شرکت توانیر
معاونت هماهنگی توزیع
دفتر مهندسی و راهبری شبکه

دستورالعمل اصلاح ساختار شبکه هوایی توزیع

جلد ششم : کنترل‌پذیری تابلوهای توزیع عمومی



کد سند: TAV-112-15/00

شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران(توانیر)

دستورالعمل اصلاح ساختار شبکه هوایی توزیع
جلد ششم : کنترل‌پذیری تابلوهای توزیع عمومی

دریافت کنندگان سند:

- ✓ معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر
- ✓ شرکت‌های توزیع نیروی برق ایران

کد سند	تاریخ تهیه	تاریخ بازنگری	شماره آخرین بازنگری
TAV-112-15/00	۱٤۰٤/۰۲/۰۱	---	۰۰

تهیه کننده	تائید کننده	تصویب کننده
دفتر مهندسی و راهبری شبکه	معاونت هماهنگی توزیع	رئیس هیئت مدیره و مدیر عامل
رضا کفیلی	**محسن ذبیحی**	**مصطفی رجبی مشهدی**
امضاء:	**امضاء:**	**امضاء:**

فهرست مطالب

پیشگفتار ۷
۱-مقدمه ۸
۲-هدف و دامنه کاربرد ۹
۳-محدوده اجرا ۹
٤-مسئولیت نظارت و اجرا ۹
٥-تعیین اولویتهای انجام پروژه ۹
٥-۱- اولویت اول ۹
٥-۲- اولویت دوم ۱۰
٦-طرح های اجرایی ۱۱
٦-۱- طرح شماره ۱ ..... ۱۱
۶-۱-۱- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۰۰ KVA ۱۱
۶-۱-۲- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA ۱۲
۶-۱-۳- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA ۱۳
۶-۱-۴- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA ۱۴
۶-۱-۵- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA ۱۵
۶-۱-۶- مزایا استفاده از تابلو توزیع با کلید اتوماتیک در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی ۱۶
۶-۱-۷- معایب استفاده از تابلو توزیع با کلید اتوماتیک در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی ۱۶
٦-۲- طرح شماره ۲ ..... ۱۷
۶-۲-۱- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۰۰ KVA ۱۷
۶-۲-۲- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA ۱۸
۶-۲-۳- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA ۱۹
۶-۲-۴- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA ۲۰
۶-۲-۵- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA ۲۱
۶-۲-۶- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA ۲۲

۶-۲-۷- مزایای استفاده از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی ۲۴
۶-۲-۸- معایب استفاده از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی ۲۴
٦-۳- طرح شماره ۳ ..... ۲۵
٦-٤- طرح شماره ٤ ..... ۲۷
۶-۴-۱- مزایای استفاده از تابلو مکمل هوایی در مسیر کابل اصلی ۲۹
۶-۴-۲- معایب استفاده از تابلو مکمل هوایی در مسیر کابل اصلی ۲۹
پیوست ها ۳۱
پیوست ۱ ..... ۳۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و یک کلید فیوز گردان در خروجی ۱۱
شکل ۲- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و دو کلید فیوزگردان در خروجی ۱۲
شکل ۳- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ۳ کلید فیوز گردان ۱۳
شکل ٤- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ۲ کلید فیوزگردان در خروجی ۱٤
شکل ٥- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی دارای یک کلیداتوماتیک موتوردار در ورودی و ۲ کلید فیوزگردان در خروجی ۱٤
شکل ٦- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ۲ کلید فیوزگردان در خروجی ۱٥
شکل ۷- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی دارای یک کلیداتوماتیک موتوردار در ورودی و ۳ کلید فیوزگردان در خروجی ۱٥
شکل ۸- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی (فرمان از کنتور) ۱۷
شکل ۹- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی (فرمان از کنتور) ۱۸
شکل ۱۰- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با سه کلید اتوماتیک کنترل پذیر در خروجی ۱۹
شکل ۱۱- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی ۲۰
شکل ۱۲- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی ۲۰
شکل ۱۳- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی ۲۱
شکل ۱٤- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلیداتوماتیک در خروجی ۲۱
شکل ۱٥- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی ۲۲
شکل ۱٦- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با سه کلیداتوماتیک در خروجی ۲۲
شکل ۱۷- تصویر تابلو توزیع زمینی ۲٥
شکل ۱۸- شماتیک سیم بندی و جانمایی کنتور در این تابلوها ۲٦
شکل ۱۹- نمونه تابلو مکمل هوایی شامل کلید اتوماتیک موتوردار و کنتور مرجع ۲۷
شکل ۲۰- تصاویری از نحوه نصب تابلو مکمل هوایی در کنار تابلو توزیع هوایی موجود ۲۸
شکل ۲۱- تصاویر نمونه ۳۰
شکل ۲۲- جانمایی و ابعاد دریچه¬ها و گلند تهویه ۳٤
شکل ۲۳- گلند تهویه ۳٤
شکل ۲٤- مسیر تهویه از طرفین و کف تابلو ۳٤

فهرست جدول‌ها

جدول ۱- ظرفیت کلیدهای ورودی و خروجی برای طرح شماره ۱ ..... ۳۲
جدول ۲- ظرفیت کلیدهای خروجی برای طرح شماره ۲ ..... ۳۳

پیشگفتار

با توجه به ضرورت طراحی و اصلاح ساختار شبکه توزیع هوائی با رویکرد کنترل‌پذیری پست‌های عمومی شبکه و مزایای حاصل از انجام این کار در پست‌های نصب جدید و موجود در شبکه و نقش آن در کاهش هزینه‌ها، کاهش تلفات، افزایش ایمنی و افزایش پایداری شبکه دستورالعمل پیش‌رو تهیه و ابلاغ شده است.

این دستورالعمل با دیدگاه طراحی و استفاده از تجهیزات کنترل‌پذیر برای تابلوهای توزیع پست‌های هوایی عمومی در شبکه توزیع نیروی برق، چندین طرح مختلف را متناسب با شرایطی که دارای کمترین هزینه، سرعت بالا در اجرا و از لحاظ فنی تأمین‌کننده خواسته‌های مدنظر باشد ارائه شده است. لذا پیشنهادات این دستورالعمل به گونه‌ای است که هر یک از شرکت‌های توزیع نیروی برق متناسب با پتانسیل امکانات فنی و شرایط جغرافیایی گزینه مناسب را انتخاب و اجرا نمایند.

لذا، معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر اقدام به ابلاغ مأموریت ویژه به شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد برای تدوین دستورالعمل "اصلاح ساختار شبکه هوایی توزیع جلد ششم: کنترل‌پذیری تابلوهای توزیع عمومی" نمود.

در این راستا متخصصان شرکت توزیع نیروی برق مشهد از جمله آقای مهندس محسن ابوترابی زارچی، آقای مهندس محسن رحیمی و سرکار خانم مهندس زهرا فروردین با همکاری تیم دفتر مهندسی و راهبری شرکت توانیر، اقدام به تدوین دستورالعمل مذکور نموده و این دستورالعمل پس از بررسی در کمیته‌های تخصصی مربوطه تایید و ابلاغ می‌گردد.

۱- مقدمه

تابلوهای توزیع فشار ضعیف به عنوان یکی از حلقه‌های انتهایی تحویل انرژی به مشترک نهایی و تغذیه کننده شبکه فشار ضعیف عمومی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. بروز هرگونه اشکال در عملکرد تجهیزات مذکور، منجر به تحمیل انرژی توزیع نشده زیاد و متناسب با آن، تحمیل هزینه‌های گزاف به شرکت‌های توزیع نیروی برق خواهد شد. لذا ایده طراحی تابلوهای توزیع باقابلیت نصب در ارتفاع مطرح و طی چند سال گذشته این طرح تکمیل و با مطرح شدن بحث کنترل‌پذیری در تابلوهای توزیع پست‌های عمومی هم اکنون با این پیش فرض ارائه شده است.

ساخت تابلو با این طرح منجر به کاهش هزینه در مقایسه با تابلوهای زمینی، کاهش طول کابل‌های رابط ترانسفورماتور به تابلو و تابلو به شبکه و بهینه‌سازی شرایط موجود، جلوگیری از سرقت کابل، سرقت تجهیزات و انرژی، رعایت مبلمان شهری، افزایش ایمنی و ... از طریق طراحی با قابلیت نصب در ارتفاع روی پایه یا زیر سکو ترانسفورماتور می‌باشد.

با توجه به اینکه در گذشته بحث کنترل‌پذیرکردن تابلوهای توزیع پست‌های عمومی بصورت جدی مطرح نبوده و از لحاظ تجهیزات و تکنولوژی نیز محدودیت‌هایی وجود داشته است این امر تاکنون علیرغم مزیت‌های زیاد انجام نشده، لیکن با توجه به ضرورت ایجاد شده و در دسترس قرارگرفتن تجهیزات لازم برای انجام این کار، کنترل‌پذیر نمودن پست‌های توزیع می‌تواند مزایایی از جمله موارد بشرح زیر را به همراه داشته باشد:

- امکان قطع و وصل نمودن بار ترانسفورماتورهای توزیع از راه دور
- امکان شناسایی بارهای غیر مولد و غیر حساس و قطع نمودن آنها در زمان‌های ضروری
- کاهش هزینه اجرا با توجه به امکان نصب تابلو و تجهیزات در ارتفاع
- افزایش ایمنی با توجه به امکان نصب تابلو و تجهیزات در ارتفاع
- افزایش پایداری و قابلیت اطمینان با توجه به امکان نصب تابلو و تجهیزات در ارتفاع
- کاهش خسارات ناشی از سرقت تجهیزات با توجه به امکان نصب تابلو و تجهیزات در ارتفاع
- افزایش سرعت در نصب و اجرا

در این راستا با هدف کنترل پذیر نمودن بار پست‌های هوایی عمومی با اولویت پست‌های با بار غیرحساس با مشخصات زیر این دستورالعمل تهیه و ارسال می‌گردد.

اولویت کنترل‌پذیر نمودن پست‌های هوایی عمومی با پست‌های قرارگرفته در فیدرهای فشار متوسط دارای بار حساس، دارای مولدهای تولید پراکنده، مناطق ییلاقی، مناطق صعب العبور و مناطق آلوده (دارای انشعابات غیر مجاز و سرقت انرژی) می‌باشد.

۲- هدف و دامنه کاربرد

هدف از این طرح یکسان‌سازی طراحی، مشخصات فنی و اجرای تابلوهای توزیع عمومی کنترل‌پذیر در پست‌های هوایی جدید و همچنین اصلاح و بهینه‌سازی پست‌های موجود با انتقال تابلو توزیع به زیر سکو ترانس و نصب در ارتفاع و استفاده از یک یا دو تابلوی کوچک کنترل‌پذیر بجای یک تابلوی توزیع بزرگ می‌باشد که کمترین هزینه و بالاترین سرعت در اجرا را داشته باشد.

همچنین این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین ویژگی‌های کیفی در انتخاب، خرید، تهیهٔ اسناد مناقصه، هماهنگ‌سازی و شفافیت در امر تولید و ایجاد فضای رقابتی جهت ارتقاء سطح کیفی تابلوهای توزیع عمومی کنترل‌پذیر پست‌های هوایی در تمام شرکت‌های توزیع نیروی برق تنظیم شده است.

۳- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل معاونت هماهنگی توزیع و شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشد.

٤- مسئولیت نظارت و اجرا

مسئولیت اجرای مفاد این دستورالعمل به عهده مدیران عامل شرکت‌های توزیع نیروی برق بوده و نظارت عالیه بر حسن اجرای آن برعهده معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر می‌باشد.

۵- تعیین اولویت‌های انجام پروژه

۵-۱- اولویت اول

در فیدرهای فشار متوسط دارای بار حساس یا دارای مولدهای تولید پراکنده کنترل‌پذیری تابلو توزیع پست‌های عمومی به ترتیب به یکی از سه روش اعلام شده در زیر انجام می‌گردد:

- روش اول:

در پست‌هایی که امکان جمع‌آوری تابلو، کابل و تجهیزات مربوط به آن از روی زمین و نصب تابلو جدید در ارتفاع می‌باشد، با جمع‌آوری تابلو از روی زمین و نصب تابلو جدید در ارتفاع کنترل پذیری انجام می‌گیرد.

- روش دوم:

در صورت وجود فیدرهای خروجی زمینی متعدد از تابلو توزیع و عدم امکان جمع‌آوری تابلو توزیع و انتقال آن به ارتفاع با نصب موتور روی کلید اتوماتیک کل تابلو توزیع موجود، کنترل‌پذیری انجام می‌گیرد.

- روش سوم:

در صورتیکه هیچکدام از دو روش قبل امکان‌پذیر نباشد و ضرورت کنترل‌پذیر نمودن بار پست باشد با نصب تابلو مکمل در مسیر کابل ترانسفورماتور به تابلو توزیع زمینی در ارتفاع مناسب، کنترل‌پذیری انجام می‌گیرد.

۵-۲- اولویت دوم

در فیدرهای فشار متوسط مناطق ییلاقی، مناطق صعب العبور، مناطقی که از نظر شرکت توزیع برق باید کنترل‌پذیر شود و مناطق آلوده (دارای انشعابات غیرمجاز و سرقت انرژی)، کنترل‌پذیری تابلو توزیع پست‌های عمومی فقط از طریق جمع‌آوری تابلو موجود از روی زمین و نصب تابلو جدید در ارتفاع انجام می‌گیرد.

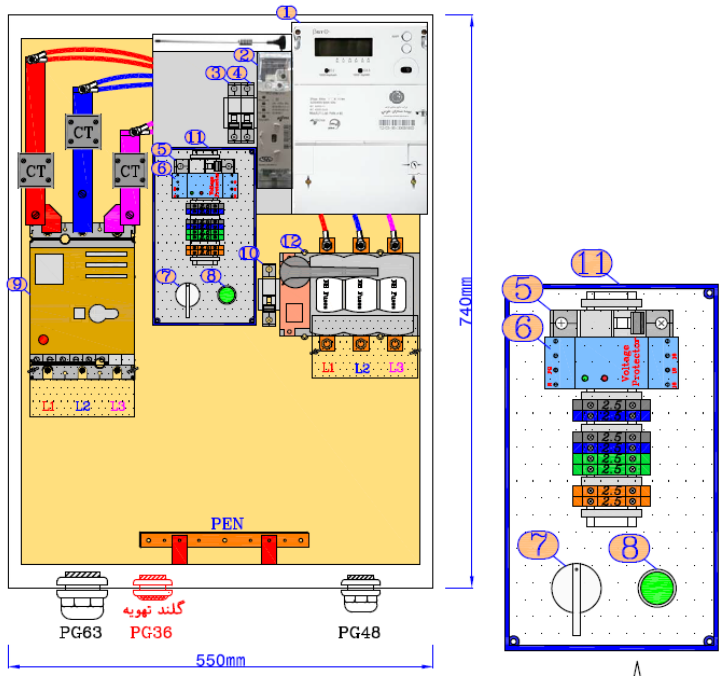
٦- طرح های اجرایی

٦-١- طرح شماره ١

کنترل‌پذیری با نصب تابلوهای توزیع عمومی در ارتفاع در پروژه‌های توسعه، احداث، اصلاح و بهینه‌سازی با کلید اتوماتیک در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی و جمع‌آوری تابلوی زمینی موجود

٦-١-١- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ١٠٠ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ١٠٠ KVA از تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور و یک خروجی کلید فیوزگردان با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشارضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد و در صورت نیاز می‌توان با دو خروجی نیز طراحی گردد.

