جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه

تجهیزات ویژه سیستم تامین توان

ضابطه شماره ۹۰۳

آخرین ویرایش: ۰۸-۱۲-۱۴۰۳

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

۱۴۰۳

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

باسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** **۱۴۰۳/۶۵۷۷۸۹**
	تاریخ : **۱۴۰۳/۱۲/۱۴**

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه**
شماره ضابطه:	**۹۰۱– تجهیزات ویژه مخابرات، سیگنالینگ و کنترل** **۹۰۲– تجهیزات ویژه مکانیکی** **۹۰۳– تجهیزات ویژه سیستم تامین توان** **۹۰۴– ناوگان ریلی** **۹۰۵– تجهیزات تعمیرگاهی نقلیه و دپو** **۹۰۶– ساختمان و تاسیسات**
نوع ابلاغ:	راهنما
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

چنانچه مطالبی در این مجموعه ضابطه، مغایر با اسناد قراردادی و بالادستی در خصوص روابط ارکان پروژه، از جمله کارفرما، مشاور و پیمانکار یا سایر مباحث قراردادی قید شده باشد، اسناد بالادستی قراردادی (نظیر موافقتنامه، شرایط عمومی) ملاک عمل خواهد بود.

سیدحمید پورمحمدی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست از این‌رو، از شما خوانندهٔ گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه- مرکز تلفن۳۳۲۷۱
سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
Email: nezamfanni@chmail.ir **web: nezamfanni.ir**

باسمه تعالی

پیشگفتار

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور بر اساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، «مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه» را در قالب ۶ جلد با شماره‌های زیر تهیه کرده است:

ضابطه شماره ۹۰۱- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه مخابرات، سیگنالینگ و کنترل

ضابطه شماره ۹۰۲- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه مکانیکی

ضابطه شماره ۹۰۳- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه سیستم تامین توان

ضابطه شماره ۹۰۴- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - ناوگان ریلی

ضابطه شماره ۹۰۵- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات تعمیرگاهی نقلیه و دپو

ضابطه شماره ۹۰۶- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - ساختمان و تاسیسات

با وجود تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آنها نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضوابط از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

تهیه و کنترل « ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - **تجهیزات ویژه سیستم تامین توان»**

[ضابطه شماره ۹۰۳]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

وحید وکیلزاده	شـرکت مهندسـین مشـاور جامع بهرو	فوق لیسانس برق
یونس رضاقلی	شـرکت مهندسـین مشـاور جامع بهرو	فوق لیسانس برق
رضا فیروزکوهی	شـرکت مهندسـین مشـاور جامع بهرو	لیسانس الکترونیک
فرزین افشاری فراهانی	شـرکت مهندسـین مشـاور جامع بهرو	لیسانس برق الکترونیک

اعضای گروه نظارت:

داوود پارساپور	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	دکترای عمران
احسان دباغ نیشابوری	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	فوق لیسانس مکانیک
لیلا ایرانپور	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	فوق لیسانس معماری

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
وحید سعیدیان	معاون امور راه و ترابری و مدیریت عمران شهری و روستایی
فرزانه آقارمضانعلی	رییس‌گروه امور نظام فنی و اجرایی
زینب سقایی نوش‌آبادی	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

فهرست مطالب

۱-فصل اول ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست های برق LPS ۳

۱- ۱- معرفی اجمالی پست های روشنایی (LPS) خطوط مترو ۵

۱- ۱- ۱- مقدمه ۵

۱- ۱- ۲- استانداردها و مراجع ۵

۱- ۱- ۳- اصطلاحات ۸

۱- ۱- ۴- ساختار پست های روشنایی (LPS) ۹

۱- ۲- شرح تجهیزات تشکیل دهنده پست های LPS ۹

۱- ۲- ۱- ترانسفورماتور توزیع ۹

۱- ۲- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۱۰

۱- ۲- ۳- تابلوهای فشار ضعیف(LV) ۱۰

۱- ۲- ۴- شارژر و باتری ها ۱۰

۱- ۲- ۵- سیستم زمین ۱۱

۱- ۳- مراحل تحویل گیری ۱۱

۱- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل گیری ۱۱

۱- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات ۱۲

۱- ۴- شرحی از بازرسی و مراحل تحویل گیری ۱۲

۱- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست روشنایی(LPS) ۱۲

۱- ۴- ۲- سازماندهی ۱۳

۱- ۴- ۳- شرایط آزمایش ۱۳

۱- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش ۱۳

۱- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات ۱۴

۱- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور ۱۴

۱- ۴- ۵- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۱۸

۱- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار ضعیف (LV) ۳۱

۱- ۴- ۵- ۴- شرح آزمایش سیستم زمین ۳۶

۱- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش کابل فشار متوسط (۲۰KV) ۳۶

۱- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش باتری ۳۷

۱- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش شارژر ۳۸

۱- ۵- تعمیر نگهداری پست های توزیع روشنایی (LPS) ۳۹

۱- ۵- ۱- ترانسفورماتور توزیع ۳۹

۱- ۵- ۱- ۱- اجزای اصلی و تجهیزات جانبی ترانسفورماتورهای خشک ۴۰

۱- ۵- ۱- ۲- نگهداری دوره‌ای ۴۲

۱- ۵- ۱- ۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری ۴۲

۱- ۵- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۴۴

۱- ۵- ۲- ۱- معرفی تابلوهای ۲۰کیلوولت ۴۵

۱- ۵- ۲- ۲- روش نصب و تعویض فیوز ۵۰
۱- ۵- ۲- ۳- روش نگهداری و تعمیرات دوره‌ای ۵۱
۱- ۵- ۲- ۴- اینترلاک‌های مکانیکی و الکتریکی ۵۱
۱- ۵- ۲- ۵- باز وبسته کردن درب تابلوهای ۲۰ کیلوولت LPS ۵۲
۱- ۵- ۳- تابلوهای فشار ضعیف(LV) ۵۴
۱- ۵- ۳- ۱- چکیده ۵۴
۱- ۵- ۳- ۲- آشنایی با مقادیر نامی در تابلوهای فشار ضعیف ۵۴
۱- ۵- ۳- ۳- تابلوهای ثابت و کشویی فشار ضعیف ۵۵
۱- ۵- ۳- ۴- استفاده صحیح از تابلوهای کشویی ۵۶
۱- ۵- ۳- ۵- تابلوهای فشار ضعیف متروی تهران ۵۸
۱- ۵- ۴- تابلوی Main LPS LVAC ۵۸
۱- ۵- ۴- ۱- معرفی ۵۸
۱- ۵- ۴- ۲- تابلوی Incoming ۵۸
۱- ۵- ۴- ۳- تابلوی کوپلر ۵۸
۱- ۵- ۴- ۴- مدهای عملکرد تابلوی LPS LVAC ۵۸
۱- ۵- ۴- ۵- پانل‌های خروجی LPS LVAC ۶۰
۱- ۵- ۵- تابلوی بانک خازنی (Capacitor bank- NF+C11(C21)) ۶۲
۱- ۵- ۵- ۱- معرفی ۶۳
۱- ۵- ۵- ۲- مدهای عملکرد ۶۳
۱- ۵- ۶- تابلوی LPS Auxiliary Power Panel ۶۴
۱- ۵- ۷- تابلوی LPS LVDC ۶۴
۱- ۵- ۸- تابلوی RS-LVAC ۶۵
۱- ۵- ۸- ۱- معرفی ۶۵
۱- ۵- ۸- ۲- مدهای عملکرد ۶۵
۱- ۵- ۹- تابلوی RS-LVDC ۶۷
۱- ۵- ۱۰-آشنایی با تجهیزات به کار رفته شده در تابلو ها و اصول بهره‌برداری ۶۷
۱- ۵- ۱۰- ۱- تجهیزات بکار رفته در تابلوهای فشار ضعیف ۶۷
۱- ۵- ۱۰- ۲- آموزش کار با کلید ACB ۷۰
۱- ۵- ۱۰- ۳- عیب‌یابی متداول تابلوهای برق ۷۵
۱- ۵- ۱۱- شارژر و باتری ها ۷۸
۱- ۵- ۱۲- سیستم زمین ۷۸
2- فصل دوم ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست‌های کشش RS ۷۹
۲- ۱- معرفی اجمالی پست ها ی ترکشن (RS) مترو ۸۱
۲- ۱- ۱- مقدمه ۸۱
۲- ۱- ۲- استانداردها و مراجع ۸۱
۲- ۱- ۳- اصطلاحات ۸۴
۲- ۱- ۴- ساختار پست های ترکشن (RS) ۸۵

۲- ۲- شرح تجهیزات تشکیل دهنده پست های RS ۸۵
۲- ۲- ۱- ترانسفورماتور ترکشن ۸۵
۲- ۲- ۲- رکتی فایر ترکشن ۸۵
۲- ۲- ۳- تابلوهای 750 VDC SWGR ۸۶
۲- ۲- ۴- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۸۶
۲- ۲- ۵- تابلوهای فشار ضعیف(LV) ۸۶
۲- ۲- ۶- شارژر و باتری ها ۸۶
۲- ۲- ۷- جریان سرگردان ۸۶
۲- ۲- ۸- سیستم زمین ۸۷
۲- ۳- مراحل تحویل‌گیری ۸۷
۲- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری ۸۸
۲- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات ۸۸
۲- ۴- شرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری ۸۹
۲- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست ترکشن(RS) ۸۹
۲- ۴- ۲- سازماندهی ۸۹
۲- ۴- ۳- شرایط آزمایش ۸۹
۲- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش ۹۰
۲- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات ۹۰
۲- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور ۹۰
۲- ۴- ۵- ۲- رکتیفایر ترکشن و تابلوهای 750VDC SWGR ۹۴
۲- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۱۰۷
۲- ۴- ۵- ۴- تابلوهای فشار ضعیف (LV) ۱۲۰
۲- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش سیستم زمین ۱۲۲
۲- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش کابل فشار متوسط (20KV) ۱۲۲
۲- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش باتری ۱۲۳
۲- ۴- ۵- ۸- شرح آزمایش شارژر ۱۲۴
۲- ۵- بهره‌برداری و نگهداری پست های ترکشن(RS) خطوط مترو ۱۲۵
۲- ۵- ۱- مندرجات ترانسفورماتور ترکشن ۱۲۶
۲- ۵- ۱- ۱- اجزای اصلی و تجهیزات جانبی ترانسفورماتورهای خشک ۱۲۶
۲- ۵- ۱- ۲- نگهداری دوره‌ای ۱۲۹
۲- ۵- ۱- ۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری ۱۳۰
۲- ۵- ۲- تابلو رکتیفایر یا یکسو ساز کشش ۱۳۱
۲- ۵- ۲- ۱- نمای کلی تابلوی یکسوساز کشش ۱۳۱
۲- ۵- ۲- ۲- نمای جلو، چپ و پشت تابلو ۱۳۲
۲- ۵- ۲- ۳- جزئیات اتصالات DC خروجی ۱۳۴
۲- ۵- ۲- ۴- بلوک دیود ۱۳۵

۲- ۵- ۲- ۵- صفحه نصب تجهیزات فشار ضعیف ۱۳۵
۲- ۵- ۲- ۶- تجهیز محافظ اضافه ولتاژ RC ۱۳۷
۲- ۵- ۲- ۷- تابلوهای 750VDC SWGR.....
۱۳۷
۲- ۵- ۲- ۸- تابلوهای فیدرخط مجهز به کلید قطع سریع (NC2x(LFCB+..... ۱۳۸
۲- ۵- ۲- ۹- تابلو ورودی یک قطب مثبت از رکتیفایر۱ (NC11(MRID1+ ۱۴۸
۲- ۵- ۲- ۱۰- تابلوی ورودی دو قطب مثبت از رکتیفایر۲ (NC12(MRID2+ ۱۵۴
۲- ۵- ۲- ۱۱- تابلوی کنتاکتور/ کلید(UR15) ۱۶۱
۲- ۵- ۲- ۱۲- محدودکننده ولتاژریل حرکتیOVPD تابلوی(ND20(NPMPD+..... ۱۶۷
۲- ۵- ۲- ۱۳- تابلوهای اتصالات ودیسکانکتورهای قطب منفی(ND00(ND+ ۱۷۶
۲- ۶- توضیحات نحوه بهره‌برداری..... ۱۸۱
۲- ۷- تعمیر و نگهداری..... ۱۹۵
۲- ۷- ۱- توصیه‌های ایمنی..... ۱۹۵
۲- ۷- ۲- موارد عمومی..... ۱۹۶
۲- ۷- ۳- تعمیرات پیشگیرانه..... ۱۹۶
۲- ۷- ۳- ۱- تمیز کردن..... ۱۹۶
۲- ۷- ۳- ۲- جدول اقدامات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه ۱۹۷
۲- ۷- ۴- راهنمای تدارکات و لوازم یدکی..... ۱۹۸
۲- ۷- ۴- ۱- لوازم مصرفی..... ۱۹۸
۲- ۷- ۴- ۲- ابزارآلات..... ۱۹۹
۲- ۸- تابلوهای فشار متوسط (MV)..... ۲۰۰
۲- ۸- ۱- فهرست مندرجات..... ۲۰۰
۲- ۹- تابلوهای فشار ضعیف(LV) ۲۳۷
۲- ۹- ۱- چکیده..... ۲۳۸
۲- ۹- ۲- آشنایی با مقادیر نامی در تابلوهای فشار ضعیف..... ۲۳۸
۲- ۹- ۳- تابلوهای ثابت فشار ضعیف..... ۲۳۸
۲- ۱۰- تابلوی RS-LVAC (=NF+NE01 (L01-A)DP)..... ۲۳۹
۲- ۱۰- ۱- معرفی..... ۲۳۹
۲- ۱۰- ۲- مدهای عملکرد..... ۲۴۰
۲- ۱۰- ۳- تجهیزات بکاربرده شده بر روی درب..... ۲۴۲
۲- ۱۱- تابلوی RS-LVDC (((=NK+NK01(L02-DDP)).....۲۴۴
۲- ۱۲- شارژر و باتری ها..... ۲۴۵
۲- ۱۳- سیستم زمین..... ۲۴۶
۳- فصل سوم ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری ونگهداری پست‌های BALK/HVS.....۲۴۵
۳- ۱- کلیات..... ۲۴۷
۳- ۱- ۱- مقدمه..... ۲۴۷
۳- ۱- ۲- استاندارد ها و مراجع ۲۴۷

۳- ۱- ۳- اصطلاحات ۲۵۱
۳- ۱- ۴- ساختار پست های (HVS) ۲۵۲
۳- ۲- شرح تجهیزات تشکیل دهنده پستهای HVS ۲۵۲
۳- ۲- ۱- ترانسفورماتور قدرت ۲۵۳
۳- ۲- ۲- ترانسفورماتور زمین ۲۵۸
۳- ۲- ۳- ترانسفورماتور تغذیه داخلی ۲۵۹
۳- ۲- ۴- سوئیچگیرهای 63KV (GIS) ۲۶۲
۳- ۲- ۵- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۲۶۴
۳- ۲- ۶- تابلوی فشار ضعیف(LV) ۲۶۶
۳- ۲- ۷- شارژر، اینورتر و باتری ها ۲۶۸
۳- ۲- ۸- سیستم زمین ۲۷۲
۳- ۲- ۹- کابلهای ۲۰ و ۶۳ کیلو ولت ۲۷۴
۳- ۲- ۱۰- سایر تجهیزات و سیستم‌ها ۲۷۷
۳- ۳- مراحل تحویل‌گیری ۲۸۷
۳- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری ۲۸۷
۳- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات ۲۸۷
۳- ۴- شرحی از بازرسی و مراحل تحویل گیری ۲۸۸
۳- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست (HVS) ۲۸۸
۳- ۴- ۲- سازماندهی ۲۸۸
۳- ۴- ۳- شرایط آزمایش ۲۸۸
۳- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش ۲۸۹
۳- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات ۲۸۹
۳- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور ۲۸۹
۳- ۴- ۵- ۲- سوئیچگیرهای 63KV (GIS) ۲۹۶
۳- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار متوسط (MV) ۲۹۶
۳- ۴- ۵- ۴- تابلوهای فشار ضعیف (LV) ۳۱۷
۳- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش سیستم زمین ۳۲۱
۳- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش کابل های فشار قوی و متوسط (20KV) ۳۲۱
۳- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش باتری ۳۲۱
۳- ۴- ۵- ۸- شرح آزمایش شارژر ۳۲۴
۳- ۵- بهره‌برداری و نگهداری پست های (HVS) ۳۲۵
۳- ۶- عنوان بخش ۳۲۵
۳- ۶- ۱- ضوابط تعمیر و نگهداری و آزمایش ترانسفورماتورهای قدرت، مصرف داخلی، زمین و متعلقات آنها ۳۲۵
۳- ۶- ۲- ضوابط سرویس ، تعمیر و نگهداری و آزمایش کلیدهای قدرت (بریکرها ، سکسیونرها) ۳۵۶
۳- ۶- ۳- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش پستهای GIS ۳۶۶

۳- ۶- ۴- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش باطری شارژر ۳۶۸
۳- ۶- ۵- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری سیستم زمین ۳۷۲
۳- ۶- ۶- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش تابلوهای AC – DC ۳۷۵
۳- ۶- ۷- ضوابط سرویس ، تعمیر و نگهداری و آزمایش رله های حفاظتی ۳۷۸
۴-فصل چهارم ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست های SCADA/PCC ۳۸۳
۴- ۱- مقدمه ۳۸۵
۴- ۲- اختصارات ۳۸۵
۴- ۳- استانداردها ۳۸۶
۴- ۴- بررسی اجمالی سیستم Power SCADA ۳۸۷
۴- ۴- ۱- عملکرد سیستم Power SCADA ۳۸۷
۴- ۴- ۲- ساختار و اجزای اصلی سیستم Power SCADA ۳۸۸
۴- ۴- ۳- پیکربندی سیستم SCADA ۳۸۸
۴- ۵- تحویل‌گیری سامانه SCADA ۳۸۹
۴- ۶- نگهداری از سامانه SCADA ۳۹۰
۴- ۶- ۱- تابلو ها و ادوات سامانه SCADA ۳۹۰
۴- ۶- ۲- کابل ها و رابط‌ها ۳۹۱
۴- ۶- ۳- کامپیوترها و تجهیزات شبکه ۳۹۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۱—۱ چک‌لیست ثبت مشخصات عمومی (ترانسفورماتور) ۱۴

جدول ۱—۲چک لیست بررسی نسبت تبدیل ۱۵

جدول ۱—۳ چک لیست گروه برداری ترانس ۱۶

جدول ۱—۴ چک لیست تست مقاومت عایقی ۱۶

جدول ۱—۵ چک لیست تست مقاومت سیم پیچ ۱۷

جدول ۱—۶ چک لیست تست بی باری ۱۸

جدول ۱—۷ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (تابلوهای فشار متوسط) ۱۹

جدول ۱—۸ چک لیست اطلاعات عمومی کلید ۲۰

جدول ۱—۹ چک لیست تست زمان باز و بست کلید ۲۰

جدول ۱—۱۰ چک لیست مقاومت کنتاکت ۲۰

جدول ۱—۱۱ چک لیست تست مقاومت عایقی کلید ۲۰

جدول ۱—۱۲ چک لیست تست عملکردی کلید ۲۱

جدول ۱—۱۳ چک لیست اطلاعات عمومی کلید ۲۱

جدول ۱—۱۴ چک لیست تست مقاومت عایقی ۲۲

جدول ۱—۱۵ چک لیست تست مقاومت کنتاکت ۲۲

جدول ۱—۱۶ چک لیست تست عملکردی ۲۲

جدول ۱—۱۷ چک لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان ۲۳

جدول ۱—۱۸چک لیست تست نسبت تبدیل ۲۳

جدول ۱—۱۹چک لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی ۲۴

جدول ۱—۲۰ چک لیست تست مقاومت عایقی ۲۴

جدول ۱—۲۱چک لیست تست مقاومت پلاریته ۲۵

جدول ۱—۲۲چک لیست تست Burden ۲۷

جدول ۱—۲۴چک لیست اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی ۲۸

جدول ۱—۲۵چک لیست تست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی ۲۹

جدول ۱—۲۶چک لیست تست پلاریته ۲۹

جدول ۱—۲۷چک لیست تست مقاومت عایقی ۳۰

جدول ۱—۲۸چک لیست تست پیوستگی ولتاژی ۳۱

جدول ۱—۲۹چک لیست تست مقاومت عایقی شینه های برق ۳۱

جدول ۱—۳۰ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (تابلوهای فشار ضعیف) ۳۲
جدول ۱—۳۱ چک لیست تست مقاومت ACB ۳۲
جدول ۱—۳۲ چک لیست تست مقاومت عایقی ۳۳
جدول ۱—۳۳ چک لیست تست تداوم مداری ۳۳
جدول ۱—۳۴ چک لیست دقت اندازه‌گیری ۳۳
جدول ۱—۳۵چک لیست بررسی لاجیک دیاگرام ۳۴
جدول ۱—۳۶ چک لیست بانک خازنی ۳۵
جدول ۱—۳۷چک لیست عملکرد کلیدها ۳۵
جدول ۱—۳۸چک لیست ثبت مشخصات عمومی (باتری) ۳۷
جدول ۱—۳۹چک لیست تستهای اندازه‌گیری ۳۷
جدول ۱—۴۰ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (شارژر) ۳۹
جدول ۱—۴۱ تست عایقی ۴۳
جدول ۱—۴۲ بازرسی دوره‌ای ۴۴
جدول ۱—۴۳ فهرست تجهیزات تابلو LV ۷۱
جدول ۱—۴۴عیب یابی متداول تابلوهای برق ۷۶
جدول ۲—۱ چک‌لیست آزمایش ترانسفورماتور ۹۱
جدول ۲—۲ چک‌لیست بررسی نسبت تبدیل (Ratio Measurement test) ۹۱
جدول ۲—۳ تست گروه برداری ترانس (Vector Group Test) ۹۲
جدول ۲—۴ چک‌لیست تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test) ۹۲
جدول ۲—۵ چک‌لیست اندازه گیری مقاومت سیم پیچ (Measurement of Winding Resistance) ۹۳
جدول ۲—۶ چک‌لیست تست بی باری (Measurement of No – Load Loss and Current) ۹۴
جدول ۲—۷ چک‌لیست اطلاعات عمومی ۹۴
جدول ۲—۸ چک‌لیست تابلوهای فشار متوسط ۱۰۸
جدول ۲—۹ چک‌لیست اطلاعات عمومی کلید ۱۰۸
جدول ۲—۱۰ چک لیست زمان باز و بسته شدن کلید ۱۰۹
جدول ۲—۱۱ چک لیست تست مقاومت کنتاکت ۱۰۹
جدول ۲—۱۲ چک لیست تست مقاومت عایقی کلید ۱۰۹
جدول ۲—۱۳ چک لیست تست عملکردی کلید ۱۰۹
جدول ۲—۱۴ چک لیست اطلاعات عمومی کلیدDisconnector ۱۱۰

جدول ۲—۱۵ تست مقاومت عایقی کلیدDisconnector ۱۱۰
جدول ۲—۱۶ چک لیست تست مقاومت کنتاکت Disconnector ۱۱۰
جدول ۲—۱۷ چک لیست تست عملکردی Disconnector ۱۱۱
جدول ۲—۱۸ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان ۱۱۱
جدول ۲—۱۹ چک‌لیست تست نسبت تبدیل ۱۱۱
جدول ۲—۲۰ چک‌لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی ۱۱۳
جدول ۲—۲۱ چک لیست تست مقاومت عایقی ۱۱۴
جدول ۲—۲۲ چک‌لیست تست پلاریته ۱۱۵
جدول ۲—۲۳ چک‌لیست تستBurden ۱۱۵
جدول ۲—۲۴ چک‌لیست تست پیوستگی مسیر جریانی ۱۱۶
جدول ۲—۲۵ چک‌لیست تست ترانس ولتاژی ۱۱۷
جدول ۲—۲۶ چک‌لیست تست تبدیل ترانس ولتاژی ۱۱۷
جدول ۲—۲۷ چک‌لیست تست پلاریته ۱۱۷
جدول ۲—۲۸ چک‌لیست تست مقاومت عایقی ۱۱۸
جدول ۲—۲۹ چک‌لیست تست پیوستگی ولتاژی ۱۱۹
جدول ۲—۳۰چک‌لیست تست مقاومت عایقی شینه برق ۱۱۹
جدول ۲—۳۱ چک‌لیست تابلوهای فشار ضعیف ۱۲۰
جدول ۲—۳۲ چک‌لیست تست مقاومت عایقی Insulation Resistance Test ۱۲۱
جدول ۲—۳۳ چک‌لیست تست تداوم مداری ۱۲۱
جدول ۲—۳۴ چک‌لیست دقت اندازه‌گیری ۱۲۱
جدول ۲—۳۵ چک‌لیست آزمایش باتری ۱۲۳
جدول ۲—۳۶ چک‌لیست تست‌های اندازه‌گیری Measurement Tests ۱۲۳
جدول ۲—۳۷ چک‌لیست آزمایش شارژر ۱۲۵
جدول ۲—۳۸ تست مقاومت عایقی ۱۳۰
جدول ۲—۳۹ جدول بازرسی دوره‌ای ۱۳۱
جدول ۲—۴۰ تعمیرات دوره‌ای ۱۹۷
جدول ۲—۴۱معرفی تعداد تابلوهای MVپست RS ۲۰۱
جدول ۲—۴۲ اینترلاک‌های مکانیکی ۲۰۸
جدول ۲—۴۳ اینترلاک‌های مکانیکی ۲۰۸

جدول ۲—۴۴ تعمیرات دوره‌ای ۲۳۰
جدول ۲—۴۵ معرفی چراغ سیگنال ۲۴۳
جدول ۲—۴۶ معرفی چراغ سیگنال ۲۴۵
جدول ۳—۱ چک‌لیست بازرسی ترانسفورماتور قدرت ۲۵۴
جدول ۳—۲ چک‌لیست بازرسی ترانسفورماتور زمین ۲۵۸
جدول ۳—۳چک‌لیست ترانسفورماتور کمکی انکلوژر ۲۶۰
جدول ۳—۴ چک‌لیست بازرسی سوئیچگیر GIS ۲۶۲
جدول ۳—۵ چک‌لیست تابلوهای فشار متوسط ۲۶۵
جدول ۳—۶ چک‌لیست تابلوهای فشار ضعیف ۲۶۷
جدول ۳—۷ چک‌لیست تابلوهای شارژر، اینورتر و باتری ۲۶۹
جدول ۳—۸ چک‌لیست بازرسی سیستم زمین ۲۷۳
جدول ۳—۹ چک‌لیست بازرسی کابل (فشار متوسط، ضعیف و کنترل) و نگهدارنده کابل ۲۷۴
جدول ۳—۱۰ چک‌لیست بازرسی کابل ۶۳ کیلوولت ۲۷۵
جدول ۳—۱۱ چک‌لیست بازرسی سرکابل (فشار قوی، متوسط) ۲۷۷
جدول ۳—۱۲ چک‌لیست برقگیر ۲۷۸
جدول ۳—۱۳ چک‌لیست بازرسی کلمپ‌ها و اتصالات ۲۷۹
جدول ۳—۱۴ چک‌لیست بازرسی حفاظت از صاعقه ۲۸۰
جدول ۳—۱۵ چک‌لیست بازرسی روشنایی محوطه ۲۸۰
جدول ۳—۱۶ چک‌لیست بازرسی NGR ۲۸۲
جدول ۳—۱۷ چک‌لیست بازرسی چاله مفصل، چاله لینک باکس و سیستم ارت ۲۸۳
جدول ۳—۱۸ چک‌لیست بازرسی کابل فیبر نوری، فیوژن باکس و OCDF ۲۸۵
جدول ۳—۱۹ چک‌لیست بررسی نسبت تبدیل ۲۹۰
جدول ۳—۲۰ چک‌لیست تست گروه‌برداری ترانس ۲۹۱
جدول ۳—۲۱ چک‌لیست تست مقاومت عایقی ۲۹۲
جدول ۳—۲۲ چک‌لیست اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچها ۲۹۲
جدول ۳—۲۳ چک‌لیست تست جریان بی‌باری ۲۹۵
جدول ۳—۲۴ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات ترانسفورماتور ۲۹۶
جدول ۳—۲۵ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات تابلوهای فشار متوسط ۲۹۷
جدول ۳—۲۶ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات عمومی کلیدهای فشار متوسط ۲۹۷

جدول ۳—۲۷ چک‌لیست تست زمکان باز و بسته شدن کلیدهای فشار متوسط ۲۹۸
جدول ۳—۲۸ چک‌لیست تست مقاومت کنتاکت کلیدهای فشار متوسط ۲۹۸
جدول ۳—۲۹ چک‌لیست تست مقاومت عایقی کلیدهای فشار متوسط ۲۹۹
جدول ۳—۳۰ چک‌لیست تست عملکرد کلیدهای فشار متوسط ۲۹۹
جدول ۳—۳۱ چک‌لیست اطلاعات عمومی کلیدها (Load Breaker(Disconnector ۳۰۰
جدول ۳—۳۲ چک‌لیست تست مقاومت عایقی (Load Breaker (Disconnector ۳۰۱
جدول ۳—۳۳ چک‌لیست تست مقاومت کنتاکت (Load Breaker (Disconnector ۳۰۱
جدول ۳—۳۴ چک‌لیست تست عملکردی (Load Breaker (Disconnector ۳۰۱
جدول ۳—۳۵ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان ۳۰۲
جدول ۳—۳۶ چک‌لیست نسبت تبدیل ترانس جریان ۳۰۳
جدول ۳—۳۷ چک‌لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی ۳۰۵
جدول ۳—۳۸ چک‌لیست تست مقاومت عایقی ۳۰۹
جدول ۳—۳۹ چک‌لیست تست پلاریته ۳۱۰
جدول ۳—۴۰ چک‌لیست تست Burden ۳۱۱
جدول ۳—۴۱ چک‌لیست تست پیوستگی مسیر جریانی ۳۱۱
جدول ۳—۴۲ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی ۳۱۴
جدول ۳—۴۳ چک‌لیست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی ۳۱۴
جدول ۳—۴۴ چک‌لیست تست پلاریته ۳۱۵
جدول ۳—۴۵ چک‌لیست تست مقاومت عایقی ۳۱۵
جدول ۳—۴۶ چک‌لیست تست پیوستگی ولتاژی ۳۱۶
جدول ۳—۴۷ چک‌لیست تست مقاومت عایقی شینه های برق ۳۱۷
جدول ۳—۴۸ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات تابلوهای فشار ضعیف ۳۱۷
جدول ۳—۴۹ چک‌لیست تست مقاومت ACB ها ۳۱۸
جدول ۳—۵۰ چک‌لیست تست مقاومت عایقی ۳۱۸
جدول ۳—۵۱ چک‌لیست تست تداوم مداری ۳۱۹
جدول ۳—۵۲ چک‌لیست های دقت اندازه گیری ۳۱۹
جدول ۳—۵۳ چک‌لیست بررسی لاجیک دیاگرام ۳۲۰
جدول ۳—۵۴ چک‌لیست عملکرد کلید ها (MCCB Protection Test) ۳۲۰
جدول ۳—۵۵ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات باتری ها ۳۲۲

جدول ۳—۵۶ چک‌لیست تست های اندازه گیری (Measurement Tests)..... ۳۲۲
جدول ۳—۵۷ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات شارژرها ۳۲۴
جدول ۳—۵۸ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری ترانسفورماتورهای قدرت، مصرف داخلی، زمین و... ..... ۳۲۷
جدول ۳—۵۹ جدول تنظیمات ترموترهای روغن و سیم پیچ..... ۳۳۱
جدول ۳—۶۰ جدول ثبت نتایج آزمایش گروه‌برداری ۳۳۴
جدول ۳—۶۱ چک‌لیست سرویس و تعمیرات دوره‌ای ترانسفورماتورهای قدرت، راکتور، مصرف داخلی و زمین ۳۴۰
جدول ۳—۶۲ زمان انتظار و حداکثر ولتاژ ترانس ۳۴۲
جدول ۳—۶۴ زمان انتظار بین شکستن خلاء پس از پر کردن روغن و راه اندازی ترانسفورماتور طبق استاندارد ۳۴۳
جدول ۳—۶۵ فرم آزمایش فرامین رله‌های مکانیکی ترانسفورماتور ۳۴۵
جدول ۳—۶۶ فرم آزمایش نسبت ترانسفورماتور و جریان بی‌باری و پیوستکی تبچنجر ۳۴۶
جدول ۳—۶۷ فرم آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور (مقادیر برحسب ΩG) ۳۴۷
جدول ۳—۶۸ فرم آزمایش تلفات عایقیδtg و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور ۳۴۸
جدول ۳—۶۹ فرم آزمایش تلفات عایقی δtg و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور- عمومی..... ۳۴۹
جدول ۳—۷۰ فرم آزمایش تلفات عایقی tgδ و ظرفیت خازنی بوشینگ ترانسفورماتور..... ۳۵۰
جدول ۳—۷۱ فرم آزمایش تلفات عایقیtgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور Auto-two winding..... ۳۵۱
جدول ۳—۷۲ فرم آزمایش تلفات عایقیtgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور Two winding..... ۳۵۲
جدول ۳—۷۳ فرم آزمایش مقاومت اهمی سیم‌پیچ ترانسفورماتور ۳۵۳
جدول ۳—۷۴ فرم آزمایش ترمومتر روغن ترانسفورماتور..... ۳۵۴
جدول ۳—۷۵ فرم تقسیم شار مغناطیسی ترانسفورماتور..... ۳۵۵
جدول ۳—۷۶ فرم آزمایش گروه برداری سیم پیچ ترانسفورماتور..... ۳۵۶
جدول ۳—۷۷ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری کلیدهای قدرت ۳۵۷
جدول ۳—۷۸ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (Sf6 با مکانیزم فنر) Out Door..... ۳۶۱
جدول ۳—۷۹ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (Sf6 با مکانیزم فنر) IN Door..... ۳۶۲
جدول ۳—۸۰ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (خلاء با مکانیزم فنر) IN Door..... ۳۶۳
جدول ۳—۸۱ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (سکسیونر) ۳۶۴
جدول ۳—۸۲ فرم آزمایشات کلیدهای قدرت (بریکر و سکسیونر) ۳۶۵
جدول ۳—۸۳ جدول دوره تناوب سرویس ، تعمیر و نگهداری پستهای GIS..... ۳۶۶

جدول ۳—۸۴ چک لیست سرویس و نگهداری پستهای GIS ۳۶۸
جدول ۳—۸۵ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری شارژر و باطری ۳۶۹
جدول ۳—۸۶ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای شارژرها ۳۷۰
جدول ۳—۸۷ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای باطری ها ۳۷۱
جدول ۳—۸۸ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای باطری - آزمایش غلظت / ولتاژ ۳۷۲
جدول ۳—۸۹ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری سیستم زمین ۳۷۳
جدول ۳—۹۰ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای سیستم زمین ۳۷۴
جدول ۳—۹۱ نگهداری و تعمیرات دوره ای سیستم زمین - آزمایش شبکه زمین ۳۷۴
جدول ۳—۹۲ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری تابلو های AC – DC ۳۷۶
جدول ۳—۹۳ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای تابلو های AC–DC ۳۷۷
جدول ۳—۹۴ جدول اختصارات در سیستم های حفاظتی ۳۸۰
جدول ۳—۹۵ فاصله زمانی تست های دوره ای بر حسب نوع رله حفاظتی ۳۸۱
جدول ۴—۱ چک‌لیست تحویل‌گیری سیستم Scada ۳۸۹
جدول ۴—۲ جدول بازرسی دوره ای کابل و تابلوها ۳۹۲

فهرست شکل ها

شکل ۱—۱ ترانسفورماتور خشک ۴۱

شکل ۱—۲رله ترموکنترلر ۴۱

شکل ۱—۳سنسور حرارتی هسته ۴۱

شکل ۱—۴محفظه ۴۱

شکل ۱—۵بوشینگ ترمینال فشار قوی ۴۱

شکل ۱—۶لینک تپ چنجر ۴۲

شکل ۱—۷ تابلوهای ۲۰ کیلوولت ۴۵

شکل ۱—۸اجزای یک تابلو UNIFLOURC ۴۶

شکل ۱—۹ اجزای بیرونی تابلو ۲۰ کیلو ولت ۴۷

شکل ۱—۱۰ تجهیزات نمای سلول LS/LF ۴۸

شکل ۱—۱۱ تجهیزات نمای سلول LS ۴۹

شکل ۱—۱۲ تجهیزات نمای سلول SF ۵۰

شکل ۱—۱۳فیوز ۵۱

شکل ۱—۱۴ درب تابلو **LS** ۵۲

شکل ۱—۱۵ درب تابلو SF ۵۴

شکل ۱—۱۶سلکتور سوئیچ A-M-R ۵۹

شکل ۱—۱۷ پنل خروج LPS LVAC ۶۱

شکل ۱—۱۸تغییر وضعیت کلید ۶۱

شکل ۱—۱۹تغییر وضعیت کلید به Disconnect ۶۲

شکل ۱—۲۰ نحوه بیرون کشیدن کشو ۶۲

شکل ۱—۲۱ مدهای عملکرد ۶۳

شکل ۱—۲۲ تابلو LPS ۶۴

شکل ۱—۲۳ اتصال معمولی ۶۹

شکل ۱—۲۴ نمودار عملکردی ۶۹

شکل ۱—۲۵ اجزای ACB ۷۱

شکل ۱—۲۶ نحوه تست کردن تابلوهای ACB ۷۲

شکل ۱—۲۷ نحوه گردش اهرم ۷۳

شکل ۱—۲۸نشانگر موقعیت ۷۳

شکل ۱—۲۹ نحوه گردش اهرم ۷۳
شکل ۱—۳۰ نحوه شارژ کلید به صورت دستی ۷۴
شکل ۱—۳۱ بستن کلید ۷۵
شکل ۱—۳۲باز کردن کلید ۷۵
شکل ۱—۳۳ وضعیت کلید و فنر ۷۵
شکل ۲—۱ ترانسفورماتور خشک ۱۲۷
شکل ۲—۲ رله ترموکنترلر ۱۲۸
شکل ۲—۳ سنسور حرارتی هسته ۱۲۸
شکل ۲—۴ محفظه ۱۲۸
شکل ۲—۵ بوشینگ ترمینال فشار قوی ۱۲۹
شکل ۲—۶ لینک تپ چنجر ۱۲۹
شکل ۲—۷ تابلو یکسوساز کشش ۱۳۲
شکل ۲—۸ نمای جلو تابلو یکسوساز کشش ۱۳۳
شکل ۲—۹ نمای چپ تابلو یکسوساز کشش ۱۳۴
شکل ۲—۱۰ جزئیات اتصالات dcخروجی ۱۳۴
شکل ۲—۱۱ بلوک دیود ۱۳۵
شکل ۲—۱۲ تجهیز محافظ اضافه ولتاژRC ۱۳۶
شکل ۲—۱۳صفحه نصب تجهیزات فشار ضعیف ۱۳۶
شکل ۲—۱۴ تابلوهای SWGR ۱۳۷
شکل ۲—۱۵ تابلو فیدر خط ۱۳۸
شکل ۲—۱۶ تابلو فیدر خط کلیدی LFCB ۱۳۹
شکل ۲—۱۷ مقطع عرضی تابلو فیدر خط ۱۴۰
شکل ۲—۱۸ باسپارهای محفظه پشت تابلو فیدر خط ۱۴۱
شکل ۲—۱۹ تجهیزات اندازه‌گیری تابلو فیدر خط کلیدی NC2 ..... ۱۴۲
شکل ۲—۲۰ نمای درب محفظه کنترل ۱۴۲
شکل ۲—۲۱ نمای داخلی محفظه کنترل ۱۴۳
شکل ۲—۲۲ وضعیتهای مکان قرارگیری ارابه کشویی ۱۴۴
شکل ۲—۲۳ ارابه کشویی کلید HSCB ۱۴۵
شکل ۲—۲۴ نمای جلوی ارابه کشویی ۱۴۶

شکل ۲—۲۵ روش به سرویس بردن ارابه کشویی ۱۴۶
شکل ۲—۲۶ روش از سرویس خارج کردن ارابه کشویی ۱۴۷
شکل ۲—۲۷ نمای کلی NC11 ..... ۱۴۹
شکل ۲—۲۸ نمای پشت و جلوی (NC11(MRID1+ ۱۵۰
شکل ۲—۲۹ مقطع عرضی NC11 ..... ۱۵۰
شکل ۲—۳۰ نمای مقطع عرضی (NC11(MRID1+ ۱۵۱
شکل ۲—۳۱ نمای باسپار پشت ۱۵۱
شکل ۲—۳۲ تابلو ورودی رکتیفایر ۱۵۲
شکل ۲—۳۳ نمای درب محفظه کنترل ۱۵۳
شکل ۲—۳۴ محفظه کنترل تابلو ۱۵۳
شکل ۲—۳۵ نمای کلی NC12 ..... ۱۵۵
شکل ۲—۳۶ نمای جلو و پشت NC12 ..... ۱۵۶
شکل ۲—۳۷ مقطع عرضی NC12 ..... ۱۵۷
شکل ۲—۳۸ نمای باسپار پشت ۱۵۸
شکل ۲—۳۹ تابلوی ورودی رکتیفایر ۱۵۸
شکل ۲—۴۰ نمای درب محفظه کنترل ۱۵۹
شکل ۲—۴۱ محفظه کنترل تابلوNC 12 ..... ۱۶۰
شکل ۲—۴۲ تجهیزات اندازه‌گیری ۱۶۱
شکل ۲—۴۳ نمای کلی NC600 ..... ۱۶۲
شکل ۲—۴۴ نمای جلو و پشت تابلو NC600 ..... ۱۶۳
شکل ۲—۴۵ مقطع عرضی NC60 ..... ۱۶۴
شکل ۲—۴۶ باسپارهای پشت تابلو NC600 ..... ۱۶۵
شکل ۲—۴۷ دسترسی به کلید HSCB-UR15 ..... ۱۶۶
شکل ۲—۴۸ نمای درب محفظه کنترل ۱۶۶
شکل ۲—۴۹ محفظه کنترل ۱۶۷
شکل ۲—۵۰ تک خطی تابلوی NPMPD ۱۶۸
شکل ۲—۵۱ نمای کلی تابلو(ND20-NPMPD+) ۱۷۲
شکل ۲—۵۲ ابعاد عرض و ارتفاع تابلوND20 ..... ۱۷۳
شکل ۲—۵۳ ابعاد تابلو ND20 ..... ۱۷۳

شکل ۲—۵۴ نمای داخلی تابلو ND20 ..... ۱۷۴
شکل ۲—۵۵ نحوه کنترل و سیگنال محلی ۱۷۴
شکل ۲—۵۶ صفحه نصب تجهیزات اندازه‌گیری ۱۷۵
شکل ۲—۵۷ مونتاژ تجهیزات ۱۷۶
شکل ۲—۵۸ نمای اصلی تابلو ND00 ..... ۱۷۷
شکل ۲—۵۹ نمای جلو و عقب ND00 ..... ۱۷۷
شکل ۲—۶۰ مقطع عرضی تابلو ND00 ..... ۱۷۸
شکل ۲—۶۱ دیسکانتور ۱۷۹
شکل ۲—۶۲ نمای روی درب محفظه کنترل ۱۸۰
شکل ۲—۶۳ صفحه مونتاژ تجهیزات کنترل ۱۸۰
شکل ۲—۶۴ عملکرد MRID1 ..... ۱۸۳
شکل ۲—۶۵ عملکرد MRID2 ..... ۱۸۷
شکل ۲—۶۶ نحوه باز و بستن دیسکانتور منفی ۱۹۲
شکل ۲—۶۷ ابزارآلات استاندارد ۱۹۹
شکل ۲—۶۸ ابعاد عرضی تابلوهای MV ۲۰۲
شکل ۲—۶۹ معرفی تجهیزات کنترلی تابلو ۲۰۳
شکل ۲—۷۰ معرفی تجهیزات تابلو ۲۰۴
شکل ۲—۷۱ معرفی تجهیزات تابلو ۲۰۴
شکل ۲—۷۲ تجهیزات تابلو 2CB ۲۰۵
شکل ۲—۷۳ تجهیزات تابلو 2CB ۲۰۵
شکل ۲—۷۴ اهرم عملیات قطع و وصل- اهرم شارژ فنر ۲۰۶
شکل ۲—۷۵ اهرم عملیات قطع و وصل ۲۰۷
شکل ۲—۷۶ نحوه باز و بست کلید ۲۱۰
شکل ۲—۷۷ نحوه باز و بست کلید ۲۱۰
شکل ۲—۷۸ نحوه باز و بست کلید ۲۱۱
شکل ۲—۷۹ نحوه باز و بست کلید ۲۱۱
شکل ۲—۸۰ نحوه باز و بست کلید ۲۱۲
شکل ۲—۸۱ نحوه باز و بست کلید ۲۱۲
شکل ۲—۸۲ نحوه باز و بست کلید ۲۱۳

شکل ۲—۸۳ نحوه باز و بست کلید ۲۱۳
شکل ۲—۸۴ نحوه باز و بست کلید ۲۱۴
شکل ۲—۸۵ نحوه باز و بست کلید ۲۱۴
شکل ۲—۸۶ نحوه باز و بست کلید ۲۱۴
شکل ۲—۸۷ نحوه باز و بست کلید ۲۱۵
شکل ۲—۸۸ نحوه باز و بست کلید ۲۱۵
شکل ۲—۸۹ نحوه باز و بست کلید ۲۱۶
شکل ۲—۹۰ نحوه باز و بست کلید ۲۱۶
شکل ۲—۹۱ نحوه باز و بست کلید ۲۱۷
شکل ۲—۹۲ نحوه باز و بست کلید ۲۱۷
شکل ۲—۹۳ نحوه باز و بست کلید ۲۱۸
شکل ۲—۹۴ نحوه باز و بست کلید ۲۱۸
شکل ۲—۹۵ نحوه باز و بست کلید ۲۱۸
شکل ۲—۹۶ نحوه باز و بست کلید ۲۱۹
شکل ۲—۹۷ نحوه باز و بست کلید ۲۱۹
شکل ۲—۹۸ نشان‌دهنده شارژ ودشارژوضعیت ۲۲۰
شکل ۲—۹۹ وضعیت نشان‌دهنده ۲۲۰
شکل ۲—۱۰۰ باز و بست کلید ۲۲۰
شکل ۲—۱۰۱ باز و بست کلید ۲۲۰
شکل ۲—۱۰۲ باز و بست کلید ۲۲۱
شکل ۲—۱۰۳ باز و بست کلید ۲۲۱
شکل ۲—۱۰۴ باز و بست کلید ۲۲۲
شکل ۲—۱۰۵ باز و بست کلید ۲۲۲
شکل ۲—۱۰۶ باز و بست کلید ۲۲۲
شکل ۲—۱۰۷ باز و بست کلید ۲۲۳
شکل ۲—۱۰۸ باز و بست کلید ۲۲۴
شکل ۲—۱۰۹ باز و بست کلید ۲۲۵
شکل ۲—۱۱۰ نشان‌دهنده فشار گاز ۲۲۹
شکل ۲—۱۱۱ نشان‌دهنده فشار گاز ۲۳۰

شکل ۲—۱۱۲ مراحل تعویض فیوز ۲۳۲
شکل ۲—۱۱۳ مراحل تعویض فیوز ۲۳۲
شکل ۲—۱۱۴ مراحل تعویض فیوز ۲۳۲
شکل ۲—۱۱۵ مراحل تعویض فیوز ۲۳۳
شکل ۲—۱۱۶ مراحل تعویض فیوز ۲۳۳
شکل ۲—۱۱۷ مراحل تعویض فیوز ۲۳۳
شکل ۲—۱۱۸ مراحل تعویض فیوز ۲۳۴
شکل ۲—۱۱۹ مراحل تعویض فیوز..... ۲۳۴
شکل ۲—۱۲۰ مراحل تعویض فیوز ۲۳۴
شکل ۲—۱۲۱ مراحل تعویض فیوز..... ۲۳۵
شکل ۲—۱۲۲فیوز..... ۲۳۵
شکل ۲—۱۲۳ مراحل تعویض فیوز ۲۳۵
شکل ۲—۱۲۴ مراحل تعویض فیوز..... ۲۳۶
شکل ۲—۱۲۵ مراحل تعویض فیوز..... ۲۳۶
شکل ۲—۱۲۶ مراحل تعویض فیوز..... ۲۳۷
شکل ۲—۱۲۷نشان دهنده ولتاژ..... ۲۳۷
شکل ۲—۱۲۸نمای درب روبه رو تابلوMAIN LVAC..... ۲۴۱
شکل ۲—۱۲۹نمای روبه رو تابلو DC..... ۲۴۴

مقدمه

به جهت سهولت در دسترسی و جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه تجهیزات ویژه به ۳ بخش تفکیک گردیده است .این ۳ بخش شامل موارد ذیل می باشد :

۱. تجهیزات ویژه مخابرات، سیگنالینگ و کنترل

۲. تجهیزات ویژه مکانیکی

۳. تجهیزات ویژه تامین توان

سند فوق جلد ۳ تجهیزات ویژه می باشد. در این سند گزارشات مربوط به ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری تجهیزات ویژه تامین توان به تفکیک مورد بررسی قرارگرفته است.

سند حاضر شامل تجهیزات مورد استفاده در پایانه‌های مترویی بوده و شامل ۴ فصل و دربرگیرنده ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری موارد ذیل می باشد؛

- پست‌های برق LPS
- پست‌های کشش RS
- پست‌های HVS/BALK
- پست‌های SCADA/PCC

۱- فصل اول

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست‌های برق LPS

۱- ۱-معرفی اجمالی پست های روشنایی (LPS) خطوط مترو

۱- ۱- ۱- مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون کلان شهرها به حمل و نقل آسان، ارزان و سریع و همچنین رشد ترافیک در کلانشهرهای ایران استفاده از حمل و نقل ریلی بسیار حائز اهمیت بوده و با توجه به وضعیت شهر سازی نیاز به خطوط قطارهای شهری زیر زمینی(مترو) ضروری می باشد پس از احداث خطوط مترو و تکمیل تجهیزات آن یکی از مواردی که بسیار حائز اهمیت بوده، مراحل تحویل گیری تجهیزات، نگهداری و بهره برداری صحیح آن می باشد لذا جهت برآورد نیاز کلیه شرکتهای فعال در خطوط ریلی و همچنین کارفرمایان خطوط مترو، در این گزارش کلیات پست های روشنایی (LPS) ایستگاههای مترو شرح داده شده و ضوابط کاملا کاربردی جهت تحویل گیری ، نگهداری و تعمیرات تجهیزات مذکور ارائه خواهدشد.

۱- ۱- ۲- استانداردها و مراجع

General ones:

EN 50121-1 Railway applications – electromagnetic compatibility - part 1: general

EN 50122-1 Railway applications - fixed installation - part 1: protective provisions relating to electrical safety and earthing

IEC 60027 Letters Symbols to be used in Electrical Technology

IEC 60038 IEC Standard Voltage

IEC 60050 International Electrotechnical vocabulary

IEC 60071 Insulation co-ordination

IEC 60173 Colours of Cores of Flexible Cables and Cords

IEC 60243 Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Material at Power Frequenies

IEC 60364 Electrical Installation of Buildings

IEC 60446 Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours

IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

IEC 60614 Specification for conduits electrical installations

IEC 61810 Electromechanical elementary relays

IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear

IEC 62040-3 Uninterruptible power sources

IEC-TR-61000-3-6 Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems

ANSI/NFPA 130: Fixed Guideway Transit System

Transformers:

IEC 606 Application guide for power transformers

IEC 60076 Power transformers

IEC 60146-1-3 Semiconductor converters – general requirements and line commutated converters – transformers and reactors

IEC 60214 On load tap changers

IEC 60270 Partial discharge measurements

IEC 60475 New Liquid hydrocarbon dielectrics

IEC 60542 Application guide for on load tap changer

IEC 60551 Sound levels

IEC 60616 Terminal and tapping markings for power transformers

IEC 60631 Sound level meters

IEC 60722 Guide to the lightning impulse and switching impulse testing of power transformers and reactors

IEC 60726 Dry Type Transformers

IEC 61378-1 Converter transformers - part 1 transformers for industrial applications

Cables:

IEC 60028 International Standard of Resistance for Copper

IEC 60183 Guide to the selection of high voltage cables

IEC 60228 Conductors of insulated cables

IEC 60229 Test on cable over sheaths that have a special protective function and applied by extraction

IEC 60230 Impulse tests on cables and their accessories

IEC 60287 Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor)

IEC 60331 Fire resisting characteristics of electric cable

IEC 60332 Test on electric cables under fire conditions

IEC 60376 Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride

IEC 60391 Marking of insulated conductors

IEC 60446 Identification of Conductors by colours or numerals

IEC 60502 Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1kV up to 30 kV

IEC 60540 Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords

IEC 60724 Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0.6/1.0kV

IEC 60754-1 Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cable

IEC 60811 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables - part 1-1: methods for general application - measurement of thickness and overall dimensions

IEC 60885-1 Electrical test methods for electric cables - electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750V

IEC 60949 Calculation of thermally permissible short circuit currents taking into account non adiabatic heating effects

HV & MV Cells:

IEC 60044-1 Instrument transformers - part 1: current transformers

IEC 60044-2 Instrument transformers - part 2: inductive voltage transformers

IEC 60056 High-voltage alternating current circuit breakers

IEC 60059 IEC standard current ratings

IEC 60060 High-voltage test techniques

IEC 60073 Colour of indicator lights and push buttons

IEC 60099 Lightning arresters (non linear resistor type arresters for AC system)

IEC 60129 Alternating Current Disconnectors and Earthing switches

IEC 60137 Bushing for alternating voltage above 1000V

IEC 60144 Degree of protection of enclosure for low voltage switchgear and controlgear

IEC 60168 Test on indoor and outdoor insulation

IEC 60183 Guide for selection of high voltage cables

IEC 60185 Current Transformers

IEC 60186 Voltage Transformers

IEC 60227 Definitions for Switchgear and Controlgear first Supplement

IEC 60255 Electrical Relays

IEC 60258 Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories

IEC 60265-1 High-voltage switches - switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV

IEC 60266 High voltage switches

IEC 60282 High voltage fuses

IEC 60298 High-voltage metal enclosed switchgear and controlgear

IEC 60420 High Voltage Alternating Current Fuse-Switch Combinations and Fuse-Circuit Breaker Combinations

IEC 60427 Synthetic Testing of High Voltage Alternating Current Circuit Breakers

IEC 60694 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards

IEC 60865 Short Circuit calculations

IEC 61129 Alternating current earthing switches induced current switching

IEC 61259 Requirement for switching of bus charging current by gas insulated switchgear disconnectors

IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear - part 100: high voltage alternating-current circuit-breakers

IEC 62271-102 High-voltage switchgear and controlgear - part 102: alternating current disconnectors and earthing switches

IEC 62271-105 High-voltage switchgear and controlgear - part 105: alternating current switch-fuse combinations

LV cells:

EN 50091-1 Specification for uninterruptible power systems (UPS) - general and safety requirements

EN 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC) - generic standards - emission standard for industrial environments

IEC 60051 Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories

IEC 60127 Cartridge fuse-links for miniature fuses

IEC 60269 Low-voltage fuses

IEC 60337 Control Switches (Low Voltage Switching Devices for Control and Auxiliary Circuits, including Contractor Relays)

IEC 60439 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies

IEC 60664-1 Insulation co-ordination for equipment within low voltage

systems - part1: principles, requirements and tests

IEC 60668 Dimensions of panel areas and cut-outs for panel and rackmounted industrual-process measurement and control instruments

IEC 61000-4 Electromagnetic compatibility (emc)

IEC 61346-1 Industrial systems, installations and equipment and industrial products structuring principles and reference designations - part 1: basic rules.

IEC 60085: Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation

IEC 60145: Var-hour (Reactive Energy) Meters

IEC 60158: Low Voltage Control Devices

IEC 60211: Maximum Demand indicators

IEC 60341: Push-Button Switches

IEC 60408: Low Voltage Air-Break Switches, Air-Break Disconnectors, Air-Break Switch Disconnectors and Fuse Combination Units

IEC 60414: Safety Requirements for indicating and Recording Electrical Measuring Instruments & their Accessories

IEC 60417: Graphical Symbols for use on Equipment

IEC 60423: Outside Diameters of Conduits for Electrical Installations and Threads for Conduits and Fittings

IEC 60445: Identification of Equipment Terminals and of Terminations of Certain Designated Conductors, including General Rules ox an Alphanumeric System

IEC 60447: Standard Direction of Movement for Actuators which control the Operation of Electrical Apparatus

IEC 60473: Dimensions for Panel-Mounted Indicating and Recording Electrical Measuring instruments

IEC 60479: Effect of Current Passing through the Human Body

IEC 60521: Class 0.5,1 and 2 Alternating Current Watt-hour Meters

IEC 60536: Classification of Electrical and Electronic Equipment with regard to Protection against Electric Shock

IEC 60617: Graphical Symbols for Diagrams

IEC 60684: Specification for Flexible Insulating Sleeving

IEC 60695: Fire Hazard Testing

IEC 60715: Dimensions of Low Voltage Switchgear and Control Devices Standardized Mounting on Rails for Mechanical Support of Electrical Devices in Switchgear and Control Devices Installations

Earthing:

BS 6651 Code of Practice for Protection of Structures Against Lightning.

BS EN 50 121 Railway Applications Electromagnetic compatibility, Parts 2 & 5.

BS EN 50 122 Railway Applications Fixed Installations, Parts 1 & 2

ANSI IEEE Std 80-1986stallations

۱- ۱- ۳- اصطلاحات

AC : Alternative Current جریان متناوب

باسبار	BB:BusBar
در هر نیروگاه یا پست، ژنراتورها، ترانسفورمرها، سیم‌ها و کابل‌های با سطح ولتاژ برابر و هم فاز، بوسیله یک رسانا به نام باسبار به یک دیگر متصل می‌گردند. به عبارت دیگر باسبار ابزار جمع آوری، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی است.	
سکسیونر	DS(Disconnector)
به‌هم ارتباط داشتن	InterLock
سوئیچ های قطع بار	LBS: Load Break Switch
ایستگاه برق و روشنایی	LPS : Lighting and Power Station
ولتاژ پایین کوچکتر از ۱۰۰۰ ولت	LV : Low Voltage (≤ 1000V)
ولتاژ متوسط	MV : Medium Voltage

۱- ۱- ۴- ساختار پست های روشنایی (LPS)

تامین برق تمامی مصارف الکتریکی تجهیزات نصب شده در سیستم مترو در داخل تونل و ایستگاه های مسافری (شامل مصارف تهویه، پله برقی و آسانسور، مخابرات ، سیگنالینگ ، مصارف تاسیساتی و ...) با استفاده از پست های توزیع LPS انجام خواهد شد. این پست های LPS از طریق شبکه کابلی ۲۰ کیلوولت و از طریق پست های فشارقوی ، تغذیه می‌شوند. و در هر ایستگاه مترو ۲ پست روشنایی نصب می‌شود .در این گزارش سعی خواهد شد کلیات سیستمهای مذکور به همراه رویه های تحویل‌گیری تجهیزات مذکور در مرحله راه اندازی مطابق با استانداردهای طراحی ارائه شود.

۱- ۲-شرح تجهیزات تشکیل دهنده پست های LPS

شرح تجهیزات تشکیل دهنده پست های LPS تجهیزات منصوبه در پست های LPS ایستگاه های مترو شامل ترانسفورماتور خشک، تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف ، شارژر ، تابلوهای اتوماسیون، باتری ، اینورتر، و کابل های فشار متوسط و فشار ضعیف می باشد. شایان ذکر است طراحی و سایزینگ تجهیزات پست های LPS به گونه ای می باشد که در حالت نورمال بهره برداری تنها ۵۰٪ ظرفیت تجهیزات هر پست تحت بار بوده و در صورت بی برق شدن و خارج شدن یکی از پست های LPS ایستگاه پست دیگر در ظرفیت ۱۰۰٪ تحت بار قرار می گیرد تا خللی در روند بهره برداری از ایستگاه صورت نپذیرد. به عبارت دیگر پست های LPS ایستگاه ها بصورت پشتیبان و Back UP یکدیگر می باشند.

۱- ۲- ۱- ترانسفورماتور توزیع

ترانسفورماتورهای توزیع نصب شده در پست های LPS از نوع خشک و کاهنده بوده و مبدل ۲۰KV به ۴۰۰ V می‌باشند و ظرفیت ترانسفورماتورها با توجه به مصارف ایستگاه ها مشخص می‌شوند. نقطه خنثی ترانسفورماتور مستقیما زمین می‌شود و نوع زمین طرف فشار ضعیف سیستم TNS خواهد بود.

۱- ۲- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV)

وظیفه تابلوها فوق انتقال برق ۲۰KV از رینگ ۲۰KV خطوط متروی تهران به ترانسفورماتورهای توزیع می باشد، که با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می‌شوند.

۱- ۲- ۳- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

ولتاژ ۴۰۰ V خروجی ترانسفورماتورهای توزیع یا از طریق کابل و یا از طریق باس سکشن (با توجه به الزامات درج شده در اسناد فنی قرارداد) به تابلوهای فشار ضعیف منتقل شده و از طریق فیدرهای خروجی تابلوهای فشار ضعیف به مصرف کننده های موجود در ایستگاه منتقل می‌شود و با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می‌شوند.

مهمترین این مصرف کننده ها شامل موارد ذیل می باشد :

- تغذیه آسانسورها و پله برقی ها
- تغذیه پمپ های دفع فاضلاب و آتش نشانی
- تغذیه فنها ، دمنده‌ها و سیستم تهویه هوای ایستگاه و تونل
- تامین توان مورد نیاز اتاق RS
- تغذیه روشنایی ایستگاه
- تغذیه BAS، FAS
- سیستم سیگنالینگ و مخابرات
- سیستم توزیع DC و...

۱- ۲- ۴- شارژر و باتری ها

با توجه به اینکه مصارف کنترلی و حفاظتی تجهیزات موجود در پست های LPS ،VDC ۱۰۰ می‌باشد، لذا مصارف مذکور از طریق شارژر و باتری های منصوبه در پست های LPS تامین می‌شوند. همچنین از دیگر وظایف شارژرهای منصوبه در پست‌ها، تامین برق DC اینورترهای روشنایی اضطراری می‌باشد. شایان ذکر می‌باشد ظرفیت باتری و شارژر ها بر اساس مصارف موجود در ایستگاه ها طراحی می‌شود.

۱- ۲- ۵- سیستم زمین

در سیستم تغذیه، سیستم زمین و تجهیزات حفاظتی مناسب برای حفاظت مسافرین و پرسنل تعمیر و نگهداری و بهره برداری از جریان ها و ولتاژهای خطرناک منظور گردیده است. علاوه بر این ، سیستم‌های حفاظتی برای ایزوله کردن خطاها و کم‌کردن آسیب‌دیدگی تجهیزات و جلوگیری از ایجاد وقفه در سرویس‌دهی آنها طراحی گردیده است. سیستم زمین مطابق با استانداردهای بین المللی طراحی ، ساخته و نصب گردیده است. این سیستم دارای مشخصات ذیل می باشد:

- حفاظت افرادی که از تجهیزات ، بهره برداری می کنند و یا عملیات تعمیر و نگهداری از آنها را برعهده دارند از ولتاژهای تماسی و گامی و یا افزایش پتانسیل به خصوص در هنگام بروز خطای الکتریکی در سیستم .
- فراهم نمودن مسیر کم امپدانس زمین برای جریان‌های شدید. (صاعقه در صورت وجود و یا مانور)
- فراهم نمودن حفاظت تجهیزات الکتریکی توسط محدود کردن تغییرات ولتاژ برای تجهیزاتی که با شرایط خطا روبه رو هستند.
- طراحی با توجه به تداخلات الکترو مغناطیسی (EMI) و سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)(2-5-IEC1000)

۱- ۳-مراحل تحویل گیری

در قسمت اول کلیات و شرح مختصری از پست های LPS ایستگاه ارائه گردید، پیمانکاران و تامین کنندگان تجهیزات سامانه برق‌رسانی پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، درخواست تحویل تجهیزات نصب شده پست های LPS را برای کارفرمایان ارسال می نمایند که در ذیل کلیات الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل تجهیزات شرح داده شده است.

۱- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل گیری

- ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه های ساخت و ریز اقلام تجهیزات
- ارائه تستهای کارخانه و گواهینامه های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات توسط سازندگان استفاده شده است.
- ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت،حمل تجهیزات و نصب آن در سایت
- ارائه مدارک آموزش تجهیزات مطابق با سرفصل های آموزشی به همراه گواهینامه های آموزشهای بهره‌برداری
- ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری
- ارائه مدارک نگهداری به همراه چک لیستهای دوره‌ای

- ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک لیستهای مرتبط
- ارائه نقشه های ازبیلت تجهیزات نصب شده
- ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمانهای EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر گردد)
- ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و کارفرمای آن

۱- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات

پس از ارائه مدارک بند(۱- ۳- ۱-) قبل توسط پیمانکار و تایید کارفرما و مشاور کارفرما، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می شود.

۱. انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک لیستهای تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده است.
۲. انجام تستهای عملکردی به همراه چک لیستهای مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.
۳. بازرسی نیازمندیهای اینترفیسی با سیستم های دیگر مطابق با چک لیستهای کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما
۴. ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و مجموعه کارفرمایی

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط اعلام شده در بند (۱- ۳- ۱-) و ۱- ۳- ۲-) تحویل‌گیری تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۱- ۴-شرحی از بازرسی و مراحل تحویل گیری

پس از در خواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل تجهیزات در ایستگاهها و موقعیتهای نصب و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل بر اساس بازرسی های ظاهری و تستهای عملکردی در موقعیتهای نصب تجهیزات انجام خواهد شد که کلیات تست ها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۱- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست روشنایی(LPS)

آزمایشات پست های روشنایی در دو مرحله انجام می شود:

- آزمایش منفرد تجهیزات : شامل تست یک به یک تجهیزات از لحاظ ظاهر، عملکرد
- آزمایش سامانه ای تجهیزات: تست عملکرد یکپارچه مجموعه تجهیزات پست های LPS

۱- ۴- ۲- سازماندهی

- گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل نمایندگان سازنده تجهیزات و پیمانکار EPC می باشد.
- گروه آزمایش سامانه ای متشکل از نمایندگان پیمانکار EPC می باشد .

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

۱- ۴- ۳- شرایط آزمایش

جهت برگزاری آزمایشات لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از مواردی بازرسی در ذیل بیان شده است.

- بررسی ظاهری چیدمان تجهیزات و مطابق با نقشه های تایید شده.(بازرسی ظاهری)
- بررسی نصب ظاهری تجهیزات و رنگ‌کاری و تمیزکاری و سلامت فیزیکی کامل تجهیزات پست های LPS.(بازرسی ظاهری)
- بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای سامانه برق‌رسانی با بخش ساختمانی (بازرسی ظاهری-اینترفیسی)
- بررسی اینترفیسی اجزای تجهیزات پست‌های LPS با سامانه‌های دیگر به عنوان مثال بررسی اینترفیسهای مابین تابلوهای فشار ضعیف با سامانه اسکادا. (بازرسی اینترفیسی-ظاهری)
- بایستی صحت و تکمیل ارتباطات موجود مابین تجهیزات نصب شده در پست های LPS بررسی شود به عنوان مثال ارتباط بین ترانسفورماتور و تابلو های فشار ضعیف. (بازرسی ظاهری)
- بایستی داخل تمامی تجهیزات تمیز شده و گردگیری شده باشند. (بازرسی ظاهری)
- کلیه اتصالات از جمله جوشها و پیچ ها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد. (بازرسی ظاهری)

موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک لیستهای تکمیلی تهیه خواهد شد.

۱- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایشها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایشها فراهم شود که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران، کارفرمایان و مشاوران هر پروژه ارائه خواهد شد.

- بایستی کپسول آتش نشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل سالن آماده سازی شود.
- تجهیزات اندازه گیری و کنترل عملکردی آماده گردد.
- کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تجهیزات چک گردد. (بازرسی ایمنی)
- اطمینان از اتصال سیستم ارت جهت تجهیزات الکتریکی.
- هماهنگی با کلیه ارکان پروژه در خصوص برگزاری تستهای سامانه برق رسانی پست های LPS و الزاماتی که دیگر بخشها باید رعایت نمایند.

۱- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات

۱- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 60076-11:2004-5 Dry-Type Transformer، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید؛

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
- بررسی تمیزی دستگاه پس از انبار: اگر روی ترانسفورماتور گرد و غبار باشد، باید با هوای فشرده خشک و نیتروژن با دقت برداشته شود. عایق ها نیز باید تمیز شوند.
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

جدول ۱- چک‌لیست ثبت مشخصات عمومی (ترانسفورماتور)

Date of Test:		
Station Information:		
Code:	Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
Dry-Type Distribution Transformer Information:		
Serial Number:	LPS Name:	Transformer Rated Power:
Transformer Vector Group:	Transformer Cooling Method:	
Test Devices		

No.	Device Name and Code	Serial Number	Calibration Expiry Date
1			
2			

- بررسی نسبت تبدیل (Ratio Measurement test)

جدول۲–چک لیست بررسی نسبت تبدیل

	primary side Rated Voltage: 20 kV Connection Type:			secondary side Rated Voltage: Connection Type:					
TAP	V AB (v)	V BC (v)	V AC (v)	V ab (v)	V bc (v)	V ac (v)	Tolerance (%)		
1									
2									
3									
4									
5									

	primary side Rated Voltage: 20 kV Connection Type:			Treasury side Rated Voltage: Connection Type:					
TAP	V AB (v)	V BC (v)	V AC (v)	V ab (v)	V bc (v)	V ac (v)	Tolerance (%)		
1									
2									
3									

4									
5									

- تست گروه برداری ترانس (Vector Group Test)

جدول ۳ چک لیست گروه برداری ترانس

MEASURED VOLTAGE (Dyn5)											
A B	B C	C A	A a	A b	A c	B a	B b	B c	C a	C b	C c

- تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

جدول ۴ چک لیست تست مقاومت عایقی

DESCRIPTION	VOLTAGE TEST	RESULT
HV WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
LV1 WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
HV WINDING TO LV1 WINDING	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	

- اندازه گیری مقاومت سیم پیچ (Measurement of Winding Resistance)

جدول ۵– چک لیست تست مقاومت سیم پیچ

		Tap 1	Tap 2	Tap 3	Tap 4	Tap 5
MV WINDING	VAB (v)					
	IAB (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VBC (v)					
	IBC (v)					
	R(Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VCA (v)					
	ICA (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					

	LV Winding 1		LV Winding 2	
VAB (v)				
IAB (A)				
R (Ω)				
R 25^0 C (Ω)				
VBC (v)				
IBC (v)				
R(Ω)				
R 25^0 C (Ω)				
VCA (v)				
ICA (A)				
R (Ω)				
R 25^0 C (Ω)				

- تست بی باری (Measurement of No – Load Loss and Current)

جدول ۶ چک لیست تست بی باری

TAP	Primary Voltage(v)			Primary Current(mA)		
	U1-V1	V1-W1	U1-W1	A	B	C
1						
2						
3						
4						
5						

۱- ۴- ۵- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید؛

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
- بررسی نظافت تابلوها.
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

جدول ۷ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (تابلوهای فشار متوسط)

تاریخ انجام تست:		
مشخصات محل نصب		
کد ایستگاه:	نام ایستگاه:	نوع ایستگاه: سکو جزیره ای ☐ سکو جانبی ☐
مشخصات تابلوی فشار متوسط		
شماره سریال تابلو:		محل قرار گیری تابلو: LPS1 ☐ LPS2 ☐ RS ☐
رنج کلید قدرت:		سطح اتصال کوتاه کلید:
نسبت تبدیل ترانس جریان :		نسبت تبدیل ترانس ولتاژ :
مشخصات دستگاه های تست		
ردیف	نام و مدل دستگاه	شماره سریال	تاریخ انقضای کالیبراسیون

- تست کلید های قدرت

۱. اطلاعات عمومی کلید:

جدول ۸ چک لیست اطلاعات عمومی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
سازنده/ مدل کلید				
شماره سریال				
جریان نامی کلید				
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه				

۲. تست زمان باز و بست کلید (Timing Test):

جدول ۹ چک لیست تست زمان باز و بست کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
زمان بسته شدن (ms)				
زمان باز شدن (ms)				

۳. تست مقاومت کنتاکت :

جدول ۱۰ چک لیست مقاومت کنتاکت

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	JT1	JT2	JC1	JC2
فاز L1					
فاز L2					
فاز L3					

۴. تست مقاومت عایقی کلید :

جدول ۱۱ چک لیست تست مقاومت عایقی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2

مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)				

- تست عملکردی کلید

جدول ۱۲ چک لیست تست عملکردی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
Indication (Open/Close)				
Interlock (Electrical/Mechanical)				
Anti-pumping and Blocking Relay Check				
Motor Charging Current				
Motor Charging Time				
Spring Charge Current				
Spring Charge Time				
Counter Operation				

- تست کلید های(Load Breaker (Disconnector :

۱. اطلاعات عمومی کلید

جدول ۱۳ چک لیست اطلاعات عمومی کلید

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
سازنده/ مدل کلید				

شماره سریال				
جریان نامی کلید				
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه				

۲. تست مقاومت عایقی Load Breaker (Disconnector)

جدول ۱۴ چک لیست تست مقاومت عایقی

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)				

۳. تست مقاومت کنتاکت Load Breaker (Disconnector)

جدول ۱۵ چک لیست تست مقاومت کنتاکت

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	JT1	JT2	JC1	JC2
فاز L1					
فاز L2					
فاز L3					

۴. تست عملکردی Load Breaker (Disconnector)

جدول ۱۶ چک لیست تست عملکردی

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
Anti-pumping and Blocking Relay Check				
Motor Charging Current				
Motor Charging Time				
Spring Charge Current				
Spring Charge Time				

Counter Operation				

- تست ترانس جریانی :

۱. اطلاعات عمومی ترانس جریان

جدول ۱۷ چک لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
سازنده				
شماره سریال				
نسبت تبدیل				
Burden (VA)				
ALF				

۲. تست نسبت تبدیل

جدول ۱۸ چک لیست تست نسبت تبدیل

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
JC1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JC2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					

	L3	1					
		2					
JT2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

۳. تست منحنی مغناطیس کنندگی (Magnetizing Curve)

جدول ۱—۱۹چک لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی

۴. تست مقاومت عایقی

جدول ۱—۲۰ چک لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Position	Voltage Test	L1	L2	L3
JC1	P-E				
	S1-S2				
JC2	P-E				
	S1-S2				
JT1	P-E				
	S1-S2				
JT2	P-E				
	S1-S2				

۵. تست پلاریته

جدول ۲۱– چک لیست تست مقاومت پلاریته

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
JC1	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
JC2	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
JT1	NO. 1	1						

		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
JT2	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						

	Feeder Name	JC1		JC2		JT1		JT2	
	Core No.	1	2	1	2	1	2	1	2
PHASE	L1								
	L2								
	L3								

۶. تست Burden

جدول۲۲–چک لیست تست Burden

Feeder Name	Core No.	Phase L1	Phase L2	Phase L3	Ambient Air – temp (C)
JT1	1				
	2				
JT2	1				
	2				
JC1	1				
	2				
JC2	1				
	2				

۷. تست پیوستگی مسیر جریانی

جدول ۱—۲۳چک لیست تست مسیر پیوستگی جریانی

Feeder	Phase	Core	Primary Injunction Current	Measuring Secondary	Measuring Center	Measuring Ammeter	Measuring Relay
JC1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JC2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

- تست ترانس ولتاژی :

۱. اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی

جدول۱—۲۳چک لیست اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی

نام فیدر	JP1	JP2
سازنده		
شماره سریال		
نسبت تبدیل		
تعداد سیم پیچ		
Burden (VA)		
کلاس		

۲. تست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی

جدول ۲۴ چک لیست تست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی

JP2	JP1	Feeder Name	
		Test Voltage	
		Winding 1	L1 (V)
		Winding 2	
		Winding 3	
		Winding 1	L2 (V)
		Winding 2	
		Winding 3	
		Winding 1	L3 (V)
		Winding 2	
		Winding 3	

۳. تست پلاریته

جدول ۲۵ چک لیست تست پلاریته

Feeder Name	PHASE	L1	L2	L3
JP1	WINDING 1			

	WINDING 2			
	WINDING 3			
JP2	WINDING 1			
	WINDING 2			
	WINDING 3			

۴. تست مقاومت عایقی :

جدول۲۶–چک لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
JP1	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
JP2	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		

۵. تست پیوستگی ولتاژی

جدول ۲۷ چک لیست تست پیوستگی ولتاژی

Feeder	phase	Primary Voltage	Measuring Secondary	Measuring Center	Measuring Ammeter	Measuring Relay
JP1	L1					
	L2					
	L3					
JP2	L1					
	L2					
	L3					

- تست مقاومت عایقی شینه های برق

جدول ۲۸ چک لیست تست مقاومت عایقی شینه های برق

	BUS A	BUS B	BUS C
L1-E			
L2-E			
L3-E			

۱- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 61439-1:2011 ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه
- بررسی نظافت تابلوها

- ثبت مشخصه های عمومی (General Information)

جدول ۲۹ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (تابلوهای فشار ضعیف)

Date of Test:		
Station Information:		
Code:	Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
LV Switchgear Information:		
Serial Number:	LPS Name:	Transformer Sizing:
Incoming CB Rating: 3200 A ☐ 2500 A ☐ 2000 A ☐ 1600 A ☐	Coupler CB Rating: 2500 A ☐ 2000 A ☐ 1600 A ☐	Capacitor Bank Config:
Test Devices		

No.	Device Name and Code	Serial Number	Calibration Expiry Date
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

- بررسی اینترلاک مکانیکی
- تست مقاومت ACB ها (Contact Resistance Test of ACBs)

جدول ۳۰ چک لیست تست مقاومت ACB

	ACB Rating	Phase L1	Phase L2	Phase L3
Incoming CB	3200 A ☐ 2500 A ☒ 2000 A ☐ 1600 A ☐			
Coupler CB	2500 A ☐ 2000 A ☐ 1600 A ☐			

- تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

جدول ۳۱ چک لیست تست مقاومت عایقی

Phase - Earth	**Voltage (V)**	**Resistance (MΩ)**	**Phase-Phase**	**Voltage (V)**	**Resistance (MΩ)**
L1-E	500 ☐ 1000 ☐		L1-L2	500 ☐ 1000 ☐	
L2-E	500 ☐ 1000 ☐		L2-L3	500 ☐ 1000 ☐	
L3-E	500 ☐ 1000 ☐		L3-L1	☐ 1000 ☐	

- تست تداوم مداری (Continuity Check)

Voltage Continuity Check:

جدول ۳۲ چک لیست تست تداوم مداری

Phase Name	**Voltage**	**Multifunction Meter**	**Analogue Voltmeter**	**SCADA/BMS**
L1				
L2				
L3				

Current Continuity Check:

Phase Name	Current	Multifunction Meter	Analogue Ampere-meter	SCADA/BMS
L1				
L2				
L3				

- دقت اندازه گیری (Measurement Accuracy)

Voltage Measurement Accuracy:

جدول ۳۳ چک لیست دقت اندازه‌گیری

	Input Voltage	Measured Voltage

	V L1-E	V L2-E	V L3-E	V L1L2	V L2L3	V L3L1	V L1-E	V L2-E	V L3-E
Incoming									
Coupler									
Capacitor Bank									

Current Measurement Accuracy:

	Input Current			Measured Current		
	I_A	I_B	I_C	I_A	I_B	I_C
Incoming						
Coupler						
Capacitor Bank						

Power and Energy Measurement Accuracy:

Input Voltage			Input Current		
V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}	S	P	Q
Measured Power Factor:					
Calculated Powers			Calculated Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Measured Powers			Measured Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Incoming Measuring Center			Incoming Measuring Center		
Coupler Measuring Center			Coupler Measuring Center		

- بررسی لاجیک دیاگرام

جدول ۳۴-چک لیست بررسی لاجیک دیاگرام

	Manual Position	Auto Position	Remote Position

Closing Inc. CB			
Opening Inc. CB			
Closing Coupler CB			
Opening Coupler CB			

- تست های مرتبط با بانک خازنی

Capacitance Measurement:

جدول ۳۵ چک لیست بانک خازنی

	STE P 1	STE P 2	STE P 3	STE P 4	STE P 5	STE P 6
Measured Capacitance (µF)						
Rated Capacitance (µF)						
Error%						

Insulation Resistance Check:

	STEP 1	STEP 2	STEP 3	STEP 4	STEP 5	STEP 6
500V @ 15 Sec						
500V @ 60 Sec						

- عملکرد کلید ها (MCCB Protection Test)

جدول ۳۶ چک لیست عملکرد کلیدها

MCCB Rating	Availability	Injecting Current	Test Result*

25 A	YES ☐ NO ☐		
32 A	YES ☐ NO ☐		
40 A	YES ☐ NO ☐		
50 A	YES ☐ NO ☐		
63 A	YES ☐ NO ☐		
80 A	YES ☐ NO ☐		
100 A	YES ☐ NO ☐		
125 A	YES ☐ NO ☐		
160 A	YES ☐ NO ☐		
200 A	YES ☐ NO ☐		
250 A	YES ☐ NO ☐		
320 A	YES ☐ NO ☐		
400 A	YES ☐ NO ☐		
630 A	YES ☐ NO ☐		

۱- ۴- ۵- ۴- شرح آزمایش سیستم زمین

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

۱. بررسی تداوم و یکپارچگی سیستم زمین.
۲. بررسی کابل های سیستم زمین.
۳. اندازه گیری مقاومت الکترودهای زمین.

۱- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش کابل فشار متوسط (۲۰KV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- آزمایش مقاومت عایق و اندازه گیری مقدار بر حسب KM./MΩ
- آزمایش مقاومت هادی و اندازه گیری مقدار بر حسب mΩ/km.
- megger test
- تست توالی فاز.

۱- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش باتری

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IECC60623-2017 ، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
- بررسی نظافت باتری ها.
- بررسی ارتباطات میان باتری ها.
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

جدول ۳۷- چک لیست ثبت مشخصات عمومی (باتری)

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
Battery Type:			cell in....Battery Quantities: LPS1 ☐ LPS2 ☐
Test Equipment List and Specifications:			
Item	Model	Serial Number	Calibration Expiry Date

- تست های اندازه گیری (Measurement Tests)

جدول ۳۸- چک لیست تستهای اندازه‌گیری

A....Charging Record - Constant Current :			
....KPL	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			
Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
...						
91						
92						

A...Discharging Record - Constant Current :			
KPL700	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			
Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
...						
۹۱						
۹۲						

۱- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش شارژر

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
۲. بررسی نظافت تابلوها.
۳. ثبت مشخصه های عمومی (General Information).
۴. بررسی صحت عملکرد نمایشگر های دستگاه
۵. بررسی روشن شدن ماژولها و مدارات و برد های کنترل مرکزی
۶. بررسی عدم وجود آلارم
۷. بررسی عملکرد لامپ تست
۸. بررسی عملکرد فن
۹. بررسی ولتاژ ترمینال باتری
۱۰. بررسی عملکرد ولتاژ ترمینال بار

جدول ۳۹ چک لیست ثبت مشخصات عمومی (شارژر)

تاریخ انجام تست:		
مشخصات محل نصب		
کد ایستگاه:	نام ایستگاه:	نوع ایستگاه: سکو جزیره ای ☐ سکو جانبی ☐
مشخصات تابلوی رکتیفایر		
شماره سریال دستگاه:	میزان جریان خروجی: ..... آمپر ☐ ..... آمپر ☐	محل قرار گیری تابلو: ☐LPS1 ☐ LPS2 ☐ RS

مشخصات دستگاه های تست			
ردیف	نام و مدل دستگاه	شماره سریال	تاریخ انقضای کالیبراسیون

۱- ۵-تعمیر نگهداری پست های توزیع روشنایی (LPS)

۱- ۵- ۱- ترانسفورماتور توزیع

فهرست مندرجات این بخش به شرح ذیل می باشد که به تفکیک در ادامه شرح داده می شود.

۱-تجهیزات ترانسفورماتورهای خشک

۲-نگهداری دوره‌ای

۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری

۳-جدول بازدیدهای دوره‌ای

۴-توضیح اجزاء ترموکنترلر

۵-مقادیر تنظیم شده رله ترموکنترلر

۶-رفع مشکلات رله ترمو کنترلر

۱- ۵- ۱- ۱-اجزای اصلی و تجهیزات جانبی ترانسفورماتورهای خشک

۱. قلاب حمل و نقل

۲. اتصالات تپ چنجر

۳. سنسور حرارتی داخل سیم پیچ

۴. جعبه ترمینال

۵. گوشواره‌های حمل

۶. ترمینال‌های فشار ضعیف

۷. ترمینال‌های فشارقوی

۸. ترمینال زمین

۹. چرخ‌های حمل و نقل

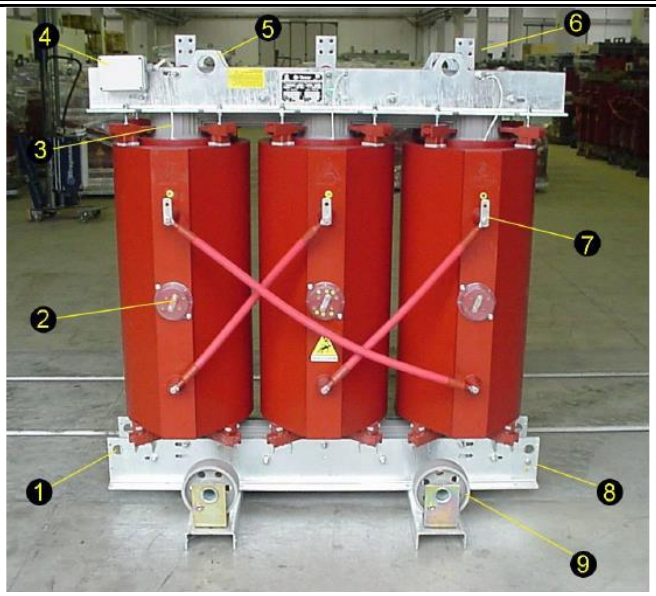
۱۰.رله ترموکنترلر

۱۱.سنسور حرارتی هسته

۱۲.محفظه

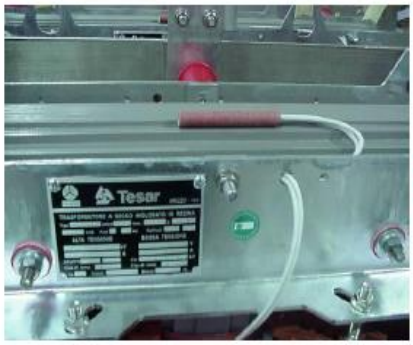
۱۳.بوشینگ ترمینال فشار قوی

۱۴.پوشش تپ چنجر



شکل ۱– ترانسفورماتور خشک

شکل ۲– رله ترموکنترلر



شکل ۳– سنسور حرارتی هسته

شکل ۴– محفظه

شکل ۵– بوشینگ ترمینال فشار قوی

شکل ۶–لینک تپ چنجر

۱- ۵- ۱- ۲- نگهداری دوره‌ای

بازرسی دوره‌ای دقیق از ترانسفورماتورها مانع از بروز آسیب به ترانسفورماتور می‌شود و طول عمر آن را می‌افزاید. در شرایط استاندارد و مناسب بهره‌برداری، عملیات نگهداری زیر سالی یکبار انجام می‌شوند.

۱ . سیم‌پیچ اولیه و ثانویه (HV/LV) را از گرد وخاک، میعانات با دستمال خشک یا باد خشک کمپرسور پاک شوند.

۲ . داکتهای خنک کننده و تهویه بین هسته‌ها را به منظور جلوگیری از افزایش دما تمیز نمایید.

۳ . محکم بودن اتصالات سمت HV و LV لینک‌های تپ چنجر، پیچ‌ها و مهره‌های یوغ و عایق‌ها (Spare) را بازبینی کنید.

۴ . عملکرد فانکشن حفاظت حرارتی (سنسور حرارتی و ترموکنترلر) را چک کنید. همچنین حفاظت اضافه‌بار و اتصال کوتاه و قطع و وصل سوئیچ‌های اتوماتیک را بازرسی کنید. این بازرسی‌ها می‌بایست توسط تجهیزات مناسب که خطا را شبیه‌سازی می‌کنند انجام شوند.

۵ . بعد از یک مدت طولانی که ترانسفورماتور استفاده شده باشد چک کامل نمائید و در صورت اتصال کوتاه یا اضافه ولتاژ یا حوادث غیر مترقبه دیگر با سازنده جهت سرویس تماس بگیرید.

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۱- ۵- ۱- ