنبه ای به قطرهای مختلف ، یا شیار سراسری با درپوش تعبیه شود
- کلیه لوله های ورودی به تابلو باید توسط مهره و بوش برنجی به بدنه تابلو کاملاً محکم شود .



(شکل 9 - الف) جعبه و اسکلت تابلوی دیواری

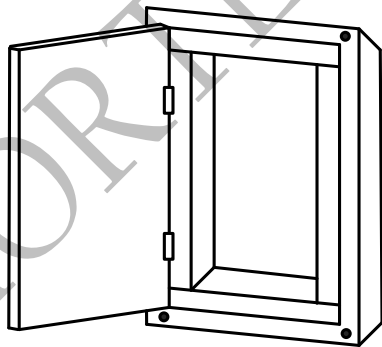
ب - اسکلت داخلی برای نصب لوازم :

- کلیه وسایل و تجهیزات داخل تابلو ، برای جلوگیری از آسیب دیدگی در زمان اجرای عملیات ساختمانی ، باید بر روی یک اسکلت جداگانه نصب شود .

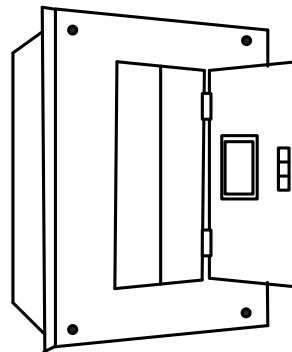
- این اسکلت باید از ورق آهن به ضخامت 1.5 m با خم کاری های لازم ساخته شده و به وسیله 4 عدد پیچ به سهولت در داخل جعبه تابلو قابل نصب و برداشت باشد .
(مطابق شکل فوق)
- پیچ و مهره ای که برای نصب اسکلت بر روی جعبه تابلو به کار می رود باید به بدنه جعبه جوش داده شود .

ج - چارچوب و درب تابلو :

- ضخامت ورق آهن مورد نیاز برای چارچوب و درب تابلو باید برابر ضخامت تعیین شده برای جعبه تابلو باشد .
- درب تابلو از نظر استقامت باید دارای پشت بند بوده و اطراف آن دارای خم های به شکل U باشد .
- چارچوب درب تابلوهای روکار باید از هر چهار طرف حداقل 2cm بیشتر از ابعاد جعبه تابلو ساخته شود .
- کلیه اجزاء تابلو باید پس از زیر سازی (شامل زنگ زدائی ، چربی گیری ، فسفات کاری با یک دست رنگ آستری و یک دست رنگ اصلی پوشیده شود .
- شکل زیر یک نمونه تابلوی توزیع برق نوع دیواری (ب - دیواری توکار ج - دیواری روکار) را نشان می دهد .



ج - تابلو دیواری روکار

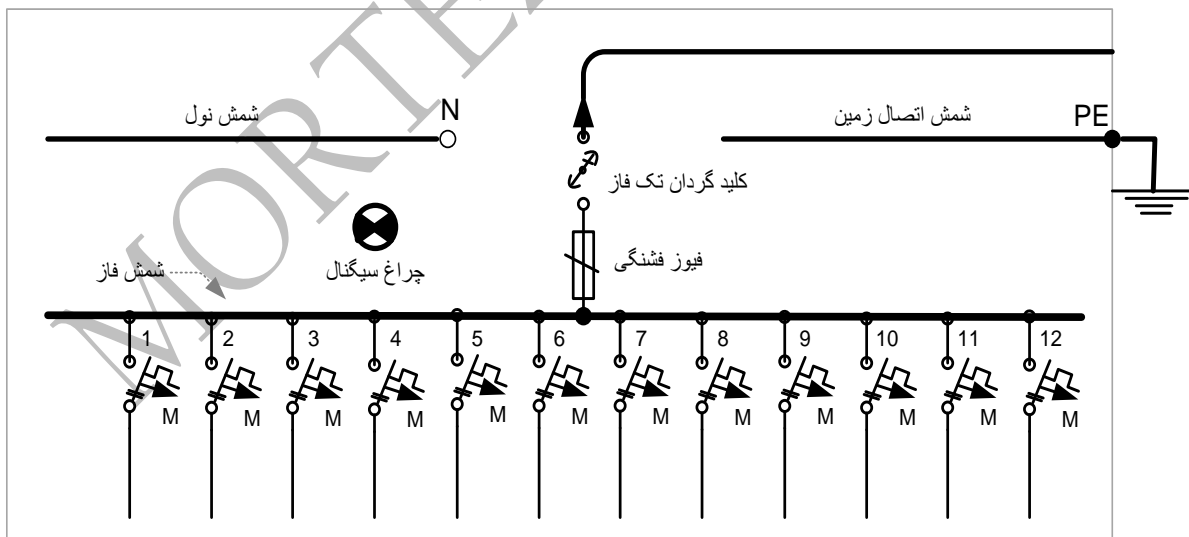


ب - تابلو دیواری توکار

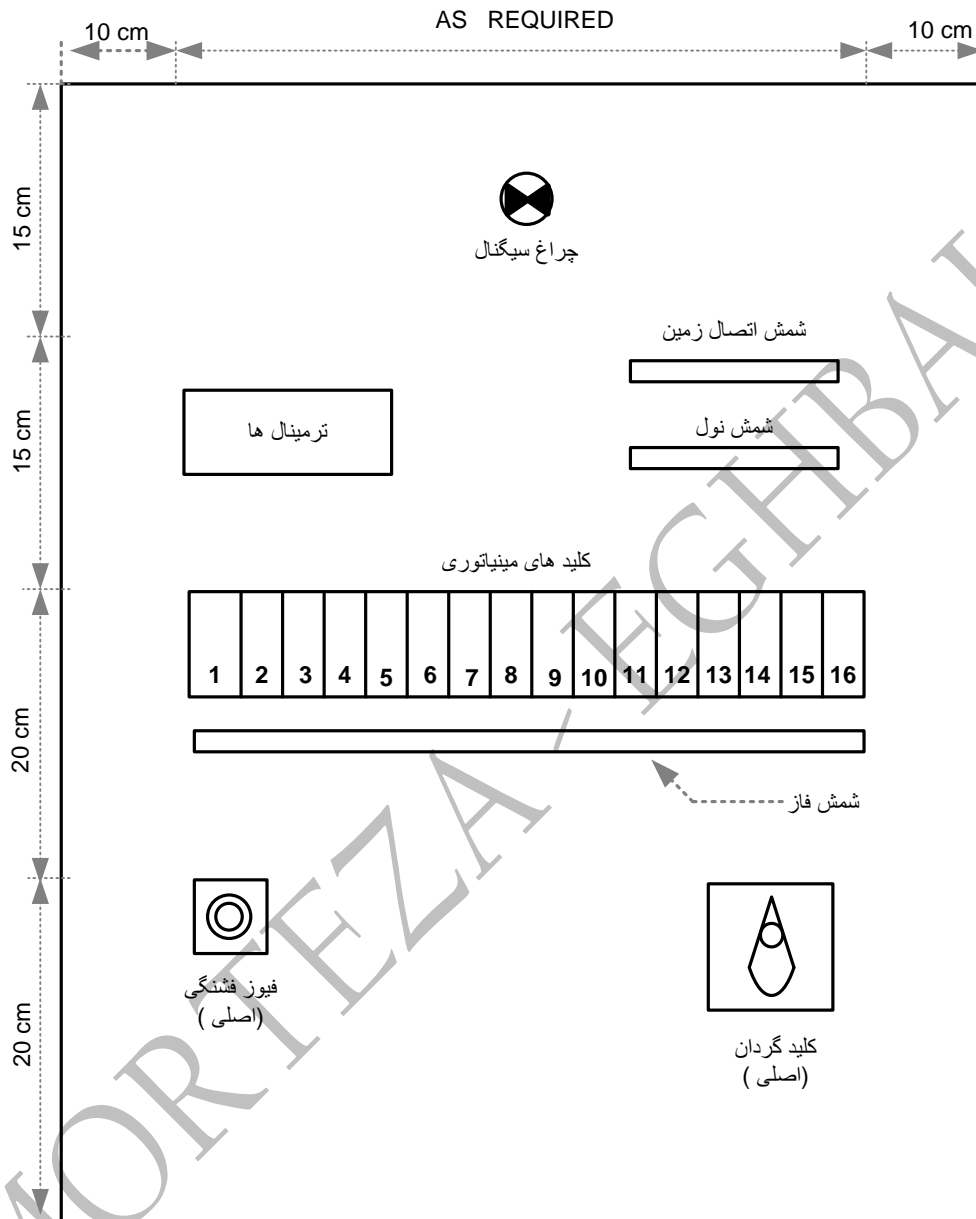
(شکل 9 - ب و ج) تابلوی توزیع برق

روش نصب تابلوی فرعی توزیع برق نوع دیواری :

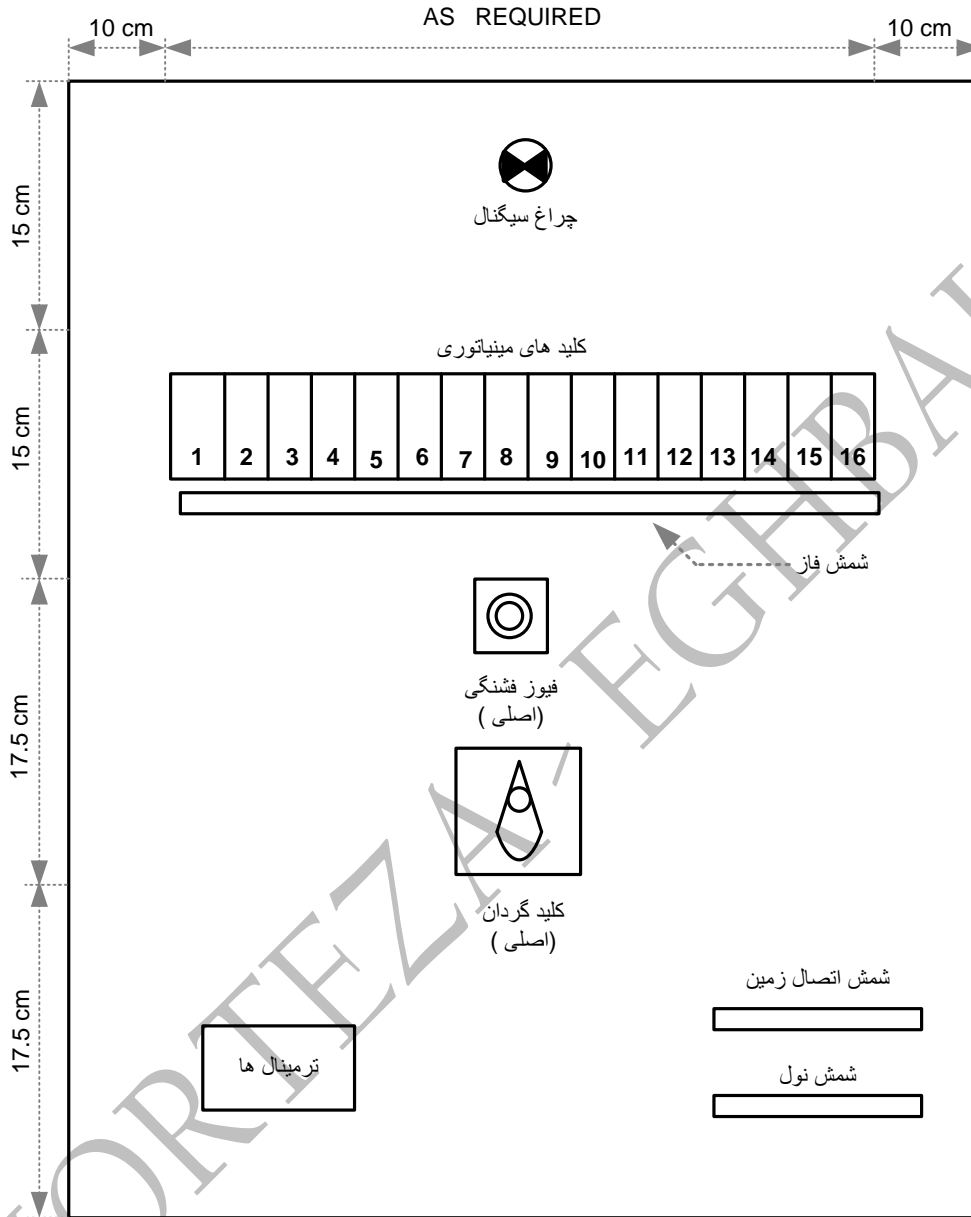
- تابلوهای روکار باید پس از تکمیل شدن نقاشی ساختمان ، بوسیله 4 عدد پیچ و رول پلاک مناسب بر روی سطح دیوار نصب شود .
- برای نصب تابلوهای توکار باید پس از اجرای گچ و خاک یا کاهگل دیوار محل نصب تابلو ، ابتدا فقط جعبه تابلو هم تراز با سطح تمام شده دیوار بوسیله حداقل 4 عدد پیچ و رول پلاک مناسب نصب و سپس سایر اجزاء تابلو (اسکلت ، چارچوب و درب آن) قبل از شروع نقاشی ساختمان نصب شود .
- ارتفاع نصب برای کلیه تابلوهای دیواری 210cm از بالای تابلو تا کف تمام شده خواهد بود .
- شکل (9- الف و ب و ج) نما و اجزاء یک تابلوی فرعی توزیع نیروی برق از نوع دیواری را نشان می دهد .
- شکل (13) یک شماتیک از تابلوی فرعی توزیع برق نوع تک فاز، 12 مداره را نشان می دهد .
- شکل های (14 و 15) ، دو شکل مختلف از سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع نیروی برق نوع دیواری را نشان می دهد .



(شکل 13) - شماتیک تابلوی توزیع برق - نوع تک فاز 12 مداره

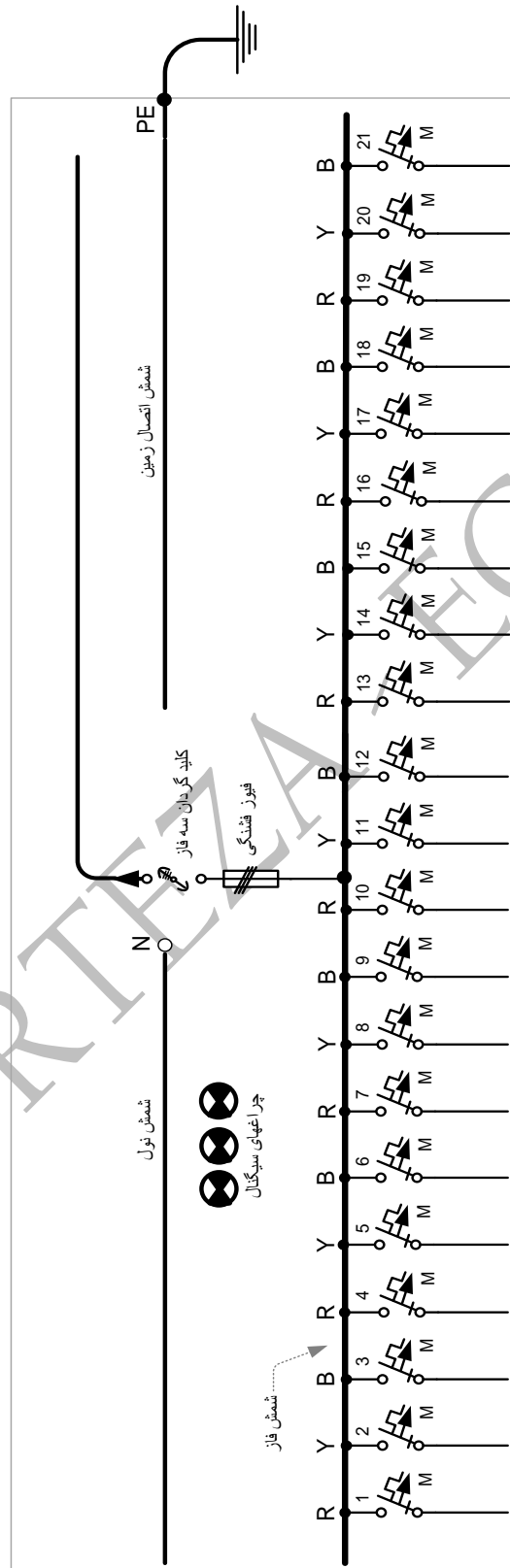


(شکل 14) سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق - نوع تک فاز



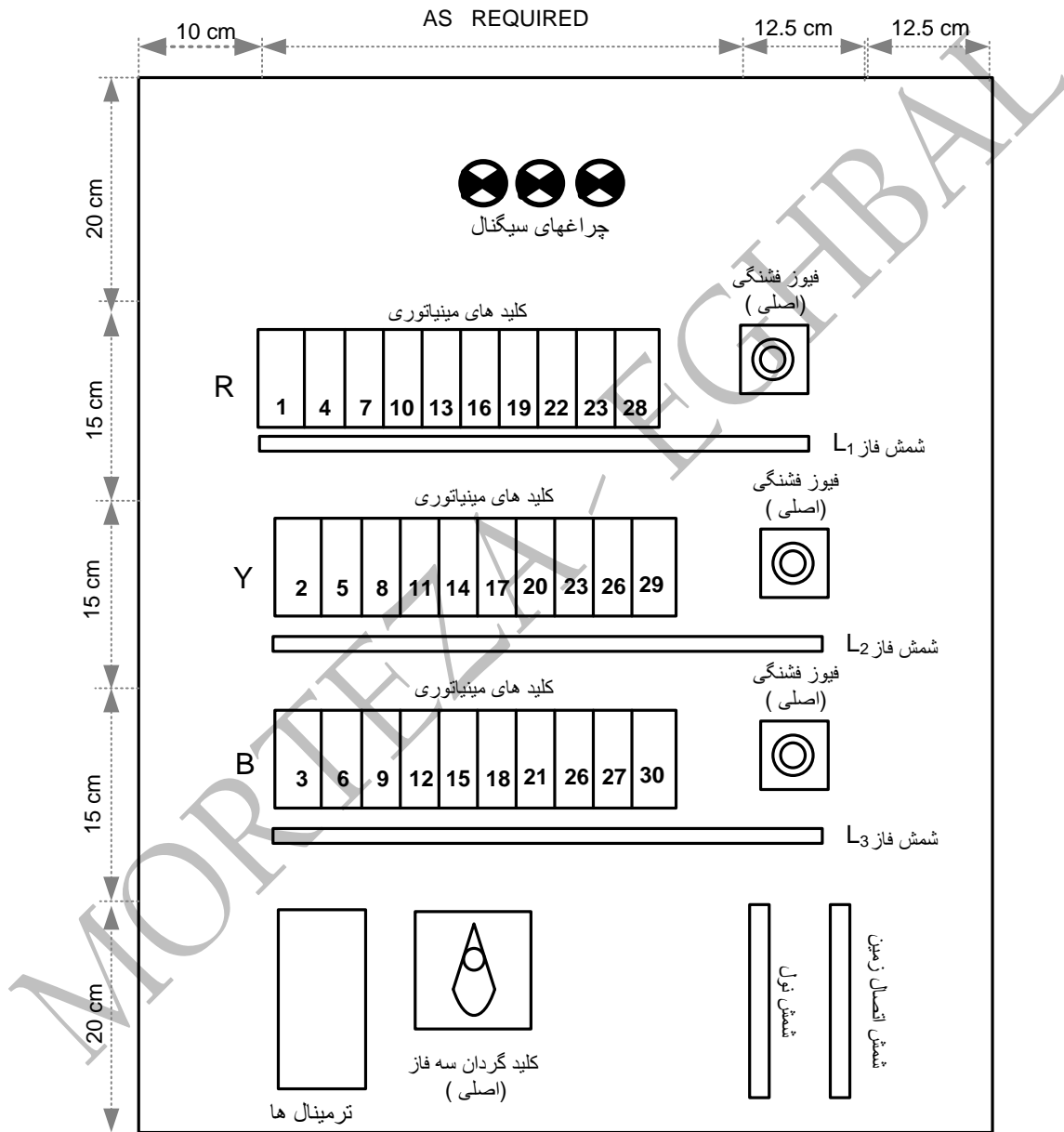
(شکل 15) سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق - نوع تک فاز

➤ شکل (16) شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق ، نوع سه فاز، 21 مداره را نشان می دهد .

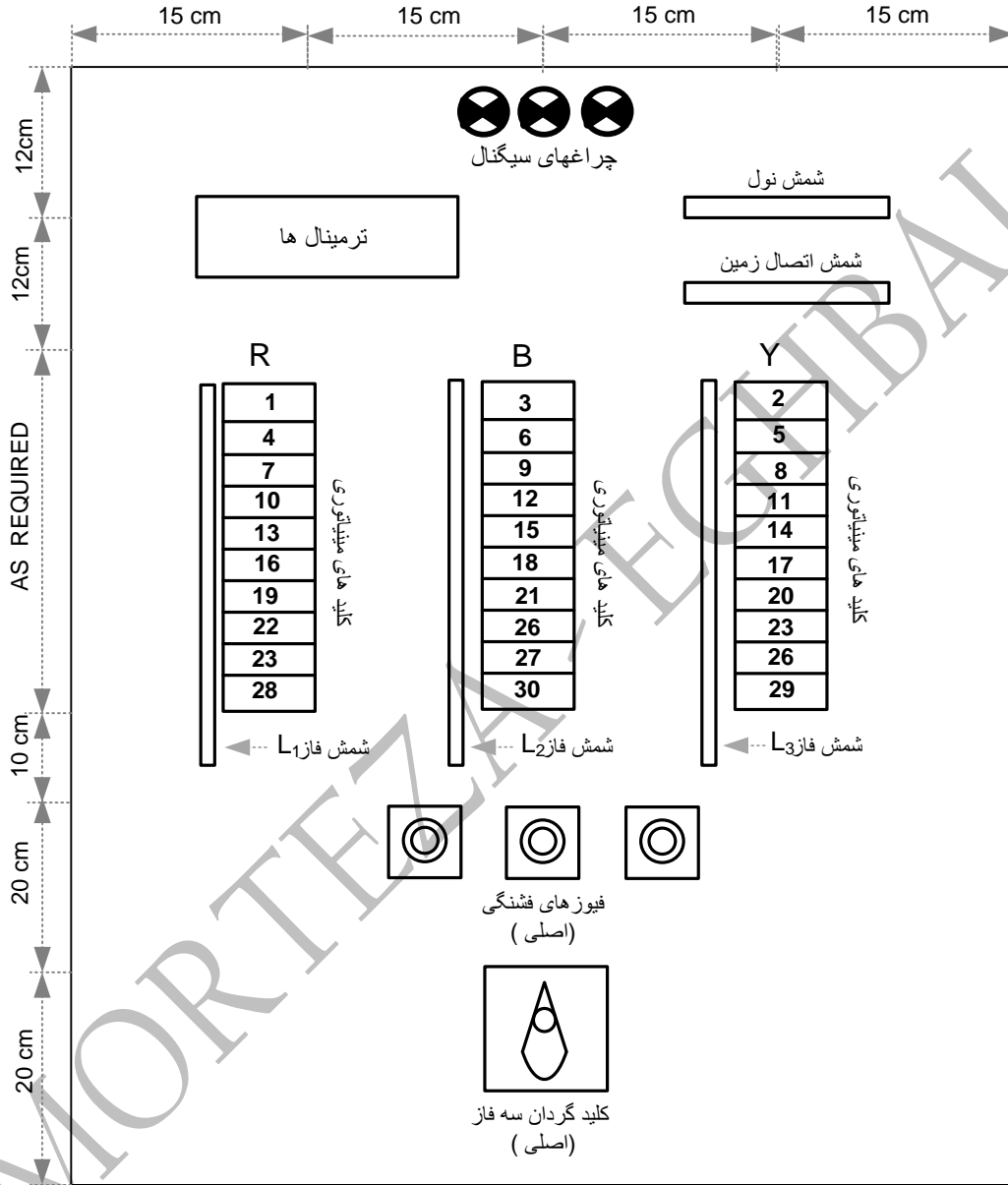


(شکل 16) - شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق - نوع سه فاز 21 مداره

➤ شکل های (17 و 18) شماتیک سیستم های افقی و عمودی استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق ، نوع سه فاز را نشان می دهد .



(شکل 17) سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق – نوع سه فاز



(شکل 18) سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق - نوع سه فاز

مشخصات فنی تابلوی توزیع نیروی برق برای نصب در محوطه باز :

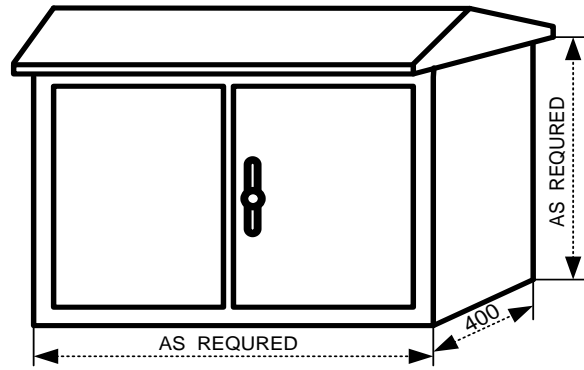
- این گونه تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن گالوانیزه به شکل نبشی ، ناودانی و سپری باشد .
- پوشش آن از ورق های آهن گالوانیزه با ضخامت حداقل 2mm یا بیشتر ساخته شود و پس از زیر سازی (زنگ زدائی ، چربی گیری ، فسفات کاری) با یک دست رنگ ضد زنگ مخصوص ، یک دست رنگ آستری و یک دست رنگ اصلی پوشیده شود .
- این تابلوممکن است از جنس آلومینیم ساخته شود که در این صورت اسکلت نگهدار و کلیه اجزای آن از جنس آلومینیم خواهد بود و پوشش آن نیز از ورق های آلومینیم با ضخامت حداقل 3mm یا بیشتر ساخته می شود .
- بدنه این تابلو باید به نحوی ساخته شود که کلیه جوانب آن کاملاً " مسدود بوده و فقط از طرف جلو قابل دسترسی باشد .
- سقف بیرونی این تابلو باید دارای شیب دوطرفه با لبه های برگردان به طرف داخل باشد و حداقل 5mm از هر چهار طرف بزرگتر از ابعاد سقف تابلو باشد .
- ساختمان تابلو باید طوری باشد که دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخل آن برای فرمان ، تعمیر و تعویض بدون تداخل با کار قسمت های دیگر امکان پذیر باشد .
- درب تابلو باید مجهز به لاستیک آب بندی باشد (طبق شکل 10)
- این تابلو باید از نظر ایمنی مجهز به قفل مخصوص باشد و درب آن بوسیله کلید یا آچار مخصوص بازو بسته شود .
- مشخصات فنی و نحوه سیم کشی این تابلو نیز شبیه مشخصات فنی و نحوه سیم کشی تابلوی اصلی توزیع برق فشار ضعیف نوع ایستاده و قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت می باشد. (به بند ظرفیت الکتریکی شینه ها مراجعه شود)
- برای سیم کشی وسایل اندازه گیری و چراغ های سیگنال ، فواصل دستگاه های داخل تابلو ، شماره گذاری لوازم و تجهیزات داخل تابلو ، شماره گذاری سرسیم ها و کابل ها و هم چنین شرایط ترمینال ها به صورت زیر عمل شود :

- ❖ فواصل دستگاه هائی که قسمتی از تابلو را تشکیل می دهند باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط به آن مطابقت داشته باشد .
- ❖ برای هادی های برق دار و ترمینال ها (مانند شینه ها ، اتصالات بین دستگاه ها و) فواصل هوائی و فواصل خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می باشد ، باید مطابقت داشته باشد .
- ❖ کلید ها ، وسایل اندازه گیری و غیره که در تابلو ها نصب می شوند باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می شوند روی آن نوشته شود .
بعلاوه اتصالات وسایل اندازه گیری و سیستم های کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت گذاری شده انجام گیرد .
- ❖ کلیه سرسیم ها در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابل ها باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره گذاری شود .
- ❖ ترمینال هائی که برای اتصال هادی های مسی یا آلومینیومی در نظر گرفته می شود باید توسط سازنده مشخص شود . این گونه ترمینال ها باید به گونه ای ساخته شده باشد که اتصال هادی ها به آن با استفاده از پیچ یا بست و مانند آن امکان پذیر بوده و فشار تماسی لازم و متناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه دستگاه و مدار را تامین کند .
- ابعاد تابلوی توزیع نیرو و روشنائی برای نصب در محوطه باز به قرار زیر است :

ابعاد تابلو توزیع نیرو و روشنائی برای نصب در محوطه باز

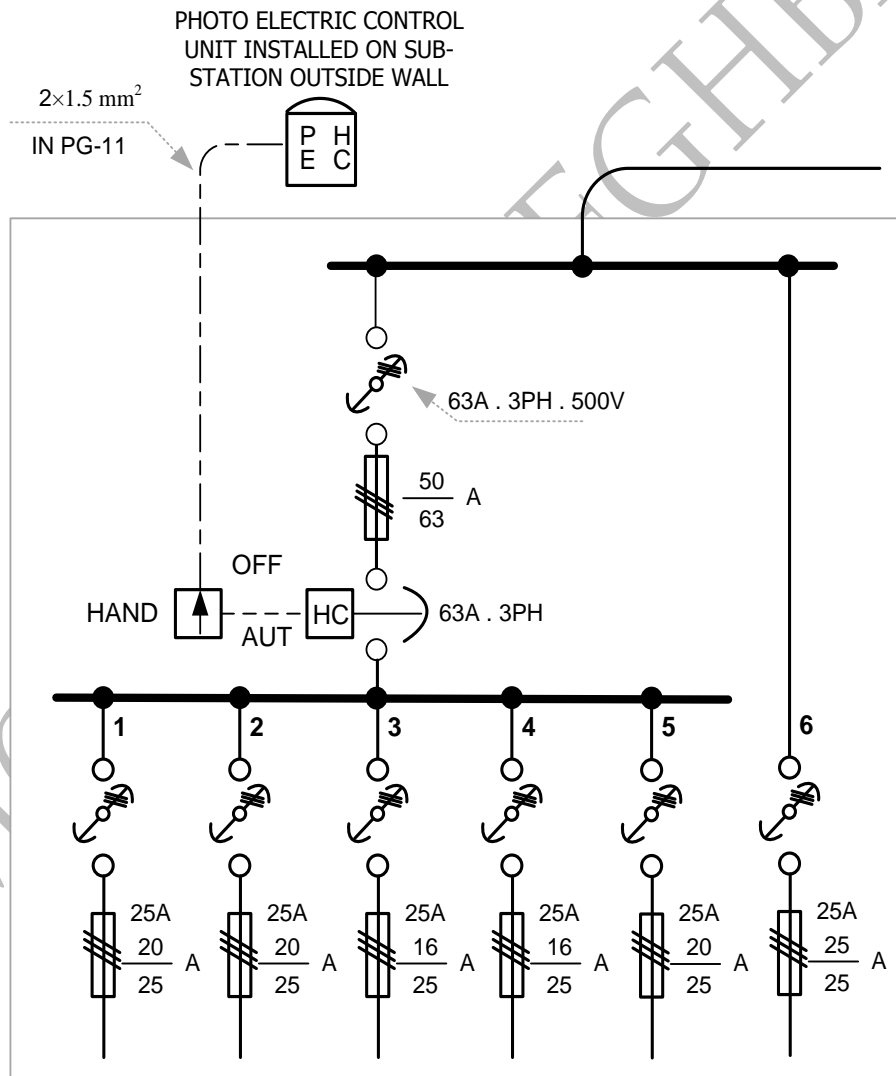
| | |
|------------|---------------|
| 120 cm | حداکثر ارتفاع |
| برحسب نیاز | عرض |
| 40 cm | عمق |

- یک نمونه از نما و مقطع تابلوی توزیع برق قابل نصب در فضای باز به صورت زیر است . (شکل 19)



(شکل 19) نما و مقطع تابلوی توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز

شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب نماها در شکل زیر (شکل 20) رسم شده است.

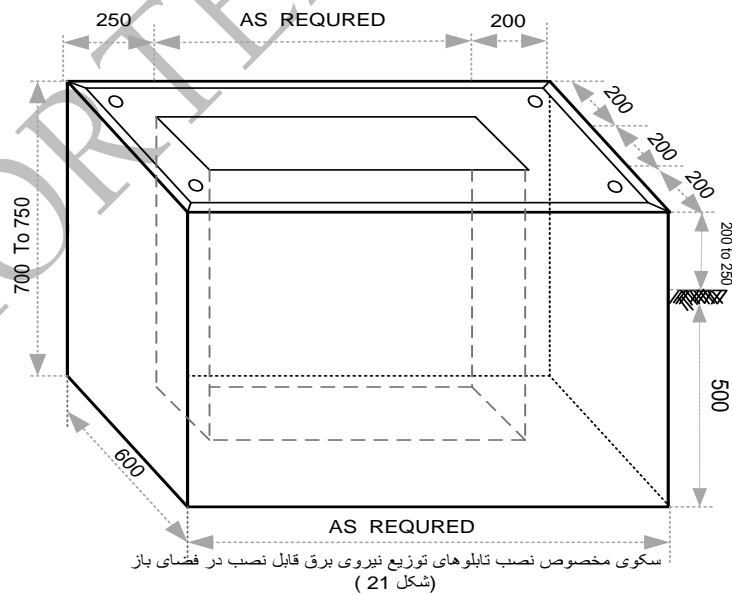


AREA LIGHTING CONTROL PANELBORD "ALCP"

(شکل 20) شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب نماها

روش نصب تابلوی توزیع برای نصب در محوطه باز :

- این تابلو باید بر روی یک سکوی بتنی یا آجری ، که 20الی 25cm از کف تمام شده خیابان یا محوطه مربوطه ارتفاع داشته باشد ، نصب شود .
- سکوی یاد شده از نوع توخالی بوده و باید دارای دیواره ای به قطر 20الی 25cm باشد و نیم متر پائین تر از کف تمام شده محوطه شروع و تا 20 الی 25cm بالاتر از کف مزبور ادامه داشته باشد .
- لبه خارجی سکو ، که به صورت نیم گرد (پخ) ساخته خواهد شد باید از هر چهار طرف حداقل 10cm بزرگتر از بدنه تابلو بوده و لبه داخلی آن حداقل 5cm از بدنه تابلو فاصله داشته باشد .
- محل نصب تابلوهای قابل نصب در فضای باز باید طوری پیش بینی شود که در جلوی آن محل کافی برای دسترسی به تابلو وجود داشته باشد .
- برای نصب تابلو روی سکوی بتنی در نواحی مرطوب ، ابتدا باید کلافی از نبشی آهنی آماده شود و سپس تابلو به آن پیچ و مهره شود تا تابلو با کف بتنی تماس مستقیم نداشته باشد .
- در شکل زیر (شکل 21) نمونه ای از سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز



لوازم و وسایل و تجهیزات یک تابلو بطور کلی:

این لوازم شامل اقلام زیر می باشد .

الف - وسایل اندازه گیری : (آمپر متر ، ولت متر ، فرکانس متر ، $\cos \phi$ متر ، وات متر ، ولت آمپر متر ، ترانس جریان ، دور شمار ، ساعت شمار ، فشارسنج و غیره)

ب - لوازم و وسایل حفاظتی و فرمان : (فیوزهای فشنگی و چاقوئی ، کلیدهای مینیاتوری ، کلیدهای خودکار حفاظت خط یا موتوری ، کنتاکتورهای مجهز به رله محافظ یا بی متال یا بدون رله محافظ ، کلید فیوز ، کلید گردان ، کلید چاقوئی ، رله ها و تایمرهای مختلف ، کلید فرمان ولت متر و آمپر متر و غیره)

ج - وسایل سمعی و بصری اعلام خطر : (مانند چراغ سیگنال ، آلام ، زنگ و)

د - شینه ها

ذ - مقره ها

مقره ها یکی از وسایلی هستند که در بیشتر تابلوها وجود دارند و کارشان نگهداشتن و تثبیت تسمه های مسی و ایزوله کردن آنها از بدنه تابلو می باشد . مقره ها در اندازه ای گوناگون ساخته می شود و هر مقره برای تسمه یا شین مخصوص خود می باشد .

ر - گلند

این وسیله نقش تثبیت کابلها و سیم های که به تابلو داخل یا خارج می شوند را دارند و بصورت رزوه و با عایق لاستیکی مانع عبور آب بداخل تابلو از سوراخهای ورودی یا خروجی می شوند.

نوع کلید اصلی و کلیدهای توزیع فرعی برای تابلو

های توزیع:

در تابلو هائی که برای توزیع نیروی برق اصلی به کار برده می شود :

- کلید ورودی یا اصلی باید الزاما از نوع خودکار باشد .
- کلیدهای توزیع فرعی ، چنان چه برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستم های موتوری استفاده می شود باید از نوع خودکار و چنان چه برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستم های روشنائی استفاده می شود باید از نوع کلید فیوز و یا کلید گردان یا چاقوئی با فیوز جداگانه باشد .

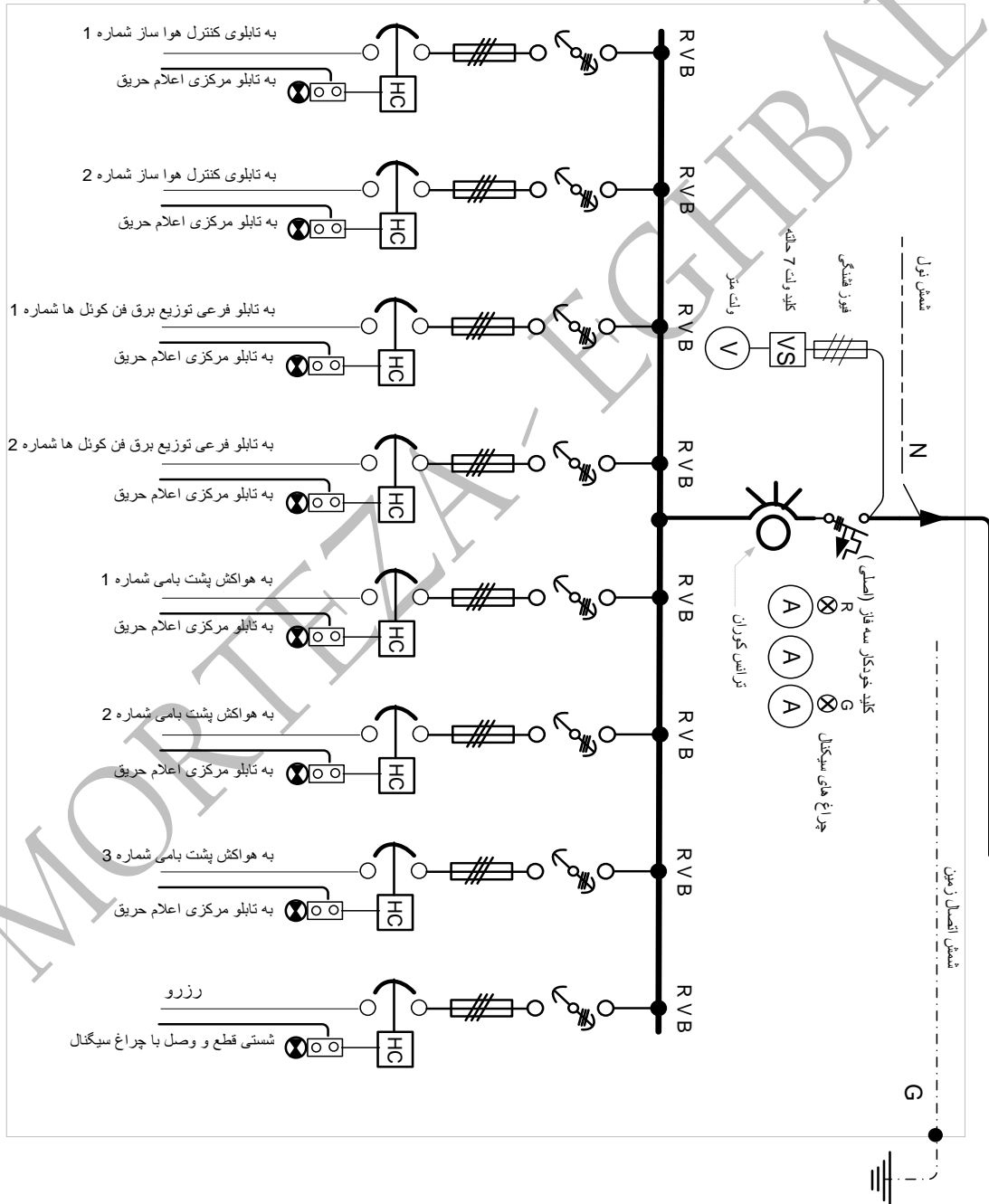
- اگر بار متصل بیش از 60A باشد ، باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب مناسب استفاده کرد .
- در مواردی که از کلید و فیوز جداگانه استفاده می شود ، کلید باید قبل از فیوز قرار گیرد به طوری که با خاموش کردن کلید ، برق فیوز نیز قطع شود .

تابلوهای فرمان وسایل موتوری

- در تابلوی فرمان وسایل موتوری کلید اصلی الزاما یک کلید حفاظت موتور اتوماتیک بوده و تابلو باید مجهز به دستگاه آمپر متر و یک دستگاه ولت متر و کلید تبدیل ولت متر از نوع هفت حالتی باشد .
- مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاماداری کنتاکتور و رله محافظ باشد. مگر در مورد دستگاه های مجهز به تابلوی فرمان و راه اندازی جداگانه ، که در این صورت مدار مزبور باید به وسیله کلید فیوز ، یا کلید گردان و فیوز جداگانه ، محافظت شود .
- برای آگاهی از روشن یا خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به رنگ های قرمز و سبز (قرمز برای حالت روشن و سبز برای حالت خاموش) پیش بینی شود .
- هر مدار ، در صورت لزوم باید مجهز به آمپر متر مناسب با شدت جریان آن باشد و در مدارهایی که شدت جریان آن بیش از 60 آمپر می باشد باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب متناسب استفاده شود . در این صورت ظرفیت آمپر متر انتخابی نباید از حدود 25 درصد حداکثر بار بیشتر در نظر گرفته شود . به طور مثال در صورتی که حداکثر بار 400 آمپر باشد ، آمپر متر و ترانس جریان انتخابی باید نسبت تبدیل 500/5 باشد .
- برای انتخاب کنتاکتور ، بی متال ، فیوز ، کلید قطع و وصل ، و کابل به جداول انتخاب لوازم و وسایل مزبور مراجعه شود . برای آشنائی با جداول 1 و 2 به ضمیمه جزوه مراجعه شود . (جدول 1 برای موتورهای تک فاز و جدول 2 برای موتورهای سه فاز)

توجه : سطح مقطع های توصیه شده برای کابل تغذیه موتورهای الکتریکی در جداول 1 و 2 مربوط به فواصل کوتاه در داخل موتورخانه ها و مانند آن می باشد . در صورتی که فاصله بین محل نصب موتور و تابلو قابل ملاحظه باشد برای تعیین سطح مقطع کابل تغذیه باید افت ولتاژ مجاز نیز محاسبه و کنترل شود .

➤ شکل زیر شماتیک یک تابلوی اصلی توزیع نیروی برق مربوط به سیستم تهویه مطبوع و هواکش های یک ساختمان را نشان می دهد. (شکل 22)



(شکل ۲۲) شماتیک تابلوی اصلی توزیع نیروی برق سیستم تهویه مطبوع و هواکش ها (برای سیستم خودکار جریان هوای هر منطقه در صورت عملکرد اعلام حریق آن منطقه در مواقع آتش سوزی)

تابلوهای فرعی روشنایی

- در تابلوهای فرعی روشنایی تک فاز و سه فاز ، کلید اصلی حتی الامکان باید از نوع گردان بوده و برای محافظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلید اصلی استفاده شود .
- کلیه مدارهای خروجی ، که برای روشنایی ، پریزها و غیره استفاده می شود باید ترجیحا " به وسیله کلیدهای مینیاتوری و یا فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی زیر محافظت گردد :

| ظرفیت اسمی فیوز | عنوان مدار |
|-----------------|--------------------------------|
| حداکثر 4 آمپر | برای مدارهای زنگ اخبار و احضار |
| حداکثر 10 آمپر | برای مدارهای روشنایی |
| حداکثر 16 آمپر | برای مدارهای پریزها |

- کلیه سیم کشی های داخل تابلو ، از کلید اصلی به فیوز اصلی و از فیوز اصلی به شینه توزیع ، و از شینه توزیع به کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها و از کلیدهای مینیاتوری و فیوزها به ترمینال ، باید با سیم مسی تک لا یا مفتولی با ولتاژ عایقی حداقل 1000 ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر 4 آمپر برای هر mm^2 سطح مقطع سیم) انجام شود .
- حداقل سطح مقطع سیم های فشار ضعیف و کنترل داخل تابلو نباید از 2.5mm^2 کمتر باشد
- سیم ها باید فرم کاری شده و فرم کاری باید به گونه ای انجام شود که در صورت نیاز به تعویض هریک از سیم ها ، بدون تداخل با کار سایر مدارها امکان پذیر بوده و یا کلیه سیم های داخل تابلو در داخل کانال های مخصوص از نوع نسوز قرار گیرند .
- سطح مقطع ترمینال های مورد استفاده باید با سطح مقطع هادی های داخلی تابلو یکسان باشد و بعلاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی وصل شود و اتصال دویا چند هادی به یک ترمینال تک سوراخ مجاز نمی باشد .

➤ تابلوها و تجهیزات داخل آن باید دارای یک پلاک یا لوحه با ویژگی های مربوطه باشد و به صورت ماندگار و خوانا در محل قابل رویت نصب شود .

مشخصات فنی لوازم و تجهیزات داخل تابلو

کلیدهای اتوماتیک با رله حرارتی و مغناطیسی

- محفظه کلید باید از فنل یا پلی استر با درجه خلوص زیاد یا مواد مشابه با پایداری حرارت زیاد ، ساخته شده باشد .
- مکانیزم عملکرد کلید باید دارای سرعت قطع و وصل زیاد بوده و مستقل از عملکرد دستگیره ، کنتاکت ها را به طور لحظه ای باز و بسته نماید . این مکانیزم باید تمام قطب ها را به طور همزمان قطع نماید .
- ترمینال های واقع در سمت خط تغذیه و همچنین ترمینال های واقع در سمت بار ، باید برای اتصال به کابلشوها یا اتصال به شینه ها ، مناسب باشد .
- در مواردی که دستگاه قطع کننده به منبع تغذیه نیاز دارد ، منبع مذکور باید یک جزء مجتمع از کلید باشد .
- کلید باید به گونه ای طراحی شود که نصب افقی یا عمودی هیچ گونه اثر مغایری با عملکرد الکتریکی نداشته باشد .

مکانیزم عملکرد کلیدها :

- الف - مکانیزم قطع کننده حرارتی برای کلیدهای دارای جریان اسمی بیش از 100A باید توسط وسیله تنظیم بدون جابجائی هیچ قسمتی از کلید ، قابل تنظیم و امکان پذیر باشد .
- ب - مکانیزم قطع کننده مغناطیسی برای کلیدها با جریان اسمی بیش از 200A، باید قابل تنظیم باشد .
- ج - دستگیره عمل کننده باید جهت عملکرد آسان ، دارای طول کافی بوده و محل آن قابل دسترس و مقابل کلید باشد .
- د - پس از این که حالت قطع پیش آمد ، دستگیره باید بین نشانگرهای ON و OFF قرار گیرد و امکان بازگشت کلید به حالت ON، نباید بدون برگرداندن به موقعیت خود ، در این حالت وجود داشته باشد .

مشخصات قابل درج بر روی پلاک یک کلید :

- الف - استاندارد مورد استفاده
 - ب - ولتاژ اسمی و تعداد فازها
 - پ - جریان اسمی
 - ت - جریان (های) قطع مربوط به ولتاژ (های) اعمال شده
 - ث - نام سازنده یا علامت تجاری
 - ج - فرکانس
 - چ - نام کشور سازنده
 - ح - درجه حفاظت
- ❖ در ضمن مقادیر اسمی جریان کلید باید به آسانی و بدون جابجائی کلید از محل آن قابل رویت باشد .

کنتاکتورهای فشار ضعیف

مشخصات فنی کنتاکتورها :

- الف - ولتاژ اسمی (برحسب ولت)
- ب - فرکانس اسمی (برحسب هرتز)
- پ - تعداد قطب ها
- ت - واسطه قطع (هوا ...)
- ث - وظیفه اسمی مشخص شده
- ج - ولتاژ آزمون عایقی (برحسب ولت)
- چ - ولتاژ آزمون اسمی ایستادگی فرکانس صنعتی یک دقیقه ای (برحسب ولت)

کنتاکت های اصلی و کنتاکت های فرعی کنتاکتور :

- در هر کنتاکتور علاوه بر تیغه های اصلی یا کنتاکتهای اصلی (تیغه های قدرت) ، کنتاکت های فرعی نیز وجود دارد که به آن ها تیغه های فرمان گویند زیرا از آن ها برای فرمان دادن و کنترل استفاده می شود .
- هر کنتاکت فرعی کنتاکتور (تیغه فرمان) می تواند به صورت NC یا NO باشد .

- **کنتاکت های (NC)** - به کنتاکت هائی از کنتاکتور که در حالت عادی بسته هستند NC یا تیغه های بسته گویند . (NORMALY CLOSE)
- **کنتاکت های (NO)** - به کنتاکت هائی از کنتاکتور که در حالت عادی باز هستند NO یا تیغه های باز گویند . (NORMALY OPEN)

نکات مهم در مورد انتخاب کنتاکتورها :

- کنتاکتورها و هادیها ، باید طوری انتخاب شوند که جریان بار نامی را به طور دائم بتواند تحمل کنند و در این حال هیچ گونه خسارتی یا آسیبی به آن یا اجزای آن وارد نشود .
- افزایش درجه حرارت قسمت های مختلف در حال کار نباید از مقادیر مشخص شده در استاندارد کلید ها بیشتر شود .
- کنتاکتورها باید هنگام کار در محدوده ولتاژ نامی ، فاقد هرگونه لرزش و یا پرشی در کنتاکت ها باشد .
- علاوه بر کنتاکت های اصلی ، کنتاکت های فرعی نیز برای فرمان و کنترل وجود داشته باشد .
- کنتاکت های حامل بار باید قابل تعویض باشد و فاصله بین قطب های گوناگون کنتاکتور باید هم اندازه باشد .
- فنر عمل کننده باید از فلز زنگ نزن مناسب یا از فلزی با روکش موثر بادوام که در آن خوردگی ایجاد نمی شود ، تهیه گردد .
- کنتاکتورها باید در محفظه ای که در برابر گرد و غبار محافظت شده باشد قرار گیرد و تمام پیچ و مهره های آن سفت و محکم باشد .
- کنتاکتورهای انتخاب شده باید برای استفاده در شرایط جوی مشخص شده مناسب باشد .
- کنتاکتورها باید دارای پایداری کافی در کار باشد .

مشخصات قابل درج بر روی پلاک یک کنتاکتور:

الف - ولتاژ اسمی

ب - جریان اسمی

ج - رده کاربرد

د - فرکانس اسمی

ه - علامت تجاری یا نام سازنده

فیوزها

- فیوزها باید به آسانی قابل نصب در داخل تابلو یا کلید فیوز باشند .
- ضرایب کاهش مقادیر اسمی جریان ها در ارتفاعات و مکان های گوناگون با توجه به درجه حرارت محیط در انتخاب فیوز لحاظ شده باشد .
- مشخصات زمان - جریان فیوزها ارائه شود .

مشخصات فنی فیوزها:

- ولتاژ اسمی (ولت)
- جریان اسمی (آمپر)
- جریان اتصال کوتاه (کیلو آمپر)
- فرکانس اسمی (هرتز)
- سطح عایقی (ولت)
- مشخصه های زمان جریان (تند کار / کند کار / ...)
- نوع فیوز (کاردی ، فشنگی)
- قابلیت محدود کنندگی جریان اتصال کوتاه (بلی / خیر)

پایداری در فیوزها

- فیوز باید به گونه ای طراحی شده باشد که در حالات گوناگون و شرایط کار طبیعی و غیر طبیعی ، موارد زیر را برآورده سازد .
- الف -** در شرایط کاری طبیعی و تحت وضعیت سرویس مشخص شده ، دمای قسمت های مختلف آن از مقادیر مشخص شده بیشتر نشود و در مشخصه زمان - جریان تعیین شده تغییر قابل توجهی ظاهر نشود .
- ب -** پایداری حرارتی در طول مدت اتصال کوتاه و همچنین در طول مدت برقراری جریان اسمی کوتاه مدت تعیین شده .
- پ -** پایداری دینامیکی در برابر قوی ترین نیروی تولید شده به وسیله حداکثر مقدار جریان اتصال کوتاه همانند فشار ضربه ای قوی که به وسیله قطع همان جریان تولید می گردد .

کلید های مینیاتوری

- کلیدهای مینیاتوری باید از نوع حرارتی-مغناطیسی باشد و بدنه آن ها استقامت حرارتی و مکانیکی کافی برای تحمل مداوم جریان نامی قید شده آن را داشته باشد
- بدنه کلیدهای مینیاتوری باید بتواند جریان اضافه بار و جریان اتصال کوتاهی را که کلید عامل حفاظتی آن است را در شرایط کاری قید شده تحمل نماید .
- درجه حفاظت کلید باید با درجه حفاظت تابلو همخوانی داشته و از درجه حفاظت تابلو نگاهد .
- محفظه دربرگیرنده جزء عمل کننده کلید باید از جنس مقاوم باشد تا در شرایط آب و هوایی نا مساعد فرسوده نشود .
- ترمینال های کلید باید به گونه ای باشد که از پراکنده شدن سیم و کابل متصل به آن جلوگیری شود .
- رزوه های پیچ ترمینال ها باید در فلز محکم شود و انتهای آچارخور پیچ ها باید گرد باشد تا از صدمه رساندن به سیم ها جلوگیری نماید .

مشخصات قابل درج بر روی بدنه کلید های مینیاتوری

الف - استاندارد ساخت

ب - جریان اسمی

پ - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

ت - دمای مرجع برای تنظیم کردن

ث - نوع کلید بر حسب جریان قطع حفاظتی آن

ج - نام سازنده یا علامت تجاری آن

چ - فرکانس نامی

ح - وظیفه کلید

دستگاه های اندازه گیری

دستگاه هایی هستند که کمیت های مختلف مورد نظر در مدار های الکتریکی را سنجیده و نتیجه را ثبت یا نمایش می دهند به دلیل اینکه آگاهی از وضعیت سیستم تا ثیر زیادی در تصمیم گیری ها دارد دستگاه های اندازه گیری از اهمیت خاصی برخوردار می باشند.

دستگاه های اندازه گیری به دو صورت به مدار مورد نظر متصل می گردد .

الف - مستقیم ب - غیرمستقیم

* در روش مستقیم ، دستگاه بدون واسطه به شبکه وصل می شود مانند ولت متر فشار ضعیف و آمپر متر تا جریان 60A .

* در روش غیر مستقیم ، دستگاه های اندازه گیری با استفاده از تجهیزات ماند ترانسفورماتور ولتاژ (PT) یا ترانسفورماتور جریان (CT) از شبکه نمونه برداری می کنند .

* در صورت استفاده از ترانسفورماتور ولتاژ یا جریان (PT یا CT) در سمت اولیه مدار ، تجهیزات اندازه گیری متصل شده به آن باید درجه بندی متناسب با مقدار طرف اولیه ترانسفورماتور را داشته باشد.

* به دستگاه های اندازه گیری نصب شده بر روی تابلو ها ، دستگاه های اندازه گیری تابلویی گویند . این دستگاه ها معمولا با کلاس یا دقت 1.5 ساخته می شوند.

* وسایل نمایشگر باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم باشد و تقریبا "هم سطح قسمت نگهدارنده که ضخامت آن 2mm است ، نصب شود .

* وسایل نمایشگر باید دارای زمینه سفید رنگ بوده و علامت گذاری ها و درجه بندی، نشانگر آن به رنگ سیاه باشد .

* وسایل نمایشگر باید دارای پیچ تنظیم برای صفر کردن باشد و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با $\pm 1\%$ باشد .

* آمپر مترها باید مطابق جریان اولیه ترانس جریان مدرج شده باشند .

* ولت مترها باید دارای دامنه 1 تا 500 ولت باشد .

* کلید ولت متر باید از نوع گردان 7 حالت با کنتاکت های نگهدارنده ، و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت گذاری شده باشد و برای نصب روی ورقه دو میلیمتری مناسب باشد و علامت ها باید به یکی از دو شکل زیر باشد :

استاندارد VDE 0 ، T-S ، R-T ، R-S ، T ، S ، R

استاندارد IEC 0 ، L₂-L₃ ، L₁-L₃ ، L₁-L₂ ، L₃N ، L₂N ، L₁N

* لامپ های نمایشگر باید از نوع تابلویی و دارای مصرف کم بوده و برای نصب بر روی تابلو مورد نظر مناسب باشد .

* کلاهک رنگی روی لامپ ها نباید با گرمای لامپ تغییر شک و یا تغییر رنگ دهد .

انواع دستگاه اندازه گیری قابل نصب در تابلوها :

- (۱) **ولت متر (آنالوگ یا عقربه ای و دیجیتال)** : در مدار به صورت موازی قرار می گیرد .
- (۲) **آمپر متر (آنالوگ و دیجیتال)** : به صورت سری در مسیر جریان مصرف کننده قرار می گیرد .
- (۳) **فرکانس متر (آنالوگ و دیجیتال)** : به صورت موازی به مدار وصل می شود .
- (۴) **کسینوس فی متر (آنالوگ و دیجیتال)** : نحوه اتصال آن به مدار به صورت سری و موازی می باشد.
- (۵) **وات متر (آنالوگ و دیجیتال)** : نحوه اتصال آن به مدار به صورت سری و موازی می باشد.
- (۶) **کتور تکفاز و سه فاز (آنالوگ و دیجیتال)** : نحوه اتصال کنتور در مدار به صورت سری و موازی می باشد.

ترانس های جریان (CT)

آمپر متر بر مبنای شدت جریان عبوری از مدار با حدود 20% اضافه جریان انتخاب میشود. در مدار های فشار ضعیف تا شدت جریان 60A ، آمپر متر مستقیماً در مسیر جریان مصرف کننده قرار می گیرد. برای اندازه گیری شدت جریان های بیش از این مقدار ابتدا جریان توسط ترانسفورماتور به جریان کمتر تبدیل شده تا آمپر متر قادر به اندازه گیری آن باشد. در این صورت مقدار جریانی را که آمپر متر نشان می دهد را باید در ضریب تبدیل ترانس ضرب نمود تا مقدار واقعی جریان بدست آید. (درجه بندی این نوع آمپر مترها بر اساس شدت جریان اولیه مدار بوده و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان در مشخصات آمپر متر درج می گردد.)

- ترانسفورماتورهای جریان باید مطابق مشخصات ذکر شده در آخرین نشریه استاندارد IEC 185 طراحی ، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد .
- ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار عادی ، تحت شرایط مشخص شده مناسب باشد .
- ترانسفورماتورهای جریان باید به منظور نصب در تابلوهای تمام بسته فلزی به صورت یکپارچه ریخته شده و به شکل مناسب ساخته شوند و دارای تحمل الکتریکی و مکانیکی زیاد بوده و در برابر قوس الکتریکی و درجه حرارت ، مقاومت زیادی داشته باشند .
- ترانسفورماتورهای جریان نباید به نگهداری نیاز داشته باشند لذا باید تمام اجزائی از ترانس که در معرض هوا قرار می گیرند جهت مقاومت در برابر خوردگی ، از مواد ضد خوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشند .

- ترمینال اولیه ترانس های جریان باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و پیچ های اتصال با اندازه مناسب برای اتصال به هادی مسی تا 4 میلیمتر مربع مجهز باشد .
- مجموعه ترانسفورماتورهای جریان باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت مکانیکی کافی ثابت گردد . و باید بتوان آن ها را توسط 4 عدد پیچ در هر وضعیت مطلوبی نصب کرد .
- یک پلاک ضد زنگ ، که شامل اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 185 و نشانگر دیاگرام اتصالات به صورت پاک نشدنی ، باشد باید در یک مکان قابل دید روی ترانسفورماتور جریان نصب گردد .
- روش علامت گذاری ترمینال ها باید مطابق استاندارد IEC 185 باشد .

پارامترهای قابل توجه در انتخاب دستگاه های اندازه گیری :

- ۱ - کلاس دقت دستگاه (1.5 و در صورت لزوم 1)
- ۲ - ولتاژ تست دستگاه (مثلاً" برای کار در ولتاژ 40 الی 600 ولت ، ولتاژ تست 2000 ولت)
- ۳ - کمیت مورد سنجش
- ۴ - وضعیت نصب دستگاه - نحوه نصب دستگاه اندازه گیری معمولاً بر روی صفحه آن به صورت زیر ثبت می شود .



نصب دستگاه به صورت افقی



نصب دستگاه به صورت عمودی



نصب دستگاه به صورت مایل

تحت زاویه α

- ۵ - ابعاد دستگاه (مثلاً 72×72 یا 96×96 میلی متر مربع)
- ۶ - نصب مستقیم دستگاه در مدار و یا نصب دستگاه به کمک ترانس جریان یا ترانس ولتاژ
- ۷ - میزان توان اندازه گیری دستگاه در سیستم های با دقت اندازه گیری بالا

مشخصات درج شده بر روی پلاک تابلوها

نام یا علامت تجاری سازنده
 علامت مشخص کننده نوع تابلو
 نوع جریان
 ولتاژ اسمی کار
 ولتاژ اسمی عایق بندی
 ولتاژ و جریان اسمی مدارات فرعی
 محدودیت و شرایط کاربرد
 ایستادگی در برابر اتصال کوتاه
 درجه حفاظت تابلو و افراد
 ابعاد تابلو

آزمایش تابلوهای فشار ضعیف

➤ کلیه تابلوهای فشار ضعیف باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه اندازی ، در زمینه های زیر مورد آزمایش قرار گیرند .

خواص دی الکتریک

افزایش دما

ایستادگی در برابر اتصال کوتاه

پیوستگی مدارهای حفاظتی

فواصل هوایی و خزشی

نحوه کار اجزای مکانیکی

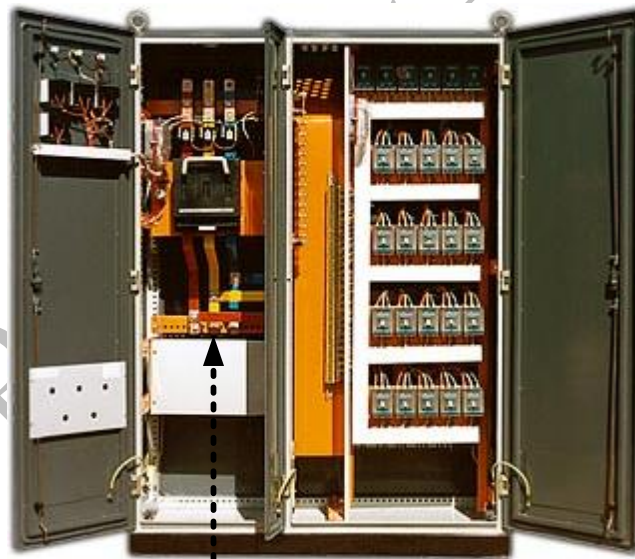
درجه حرارت

تصاویری از انواع تابلوهای توزیع ، فرمان و تابلوی اصلاح ضریب قدرت



شینه کشی عمودی واقع در سطح عمودی تابلو

تابلو توزیع



شینه کشی عمودی واقع در سطح عمودی تابلو

تابلو توزیع



شینه کثی عمودی واقع
در سطح عمدی تابلو

تابلو برگردان و کنترل اتوماتیک ژنراتور



دو نمونه تابلو اصلاح ضریب قدرت

تهیه و تنظیم : مهندس مرتضی اقبال هنرآموز هنرستان شهید اندرزگو منطقه 5
آموزش و پرورش شهر تهران



تابلو های حفاظت و کنترل



کلید های اصلی

تابلو توزیع



تابلو توزیع فشار متوسط



یک نمونه از چیدمان وسایل و تجهیزات داخل تابلو



نمونه ای از کلید - فیوز نصب شده در تابلو توزیع برق



نمونه هایی از تابلو های توزیع و فرمان ایستاده

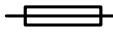




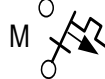
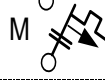
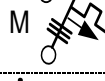









Residential - Ground - Transformer

MORTEZA - EGHBAL

علایم اختصاری

➤ نشانه های ترسیمی الکتریکی (علائم اختصاری) برای وسایل تابلوهای فشار ضعیف در جدول زیر (جدول ۳) رسم شده است .

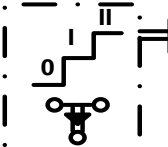
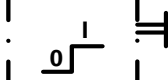
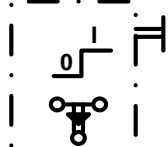
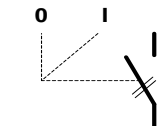
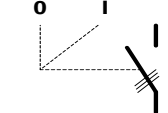
| نشانه | شرح و مشخصات |
|---|---|
|  | فیوز بطور کلی |
|  | فیوز با نشانه سمت شبکه |
|  | فیوز ظرفیت |
|  | فیوز آتن |
|  | فیوز فشنگی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد) |
|  | فیوز چاقوئی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد) |
|  | کلید مینیاتوری تک پل |
|  | کلید مینیاتوری دو پل |
|  | کلید مینیاتوری سه پل |
|  | کلید FI |
|  | کلید حفاظت در برابر کمبود ولتاژ |
|  | حذف کننده اضافه ولتاژ |
|  | کلید حفاظت خط تک فاز |
|  | کلید حفاظت خط سه فاز |
|  | کلید جدا کننده (سکسیونر) |
|  | کلید جدا کننده فیوز دار |
|  | کلید بار |
|  | کلید قدرت |

| | |
|--|---|
| | جدا کننده قدرت |
| | کلید گردان تابلویی تک پل |
| | کلید گردان تابلویی سه پل |
| | کلید چاقویی یک طرفه تابلویی دسته رکابی سه پل |
| | کلید فیوز تابلویی سه پل |
| | کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده حرارتی و اضافه جریان |
| | کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده اضافه جریان |
| | کلید اتوماتیک ستاره مثلث |
| | کنتاکتور خشک سه پل |
| | کنتاکت فرمان رله حرارتی (بی متال) |
| | چراغ سیگنال تابلویی به قطر 30.5 و یا 22.5mm |
| | دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل ، نوع تابلویی و یا جعبه پلاستیکی |
| | دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل ، نوع تابلویی و یا چراغ سیگنال |
| | کنتور اکتیو |
| | کنتور راکتیو |
| | ساعت فرمان |
| | آمپر متر |
| | ولت متر |
| | کسینوس فی متر (COSφ متر) |
| | فرکانس متر |

| | |
|--|---|
| | دستگاه اندازه گیر چند منظوره |
| | پل اندازه گیر مقاومت |
| | کلید حسگر |
| | تقویت کننده |
| | ترانس جریان نوع عبوری (خطوط ، نشان دهنده تعداد می باشد) |
| | کلید تبدیل ولت متر |
| | کلید تبدیل آمپر متر |
| | کلید گردان تابلویی تک پل سه حالت: خودکار- خاموش - دستی |
| | دستگاه فتوالکترونیک سل جهت فرمان روشنایی محوطه |
| | دایمر |
| | کلید مخصوص بین شمش های تابلوهای اصلی |
| | رله ثانوی فرمان |
| | اتصال نول در تابلو |
| | اتصال زمین در تابلو |
| | مولد برق یا ژنراتور |
| | موتور الکتریکی |
| | فریزر |
| | یخچال |
| | اجاق برقی |
| | آبگرمکن برقی |
| | ماشین لباسشویی |
| | لباس خشک کن |

| | |
|--|------------------------------|
| | ماشین ظرفشویی |
| | سرخ کن |
| | فر |
| | دستگاه تهویه مطبوع |
| | بخاری برقی |
| | بادبزن یا ونتیلاتور |
| | ساعت اصلی |
| | ساعت فرعی |
| | ساعت کلید دار |
| | یکسوساز یا رکتیفایر |
| | لامپ مهتابی یا فلورسنت |
| | لامپ رشته ای |
| | لامپ احتیاط |
| | چراغ خطر |
| | لامپ با کلید سرخود |
| | لامپ دو کنتاکت |
| | روشنائی با منعکس کننده |
| | پریرز ساده تک فاز |
| | پریرز با کنتاکت محافظ تک فاز |
| | پریرز دوبل با کنتاکت محافظ |
| | پریرز سه فاز با کنتاکت محافظ |
| | بوق |
| | آژیر |
| | گوشی |
| | بلند گو |
| | میکروفون یا دهنی |

| | |
|-----------|---|
| | <p>دربازکن</p> |
| | <p>زنگ از نوع چکشی</p> |
| | <p>بیزر یا ویبراتور</p> |
| | <p>زنگ اخبار به طور کلی</p> |
| | <p>زنگ اخبار جریان متناوب</p> |
| | <p>ترانسفورماتور زنگ اخبار</p> |
| | <p>گیرنده رادیو</p> |
| | <p>گیرنده تلویزیون</p> |
| | <p>سیم کشی روکار</p> |
| | <p>سیم کشی توکار (داخل قشر گچ) با سیم های زیر گچی</p> |
| | <p>سیم کشی توکار (داخل کانال)</p> |
| <p>L</p> | <p>سیم فاز</p> |
| <p>N</p> | <p>سیم نول</p> |
| <p>PE</p> | <p>سیم ارت یا زمین</p> |
| | <p>سیم سیگنال یا سیم مدارات خبری</p> |
| | <p>سیم عایق شده در لوله (نوع لوله نیز می تواند ذکر شود)</p> |
| | <p>تابلو توزیع یا تابلو برق فرعی</p> |
| | <p>تابلو برق اصلی و نیم اصلی</p> |
| | <p>کلید دستی چپ گرد - راست گرد سه فاز نوع غلطکی</p> |
| | <p>کلید دستی چپ گرد - راست گرد سه فاز نوع زبانه ای</p> |
| | <p>کلید دستی ستاره - مثلث نوع غلطکی</p> |
| | <p>کلید دستی ستاره - مثلث نوع زبانه ای</p> |
| | <p>کلید دالاندر نوع غلطکی</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>کلید دالاندر نوع زبانه ای</p> |
|  | <p>کلید OI غلطکی (که به صورت تک فاز و سه فاز موجود است)</p> |
|  | <p>کلید OI زبانه ای (که به صورت تک فاز و سه فاز موجود است)</p> |
|  | <p>کلید چاقوئی یا اهرمی تک فاز</p> |
|  | <p>کلید چاقوئی یا اهرمی سه فاز</p> |

MORTEZA - EGHIBAL

فصل سوم

تابلوهای برق داخل ساختمان

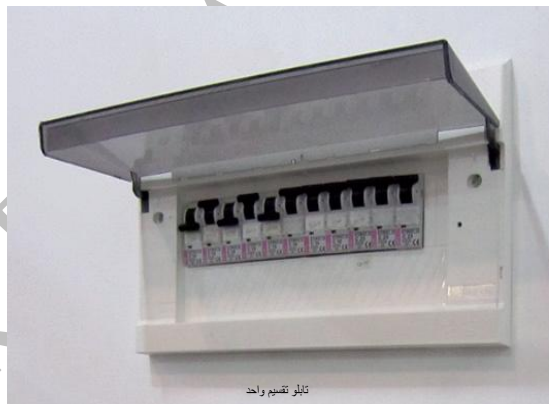
برای تامین و توزیع برق مورد نیاز جهت مصارف روشنایی و پریزها در یک ساختمان از تابلوی برق استفاده می شود . تابلوهای برق داخل ساختمان ها با توجه به خواسته شرکت برق و نوع ساخت وسازها به سه دسته تقسیم می شوند که عبارتند از :

- 1- تابلو تقسیم واحد
- 2- تابلو عمومی
- 3- تابلو اصلی یا تابلو کنتور

۱- تابلو تقسیم واحد (DP) :

Distribution Panel

* از این تابلو برای تغذیه مدارهای روشنایی و پریزها و سایر مصارف واحد مسکونی استفاده می شود .



- * تابلو تقسیم واحد را با حروف اختصاری DP نشان می دهند .
- * محل نصب تابلوی تقسیم واحد در داخل واحد های آپارتمان (معمولاً در آشپزخانه و یا در ورودی واحد) است .
- * امروزه تابلو تقسیم واحد جایگزین جعبه تقسیم هایی شده که قبلاً در ساختمان ها از آن ها استفاده می شد .
- * در صورت استفاده از تابلو تقسیم واحد سیم کشی مدارات روشنایی ، پریزها و سیستم های خبری کاملاً از هم جدا بوده و جداگانه خط بندی و فیوز بندی می شوند و این از محاسن این سیستم است زیرا در صورت بروز خطا و اتصالی تنها مسیری که دچار

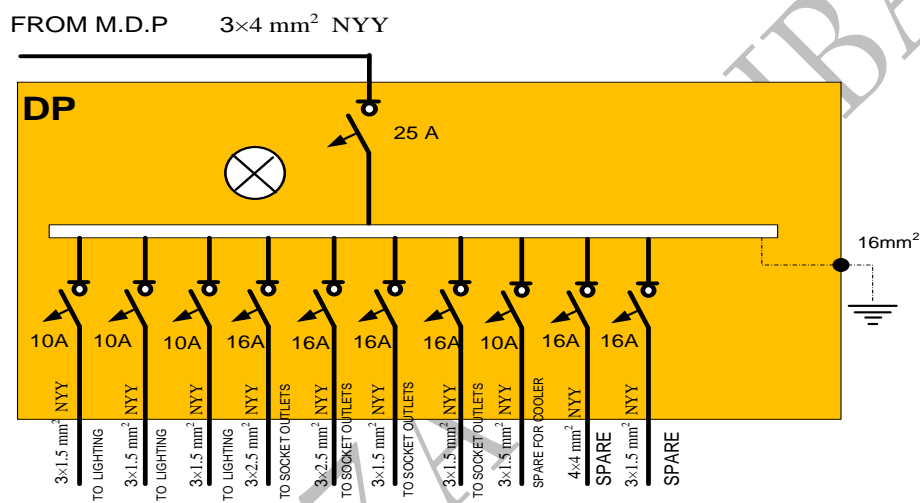
- اتصال و خطا شده است از مدار خارج شده و بقیه مدارها همچنان در مدار باقی می مانند .
- * تغذیه تابلو تقسیم واحد از طریق یک کابل $3 \times 4 \text{mm}^2$ (سه رشته که سطح مقطع هر رشته 4mm^2 بوده که شامل سیم فاز ، سیم نول و سیم ارت می باشد) صورت می گیرد .
 - * در تابلو تقسیم واحد از یک فیوز مینیاتوری اصلی و تعدادی فیوز مینیاتوری دیگر جهت تغذیه خطوط قرار می گیرد . که سیم فاز ورودی پس از عبور از فیوز مینیاتوری اصلی ، وارد فیوزهای مینیاتوری خطوط می شود . برای خطوط روشنایی فیوز مینیاتوری از نوع تندکار B و برای پریزها از مینیاتوری کندکار C استفاده می شود . فیوز مینیاتوری اصلی تابلو نیز باید از نوع کندکار C و با آمپراژ بالاتر از آمپر مینیاتوری های خطوط باشد .
 - * بهتر است در هر تابلو تقسیم واحد از یک کلید محافظ جان (MCCB) یا کلید خطای جریان FI نیز استفاده کرد .
 - * معمولاً این تابلو ها دارای یک لامپ سیگنال برای نشان دادن وجود یا عدم وجود برق در تابلو هستند .



تابلو تقسیم واحد همراه با لامپ سیگنال

- * هر خط خروجی تابلو تقسیم واحد دارای سه سیم فاز ، سیم نول و سیم ارت می باشد و باید نوع خط (روشنایی یا پریز و با) بر روی آن نوشته شود .
- * سطح مقطع سیم های خروجی برای خطوط روشنایی 2.5mm^2 و برای پریزها 1.5mm^2 می باشد .
- * مقدار جریان مجاز فیوزها برای مدارهای روشنایی 10A و برای پریزها 16A در نظر گرفته می شود .
- * برای مصرف کننده های خاص مثل کولر باید خط جداگانه در نظر گرفته شود و سطح مقطع سیم و فیوز مورد نیاز با توجه به توان مصرف کننده انتخاب شود .

- * در هر تابلو تقسیم باید چند خط به عنوان رزرو در نظر گرفته شود تا در صورت بروز مشکل در سایر خطوط و یا تغییرات احتمالی در ساختمان بتوان از این خطوط استفاده کرد .
- * با توجه به اینکه امتیاز برق واگذار شده به هر واحد مسکونی توسط شرکت برق ، 25A تحت ولتاژ 220V است لذا حداکثر توان درخواستی برای تابلو تقسیم هر واحد مسکونی 5KW با فرض $\text{COS}\phi=0.9$ می باشد .
- * شکل زیر یک نمونه تابلو تقسیم واحد را نشان می دهد .



۲ - تابلو عمومی (GP) :

Genral Panel

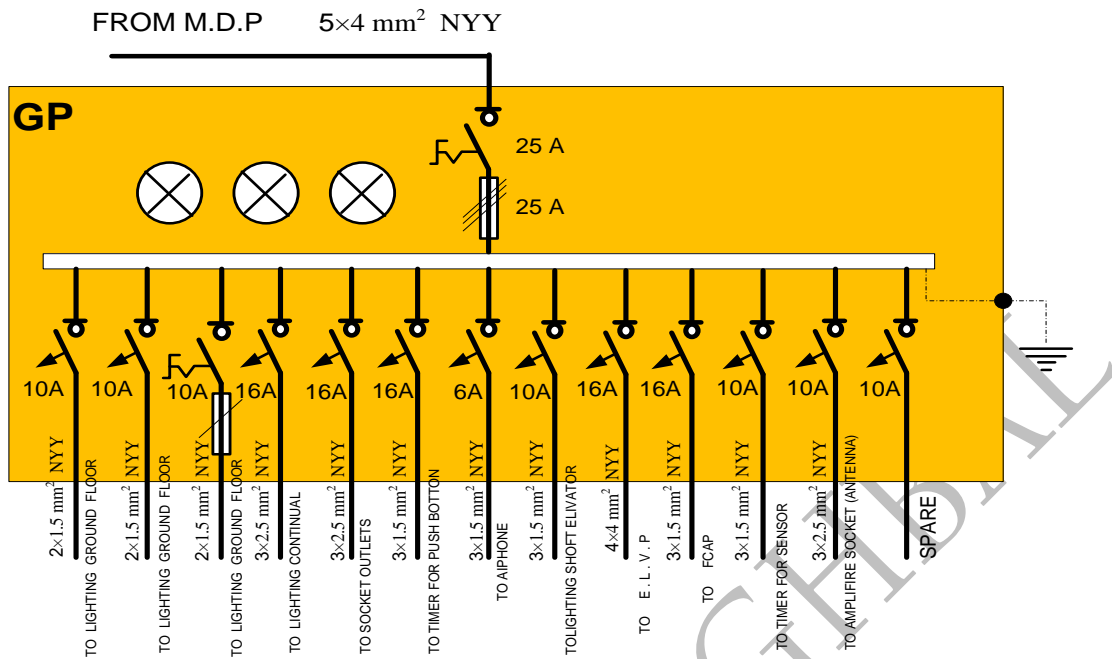
در داخل یک ساختمان آپارتمانی فضاهایی وجود دارد که همه ساکنین از این فضاها به صورت مشترک استفاده می کنند(مانند : پارکینگ ، راه پله ها ، حیاط و پشت بام) لذا برق رسانی به این فضاها از تابلوی جداگانه ای استفاده می شود که به آن تابلو عمومی گویند .تابلو عمومی دارای مشخصات زیر است :

- * تابلو عمومی را با حروف اختصاری GP نشان می دهند .
- * تابلو عمومی باید در جایی نصب شود که قابل دسترس باشد که معمولاً آن را در پیلوت نصب می کنند .
- * کابل ورودی این تابلو از نوع 380/220V $5 \times 4 \text{mm}^2$ NYY استفاده می شود .

- * کابل اصلی پس از ورود به این تابلو به یک کلید OI گردان یا سلکتوری متصل می شود تا توسط آن بتوان برق تابلو را قطع یا وصل نمود . سیم های فاز پس از عبور از کلید گردان OI وارد سه عدد فیوز فشنگی می شود که جریان نامی این فیوزها براساس مقدار مصرف تابلو محاسبه و انتخاب می گردند .
- * برای نشان دادن وجود برق در تابلو از سه عدد لامپ سیگنال استفاده می شود .
- * خروجی این تابلو دارای چندین خط جداگانه برای روشنایی و تغذیه پریزها می باشد .
- برای خطوط روشنایی از سیم با مقطع 1.5mm^2 و فیوز حفاظتی 10 آمپری و برای پریزها از سیم با مقطع 2.5mm^2 و فیوز 16 آمپری استفاده می شود .
- * در این تابلو برای آیفون ، سیستم اعلام حریق و آنتن مرکزی خطوط جداگانه در نظر گرفته می شود .
- * در این تابلو همچنین چند خط رزرو نیز باید پیش بینی شود تا در صورت نیاز بتوان از آن ها استفاده کرد .
- * در صورتی که ساختمان دارای آسانسور و یا موتورخانه برای سیستم های سرمایشی و گرمایشی باشد تابلو GP باید از نوع سه فاز بوده و یک خط سه فاز جهت تغذیه تابلو آسانسور در خروجی تابلو GP در نظر گرفته شود . (سایز کابل خروجی از تابلو عمومی به سمت تابلو آسانسور از نوع $\text{NYY } 4 \times 4\text{mm}^2$ می باشد که فیوز حفاظتی سرراه آن باید 16 آمپری باشد .)
- * شکل زیر یک نمونه تابلو عمومی را نشان می دهد .



* شکل زیر نقشه یک نوع تابلو عمومی را نشان می دهد .



۳ - تابلو اصلی یا تابلو کنتور (MDP) :

Main Distribution Panel

کابل اصلی برق پس از ورود به ساختمان وارد تابلویی می شود که این تابلو برق تمامی واحدها و همچنین برق فضاهای اشتراکی را تامین می کند ، به این تابلو ، تابلو اصلی یا تابلو کنتور گویند

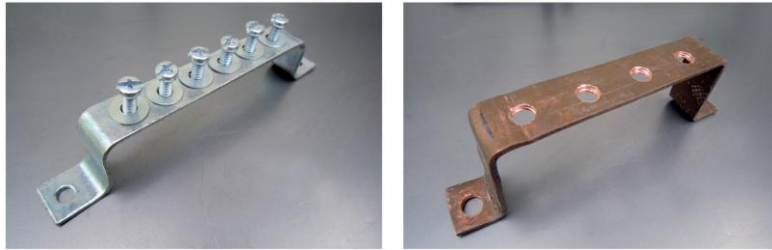


- * این تابلو در ورودی ساختمان نصب می گردد و بعضاً " مورد بازدید مامورین شرکت برق قرار می گیرد .
- * تابلو اصلی را با حروف اختصاری MDP نشان می دهند .
- * تابلو اصلی یا تابلو کنتور دارای برق سه فاز است و توسط یک کابل به مشخصات $3 \times 10 \text{mm}^2 + 1 \times 6 \text{mm}^2$ NY Y تغذیه می شود .
- * در داخل این تابلو از یک کلید فیوز از نوع قابل قطع در زیر بار استفاده می شود و محل نصب آن در منتهی الیه پایین تابلو و در محلی است که کابل اصلی وارد تابلو می شود . یعنی فازها پس از ورود به تابلو به کلید فیوز متصل می شوند .

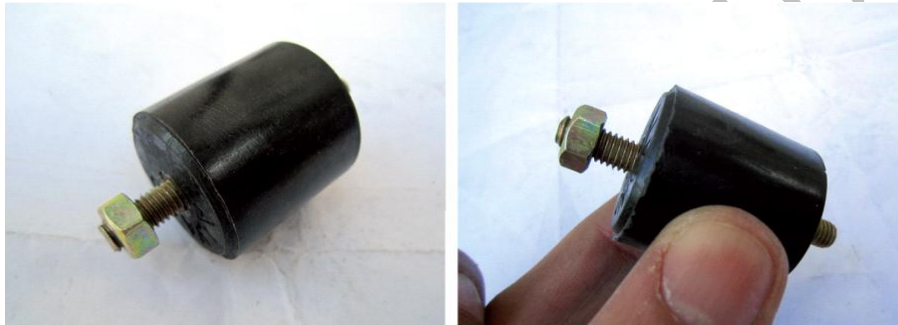


- * در تابلو اصلی به خاطر استفاده زیاد و انشعابات متعدد برای هر یک از فازها از تسمه های مسی به نام شینه استفاده می شود در این صورت سه فاز پس از عبور از کلید فیوز به سه شین اختصاص داده شده به فازها نصب می شوند . (البته بعضاً " به جای شینه از ترمینال های مخصوص استفاده می شود .)

* همچنین برای سیم نول و سیم ارت از شینه مسی یا آلومینیومی به شکل زیر استفاده می شود. که البته شینه مربوط به سیم نول و همچنین شینه های مربوط به سه فاز بر روی پایه های عایق به نام مقره (Isolator) نصب می شوند. جنس این مقره ها از پلاستیک و یا چینی است.



شینه مسی یا آلومینیومی مربوط به سیم نول و سیم ارت



یک نمونه پایه یا مقره پلاستیکی

* ابعاد شینه ها بستگی به تعداد انشعابات و میزان جریانی که باید از آن ها عبور کند دارد.

* شینه مربوط به اتصال زمین باید به بدنه فلزی تابلو و درب های آن متصل شود برای این کار از سیم های مسی بافته شده مطابق شکل زیر استفاده می شود.



* در تابلو اصلی کنتورها نصب می شوند و تعداد کنتورها در هر تابلو اصلی با توجه به تعداد واحدها بعلاوه یک تابلو مربوط به فضاهای اشتراکی بدست می آید. مثلا برای یک ساختمان 4 طبقه که در هر طبقه یک واحد آپارتمان قرار دارد به یک تابلو اصلی با 5

کنتور نیاز است که یکی از این کنتورها مختص فضاهاى اشتراکى و چهار کنتور دیگر مربوط به چهار واحد آپارتمان می باشد .

* مصرف برق همه واحدها در تابلو کنتور باید به طور مساوى بر روی فازهای

L1 , L2 , L3 تقسیم شده و نام فاز در کنار هر خط نوشته شود.

* کنتور مربوط به واحدها از نوع تک فاز بوده و برق ورودى آن ها توسط سیم یا کابل از

شینه ها که به خروجى کلید فیوز متصل هستند تامین می شود .

* در خروجى هر کنتور می توان از یک کلید محافظ جان نیز استفاده نمود و سپس

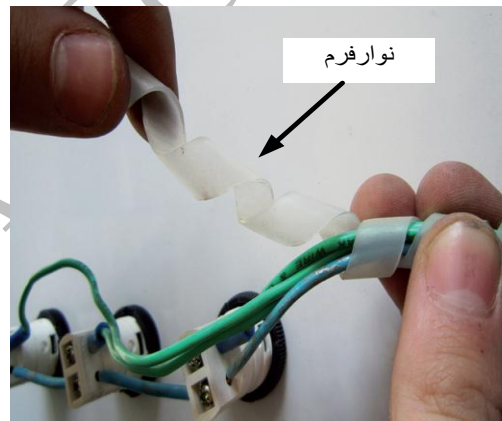
خروجى این کلید را به تابلو تقسیم واحد مربوطه متصل نمود .

* اگر ساختمان دارای آسانسور یا موتورخانه باشد تابلو اشتراکى از نوع سه فاز و در غیر

این صورت از نوع تک فاز می باشد .

* برای اینکه سیم کشى داخل این تابلو ها به طور منظم انجام شود از داکت و در بعضى

موارد خاص از کمر بند های پلاستیکى یا بست های کمر بندى استفاده می شود.



* بر روی درب تابلو های اصلی معمولاً " سه عدد لامپ سیگنال نصب می شود تا وجود

برق در تابلو را نشان دهد .



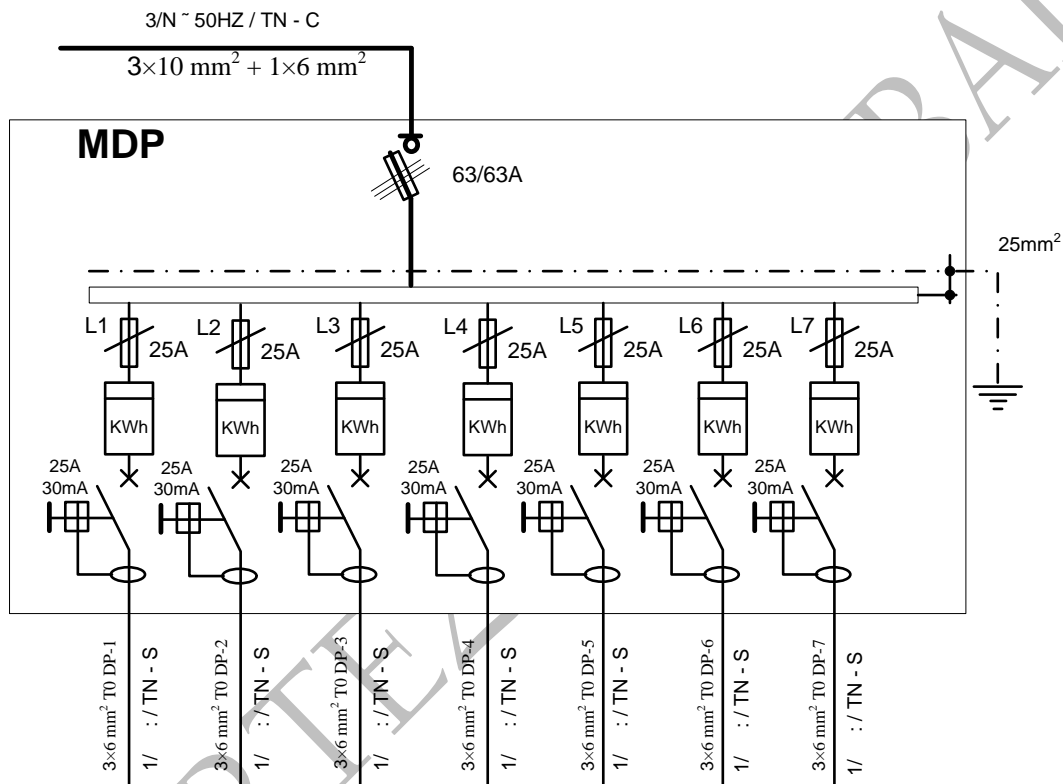
* یک تابلو اصلی یا تابلو کنتور به سه قسمت تقسیم می شود :

۱ - قسمت مربوط به ورود کابل اصلی و عبور از کلید فیوز و فیوزهای مینیاتوری اصلی

۲ - محل نصب کنتورها

۳ - بخش خروجی که مربوط به مینیاتوری های خروجی تابلو می باشد .

* شکل زیر نقشه یک نمونه تابلو اصلی را نشان می دهد :



طراحی و محاسبه تابلوهای توزیع روشنایی

در طراحی و نصب تابلو توزیع یا تابلو فیوز برای یک ساختمان ، نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

- * برای هر انشعاب با توجه به مقدار جریان هر مسیر ، فیوز مناسبی باید نصب گردد .
- * تابلو فیوز با توجه به بار کلی ساختمان می تواند تک فاز یا سه فاز باشد .
- * محل نصب تابلو فیوز باید طوری باشد که از نظر ایمنی ، دسترسی به آن به راحتی امکان پذیر باشد تادر موقع بروز حادثه احتمالی بتوان سریعاً برق را قطع کرد .
- * تابلو توزیع از نظر ابعاد باید علاوه بر گنجایش فیوزها و متعلقات مورد نظر ، دارای ظرفیت لازم نیز باشد .

- * تابلو توزیع بهتر است به کلید و فیوز اصلی نیز مجهز باشد تا در موقع لزوم بتوان تمام مدارها را قطع و یا فیوزهای معیوب را تعویض نمود .
- * تابلو توزیع باید ترمینال هائی برای سیم های نول و اتصال زمین داشته باشد .
- * جنس تابلو توزیع می تواند از پلاستیک ، سخت یا کائوچو و یا فلز باشد که با توجه به نوع لوله کاری انتخاب می شود .
- * ظرفیت جریان دهی تابلوی برق باید 3 برابر جریان نامی موتور باشد تا توانائی تامین جریان راه اندازی موتور را داشته باشد .

محاسبات مربوط به انتخاب سطح مقطع سیم و انتخاب فیوز مناسب

در این فصل با جداول استاندارد مقاطع مختلف سیم ها همراه با جریان مجاز و فیوز محافظ آن ها و محاسبات مربوط به انتخاب سیم و فیوز هر انشعاب با توجه به نوع نصب و افت و لتاژ مجاز و همچنین محاسبات مربوط به یک تابلو فیوز آشنا می شویم .

مفاهیم اساسی :

- * با عبور جریان الکتریکی از سیم ها ، باعث ایجاد حرارت و گرم شدن آن ها می شود . اگر درجه حرارت بیش از حد مجاز شود موجب خرابی آن ها می شود .
- * عایق سیم ها معمولا " PVC بوده و حداکثر حرارت مجاز آن ها 70°C است . لذا لازم است با توجه به شرایط نصب و حداکثر دمای محیط ، سیمی با سطح مقطع مناسب انتخاب شود تا باعث خرابی عایق سیم و اتصالی بین آن ها نشود .
- * سیم های الکتریکی معمولا " با سطح مقطع استاندارد توسط سازندگان ساخته می شود که عبارتند از :
 $0.75, 1, 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 50, 70, 95, \dots \text{mm}^2$
- * در سیم کشی ساختمان از سیم های مسی عایق دار استفاده می شود و توصیه می شود حداقل سطح مقطع آن ها از 1.5mm^2 کمتر نباشد .
- * سیم های عایق دار با توجه به وضعیت نصب آن ها به سه دسته تقسیم می شوند :
گروه 1) سیم های داخل لوله که تعداد آن ها در هر لوله یک تا سه سیم در نظر گرفته شده است .

گروه 2) سیم های دولا یا سه لا که آزادانه در هوا کشیده می شوند و معمولا " برای مصرف کننده های سیار به کار می روند .

گروه 3) تعدادی سیم یک لا که آزادانه در هوا کشیده می شود و فاصله بین سیم های مجاور حداقل برابر قطر سیم است .

* جدول زیر (جدول 3) ، جریان مجاز و فیوز استاندارد برای جلوگیری از عبور بیش از حد مجاز را نشان می دهد . این جدول برای حداکثر دمای 25°C (دمای محیط) محاسبه شده است .

| سطح مقطع سیم mm^2 | گروه 1 | | گروه 2 | | گروه 3 | |
|----------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | جریان مجاز سیم A | جریان نامی فیوز A | جریان مجاز سیم A | جریان نامی فیوز A | جریان مجاز سیم A | جریان نامی فیوز A |
| 0.75 | - | - | 13 | 10 | 16 | 16 |
| 1 | 12 | 10 | 16 | 16 | 20 | 20 |
| 1.5 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 25 |
| 2.5 | 21 | 20 | 27 | 25 | 34 | 35 |
| 4 | 27 | 25 | 36 | 35 | 45 | 50 |
| 6 | 35 | 35 | 47 | 50 | 57 | 63 |
| 10 | 48 | 50 | 65 | 63 | 78 | 80 |
| 16 | 65 | 63 | 87 | 80 | 104 | 100 |
| 25 | 88 | 80 | 115 | 100 | 137 | 125 |
| 35 | 110 | 100 | 143 | 125 | 168 | 160 |
| 50 | 140 | 125 | 178 | 160 | 210 | 200 |
| 70 | 175 | 160 | 220 | 225 | 260 | 250 |
| 95 | 210 | 200 | 265 | 250 | 310 | 300 |
| 120 | 250 | 250 | 310 | 300 | 365 | 350 |
| 150 | - | - | 355 | 350 | 415 | 425 |

جدول 3) مشخصات سیم های استاندارد همراه با جریان مجاز و جریان فیوز مناسب

* اگر دمای محیط از 25°C بیشتر شود باید مقادیر جدول 1 را در ضریبی که از جدول 2 به دست می آید ضرب کرد تا جریان مجاز سیم و جریان نامی فیوز محافظ سیم تصحیح شود . به این ضریب ضریب تصحیح گویند .

| درجه حرارت محیط $^{\circ}\text{C}$ | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
|------------------------------------|-----|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|
| ضریب تصحیح | 1/2 | 1/15 | 1/10 | 1/05 | 1 | 0/92 | 0/85 | 0/75 | 0/65 | 0/53 | 0/38 |

* عواملی که در انتخاب سطح مقطع سیم تاثیر دارند عبارتند از :

- ۱ - جریان عبوری از مصرف کننده
- ۲ - دمای محیط
- ۳ - افت ولتاژ ایجاد شده در سیم
- ۴ - طول سیم
- ۵ - جنس سیم
- ۶ - نوع مصرف کننده (ضریب قدرت مدار)

* افت ولتاژ درون سیم ها باعث می شود که ولتاژ دوسر مصرف کننده از مقدار مجاز کمتر شده که این امر موجب بد کار کردن یا سوختن مصرف کننده می شود. لذا باید در محاسبه سطح مقطع سیم درصد افت ولتاژ را لحاظ کرد .

* مقدار افت ولتاژ مجاز طبق مقررات اتحادیه تولید کنندگان نیروی برق (EVU) برای محل های مختلف به صورت زیر تعیین شده است :

| | |
|------|----------------------------------|
| 0.5% | درسیم های بین شبکه و کنتور منزل |
| 1.5% | درسیم های بین کنتور و وسایل برقی |
| 3% | در سیم های بین کنتور و موتورها |

درصد افت ولتاژ برای محل های مختلف در ساختمان

* افت ولتاژ را در یک مدار نمی توان به طور کلی از بین برد ولی می توان تا حد معینی آن را کنترل نمود . که در این صورت به این افت ولتاژ افت ولتاژ مجاز گویند. و آن را با α نشان می دهند .

$$\alpha = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

$$\Delta U = 2R I \cos \theta$$

ΔU : افت ولتاژ در مدار

U : ولتاژ مدار

$2R$: مقاومت سیم رفت و برگشت در مدار تک فاز

I : جریان عبوری از مدار

$\cos \theta$: ضریب قدرت مدار (که مقدار آن برای مصرف کننده های اهمی برابر 1 است .)

α : افت ولتاژ مجاز

* سطح مقطع سیم در شبکه تک فاز از رابطه زیر بدست می آید :

$$A = \frac{200\rho LI \cos\phi}{\alpha U}$$

$\cos\phi$: ضریب قدرت مدار (که مقدار آن برای مصرف کننده های اهمی برابر 1 است .)

ρ : مقاومت مخصوص بر حسب $\Omega.M$

I : جریان عبوری از مدار بر حسب آمپر

U : ولتاژ مدار بر حسب ولت

α : افت ولتاژ مجاز

L : طول سیم یا طول مسیر بر حسب m

A : سطح مقطع سیم بر حسب m^2



مثال (اگر يك مصرف کننده تک فاز با جریان مصرفی $16.23 A$ و ضریب قدرت 0.7 توسط سیمی با مقاومت مخصوص 2.064×10^{-8} اهم متر و به طول 20 متر از منبع تغذیه 220 ولتی تغذیه شود ، حساب کنید

الف - سطح مقطع سیم مورد نیاز را تا افت ولتاژ از 3 درصد بیشتر نشود ؟

ب - اگر دمای محیط $45^{\circ}C$ برسد ، سطح مقطع مناسب سیم چقدر باید باشد ؟

جواب قسمت الف)

$$A = \frac{200\rho LI \cos\phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 16.23 \times 20 \times 0.7}{3 \times 220}$$

$$A = 1.42 \times 10^{-6} m^2 = 1.42 \times 10^{-6} \times 10^6 = 1.42 mm^2$$

بنابراین ، باید از سیم استاندارد $1.5 mm^2$ استفاده کنیم . که البته برای اطمینان بیشتر توصیه می شود از سیمی با سایز بزرگتر یعنی سیم $2.5 mm^2$ استفاده شود .

جواب قسمت ب)

با مراجعه به جدول 1 جریان مجاز سیم $1.5 mm^2$ برابر $16 V$ آمپر و جریان مجاز سیم $2.5 mm^2$ برابر 21 آمپر است . همچنین با توجه به دمای محیط که $45^{\circ}C$ فرض شده ، از جدول 2 ضریب تصحیح که برابر 0.65 است ر استخراج می کنیم . در اینصورت جریان مجاز سیم مسی $1.5 mm^2$ و جریان مجاز سیم $2.5 mm^2$ برابر خواهند بود با :

$$16 \times 0.65 = 10.4 A \quad (\text{جریان مجاز سیم } 1.5 mm^2)$$

$$21 \times 0.65 = 13.65 A \quad (\text{جریان مجاز سیم } 2.5 mm^2)$$

لذا هیچ یک از دو سیم فوق مناسب جریان 16.23 A نمی باشند . که در این صورت باید از سیم استاندارد دیگر با مقطع بالاتر یعنی سیم 4 mm^2 استفاده کنیم . که جریان مجاز آن در دمای 25°C برابر 27 آمپر بوده و با توجه به ضریب تصحیح جریان مجاز آن در دمای 45°C برابر می شود با :

$$27 \times 0.65 = 17.55 \text{ A} \quad (\text{جریان مجاز سیم } 4 \text{ mm}^2)$$

که می تواند جریان 16.23 A را به راحتی تحمل کند .

روابط محاسبه افت ولتاژ و سطح مقطع سیم در انواع جریان

| نوع جریان | افت ولتاژ (α) | سطح مقطع سیم mm^2 |
|----------------------------|---|---|
| جریان مستقیم DC | $\Delta u = \frac{2\rho L \cdot I}{A}$ | $A = \frac{2\rho L \cdot I}{\Delta u}$ |
| جریان AC تک فاز | $\Delta u = \frac{2\rho L \cdot I}{A} \cos\phi$ | $A = \frac{2\rho L \cdot I}{\Delta u} \cos\phi$ |
| جریان DC و جریان AC تک فاز | $\Delta u = \frac{2\rho L \cdot P}{A \cdot U}$ | $A = \frac{2\rho L \cdot P}{\Delta u \cdot U}$ |

انتخاب لوله ، سیم و فیوز مناسب

برای تعیین سایز لوله فولادی یا pvc و نوع فیوز و کلید و مقدار جریان مجاز عبوری از آن ها و همچنین محاسبه سطح مقطع سیم ها ، با در نظر گرفتن جریان مجاز جداولی وجود دارد که می توان از این جداول برای آسان تر شدن کار استفاده کرد .

* جدول زیر (جدول 4) مربوط به انتخاب لوله فولادی نسبت به تعداد رشته و سطح مقطع کابل می باشد .

| جدول 4 ، اندازه کابل از نوع NYN و لوله فولادی و قطر خارجی آن ها | | | | | |
|---|----------------------|----------------------------------|-------------|----------------------|----------------------------------|
| اندازه لوله | قطر خارجی کابل mm | سطح مقطع کابل mm ² | اندازه لوله | قطر خارجی کابل mm | سطح مقطع کابل mm ² |
| Pg21 | 23,1 | 2/25 | Pg11 | 7,8 | 1/4 |
| Pg21 | 25,7 | 2/35 | Pg11 | 8,3 | 1/6 |
| Pg11 | 11,1 | 3/1.5 | Pg11 | 9,3 | 1/10 |
| Pg11 | 12,4 | 3/2.5 | Pg11 | 10,7 | 1/16 |
| Pg13.5 | 14,0 | 3/4 | Pg11 | 12,4 | 1/25 |
| Pg16 | 15,1 | 3/6 | Pg13.5 | 13,6 | 1/35 |
| Pg29 | 17,2 | 3/10 | Pg16 | 15,4 | 1/50 |
| Pg29 | 20,2 | 3/16 | Pg29 | 17,3 | 1/70 |
| Pg29 | 24,6 | 3/25 | Pg11 | 10,6 | 2/1.5 |
| Pg29 | 27,2 | 3/35 | Pg11 | 11,8 | 2/2.5 |
| Pg36 | 31,5 | 3/50 | Pg11 | 13,3 | 2/4 |
| Pg42 | 35,6 | 3/70 | Pg13.5 | 14,3 | 2/6 |
| Pg48 | 41,0 | 3/95 | Pg21 | 16,3 | 2/10 |
| | | | Pg29 | 19,1 | 2/16 |

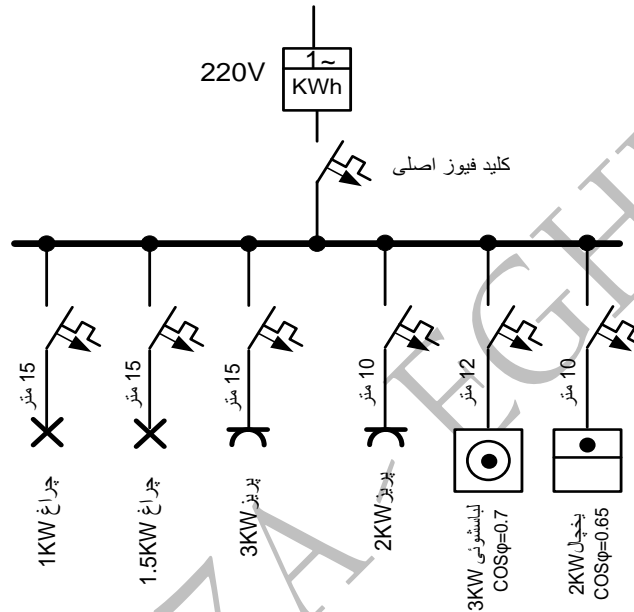
| جدول 4 ، اندازه کابل از نوع NYN و لوله فولادی و قطر خارجی آن ها | | | | | |
|---|----------------------|----------------------------------|-------------|----------------------|----------------------------------|
| اندازه لوله | قطر خارجی کابل mm | سطح مقطع کابل mm ² | اندازه لوله | قطر خارجی کابل mm | سطح مقطع کابل mm ² |
| Pg21 | 16,3 | 4/6 | Pg36 | 34,0 | 3 / $\frac{50}{25}$ |
| Pg29 | 18,7 | 4/10 | Pg42 | 38,0 | 3 / $\frac{70}{35}$ |
| Pg29 | 22,2 | 4/16 | Pg48 | 43,0 | 3 / $\frac{95}{50}$ |
| Pg29 | 26,8 | 4/25 | - | 48,0 | 3 / $\frac{120}{70}$ |
| Pg36 | 30,3 | 4/35 | Pg11 | 11,8 | 4/1.5 |
| Pg36 | 35,2 | 4/50 | Pg13.5 | 13,5 | 4/2.5 |
| Pg42 | 39,5 | 4/70 | Pg21 | 15,1 | 4/4 |

* جدول زیر (جدول 5) مربوط است به انتخاب نوع کلید و فیوز و اندازه آن ها نسبت به پایه فیوز و همچنین جریان مجاز عبوری از کلید ها .

| انواع کلید و فیوز | | اندازه فیوزهای مختلف مورد استفاده نسبت به پایه فیوز (آمپر) | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| فیوز پیچی | پایه فیوز 35 A | 2 | 4 | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | | | | | |
| | پایه فیوز 63 A | 35 | 50 | 63 | | | | | | | | | |
| | پایه فیوز 100 A | 80 | 100 | | | | | | | | | | |
| | پایه فیوز 200 A | 125 | 160 | 200 | | | | | | | | | |
| فیوز کاردی و لنار ضعیف فیوزهای NHL-HRC | پایه فیوز 125 A | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 36 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | |
| | پایه فیوز 160 A | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 36 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | |
| | پایه فیوز 250 A | 36 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | | | | |
| | پایه فیوز 400 A | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 224 | 250 | 300 | 315 | 355 | 400 | |
| | پایه فیوز 630 A | 300 | 555 | 425 | 500 | 630 | | | | | | | |
| | پایه فیوز 1000 A | 600 | 1000 | | | | | | | | | | |
| کلید فیوز | کلید فیوز 160 A | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 36 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | |
| | کلید فیوز 250 A | 36 | 50 | 63 | 30 | 100 | 125 | 160 | 200 | | 555 | 400 | |
| | کلید فیوز 400 A | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 224 | 250 | 300 | 315 | | | |
| | کلید فیوز 630 A | 300 | 355 | 425 | 500 | 630 | | | | | | | |
| جریان های مجاز عبوری از کلید | | | | | | | | | | | | | |
| انواع کلیدها | کلید گردان | 10 | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 | 200 | | | | | |
| | کلید پاکو | 16 | 25 | 40 | 63 | 100 | 200 | 400 | 630 | | | | |
| | کلید مینیاتوری مدل L | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 32 | | | | | | |
| | کلید مینیاتوری مدل G | 1 | 1,6 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 16 | 20 | 25 | |
| | مینیاتوری پیچی مدل آلفا | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | | | | | | 32 | |
| | کلید ایمنی قطع کننده جریان خطا با جریان قطع 30mA | 25 | 40 | 63 | | | | | | | | | |
| | کلید ایمنی قطع کننده جریان خطا با جریان قطع 0.3 A | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | | | | | | | |
| | کلید ایمنی قطع کننده جریان خطا با جریان قطع 0.5A | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | | | | | | | |



مثال) يك خانه مسكونی كه از برق تك فاز استفاده می كند ، دارای تابلو توزیع مطابق شكل زیر است ، اگر حداكثر دمای محیط 25°C باشد ، سطح مقطع سیم و فیوز هر مسیر را محاسبه كنید ؟



* برای مدار روشنایی 1.5 KW :

$$I = \frac{1.5 \times 1000}{220} = 6.28 \text{ A}$$

$$A = \frac{200 \rho L I \cos \phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 15 \times 6.28 \times 1}{1.5 \times 220}$$

$$A = 1.28 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 1.28 \times 10^{-6} \times 10^6 = 1.28 \text{ mm}^2$$

بنابراین سیم استاندارد با سطح مقطع 1.5 mm^2 را برای این مدار روشنایی انتخاب می کنیم و برای این مسیر از فیوز مینیاتوری 10A استفاده می کنیم .

* برای انشعاب پریزهای 3 KW با فرض ضریب قدرت 0.8:

$$I = \frac{3 \times 1000}{220 \times 0.8} = 17.05 \text{ A}$$

$$A = \frac{200 \rho L I \cos \phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 15 \times 17.05 \times 0.8}{1.5 \times 220}$$

$$A = 2.65 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 2.65 \times 10^{-6} \times 10^6 = 2.56 \text{ mm}^2$$

بنابراین سیم 2.5 mm^2 از نظر جریان کافی است. ولی افت ولتاژ اندکی بیشتر می شود که بدون اشکال است. فیوز مربوط به این بخش را 20A انتخاب می کنیم.

* برای پریزهای 2KW با فرض ضریب قدرت 0.8 داریم:

$$I = \frac{2 \times 1000}{220 \times 0.8} = 11.36 \text{ A}$$

$$A = \frac{200 \rho L I \cos \phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 10 \times 11.36 \times 0.8}{1.5 \times 220}$$

$$A = 1.14 \text{ mm}^2$$

بنابراین سیم 1.5 mm^2 و فیوز 16A را انتخاب می کنیم.

* برای ماشین لباسشویی 3 KW با فرض ضریب قدرت 0.7 داریم:

$$I = \frac{3 \times 1000}{220 \times 0.7} = 19.48 \text{ A}$$

$$A = \frac{200 \rho L I \cos \phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 12 \times 19.48 \times 0.7}{1.5 \times 220}$$

$$A = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 2 \times 10^{-6} \times 10^6 = 2 \text{ mm}^2$$

بنابراین با مراجعه به جدول سیم 2.5 mm^2 و فیوز 20A را انتخاب می کنیم. (گرچه لباسشویی یک وسیله موتوری است ولی با توجه به جریان مجاز جهت بهتر شدن شرایط کاری این وسیله خانگی $\alpha = 1.5$ در نظر می گیریم.

* برای یخچال 2 KW با فرض ضریب قدرت 0.65 داریم:

$$I = \frac{2 \times 1000}{220 \times 0.65} = 13.99 \text{ A}$$

$$A = \frac{200 \rho L I \cos \phi}{\alpha U} = \frac{200 \times 2.064 \times 10^{-8} \times 10 \times 13.99 \times 0.7}{1.5 \times 220}$$

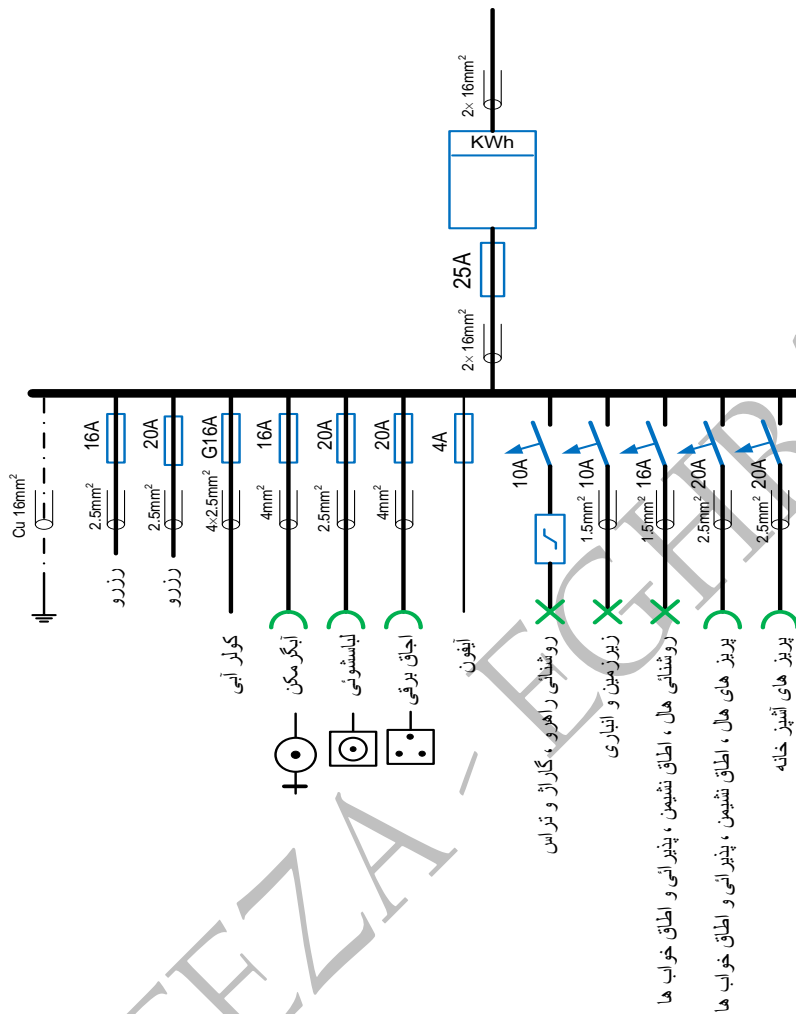
$$A = 1.14 \text{ mm}^2$$

بنابراین سیم 1.5 mm^2 و فیوز 16A را انتخاب می کنیم.

نکته: بهترین روش برق رسانی آن است که یک نقطه توزیع مرکزی داشته باشیم و سپس

برای هر قسمت یک تابلوی فرعی جداگانه تهیه کنیم

➤ شکل زیر یک تابلو توزیع مربوط به روشنایی یک منزل مسکونی را نشان می دهد .



ضریب همزمانی :

برای انتخاب فیوز اصلی کار کمی مشکل تر است لذا باید جریان کل انشعاب ها را با هم جمع برداری کرد . زیرا اختلاف فاز آن ها یکی نیست . پس از بدست آوردن جریان کل آن را در ضریب همزمانی ضرب کرده و بر مبنای جریان جدید ، سیم اصلی و فیوز اصلی را انتخاب می کنیم .

چون همه مصرف کننده ها به طور همزمان از شبکه تغذیه نمی کنند ، ضریبی به نام ضریب همزمانی تعریف می شود که در مجموع جریان های مصرف کننده ها ضرب می شود تا جریان واقعی به دست آید .

* ضریب همزمانی برای روشنایی خانگی برابر 1 و برای مدارهای مرکب از

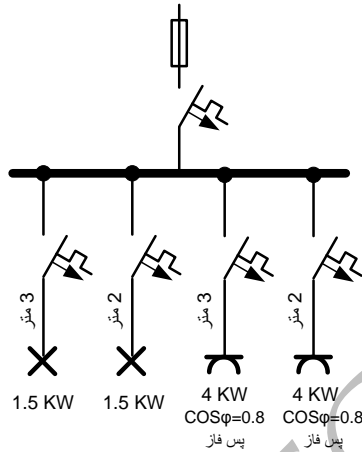
روشنایی و وسایل خانگی برابر 0.8 است .

تمرین :

۱) با توجه به تابلو توزیع روشنائی و پریز ها ، شکل زیر (دردمای محیط 50°C) حساب کنید :

الف - سطح مقطع سیم های هر انشعاب و خط اصلی را

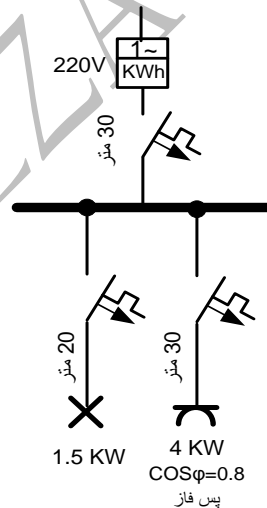
ب - تعیین فیوز مناسب هر انشعاب و خط اصلی را .



۲) با توجه به تابلو توزیع ، شکل زیر (دردمای محیط 45°C) حساب کنید :

الف - سطح مقطع سیم های هر انشعاب و خط اصلی را

ب - تعیین فیوز مناسب هر انشعاب و خط اصلی را .



۳) افزایش طول سیم چه تاثیری در انتخاب سطح مقطع سیم دارد ؟

۴) اگر ولتاژ يك مصرف کننده بیش از حد زیاد یا کم شود چه تاثیری در کار مصرف کننده

دارد ؟

۵) هفت مورد از مشخصات يك تابلو توزیع یا تابلو فیوز را بنویسید ؟

فصل چهارم

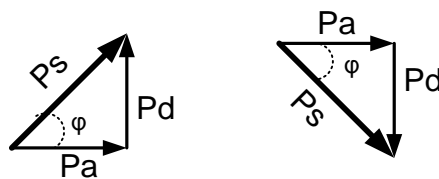
اصلاح ضریب قدرت توسط خازن

مقدمه : در شبکه های جریان متناوب توان ظاهری (Ps) دریافت شده از مولدها به دو بخش توان مفید (Pa) و توان غیر مفید (Pd) تقسیم می شود. نحوه تقسیم توان به شرایط مصرف کننده بستگی دارد. بدین معنی که هرچقدر ضریب توان $\cos\phi$ به یک نزدیک تر باشد، سهم توان مفید بیشتر است. این اتفاق زمانی رخ می دهد که مصرف کننده های اهمی بیشتری در مدار باشند. مانند سیستم های روشنایی، یا سیستم های تولید کننده گرما. اما عملاسهم عمده مصرف انرژی الکتریکی را مصرف کننده های اهمی - سلفی دریافت می کنند مانند الکتروموتورها، ترانسفورماتورها، توزیع، چوک ها و... که در آن ها سیم پیچ نقش اصلی را ایفا می کند. در سیم پیچ ها به خاطر خاصیت ذخیره سازی انرژی به صورت میدان مغناطیسی توان همواره بین شبکه و سلف رد و بدل می شود گرچه از نظر ریاضی این عمل یعنی عدم مصرف انرژی ولی در عمل این اتفاق رخ نمی دهد یعنی انرژی دریافت شده از شبکه توسط سلف هنگام برگشت تلف می شود و این عمل برای شبکه مضر است. از طرفی این توان را نمی توان به مصرف کننده های اهمی - سلفی تحویل داد زیرا کار آن ها مختل می شود اما باید تدابیری اتخاذ نمود که اثرات مخرب و زیان بار این عمل کاهش یافته و یا به عبارتی اصلاح شود.

نکته :

- به توان مفید، توان حقیقی یا توان وات (Pw) و یا توان اکتیو (Pa) نیز می گویند. همچنین به توان غیر مفید، توان غیر حقیقی یا توان دوواته (Pd) و یا توان راکتیو (Pr) نیز می گویند.
- توان ظاهری از جمع برداری توان وات و توان دوواته به دست می آید. یعنی بین این سه توان رابطه زیر برقرار است که این رابطه را از روی مثلث توان ها که سال قبل در مورد آن بحث شد می توان فهمید.

مثلث توان ها



$$\vec{P}_s = \vec{P}_a + \vec{P}_d$$

$$P_s = \sqrt{P_a^2 + P_d^2}$$

توان ظاهری بر حسب ولت - آمپر VA
توان وات بر حسب وات W
توان دوواته بر حسب VAR

قدرت راکتیو در مدار باعث :

- ۱ - اضافه بار شدن ژنراتور در نیرو گاه شده در نتیجه به ژنراتوری با توان بالاتر نیاز می باشد .
- ۲ - باعث بالا رفتن جریان در شبکه می شود لذا برای کاهش افت ولتاژ و کاهش تلفات در شبکه به سیم ها و کابل هائی با سطح مقطع بالاتری نیاز است که این موضوع باعث افزایش هزینه اولیه در شبکه می شود .
- ۳ - باعث اتلاف توان در شبکه توزیع به صورت حرارت می شود که نتیجه آن کاهش ولتاژ مصرف کننده و پائین آمدن راندمان مصرف کننده می باشد .

نحوه اصلاح ضریب قدرت مدار

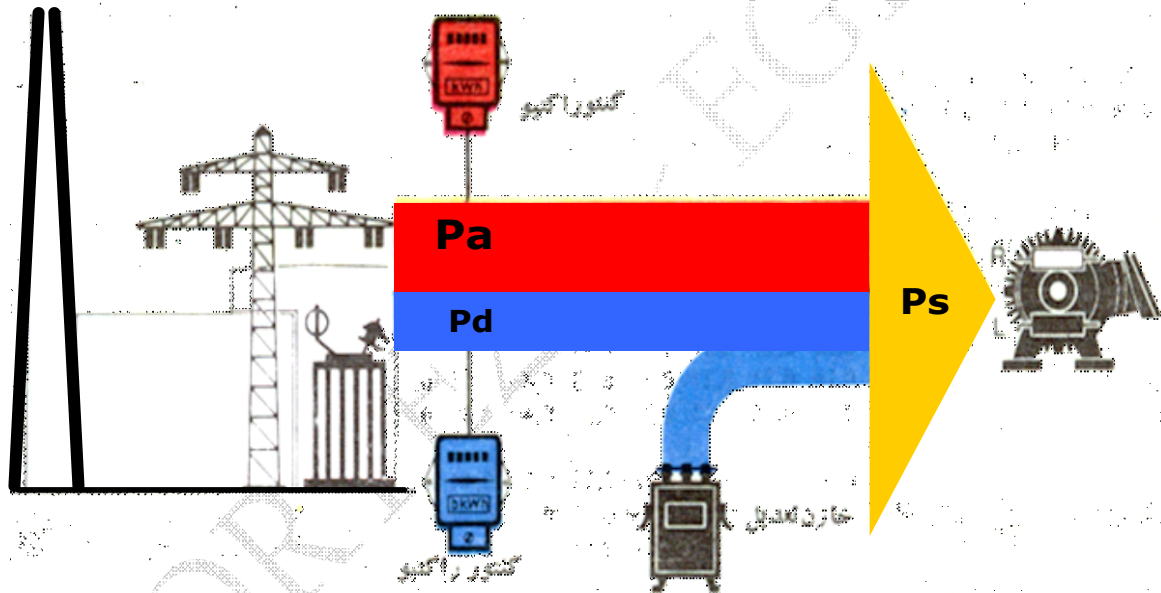
یکی از روش های پائین آوردن قدرت راکتیو ویا به عبارت دیگر بالا بردن ضریب قدرت ، استفاده از خازن می باشد که در آن تمام یا قسمتی از توان راکتیو مصرف کننده ، توسط خازن تامین می گردد . این روش در صنعت بیشترین کاربرد را داشته و به اصلاح یا تصحیح ضریب قدرت (یا تصحیح کسینوس فی یا تعدیل مدار) توسط خازن معروف است . زیرا در خازن هم توان به صورت توان غیر مفید است و خازن هم مانند سلف توان را از شبکه در یک چهارم پیروید موج متناوب دریافت و در یک چهارم بعدی توان را به شبکه تحویل می دهد . اما اتفاق جالب این است که رفتار خازن عکس سلف است و لذا وقتی این دو عنصر با هم در یک مدار قرار گیرند ، خازن اثر سلف را خنثی کرده و مانع از اضافه بار شدن مولد می شود . به عبارتی وظیفه خازن تامین توان راکتیو مورد نیاز مصرف کننده های اهمی - سلفی است . که نتیجه این عمل نزدیک شدن ضریب قدرت به یک است .

در این روش می توان با اتصال خازن مناسب ، ضریب قدرت مدار را افزایش داده و در حد نرمال نگه داشت . با این کار جریان خط ، در بار اکتیو ثابت ، کاهش پیدا می کند . این خازن ها از تعدادی خازن که به صورت موازی در یک محفظه قرار گرفته اند ، تشکیل شده اند . در جریان های سه فاز خازن ها ی داخل محفظه به سه گروه تقسیم شده اند و بسته به شرایط مصرف به صورت ستاره یا مثلث در مدار قرار می گیرند .

چند نکته :

- خازن های اصلاح ضریب قدرت باید در مدار به صورت موازی قرار گیرند.
- در شبکه های تک فاز این خازن ها باید به فاز و نول وصل شوند.
- در شبکه های سه فاز خازن های اصلاح ضریب قدرت ابتدا به صورت ستاره یا مثلث به هم وصل می شوند و سپس به سه فاز متصل می گردند .

- اندازه خازن بستگی به توان راکتیو مدار دارد . هرچقدر توان راکتیو مدار قبل از تصحیح بیشتر باشد اندازه خازن نیز بزرگتر خواهد بود .
- به خازن هائی که برای تعدیل استفاده می شوند خازن های قدرت نیز می گویند . این خازن ها نباید در صورت تغییر ولتاژ شبکه ، صدمه ای ببینند ، بدین منظور بایستی این خازن ها مطابق استاندارد طوری ساخته شوند که تحمل اضافه ولتاژی به مقدار 15% ولتاژ نامی خود را تا 6 ساعت در شبانه روز را داشته باشند .
- ظرفیت خازن تعدیل نباید طوری محاسبه شود که توان راکتیو خازن بیشتر از توان راکتیو مصرف کننده شود ، زیرا در در چنین حالتی احتمال افزایش بیش از حد ولتاژ مصرف کننده نسبت به ولتاژ نامی و صدمه دیدن آن بوده و همچنین زیاد شدن جریان خط و افت ولتاژ بر روی سیم های رابط را باعث می شود .



برای پیدا کردن ظرفیت خازن دو روش را پیشنهاد می کنیم

روش اول

ابتدا می توان توان راکتیو مورد نیاز را که خازن باید آن را تامین کند ، بدست آورد و از روی آن ظرفیت خازن را محاسبه نمود. برای تعیین توان راکتیو ، ضریب قدرت فعلی ($COS\varphi_1$) را توسط کسینوس فی متر یا با روش های دیگر اندازه گیری کرده و با توجه به ضریب قدرت مطلوب ($COS\varphi_2$) از رابطه زیر توان راکتیو مورد نیاز را بدست می آوریم .

$$Pd = Pa(tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

Pa : توان حقیقی مصرف کننده بر حسب KW

Pd : توان راکتیو خازن بر حسب Kvar

حال با توجه به قدرت راکتیو بدست آمده به کمک جدول 2 (جدول مشخصات فنی خازن اصلاح ضریب قدرت) ، ظرفیت خازن مورد نیاز را تعیین می کنیم .

روش دوم

برای بدست آوردن توان راکتیو می توان از جدول زیر (جدول 1) نیز استفاده کرد . در این جدول در $COS\varphi_1$ در ستون اول و $COS\varphi_2$ در سطر اول مشخص شده است . ابتدا ضریب قدرت فعلی یعنی $COS\varphi_1$ را در ستون اول پیدا کرده سپس $COS\varphi_2$ را در سطر اول پیدا کرده از تقاطع این دو ضریب قدرت ، ضریب F بدست می آید . این ضریب مشخص می کند که برای هر یک کیلو وات قدرت واته چه مقدار قدرت دواته یا راکتیو مورد نیاز است تا ضریب قدرت را از $COS\varphi_1$ به $COS\varphi_2$ برساند . (واحد F ، $\frac{Kvar}{KW}$ می باشد) . سپس از رابطه زیر توان راکتیو را بدست می آوریم .

$$Pd = Pa.F$$

سپس به کمک جدول مشخصات فنی خازن های تصحیح ضریب قدرت (جدول 2) مشخصات خازن مورد نیاز را تعیین می کنیم .

Table1 : ضریب قدرت مطلوب $\cos\phi_2$

| Cosφ1 | ضریب F بر حسب Kvar/Kw | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | ۰.۷ | ۰.۷۵ | ۰.۸ | ۰.۸۲ | ۰.۸۴ | ۰.۸۶ | ۰.۸۸ | ۰.۹ | ۰.۹۲ | ۰.۹۴ | ۰.۹۶ | ۰.۹۸ | ۱ |
| ۰.۴۰ | 1.27 | 1.41 | 1.54 | 1.60 | 1.65 | 1.70 | 1.76 | 1.81 | 1.87 | 1.93 | 2 | 2.08 | 2.29 |
| ۰.۴۵ | 0.97 | 1.11 | 1.24 | 1.29 | 1.34 | 1.40 | 1.45 | 1.50 | 1.56 | 1.62 | 1.69 | 1.78 | 1.99 |
| ۰.۵۰ | 0.71 | 0.85 | 0.98 | 1.04 | 1.09 | 1.14 | 1.20 | 1.25 | 1.31 | 1.37 | 1.44 | 1.53 | 1.73 |
| ۰.۵۲ | 0.62 | 0.76 | 0.89 | 0.95 | 1 | 1.05 | 1.11 | 1.16 | 1.22 | 1.28 | 1.35 | 1.44 | 1.64 |
| ۰.۵۴ | 0.54 | 0.68 | 0.81 | 0.86 | 0.92 | 0.97 | 1.02 | 1.08 | 1.14 | 1.20 | 1.27 | 1.35 | 1.56 |
| ۰.۵۶ | 0.46 | 0.60 | 0.73 | 0.78 | 0.84 | 0.89 | 0.94 | 1 | 1.05 | 1.12 | 1.19 | 1.27 | 1.48 |
| ۰.۵۸ | 0.39 | 0.52 | 0.66 | 0.71 | 0.76 | 0.81 | 0.87 | 0.92 | 0.98 | 1.04 | 1.11 | 1.20 | 1.41 |
| ۰.۶۰ | 0.31 | 0.45 | 0.58 | 0.64 | 0.69 | 0.74 | 0.80 | 0.85 | 0.91 | 0.97 | 1.04 | 1.13 | 1.32 |
| ۰.۶۲ | 0.25 | 0.39 | 0.52 | 0.57 | 0.62 | 0.67 | 0.73 | 0.78 | 0.84 | 0.90 | 0.97 | 1.06 | 1.27 |
| ۰.۶۴ | 0.18 | 0.32 | 0.45 | 0.51 | 0.56 | 0.61 | 0.67 | 0.72 | 0.78 | 0.84 | 0.91 | 1 | 1.20 |
| ۰.۶۶ | 0.12 | 0.26 | 0.39 | 0.45 | 0.49 | 0.55 | 0.60 | 0.66 | 0.71 | 0.78 | 0.85 | 0.93 | 1.14 |
| ۰.۶۸ | 0.06 | 0.20 | 0.33 | 0.38 | 0.43 | 0.49 | 0.54 | 0.60 | 0.65 | 0.72 | 0.79 | 0.88 | 1.08 |
| ۰.۷۰ | - | 0.14 | 0.27 | 0.33 | 0.38 | 0.43 | 0.49 | 0.54 | 0.60 | 0.66 | 0.73 | 0.82 | 1.02 |
| ۰.۷۲ | - | 0.06 | 0.22 | 0.27 | 0.32 | 0.37 | 0.43 | 0.48 | 0.54 | 0.60 | 0.67 | 0.76 | 0.96 |
| ۰.۷۴ | - | 0.03 | 0.16 | 0.21 | 0.26 | 0.32 | 0.37 | 0.43 | 0.48 | 0.55 | 0.62 | 0.71 | 0.91 |
| ۰.۷۶ | - | - | 0.11 | 0.16 | 0.21 | 0.26 | 0.32 | 0.37 | 0.43 | 0.50 | 0.56 | 0.65 | 0.86 |
| ۰.۷۸ | - | - | 0.05 | 0.11 | 0.16 | 0.21 | 0.27 | 0.32 | 0.38 | 0.44 | 0.51 | 0.60 | 0.80 |
| ۰.۸۰ | - | - | - | 0.05 | 0.10 | 0.16 | 0.21 | 0.27 | 0.33 | 0.39 | 0.46 | 0.55 | 0.75 |
| ۰.۸۲ | - | - | - | - | 0.05 | 0.10 | 0.16 | 0.22 | 0.27 | 0.33 | 0.40 | 0.49 | 0.70 |
| ۰.۸۴ | - | - | - | - | - | 0.05 | 0.11 | 0.16 | 0.22 | 0.28 | 0.35 | 0.44 | 0.65 |
| ۰.۸۶ | - | - | - | - | - | - | 0.06 | 0.11 | 0.17 | 0.23 | 0.30 | 0.39 | 0.59 |
| ۰.۸۸ | - | - | - | - | - | - | - | 0.06 | 0.11 | 0.17 | 0.25 | 0.34 | 0.54 |
| ۰.۹۰ | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.06 | 0.12 | 0.19 | 0.28 | 0.45 |
| ۰.۹۲ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.06 | 0.13 | 0.22 | 0.42 |
| ۰.۹۴ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.07 | 0.16 | 0.36 |

مثال () توان حقیقی مصرف کننده ای 76 کیلو وات و ضریب قدرت آن 0.68 می باشد ،
می خواهیم ضریب قدرت آن را به 0.9 برسانیم ، توان راکتیو خازن مورد نیاز را بدست
آورید ؟

$$\cos\phi_1 = 0.68, \cos\phi_2 = 0.9$$

با توجه به جدول ضریب قدرت مطلوب (جدول ۱) داریم :

$$F = 0.6 \text{ K var} / \text{KW}$$

بنابر این خواهیم داشت :

$$Pd = Pa.F = 76 \times 0.6 = 45.6 \text{ K var}$$

که خازن استاندارد 50 Kvar را انتخاب می کنیم . حال با توجه به قدرت راکتیو بدست آمده می توان به کمک جدول زیر می توان مشخصات خازن مورد نیازو سطح مقطع سیم مورد نیاز را بدست آورد .

جدول مشخصات فنی برای خازن های اصلاح ضریب قدرت (power factor correction capacitors)

این جدول شامل توان نامی خازن ، جریان نامی ، ولتاژ ، مقطع سیم مورد نیاز و ظرفیت خازن می باشد.

| توان نامی kvar | جریان نامی A | ولتاژ V | مقطع سیم mm ² | ظرفیت خازن μf |
|----------------|--------------|---------|--------------------------|---------------|
| 10 | 14.4 | 400 | 4 | 66.3×3 |
| 12.5 | 18 | 400 | 6 | 82.9×3 |
| 15 | 21.6 | 400 | 10 | 99.5×3 |
| 20 | 28.9 | 400 | 10 | 132.6×3 |
| 25 | 36.1 | 400 | 16 | 165.8×3 |
| 30 | 43.3 | 400 | 25 | 198.9×3 |
| 40 | 57.7 | 400 | 35 | 265.3×3 |
| 50 | 72.2 | 400 | 50 | 331.6×3 |
| 60 | 86.6 | 400 | 70 | 397.9×3 |

اجزای داخلی تابلوی بانک خازن :

- ۱- ترانس جریان یا CT - نمونه جریان را از خط گرفته وبه رگولاتور متصل می کند .
 - ۲- کلید اتوماتیک یا کلید فیوز
 - ۳- کنتاکتور خازنی
 - ۴- فیوز کاردی- هرگز فیوز کاردی را وقتی که مدار روشن است و یا خازن ها دشارژ نشده اند قطع نکنید زیرا باعث جرقه شدیدی می شوند .
 - ۵- خازن های سه فاز
- در شکل زیر اجزای داخلی یک تابلوی بانک خازن را مشاهده می کنید.



چند نمونه کنتاکتور خازنی



کلید فیوز یا کلید اتوماتیک



ترانس جریان یا CT

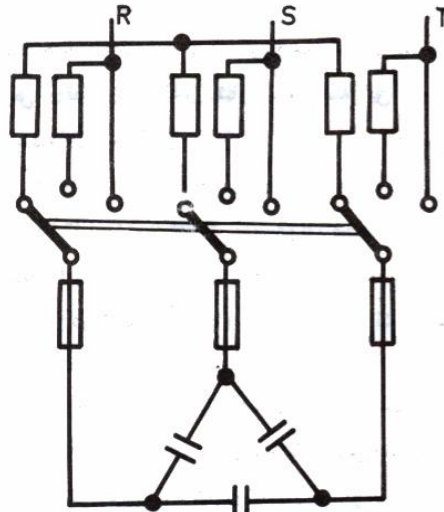


خازن تصحیح ، کنتاکتور خازنی و فیوز های کاردی

نکات مهم:

- ❖ خازن ها حتی الامکان باید در جای خشک و بدون لغزش و همچنین در معرض هوا قرار گیرند و دسترسی به آن ها آسان باشد .
- ❖ درجه حرارت محیط اطراف این خازن ها نباید از 35 درجه سانتیگراد بیشتر شود . قرار دادن خازن ها در کنار لوله های آب گرم و بخاری و دستگاه های دیگر حرارت زا صحیح نیست .
- ❖ در صورت حفاظت صحیح و قرار دادن آن ها در محفظه مناسب ، می توان آن را در محل های مرطوب و فضاهای باز نیز قرار داد .
- ❖ محفظه خازن ها دارای یک پیچ اتصال بدنه است که باید سیم مربوط به سیستم حفاظتی را به آن متصل نمود .
- ❖ برای اتصال خازن ها تا قدرت 10 Kvar ، می توان از کلید های متداول استفاده کرد ولی برای اتصال خازن های با قدرت بالاتر ، به علت بالا بودن جریان ضربه ای در هنگام وصل ، از کلید های مخصوص ویا کنتاکتور با مقاومت های پیش گذار و مقاومت های تخلیه استفاده می شود. (مطابق شکل زیر) در هنگام وصل این کلید ، ابتدا سه

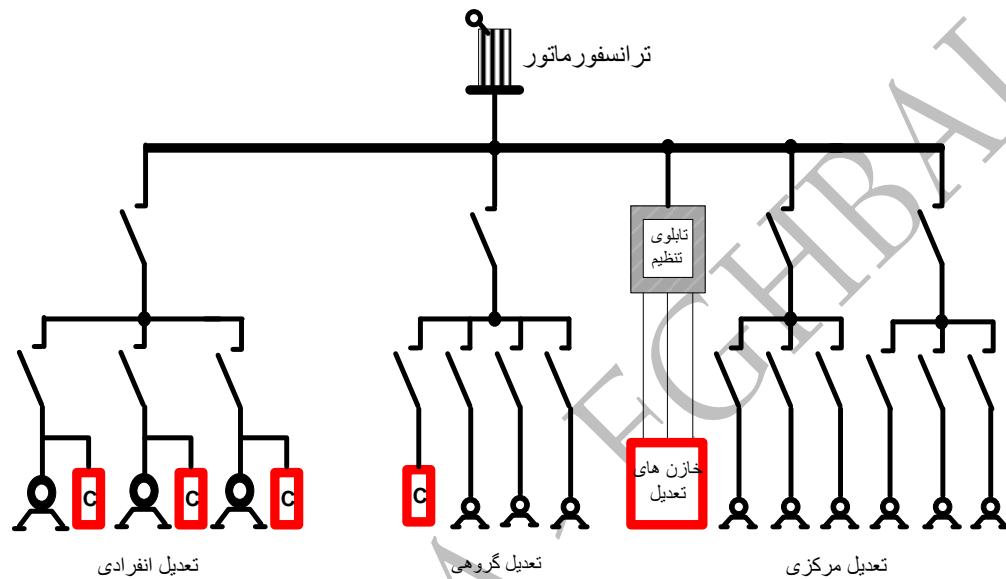
فاز شبکه توسط سه مقاومت پیش گذار به خازن ها وصل می شوند و در مرحله بعد مقاومت ها از مدار خارج شده و سه فاز شبکه مستقیماً" به خازن ها اتصال می یابند .



- ❖ اگر برای حفاظت خازن ، از کلید مخصوص حفاظت موتور استفاده کنیم ، باید سیستم حفاظت در برابر اتصال کوتاه کلید را برای 8 تا 10 برابر سیستم حفاظت در برابر بار زیاد (بی متال) را برای 1.3 برابر جریان نامی خازن تنظیم نمائیم .
- ❖ در صورتی که از فیوز کند کار برای حفاظت خازن استفاده شود ، باید جریان نامی آن برای 1.6 تا 1.8 برابر جریان نامی خازن انتخاب گردد .
- ❖ تماس با یک خازن شارژ شده می تواند باعث خطر جانی شود . علاوه بر آن ، احتمال صدمه دیدن کلید و خازن شارژ شده در هنگام وصل به شبکه نیز وجود دارد . لذا باید خازن را پس از قطع از شبکه ، دشارژ نمود که این کار توسط مقاومت های دشارژر و یا توسط سیم پیچ های موتور انجام می گیرد .
- ❖ هنگام خرید خازن های تصحیح قدرت به جای فاراد ، میزان توان راکتیو آنها مطرح می شود .
- ❖ در تاسیسات الکتریکی ، می توان ضریب قدرت مصرف کننده ها را به سه صورت تصحیح نمود .

روش های تصحیح ضریب قدرت

۱. تصحیح ضریب قدرت به صورت انفرادی (تعدیل انفرادی)
۲. تصحیح ضریب قدرت به صورت گروهی (تعدیل گروهی)
۳. تصحیح ضریب قدرت به صورت کلی یا مرکزی (تعدیل کلی یا مرکزی)



تعدیل انفرادی

مصرف کننده های بزرگ که دارای زمان کار طولانی باشند ، مانند موتور های پر قدرت و ترانسفورماتورها اغلب به صورت انفرادی توسط خازن تعدیل می شوند. در این صورت معمولاً "خازن بدون کلید و فیوز جداگانه ، به ترمینال مصرف کننده بسته و با آن قطع و وصل و حفاظت می شود . عمل دشارژ خازن نیز توسط سیم پیچ های مصرف کننده (موتور) انجام می گیرد ، لذا به مقاومت های تخلیه احتیاجی نیست . (نقشه عملی به عنوان کار عملی رسم شده است .)

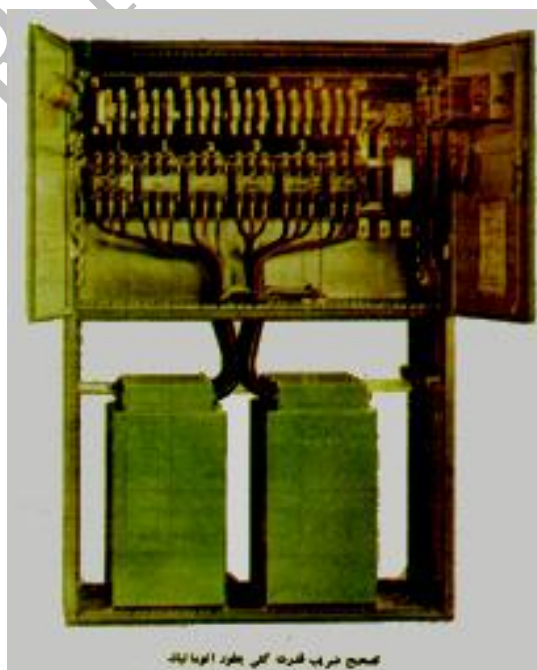
در محل هایی که چندین مصرف کننده کوچک با یکدیگر خاموش یا روشن می شوند ، مانند لامپ های فلورسنت سالن یک کارگاه ، می توان ضریب قدرت تمام آن ها را مانند یک مصرف کننده انفرادی توسط یک خازن تصحیح نمود . این روش تصحیح ضریب قدرت انفرادی دارای این مزیت است که کسینوس فی مدار همیشه ثابت می ماند. چرا ؟

تعدیل گروهی

در تعدیل گروهی می توان ضریب قدرت چندین مصرف کننده را که در محل های مختلف قرار دارند و با یکدیگر قطع و وصل نمی شوند را توسط یک مجموعه خازن تصحیح نمود . این خازن ها معمولا " در یک محل مخصوص ، مثلا " در آخرین تابلو تقسیم قرار می گیرند و همیشه در مدار باقی می مانند و یا توسط یک سیستم کنترل ، به صورت اتوماتیک ، تعدادی از خازن ها از مدار خارج می شوند . در صورتی که از سیستم اتوماتیک استفاده شود ، بهترین حالت تصحیح ضریب قدرت زمانی است که تمام مصرف کننده ها همزمان به مدار وصل شده و یا قطع شوند . در تعدیل گروهی ، باید از مقاومت های تخلیه برای خازن ها استفاده کرد تا پس از قطع شدن مدار ، خازن ها توسط مقاومت ها دشارژ شوند .

تعدیل کلی یا مرکزی

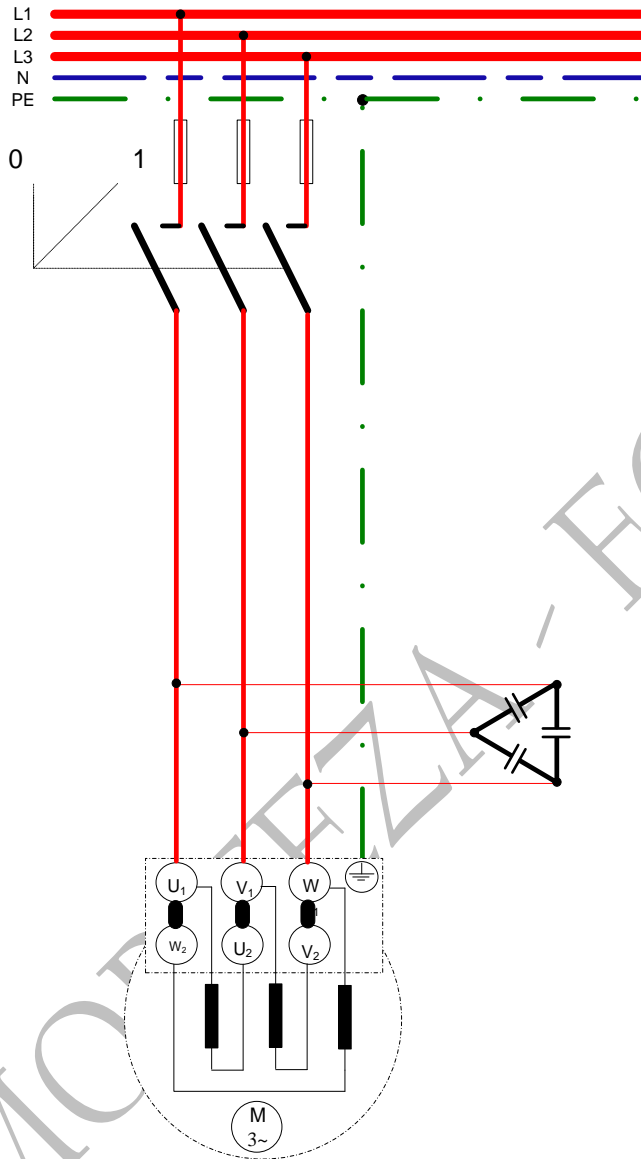
در تاسیسات صنعتی بزرگ ، که تعداد مصرف کننده ها زیاد بوده و زمان قطع و وصل آن ها نیز متفاوت می باشد می توان از تصحیح ضریب قدرت کلی یا مرکزی استفاده کرد . در این نوع تعدیل ، مجموعه خازن ها مستقیما " به شین های تابلو اصلی وصل و معمولا " دارای سیستم اتوماتیک می باشند که با کم و زیاد شدن مصرف کننده ها ، خازن ها نیز از مدار خارج شده و یا به مدار اضافه می شوند . (مانند شکل زیر)



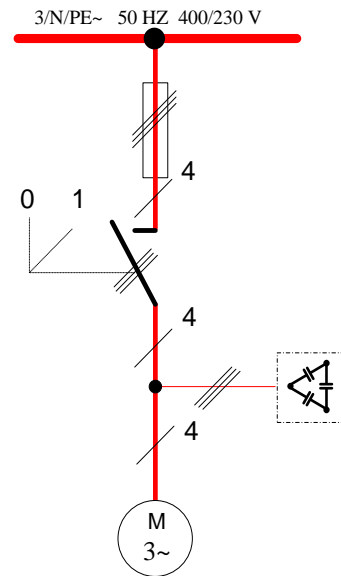
تصحیح ضریب قدرت کلی بطور اتوماتیک

➤ در صورتی که موتور و خازن توسط کلید دستی ، به صورت ستاره مثلث راهاندازی شوند ، در هنگام تغییر حالت کلید از ستاره به مثلث ، اتصال از شبکه برای زمان کوتاهی قطع می شود ، خازن در حالت شارژ باقی می ماند و در لحظه اتصال کلید به صورت مثلث ، خازن که قبلاً " شارژ شده مجدداً " به مدار وصل می شود در این حالت ، می تواند جریان ضربه ای زیادی از مدار عبور کرده و باعث صدمه دیدن خازن ، کنتاکت های کلید و یا قطع فیوز اصلی شود . برای رفع این مشکل باید سرهای خازن سه فاز را به ترمینال های $U1$, $V1$, $W1$ موتور وصل نموده و از کلید های ستاره مثلث مخصوص استفاده کرد . این کلید در حالت تغییر حالت از ستاره به مثلث ، اتصال خازن ها را از شبکه جدا نمی کند و علاوه بر آن در هنگام قطع کلید نیز ، سیم پیچ های موتور را به صورت مثلث وصل می نماید تا خازن ها بتوانند توسط سیم پیچ های موتور تخلیه شوند . (مدار مربوطه به عنوان کار عملی ترسیم شده است .)

مدار اصلاح ضریب قدرت موتور سه فاز با خازن تعدیل (تعدیل انفرادی)



نقشه حقیقی

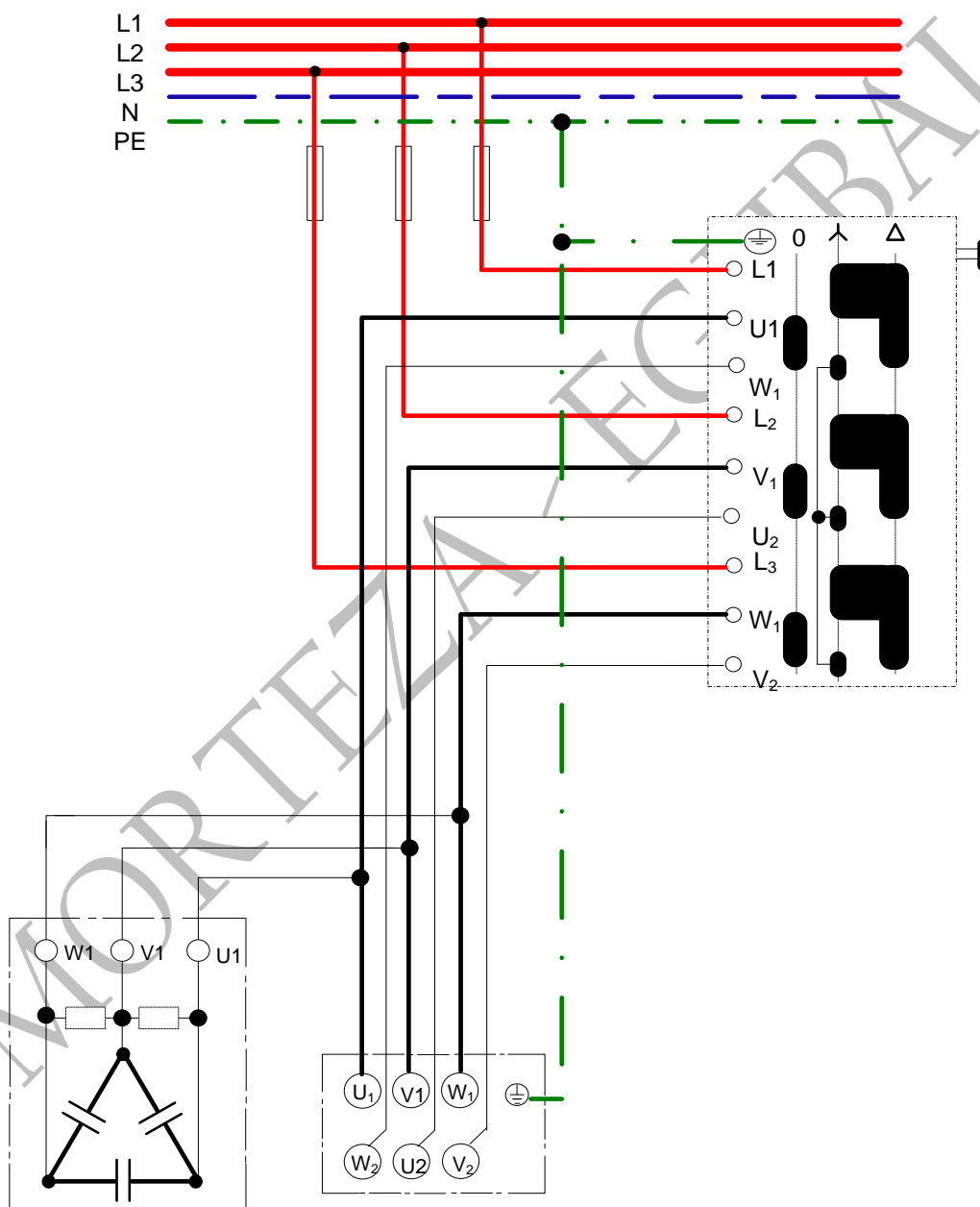


نقشه فنی

سوال :

۱. چه مصرف کننده هائی را می توان به صورت انفرادی مطابق شکل فوق با خازن تعدیل نمود؟
۲. در این مدار عمل د شارژ خازن چگونه صورت می گیرد؟

مدار اصلاح ضریب قدرت موتور سه فاز
راه اندازی به صورت ستاره مثلث می شود با استفاده از کلید ستاره مثلث مخصوص
(تعدیل انفرادی)



سوالات چهارگزینه ای تابلو سازی

۱ - در يك ساختمان مسكونی مدارهای مستقل روشنایی پيلوت، راه پله، آيفون، تابلو اعلام حريق واز کدام تابلوتامين می شوند؟

- الف- تابلو تقسيم واحدها ب- تابلو كنتور
ج- تابلو اشتراکی د- تابلو خازن

۲ - در صورتی که يك ساختمان مسكونی دارای آسانسور باشد تابلو عمومی آن است؟

- الف- سه فاز ب- دارای كنتور ج- تکفاز د- دارای تابلو جداگانه

۳ - برای مدارهای فيوز 10A و برای مدارهای فيوز 16A باید به کار برد.

- الف- روشنایی - پيريز ب- پيريز - روشنایی ج- خبری - روشنایی د- کولر - پيريز

۴ - در مورد تابلو عمومی يك ساختمان چهار طبقه که دارای يك آسانسور و راه پله و پارکینگ و آيفون می باشد کدام گزینه صحيح است؟

- الف- چهار مدار خروجی دارد ب- تابلو سه فاز است
ج- تابلو جداگانه لازم نیست د- موارد ب و ج

۵ - سطح مقطع سيم هایی که برای مدار روشنایی و مدار پيريز تابلوها استفاده می شود به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- الف - ۱/۵ و ۲/۵ ميليمتر مربع ب- ۲/۵ و ۱/۵ ميليمتر مربع
ج- ۱ و ۲ ميليمتر مربع د- ۲ و ۲/۵ ميليمتر مربع

۶ - تابلو اصلی يك ساختمان سه طبقه با دو واحد آپارتمان در هر طبقه و دارای آسانسور .. . دارد.

- الف- سه كنتور سه فاز ب- چهار كنتور تکفاز
ج- شش كنتور تکفاز و يك كنتور سه فاز د- هفت كنتور تکفاز

۷ - تسمه های مسی در داخل تابلو های برق جهت ورود برق به تابلو چه نامیده می شود؟

الف- داکت ب- شینه ج- کابلشو د- ریل

۸ - کلید های MCB نوع برای مدارات روشنایی و نوع برای مدارات پریزها کاربرد دارند.

الف- B و C ب- A و B ج- L و B د- C و B

۹ - روشن بودن لامپ سیگنال روی تابلو ها نشانه است.

الف- خطای برق گرفتگی ب- وجود برق در تابلو
ج- خطای اتصال کوتاه د- عدم اتصالی در مدارها

۱۰ - برق رسانی به فضاهای مشاع ساختمان مانند راه پله ، پشت بام ، پارکینگ و ... توسط تابلوی صورت می گیرد ؟

الف- اصلی ب-عمومی ج- تقسیم واحد د- فرقی نمی کند .

۱۱ - تابلوی عمومی را با نشان می دهند ؟

الف- GP ب- MDP ج- DP د- MCB

۱۲ - تابلوی تقسیم واحد را با نشان می دهند ؟

الف- GP ب- MDP ج- DP د- MCB

۱۳ - تابلوی اصلی یا تابلوی کنتور را با نشان می دهند ؟

الف- GP ب- MDP ج- DP د- MCB

۱۴ - محل نصب تابلوی عمومی در ساختمان کجاست ؟

الف - ورودی آپارتمان یا آشپزخانه

ب - ورودی ساختمان

ج - در محلی قابل دسترسی بوده وعموما" در پیلوت نصب می شود .

د - در محلی که قابل دسترسی همگان نباشد .

۱۵ - کابل ورودی به تابلوی عمومی دارای مشخصه می باشد ؟

الف - $NYY\ 3 \times 4\ mm^2\ 220\ V$

ب - $NYY\ 5 \times 4\ mm^2\ 380/220\ V$

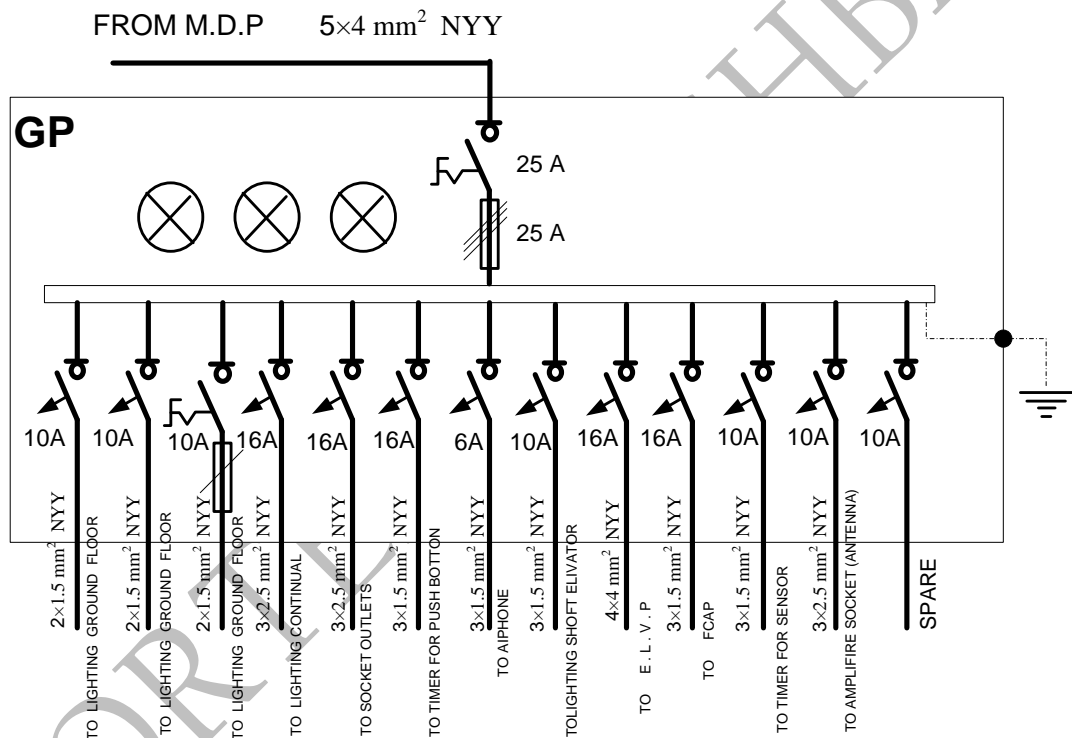
ج - $NYY\ 3 \times 10\ mm^2 + 1 \times 6\ mm^2\ 380/220\ V$

د - $NYY\ 2 \times 2.5\ mm^2\ 220\ V$

۱۶ - شکل زیر ، نقشه داخلی يك نمونه تابلوی نصب شده در ساختمان را نشان

می دهد ؟

الف - تابلوی اصلی ب - تابلوی تقسیم واحد ج - تابلوی عمومی د - تابلوی کنتور



۱۷ - به تابلوی نصب شده در ورودی ساختمان چند طبقه نیز می گویند ؟

الف - جعبه فیوز ب - تابلوی عمومی ج - تابلوی توزیع د - تابلوی کنتور

۱۸ - خروجی تابلو تقسیم واحد شامل می باشد ؟

الف - سه سیم فاز ب - سیم فاز و سیم نول

ج - سیم فاز ، سیم نول ، سیم ارت د - سیم فاز و سیم نول

۱۹ - طبق مقررات شرکت برق حداکثر توان درخواستی برای هر تابلو تقسیم واحد می باشد ؟

الف - 20KW ب - 10KW ج - 5KW د - 1KW

۲۰ - برق ورودی تابلو های عمومی (GP) از تامین می شود ؟

الف - تابلو اصلی یا تابلو کنتور ب - تابلو تقسیم واحد

ج - مستقیماً از خطوط اصلی شبکه د - جعبه فیوز نصب شده در داخل واحد

۲۱ - برای نشان دادن وجود برق در تابلوی عمومی از چند لامپ سیگنال استفاده می شود ؟

الف - يك عدد ب - دو عدد ج - سه عدد د - چهار عدد

۲۲ - برای نشان دادن وجود برق در تابلوی تقسیم واحد از چند لامپ سیگنال استفاده می شود ؟

الف - يك عدد ب - دو عدد ج - سه عدد د - چهار عدد

۲۳ - کدام يك از تابلوهای زیر برق مصرفی مشترك تمامی واحد ها ی يك ساختمان را تغذیه می کند ؟

الف - تابلوی کنتور ب - تابلوی تقسیم واحد

ج - تابلوی اصلی د - تابلوی عمومی

۲۴ - در ساختمان های دارای آسانسور و موتورخانه جهت سیستم های گرمایشی و سرمایشی از چه تابلویی

استفاده می شود ؟

الف - GP - تك فاز ب - GP سه فاز ج - MDP - تك فاز د - DP سه فاز

۲۵ - سائز کابل خروجی از تابلوی اشتراکی یا عمومی به سمت تابلوی آسانسور و جریان نامی

فیوز سه فاز آن است ؟

الف - $10 A - 3 \times 4mm^2$ ب - $5 A - 3 \times 10mm^2$

ج - $16 A - 4 \times 4mm^2$ د - $10 A - 4 \times 10mm^2$

۲۶ - در يك ساختمان ۴ طبقه فاقد آسانسور و موتورخانه که در هر طبقه ۲ واحد آپارتمان

وجود دارد به چند عدد کنتور نیاز است ؟

الف - ۴ عدد کنتور تك فاز

ب - ۹ عدد کنتور تك فاز

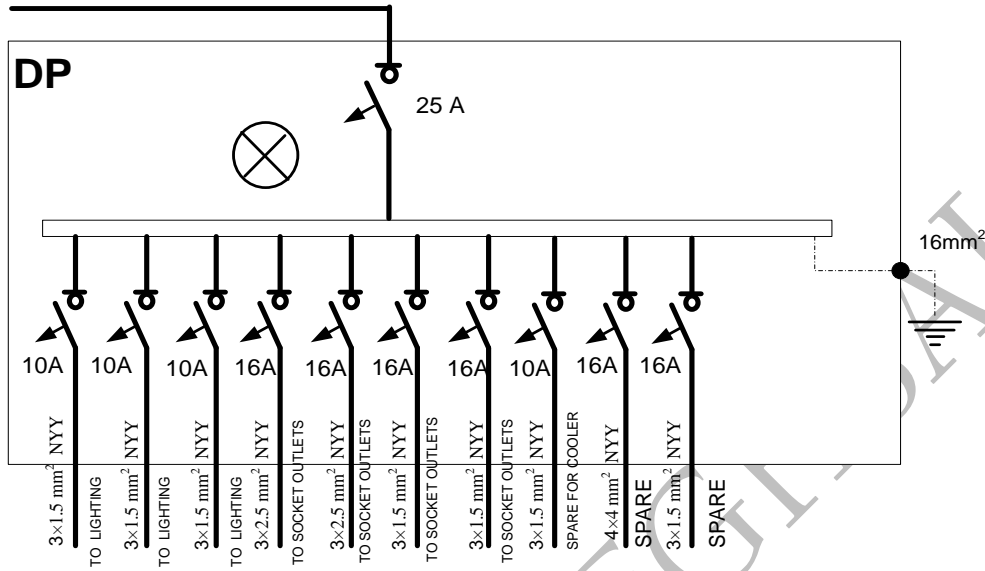
ج - ۸ عدد کنتور تك فاز و ۱ عدد کنتور سه فاز

د - ۴ عدد کنتور تك فاز و ۴ عدد کنتور سه فاز

۳۳ - شکل زیر ، نقشه داخلی يك تابلوی را نشان می دهد ؟

الف - اصلی ب - تقسیم واحد ج - عمومی د - کنتور

FROM M.D.P 3×4 mm² NYY

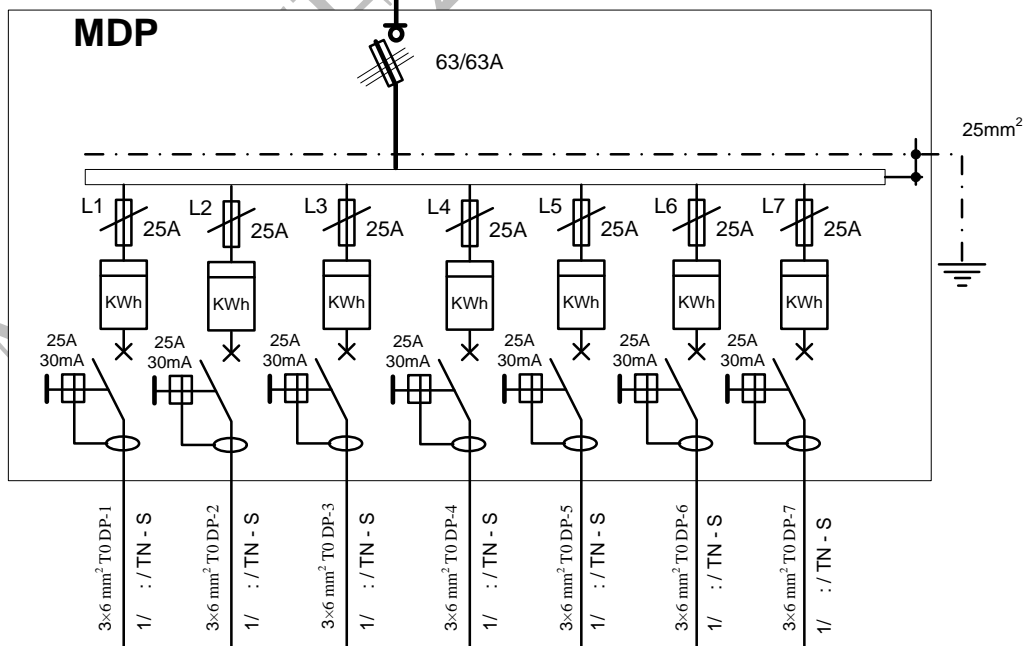


۳۴ - شکل زیر ، نقشه داخلی يك تابلوی را نشان می دهد ؟

الف - اصلی ب - تقسیم واحد ج - عمومی د - جعبه فیوز

3/N ~ 50HZ / TN - C

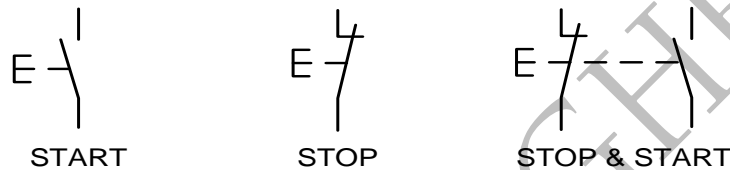
3×10 mm² + 1×6 mm²



فصل پنجم

نکات مهم

- ♣ **شستی ها** - از جمله وسایل فرمان الکتریکی هستند که تحریک آن ها با دست انجام می گیرد.
- ♣ **شستی استپ** - به شستی هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل راقطع می کنند گویند .
- ♣ **شستی استارت** - به شستی هایی که پس از تحریک دو کنتاکت قطع را وصل می کنند گویند .
- ♣ **استپ استارت دوبل** - به شستی هایی که عمل قطع و وصل کنتاکت ها را در یک زمان اجرا می کنند ، گویند
- ♣ در شکل زیر علایم اختصاری استپ ، استارت و استپ استارت دوبل را می بینید .

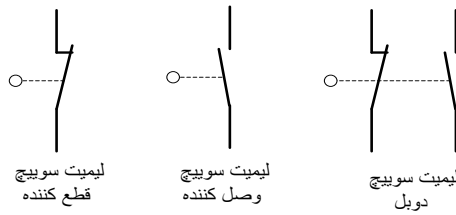


- ♣ **سلکتورهای سویچی** - به شستی هایی گویند که با چرخاندن کلیدی می توان در شرایط کار یا قطع ، آن ها را به صورت پایدار نگه داشت .
- ♣ از لامپ های سیگنال در دستگاه های صنعتی و تابلوهای برق و تابلوهای توزیع به عنوان لامپ های علامت دهنده و لامپ خبر دهنده استفاده می شود و که می توانند روشن بودن ، خاموش بودن و یا عیب دستگاه و را نشان دهند .
- ♣ **لیمیت سویچ** - برای فرمان های مکانیکی و محدود کردن حرکت دستگاه ها از این کلیداستفاده می شود .
- ♣ به لیمیت سویچ ، سویچ محدود کننده نیز می گویند .
- ♣ ساختمان داخلی لیمیت سویچ ها شبیه استپ استارت هاست و به صورت ساده و دوبل و چند کنتاکته ساخته می شوند .
- ♣ به لیمیت سویچ هایی که در ابعاد کوچک ساخته می شوند میکرو سویچ گویند .
- ♣ کاربرد و ساختمان خارجی لیمیت سویچ ها متفاوت است و بستگی مستقیم به چگونگی سیستم مکانیکی دستگاه دارد .

انواع لیمیت سویچ ها عبارتند از:

- ۱ - لیمیت سویچ محدود کننده فشاری انتهایی
- ۲ - لیمیت سویچ محدود کننده قرقره ای
- ۳ - لیمیت سویچ محدود کننده قرقره ای یک طرفه از راست
- ۴ - لیمیت سویچ محدود کننده قرقره ای یک طرفه از چپ
- ۵ - لیمیت سویچ محدود کننده قرقره ای دو طرفه
- ۶ - لیمیت سویچ محدود کننده آنتنی دو طرفه

▲ علامت اختصاری میکرو سویچ به صورت زیر است .

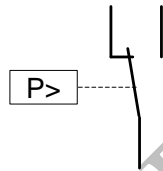


▲ کلید های تابع فشار یا کلیدهای گازی - برای کنترل سطح گاز داخل مخازن و کمپرسورها ، تنظیم فشار

آب داخل لوله ها و روشن و خاموش کردن اتوماتیک دستگاه ها از این کلید استفاده می شود .

▲ به کلیدهای تابع فشار **پرشر سویچ** نیز گویند .

▲ علامت اختصاری کلید تابع فشار به صورت زیر است .



▲ عامل فرمان در کلید تابع فشار ، فشار گاز یا فشار مایع داخل مخزن است . که بر صفحه داخلی کلید نیرویی وارد

می کن که باعث تحریک کلید می شود و یک کنتاکت را باز و یا کنتاکتی را می بندد . عمل برگشت در این کلید

توسط فنر انجام می شود .

▲ کلید شناور یا فلوتر سویچ - برای کنترل سطح آب داخل منابع ، استخرها و مخازن از این کلید استفاده می

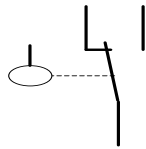
شود .

▲ فلوترسویچ تشکیل شده از یک وزنه تعادل ، یک قسمت شناور و یک میکروسویچ .

▲ طرز کار فلوتر سویچ به این صورت است که : با تغییر سطح مایع داخل مخزن قسمت شناور کلید تغییر مکان

داده و با فرمان دادن به میکروسویچ داخل کلید باعث قطع و وصل مدار می شود .

▲ علامت اختصاری فلوتر سویچ به صورت زیر است .



▲ چشم الکتریکی یا سنسور - نوعی کلید فرمان دهنده است که بدون برخورد فیزیکی دست یا هر وسیله دیگری

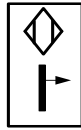
، توسط سیستم چشم الکتریکی از فاصله حداقل یک میلی متر و حداکثر هشت متر با توجه به نوع سنسور واکنش

نشان می دهد و فرمان صادر می کند . و به وسیله رله ای که داخل آن به کار رفته کنتاکت هایی را باز یا می بندد و

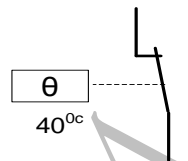
در نتیجه به دستگاه های مورد نظر فرمان می دهد .

▲ از سنسورها در دستگاه های صنعتی و خطوط تولید استفاده زیاد می شود .

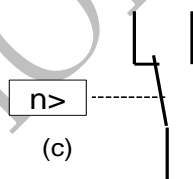
- ♣ سنسورها به صورت حرارتی ، گازی ، مغناطیسی و خازنی ساخته می شوند .
- ♣ علامت اختصاری سنسور به صورت زیر است .



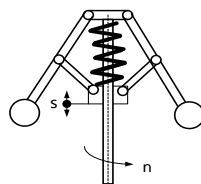
- ♣ **ترموستات** - نوعی رله حرارتی است که در مقابل تغییرات درجه حرارت محیط از خود حساسیت نشان می دهد .
به ترموستات کلید تابع حرارت نیز می گویند .
- ♣ از ترموستات در دستگاه های مختلف صنعتی و وسایل برقی مانند سماور برقی ، آبگرمکن و..... استفاده فراوان می شود و وظیفه آن کنترل دما می باشد . به این صورت که اگر دمای محیط یا دستگاه مورد نظر از حد تنظیمی فراتر رود ترموستات عمل کرده و کنتاکت بازی را بسته و یا کنتاکت بسته ای را باز می کند .
- ♣ از ترموستات در وسایل حرارتی و پرودتی مانند شوفاژ ، یخچال ، چیلر ، سماور برقی ، آبگرمکن برقی و همچنین کوره ها و..... استفاده می شود .
- ♣ علامت اختصاری ترموستات به صورت زیر است .



- ♣ **کلید تابع دور** - از این کلید در بعضی از الکتروموتورهای تک فاز جهت خازج کردن سیم پیچ کمکی از مدار پس از راه اندازی موتور استفاده می شود . همچنین از این کلید در موتور دیگری مانند ترمز جریان مخالف استفاده می شود
- ♣ به کلید تابع دور کلید گریز از مرکز نیز می گویند .
- ♣ علامت اختصاری کلید تابع دور یا گریز از مرکز به صورت زیر است .



- ♣ شکل زیر مکانیزم یک کلید گریز از مرکز را نشان می دهد .



♣ **تایمر یا رله زمانی** – یکی از وسایل فرمان دهنده مدارات به صورت اتوماتیک تایمر یا رله زمانی می باشد که وظیفه کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند .

♣ انواع رله های زمانی یا تایمر :

۱- رله زمانی موتوری یا الکترومکانیکی

۲- رله زمانی الکترونیکی

۳- رله زمانی نیوماتیکی (با فشار هوا)

۴- رله زمانی حرارتی یا بی متالی

۵- رله زمانی هیدرولیکی

♣ **رله زمانی موتوری** – در این تایمر از یک موتور کوچک استفاده شده که از طریق چرخ دنده یک دیسک را در مقابل یک میکروسوییچ می چرخاند . محل دیسک در لحظه شروع به کارتوسط یک زائده خارجی قابل تنظیم است . با تغذیه تایمر ، موتور با سرعت ثابت به گردش در آمده و زمان گیری تایمر شروع می شود . تایمر پس از گردش به سبب برخورد با زائده دیسک متوقف می شود و به میکروسوییچ داخلی فرمان می دهد و کنتاکت های تایمر عمل می کنند و موتور از کار می افتد .

♣ زمان وصل تایمر موتوری از دهم ثانیه تا به طور دائم قابل تنظیم است .

♣ موتور موجود در رله های زمانی موتوری از نوع قطب چاکدار است .

♣ **تایمرهای الکترونیکی** – از این تایمر برای تنظیم زمان های کمتر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می شود .

♣ در ساختمان رله های زمانی الکترونیکی از مدارات و اجزای الکترونیکی استفاده می شود .

♣ در نوعی از تایمرهای الکترونیکی از شارژ و دشارژ شدن یک خازن برای تحریک رله و قطع و وصل کنتاکت ها استفاده می شود . یعنی رله وقتی تحریک می شود که خازن شارژ شود و ولتاژ دوسر آن برابر ولتاژ مورد نیاز رله شود در این صورت رله تحریک شده و بار ذخیره شده در خازن روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دوسر خازن وصل می شود تخلیه می گردد.

♣ در تایمر الکترونیکی نوع خازنی می توان با تغییر ظرفیت خازن زمان تایمر را تنظیم نمود .

♣ **رله زمانی هیدرولیکی** – در این تایمر از سیستم هیدرولیکی استفاده شده است . یعنی وقتی برق به رله وصل می شود مقداری روغن در داخل رله جابجا می شود . برای بازگشت روغن به محل اولیه زمانی لازم است که از این زمان به عنوان زمان تایمر برای قطع و وصل کنتاکت ها استفاده می شود .

♣ **تایمر نیوماتیکی یا پنوماتیکی** – در این تایمر از خاصیت ذخیره سازی و فشردگی هوا استفاده می شود . هنگامی که بوبین تایمر تحریک شود قسمت متحرک را جذب کرده و قطعه ای که شبیه دم آهنگری است فشرده شده و هوای آن از طریق سوپاپ یک طرفه ای خارج می شود و هنگامی که تغذیه بوبین قطع شود دم از طریق فنر

به حالت اولیه خود بر می گردد و از طریق سوپاپ تنظیم از هوا پر می شود و وقتی دم به حالت عادی برگشت کنتاکتها تغییر وضعیت می دهند .

♣ در بعضی موارد تایمر پنوماتیکی بر روی کنتاکتور نصب می شود تا پس از وصل کنتاکتور دم رله فشرده شود .

♣ تایمر پنوماتیکی پس از قطع ولتاژ از بوبین آن شروع به کار می کند .

♣ تفاوت تایمر موتوری با تایمر پنوماتیکی در این است که : تایمر موتوری پس از تنظیم و وصل بوبین آن به ولتاژ شروع به کار می کند در صورتی که تایمر پنوماتیکی پس از قطع ولتاژ از بوبین آن شروع به کار می کند .

♣ **رله زمانی یا تایمر حرارتی** - با استفاده از خاصیت بی متال کار می کند . و بر سه نوع است :

۱- رله حرارتی ذوب شونده

۲- رله حرارتی بی متال

۳- رله حرارتی منعکس کننده میله ای

♣ در تایمر حرارتی هنگامی که جریان از بی متال عبور کند گرم می شود و پس از مدتی در اثر تغییر شکل دو فلز غیر هم جنس آن عمل کرده و مدار را قطع یا وصل می کند .

♣ دقت تایمر های حرارتی زیاد نیست و آب و هوای محیط بر روی آن ها تاثیر می گذارد .

♣ رله های زمانی یا تایمر ها به طور کلی بر دو نوعند :

۱- رله های تاخیر در وصل یا ON - DELAY

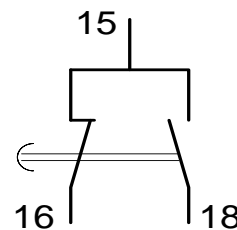
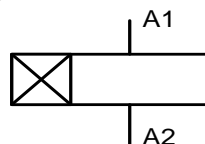
۲- رله تاخیر در قطع یا OFF - DELAY

رله تاخیر در وصل ON - DELAY

♣ به رله ای که در آن با اعمال ولتاژ به بوبین آن عمل کرده و کنتاکتی را باز یا کنتاکتی را می بندد ، رله تاخیر در

وصل یا ON - DELAY گویند مانند تایمر موتوری

♣ تایمر تاخیر در وصل با وصل برق (لبه بالا رونده) زمان سنجی را آغاز کرده و پس از اتمام زمان تنظیم شده بر روی آن عمل می کند و با قطع برق (لبه پایین رونده) به حالت اولیه خود بر می گردد .

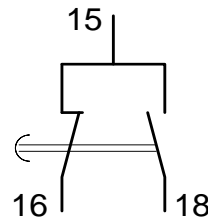
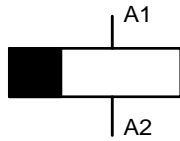


رله تاخیر در قطع OFF - DELAY

♣ به رله ای که در آن با قطع ولتاژ اعمال شده به بوبین آن عمل کرده و کنتاکتی را باز یا کنتاکتی را می بندد ،

رله تاخیر در قطع یا OFF - DELAY گویند مانند تایمر پنوماتیکی

♣ تایمر تاخیر در قطع با وصل برق (لبه بالا برنده) عمل کرده و با قطع برق (لبه پایین رونده) زمان سنجی را آغاز می کند و با اتمام زمان به حالت اولیه بر می گردد .



رله کنترل فاز

♣ رله کنترل فاز یک وسیله حفاظتی الکترونیکی است که در مدار فرمان تابلوهای برق مورد استفاده قرار می گیرد و در صورتی که برای برق ورودی اشکالات زیر پیش بیاید رله کنترل فاز عمل کرده و فرمان قطع مدار را صادر می کند و اشکال مربوطه را یک لامپ سیگنال نشان می دهد .

۱- دوفاز شدن

۲- تغییر ترتیب فازها

۳- افزایش ولتاژ بیش از حد مجاز

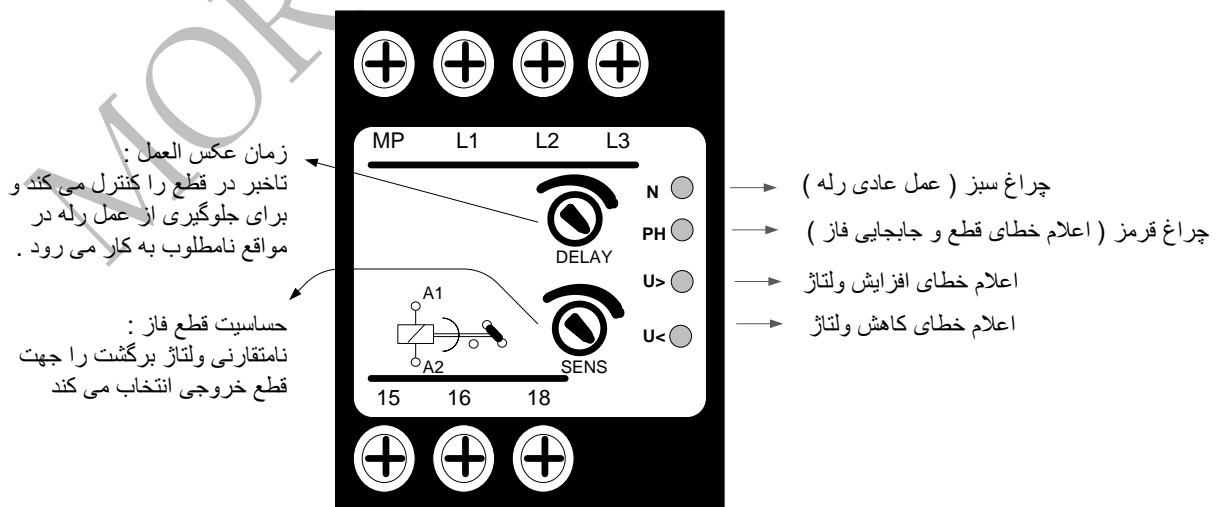
۴- کاهش ولتاژ بیش از حد مجاز

۵- عدم تقارن بیش از حد ولتاژ سه فاز

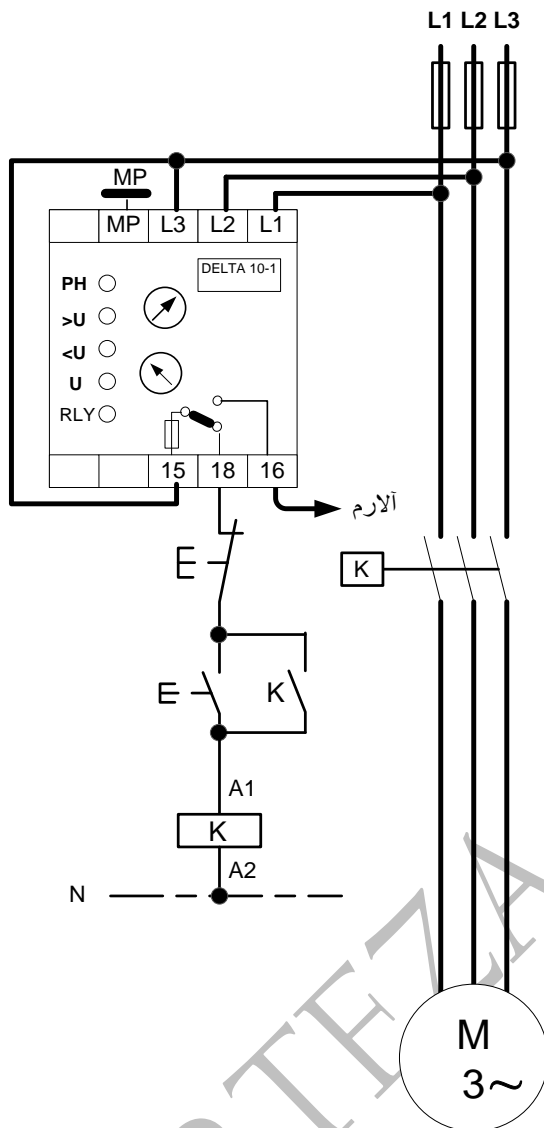
۶- شوک های ناشی از قطع و وصل برق

♣ هر رله کنترل فاز دارای 4 پیچ اتصال برای فازهای L1, L2, L3 و N (MP) برای سیم نول می باشد و همچنین دارای یک کنتاکت بسته فرمان (15 - 18) و یک کنتاکت باز فرمان (15 - 16) می باشد. که تیغه بسته رله مانند تیغه بسته بی متال در مسیر مدار فرمان قرار می گیرد. و از تیغه باز جهت نشان دادن خطا استفاده می شود که به آن کنتاکت خیر یا آلامر گویند .

♣ نقشه یک رله کنترل فاز به صورت زیر است .



▲ نقشه سیم کشی یک رله کنترل فاز به صورت زیر است .



نکته: برای اطمینان از تنظیم درست رله در زمان کار موتور می توان با قطع یکی از فیوزها (دو فاز کردن) عملکرد رله کنترل فاز را بررسی نمود .

لامپ های سیگنال

▲ لامپ های علامت دهنده یا لامپ های سیگنال در کلیه دستگاه های صنعتی و تابلو های توزیع و تابلو فرمان به کار می روند نوع استفاده از این لامپ متفاوت است این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می شود و می توان روشن بودن، خاموش بودن و یا عیب دستگاه و... را نشان دهد.

▲ چراغ های مورد استفاده در مدار فرمان، یک چراغ کم قدرت (1.2 تا 5 وات) است که ولتاژهای مختلف از 24 تا 220 ولت کار می کند این چراغ ها معمولا در سه رنگ استاندارد قرمز، سبز و نارنجی ساخته می شوند.

برای مثال در کارخانه ای که تعداد زیادی موتور در آن واحد مشغول به کار بوده و فواصل آنها تا تابلوی کنترل نسبتا زیاد باشد، از چراغ قرمزی که توسط کنتاکت بازی از کنتاکتور اصلی موتور روشن می شود استفاده می کنند با استفاده از کنتاکتهای باز کنتاکتور می توان چراغ سبزی را که نمایشگر حالت خاموشی مدار است روشن نمود در نقشه ها برای نمایش چراغ سیگنال از حرف H استفاده می شود.

فیوز گازی :

انواع فیوز گازی بر حسب نوع استفاده :

۱- فیوز گازی 1/4 psi : جهت مصارف مسکونی و ساختمانهای عمومی

۲- فیوز گازی 60 psi : جهت نصب در شبکه زیرزمینی

انواع فیوز گازی بر حسب جنس:

با در نظر گرفتن اینکه شبکه های گازی از جنس فولاد یا پلی اتیلن می باشند فیوزهای گازی هم به دو نوع زیر تقسیم می شوند .

۱- فیوز پلی اتیلن : فقط جهت شبکه های زیرزمینی

۲- فیوز فلزی : در شبکه های زیرزمینی و مصارف مسکونی

انواع فیوز گازی بر حسب نوع اتصال به شبکه:

۱- الکترو فیوژن (جهت فیوزهای پلی اتیلن)

۲- رزوه ای (جهت فیوزهای فلزی)

۳- جوشی (جهت فیوزهای فلزی)

انواع فیوز گازی بر حسب سطح مقطع:

فیوز گازی در سایزهای مختلف و هماهنگ با انواع لوله کشی های گازی موجود می باشد .

انواع فیوز گازی بر حسب کاربرد:

۱- فیوز حساس در برابر عبور جریان غیر متعارف

۲- فیوز ضد لرزه (زلزله)

۳- فیوز ضد آتش

پایان

منابع :

- 1 - کتاب کارگاهی سال سوم برق نظام قدیم
- 2 - کتاب تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی - رشته الکتروتکنیک
- 3 - نشریه 110
- 4 - جدول وسترمان
- 5 - سایت های اینترنتی

www.afraelectric.ir

mohamad.parsiblog.com

6 - کتاب روشنایی فنی و نقشه کشی رایانه ای با کد رایانه ای 9962 - تالیف علی رضا حجرگشت

7 - جزوه مونتاز کار تابلو برق - تالیف مهندس علیرضا اکبری

MORTEZA - EGHBAL