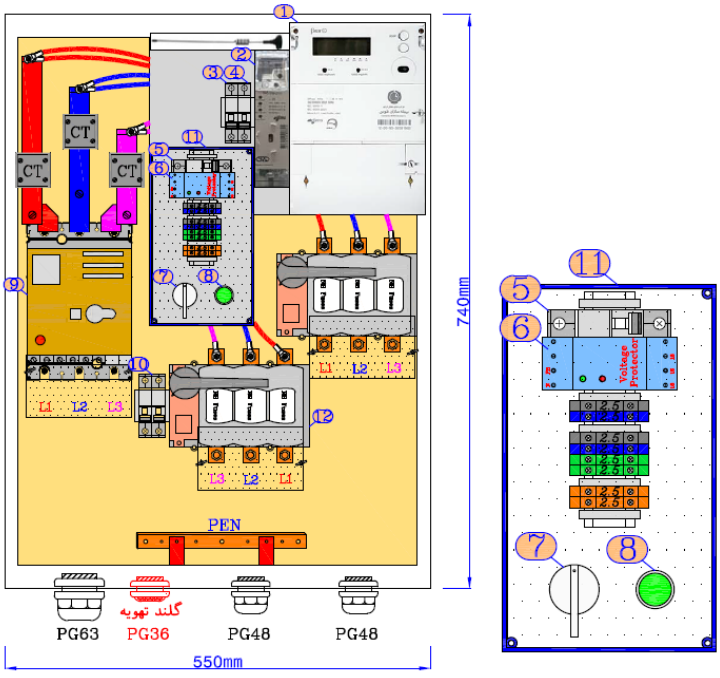


①	کنتور سه فاز اتصال غیرمستقیم ویرایش ٣ با قابلیت Gateway (کنتور مرجع)
②	کنتور تکفاز هوشمند ریلی (کنتور روشنایی)
③	ایزولاتور ٦٣آمپر (سر خط مدار روشنایی)
④	ایزولاتور ٦٣آمپر بای پس (جهت بای پس کردن کنتور روشنایی در زمان تعمیرات)
⑤	مینیاتوری ٦ آمپر (سر خط مدار فرمان)
⑥	محافظ ولتاژ تکفاز (جهت محافظت از برد موتور)
⑦	کلید سلکتور سه حالته (کنترل از راه دور - قطع دائم - وصل دائم)
⑧	چراغ سیگنال وضعیت خروجی اتومات کل
⑨	کلید اتوماتیک موتوردار با فرمان دو سیمه (پلمب درپوش الزامی است)
⑩	مینیاتوری ٣٢آمپر (خروجی مدار روشنایی)
⑪	ماژول فرمان تابلو توزیع با اتومات کل موتوردار
⑫	کلید فیوز گردان قابل قطع زیر بار ١٦٠آمپر

شکل ١- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و یک کلید فیوز گردان در خروجی

۶-۱-۲- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA از تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور و دو خروجی کلید فیوزگردان با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشار ضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.



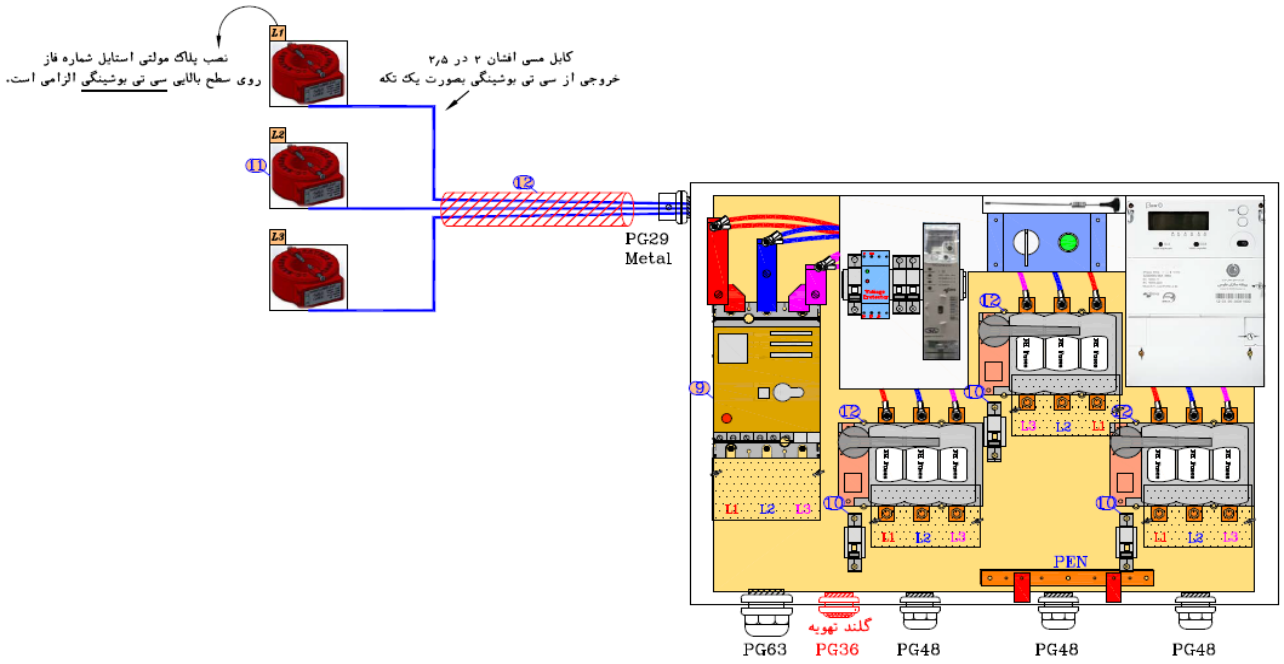
①	کنتور سه فاز اتصال غیرمستقیم ویرایش ۳ با قابلیت Gateway (کنتور مرجع)
②	کنتور تکفاز هوشمند ریلی (کنتور روشنایی)
③	ایزولاتور ۶۳آمپر (سر خط مدار روشنایی)
④	ایزولاتور ۶۳آمپر بای پس (جهت بای پس کردن کنتور روشنایی در زمان تعمیرات)
⑤	مینیاتوری ۶ آمپر (سر خط مدار فرمان)
⑥	محافظ ولتاژ تکفاز (جهت محافظت از برد موتور)
⑦	کلید سلکتور سه حالته (کنترل از راه دور - قطع دائم - وصل دائم)
⑧	چراغ سیگنال وضعیت خروجی اتومات کل
⑨	کلید اتوماتیک موتوردار با فرمان دو سیمه (پلمب دربوش الزامی است)
⑩	مینیاتوری ۳۲آمپر (خروجی مدار روشنایی)
⑪	ماژول فرمان تابلو توزیع با اتومات کل موتوردار
⑫	کلید فیوز گردان قابل قطع زیر بار ۱۶۰آمپر

شکل ۲- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و دو کلید فیوزگردان در خروجی

نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ۱۶۰KVA تا ۲۵۰ KVA نیاز به بیش از دو فیدر خروجی باشد می‌توان از تابلو با مشخصات زیر با سه فیدر خروجی استفاده نمود.

۶-۱-۳- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA از تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور و سه خروجی کلید فیوزگردان با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشار ضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.

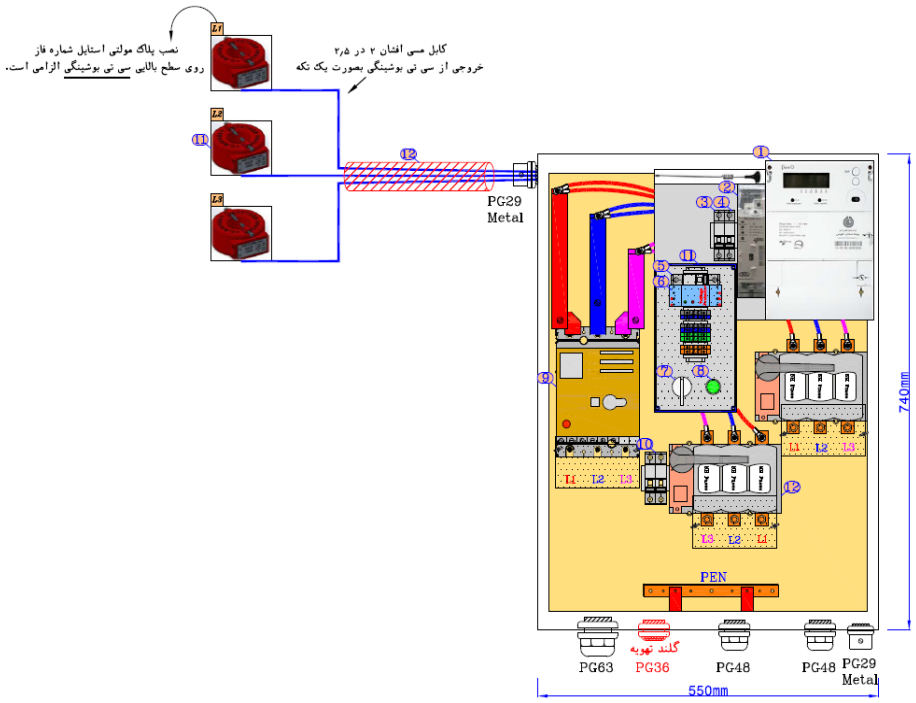


شکل ۳- تابلو توزیع هوایی دارای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ۳ کلید فیوز گردان در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی

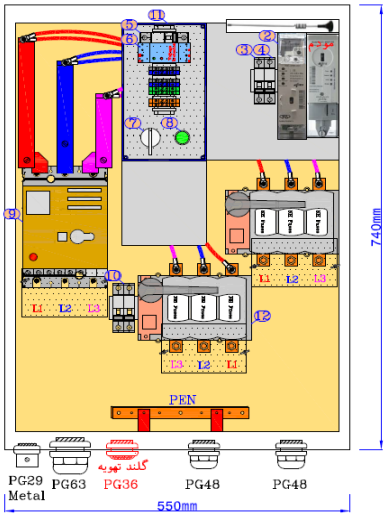
نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ۱۶۰KVA تا ۲۵۰ KVA نیاز به بیش از سه فیدر خروجی باشد می‌توان از ترکیب تابلوهای زیر با چهار فیدر خروجی با درنظرگرفتن آمپر مناسب برای کلیدهای ورودی و خروجی استفاده نمود.

٦-١-٤- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA از مجموع دو دستگاه تابلو توزیع هوایی که هر یک دارای یک کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور و دو خروجی کلید فیوزگردان با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشار ضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.



شکل ٤- تابلو شماره ١: تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ٢ کلید فیوزگردان در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی

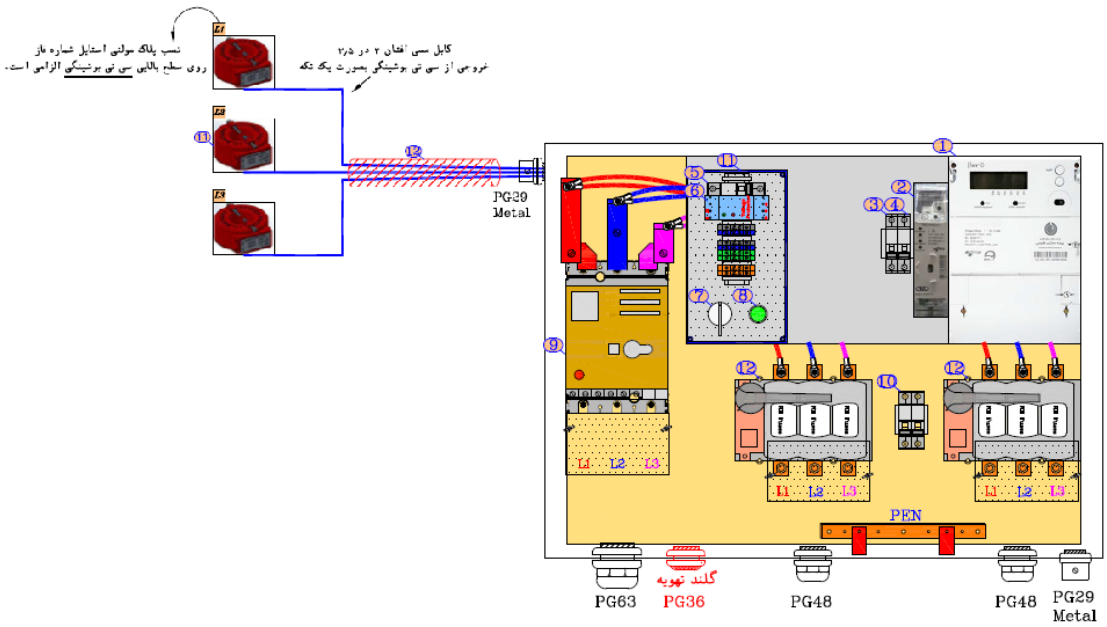


شکل ٥- تابلو شماره ٢: تابلو توزیع هوایی دارای یک کلیداتوماتیک موتوردار در ورودی و ٢ کلید فیوزگردان در خروجی

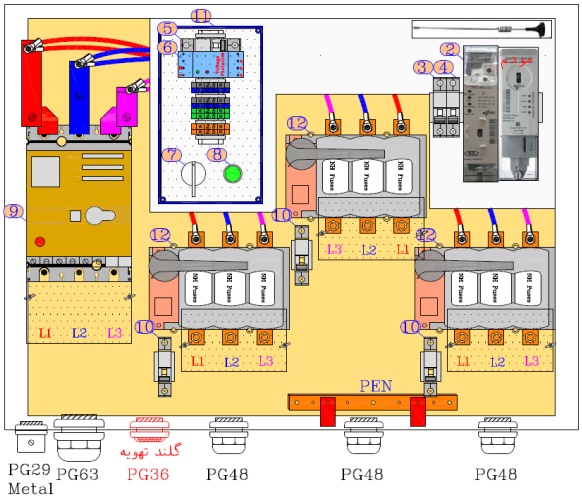
نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA نیاز به بیش از چهار فیدر خروجی باشد می‌توان از ترکیب تابلوهای زیر استفاده نمود.

٦-١-٥- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA از مجموع دو دستگاه تابلو توزیع هوایی که هر یک دارای یک کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور و دو یا سه خروجی کلید فیوزگردان (در مجموع پنج فیدر خروجی) با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشار ضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.



شکل ٦- تابلو شماره ١: تابلو توزیع هوایی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و ٢ کلید فیوزگردان در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی



شکل ٧- تابلو شماره ٢: تابلو توزیع هوایی دارای یک کلیداتوماتیک موتوردار در ورودی و ٣ کلید فیوزگردان در خروجی

٦-١-٦- مزایا استفاده از تابلو توزیع با کلید اتوماتیک در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی

١- حفاظت ترانسفورماتور از طریق یک کلید اتوماتیک اصلی

٢- حفاظت فیدرهای خروجی از طریق کلید فیوزگردان و بهره‌مندی از مزایای آن در زمان اضافه بار (قطع تک‌فاز، عیب‌یابی ساده‌تر فاز قطع شده و ...)

٣- استهلاک یک کلید اتوماتیک موتوردار بجای چندین کلید اتوماتیک موتوردار

٦-١-٧- معایب استفاده از تابلو توزیع با کلید اتوماتیک در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی

١- کاهش قابلیت اطمینان پست و خاموشی گسترده در صورت خرابی کلید اتوماتیک موتوردار کل

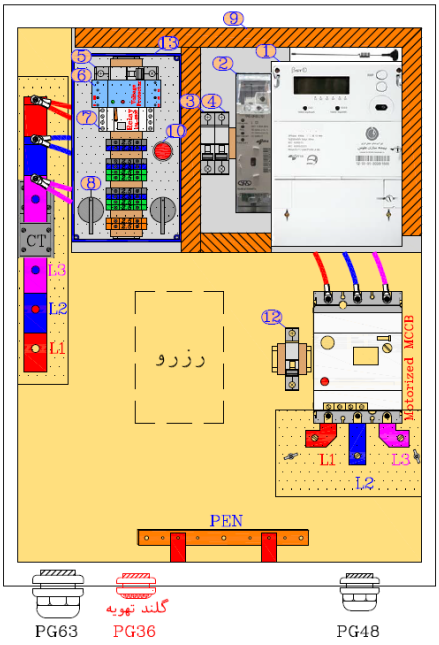
نکته : در این طرح برای خاموش نشدن سیستم روشنایی معابر در زمان قطع کلید اتوماتیک ورودی تغذیه روشنایی باید از ورودی کلید گرفته شود.

٦-٢- طرح شماره ٢

کنترل‌پذیری با نصب تابلوهای توزیع عمومی در ارتفاع در پروژه‌های توسعه، احداث، اصلاح و بهینه‌سازی بدون کلید اتوماتیک در ورودی و با کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر در خروجی و جمع‌آوری تابلوی زمینی موجود

٦-٢-١- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ١٠٠ KVA

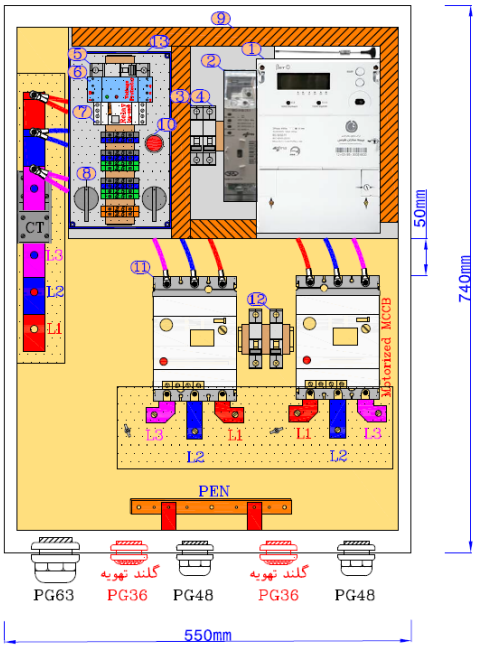
برای پست هوایی با ظرفیت ١٠٠ KVA از تابلو توزیع بدون ورودی با یک خروجی کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با فرمان مستقیم از کنتور و آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشارضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد و در صورت نیاز می‌توان با دو خروجی نیز طراحی گردد.



شکل ٨- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با یک کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی (فرمان از کنتور)

۶-۲-۲- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در خروجی با فرمان مستقیم از کنتور برای حفاظت فیدر فشارضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.

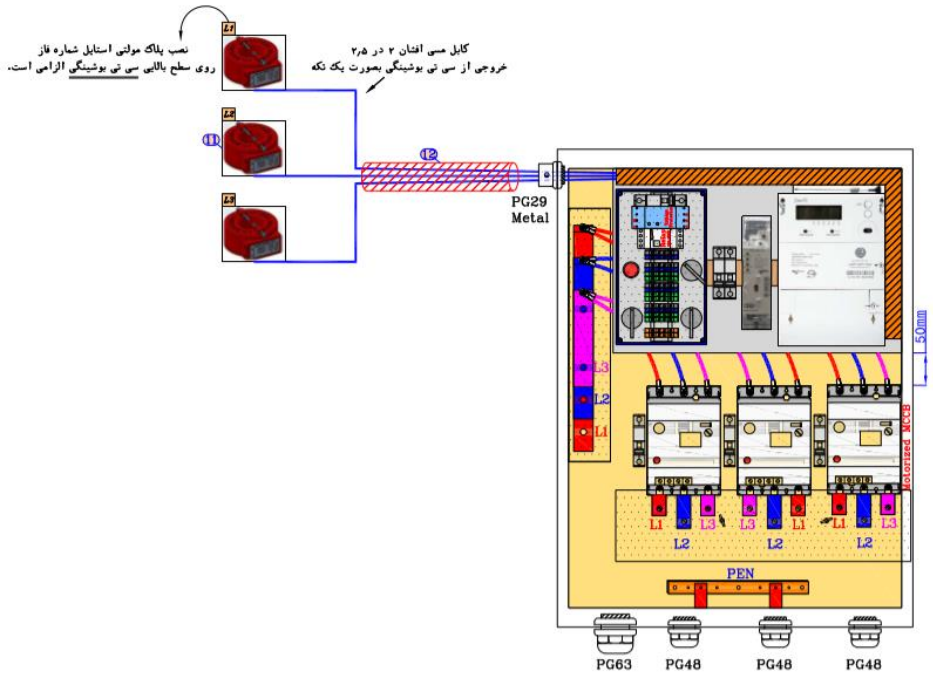


شکل ۹- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی (فرمان از کنتور)

نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ۱۶۰KVA تا ۲۵۰ KVA نیاز به بیش از دو فیدر خروجی باشد می‌توان از تابلو با مشخصات زیر با سه فیدر خروجی استفاده نمود.

۶-۲-۳- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با سه کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب و فرمان مستقیم از کنتور برای حفاظت فیدرهای خروجی فشارضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.

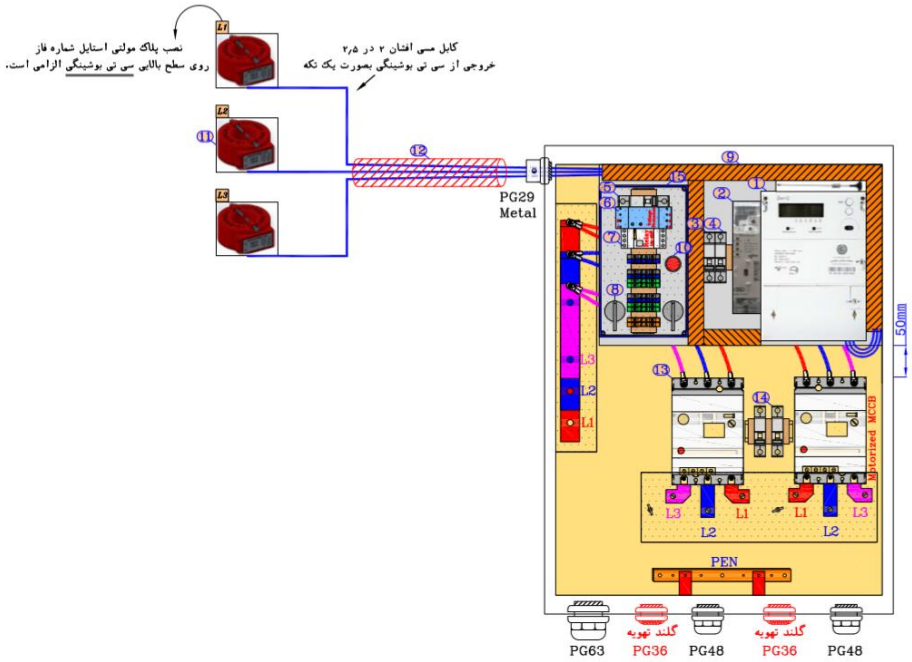


شکل ۱۰- تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با سه کلید اتوماتیک کنترل پذیر در خروجی
دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی

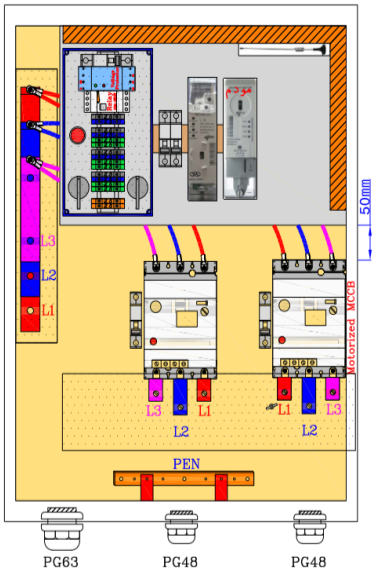
نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ۱۶۰ KVA تا ۲۵۰ KVA نیاز به بیش از سه فیدر خروجی باشد می‌توان از تابلوهای با مشخصات زیر با چهار فیدر خروجی با درنظرگرفتن آمپر مناسب برای کلیدهای ورودی و خروجی استفاده نمود.

٦-٢-٤- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ١٦٠ KVA تا ٢٥٠ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ١٦٠ KVA تا ٢٥٠ KVA از مجموع دو دستگاه تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در ورودی با فرمان مستقیم از کنتور با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشارضعیف مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.



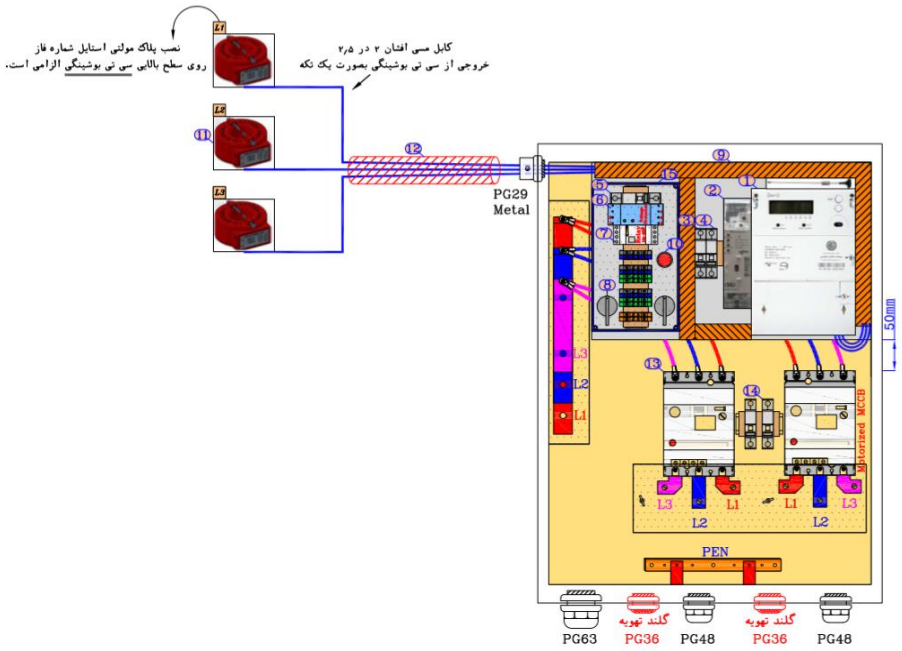
شکل ١١- تابلو شماره ١: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی



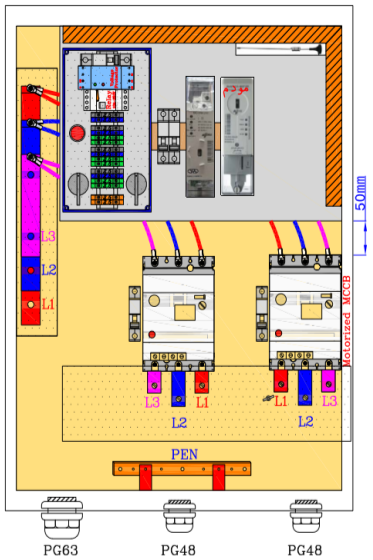
شکل ١٢- تابلو شماره ٢: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی

٦-٢-٥- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA از مجموع دو دستگاه تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر با ظرفیت نامی مناسب در خروجی با فرمان مستقیم از کنتور با آمپر مناسب برای حفاظت فیدر فشار ضعیف مطابق مشخصات زیر (در مجموع چهار فیدر خروجی) استفاده می‌گردد.



شکل ١٣- تابلو شماره ١: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی

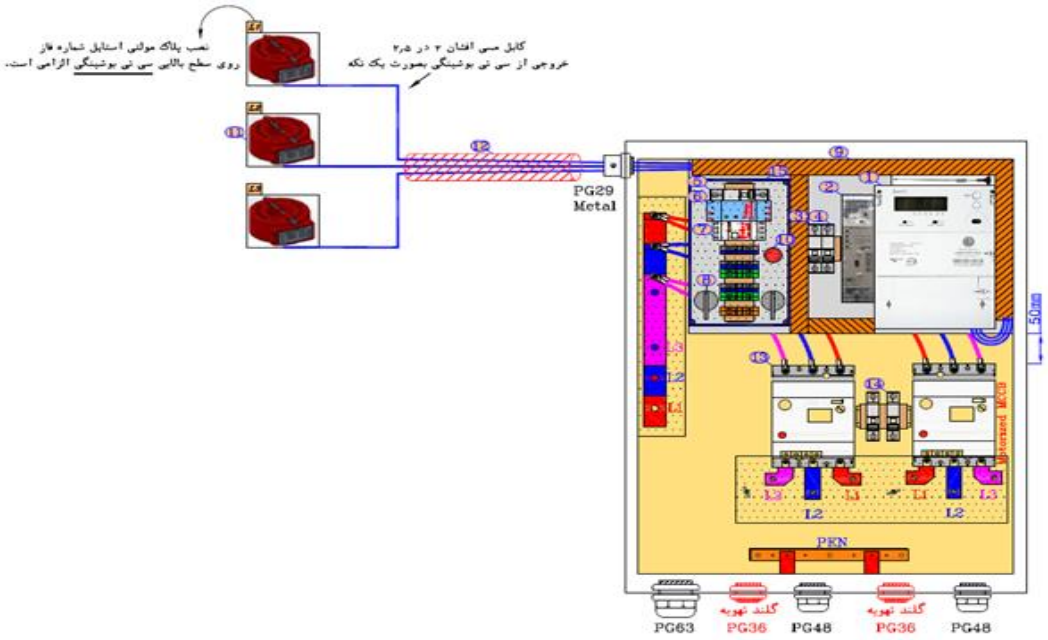


شکل ١٤- تابلو شماره ٢: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلیداتوماتیک در خروجی

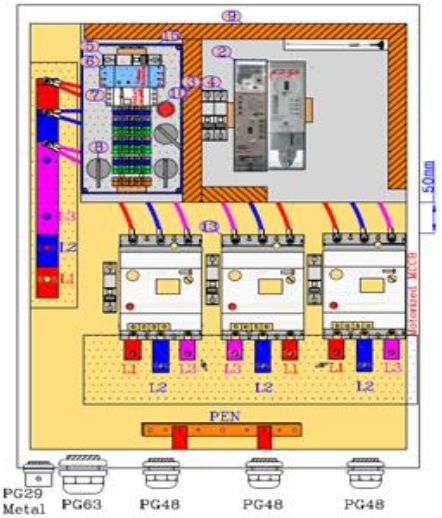
نکته : در صورتیکه در پست‌های هوایی با ظرفیت ٣١٥ KVA تا ٤٠٠ KVA نیاز به بیش از چهار فیدر خروجی باشد می‌توان از ترکیب تابلوهای زیر استفاده نمود.

۶-۲-۶- تابلو توزیع پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA

برای پست هوایی با ظرفیت ۳۱۵ KVA تا ۴۰۰ KVA از مجموع دو دستگاه تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو و سه خروجی کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر (در مجموع پنج فیدر خروجی) با فرمان مستقیم از کنتور مطابق مشخصات زیر استفاده می‌گردد.



شکل ۱۵- تابلو شماره ۱: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با دو کلید اتوماتیک در خروجی دارای کنتور مرجع و ترانسفورماتور جریان بوشینگی



شکل ۱۶- تابلو شماره ۲: تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با سه کلیداتوماتیک در خروجی

نکته:

۱- پیشنهاد می‌گردد در کلان شهرها و شهرستان‌های بزرگ با توجه به اینکه پست‌های با قدرت کمتر از ۱۰۰ KVA توجیه اقتصادی و موضوعی برای کنترل‌پذیر نمودن ندارند، کنترل‌پذیر نگردند ولی در شهرهای کوچک در صورت توجیه‌پذیر بودن می توان ترانسفورماتورهای باقدرت زیر ۱۰۰ KVA را نیز کنترل‌پذیر نمود.

۲- در پست‌های هوایی ۳۱۵ KVA و ٤۰۰KVA ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده برای کنتور مرجع از نوع بوشینگی می‌باشد همچنین در تابلو این پست‌ها با توجه به استفاده از کنتور AMI برای اندازه‌گیری انرژی و فرمان قطع و وصل شبکه روشنایی معابر (حذف ساعت نجومی و کنتاکتور) و محدودیت جریانی کنتورها هر تابلو دارای یک کنتور روشنایی مجزا می‌باشد. (این پست‌ها دارای دو کنتور روشنایی می‌باشند)

۳- در صورت مهیا نبودن شرایط استفاده از کنتور هوشمند برای کنترل سیستم روشنایی معابر می‌توان از روش سنتی کنترل روشنایی معابر با ساعت نجومی و کنتاکتور استفاده نمود.

٤- در پست‌های هوایی ۳۱۵ KVA و ٤۰۰ KVA سیم‌بندی فرمان بین دو تابلو از طریق یک رشته کابل مسی ۲×۱/۵ داخل لوله خرطومی اجرا می‌گردد. این کابل حدفاصل رله خروجی کنتور تا جعبه فرمان تابلو شماره ۲ اجرا می‌گردد.

۵- در موارد اصلاح و بهینه‌سازی پست‌های موجود، با جمع‌آوری تابلو توزیع زمینی و کابل‌های رابط ترانسفورماتور به تابلو و کابل‌های زمینی خروجی از تابلو به فیدرهای هوایی و نصب تابلو توزیع جدید در بالا زیر ترانسفورماتور پست کنترل‌پذیر شده و از تابلو جدید نصب شده با احداث چند فاصله شبکه هوایی ارتباط فیدرها با تابلو را برقرار می‌کنیم.

٦-٢-٧- مزایای استفاده از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی

١- قابلیت اطمینان بالاتر و عدم خاموشی کل ترانس در صورت خرابی کلید اتوماتیک موتوردار

٦-٢-٨- معایب استفاده از تابلو توزیع هوایی بدون ورودی با کلید اتوماتیک موتوردار در خروجی

- استهلاک دو کلید اتوماتیک موتوردار بجای یک کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی
- خاموشی هر سه فاز فیدر فشار ضعیف در صورت عملکرد یک فاز کلید اتوماتیک خروجی (ناشی از خطا روی یک فاز شبکه) و افزایش محدوده خاموشی
- افزایش زمان عیب‌یابی شبکه به علت عملکرد سه فاز و مشخص نبودن فاز معیوب در کلیدهای اتوماتیک خروجی
- تاثیر دمای محیط در عملکرد ناخواسته رله‌های اضافه بار حرارتی کلیدهای اتوماتیک خروجی در فضای بسته تابلو و ایجاد مشکل قطع ناخواسته در گرمای تابستان برای بهره‌برداری

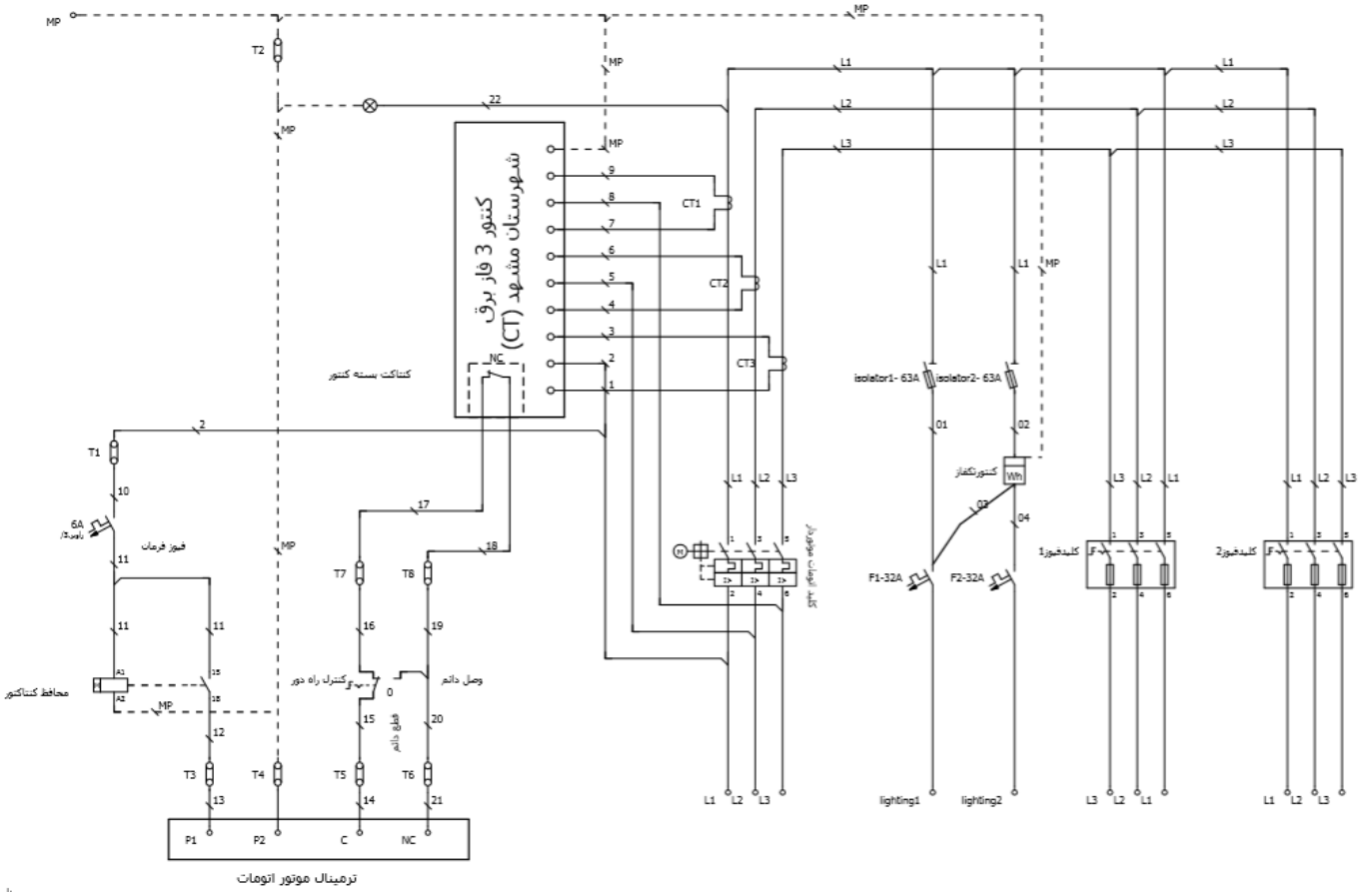
٦-٣- طرح شماره ٣

کنترل‌پذیری تابلوهای توزیع عمومی موجود با موتوردار کردن کلید اتوماتیک کل در ورودی تابلو توزیع موجود

در راستای افزایش قابلیت اطمینان، بهینه‌سازی شرایط موجود، جلوگیری از سرقت کابل، جلوگیری از سرقت تجهیزات و انرژی، رعایت مبلمان شهری، افزایش ایمنی و ... پیشنهاد می‌گردد تابلو و تجهیزات مربوط به آن از روی زمین جمع‌آوری و به زیر ترانسفورماتور در پست هوایی منتقل گردد و از یکی از روش‌های ارائه شده در بالا برای انجام این طرح استفاده گردد. ولی اگر شرایط برای انجام این کار مهیا نبود می‌توان در صورت امکان با موتوردارکردن کلید اتوماتیک کل ورودی تابلو توزیع موجود در پست‌های هوایی ٣١٥ KVA و ٤٠٠ KVA تابلوهای توزیع موجود را کنترل پذیر نمود.



شکل ١٧- تصویر تابلو توزیع زمینی

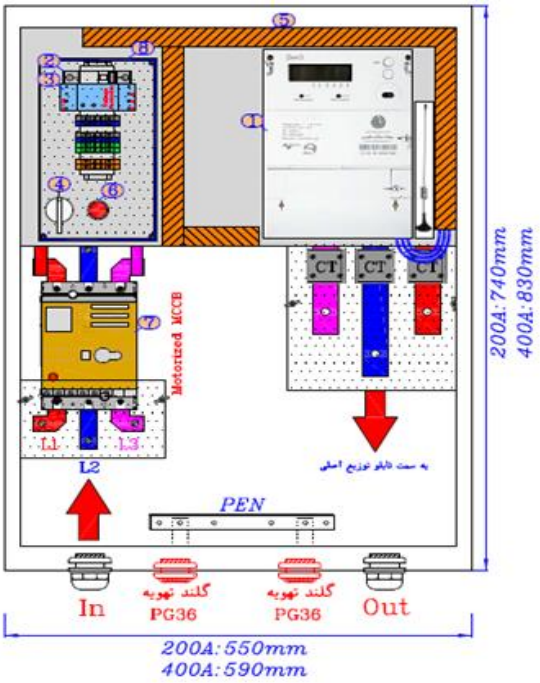


شکل ۱۸- شماتیک سیم بندی و جانمایی کنتور در این تابلوها

٦-٤- طرح شماره ٤

کنترل‌پذیری تابلوهای توزیع عمومی موجود با استفاده از یک تابلو مکمل هوایی در مسیر کابل اصلی

استفاده از این روش بصورت محدود و در مواردی که امکان جمع‌آوری تابلو زمینی موجود و نصب تابلو جدید در ارتفاع زیر ترانسفورماتور و یا موتوردار کردن کلید کل تابلو توزیع موجود فراهم نمی‌باشد، پیشنهاد می‌گردد. در این طرح یک کابل رابط تکفاز یا سه فاز بین مدار روشنایی تابلو زمین و ورودی تابلو مکمل باید متصل شود.



شکل ۱۹- نمونه تابلو مکمل هوایی شامل کلید اتوماتیک موتوردار و کنتور مرجع





شکل ۲۰- تصاویری از نحوه نصب تابلو مکمل هوایی در کنار تابلو توزیع هوایی موجود

٦-٤-١- مزایای استفاده از تابلو مکمل هوایی در مسیر کابل اصلی

۱- حفاظت استاندارد ترانس از طریق کلید اتوماتیک اصلی

۲- عدم نیاز به جابجایی کابل‌های خروجی از تابلو توزیع موجود

۳- مناسب برای کنترل‌پذیری ترانس هوایی دارای تابلو توزیع زمینی که در آن امکان موتوردار کردن کلید اتوماتیک کل وجود ندارد.

٦-٤-٢- معایب استفاده از تابلو مکمل هوایی در مسیر کابل اصلی

۱- قطع سیستم روشنایی معابر خروجی در زمان خاموشی ترانسفورماتور عمومی

۲- عدم امکان نصب زیر ترانسفورماتورهای فاقد تابلو توزیع

۳- امکان قطع کلید کل و خاموشی گسترده در صورت بروز اتصال کوتاه روی یکی از فازها

۴- ایجاد یک اتصال اضافی در مسیر کابل رابط ترانسفورماتور به تابلو

۵- کاهش قابلیت اطمینان پست و خاموشی گسترده در صورت خرابی کلید اتوماتیک موتوردار

۶- صعوبت نصب تابلو با توجه به وزن و ابعاد نامتعارف

۷- نیاز به کابل‌کشی اضافی (جامپر بین دو تابلو)

۸- نازیبا بودن و بهم خوردن مبلمان شهری با نصب تابلوهای مکمل

۹- ایجاد شرایط مناسب برای قطع خروجی ترانسفورماتور و سرقت کابل و تجهیزات






شکل ۲۱- تصاویر نمونه

پیوست ها

پیوست ۱

در این پیوست نمونه تابلو توزیع با مشخصات آمپر کلیدها مطابق با شرایط شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد به صورت راهنما آورده شده است.

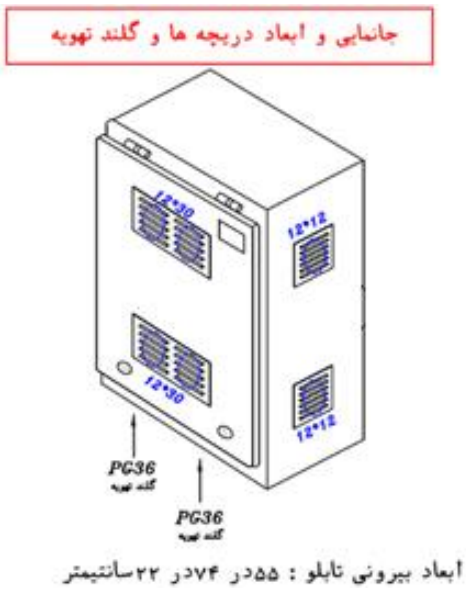
جدول ۱- ظرفیت کلیدهای ورودی و خروجی برای طرح شماره ۱

طرح شماره ۱ :تابلو با کلید اتوماتیک موتوردار در ورودی و کلید فیوزگردان در خروجی						
ردیف	ظرفیت پست (KVA)	تعداد تابلو	جریان نامی کلید اتوماتیک ورودی (آمپر)	تعداد فیدر خروجی	تعداد و جریان نامی کلید فیوز گردان خروجی (آمپر) (یکی از گزینه های زیر)	
۱	100 kVA	۱	۲۰۰	۱ یا ۲	۱×۱۶۰	۲×۱۶۰
۲	160 kVA	۱	٤۰۰	۲ یا ۳	۲×۱۶۰	۳×۱۶۰
۳	200 kVA 250 kVA	۱	٤۰۰	۲ یا ۳	۲×۲۵۰	۳×۱۶۰
٤	160 kVA 200 kVA 250 kVA	۲	٤۰۰	٤	۲×۱۶۰	-
٥	315 kVA	۲	٤۰۰	٤ یا ٥	۲×۱۶۰	۳×۱۶۰
٦	400 kVA	۲	٤۰۰	٤ یا ٥	۲×۲۵۰	۳×۱۶۰

جدول ۲- ظرفیت کلیدهای خروجی برای طرح شماره ۲

طرح شماره۲: تابلو بدون کلید اتوماتیک در ورودی و با کلید اتوماتیک کنترل‌پذیر در خروجی						
ردیف	ظرفیت پست (KVA)	تعداد تابلو	جریان نامی کلید اتوماتیک ورودی (آمپر)	تعداد فیدر خروجی	تعداد و جریان نامی کلید اتوماتیک کنترل پذیر خروجی(آمپر) (یکی از گزینه های زیر)	
۱	100 kVA	۱	–	۱ یا ۲	۱×۲۰۰	۲×۱۰۰
۲	160 kVA	۱	–	۲ یا ۳	۲×۲۰۰	۳×۱۰۰
۳	200 kVA 250 kVA	۱	–	۲ یا ۳	۲×۲۵۰	۳×۱۶۰
4	160 kVA	۲	–	٤	۲×۸۰	–
5	200 kVA 250 kVA	۲	–	٤	۲×۱۲۵	–
6	315 kVA	۲	–	٤	۲×۱٦۰	–
7	315 kVA	۲		٥	۲×۱۲٥	۳×۱۲٥
8	400 kVA	۲	–	٤	۲×۲۰۰	–
9	400 kVA	2	-	٥	۲×۱٦۰	۳×۱٦۰

نکته : با توجه به ابعاد تابلوها، توجه به بهبود مسیر تهویه تابلو می‌تواند در بهره‌برداری مناسب از تابلوها موثر باشد.



شکل ۲۲- جانمایی و ابعاد دریچه‌ها و گلند تهویه



شکل ۲۳- گلند تهویه



شکل ۲٤- مسیر تهویه از طرفین و کف تابلو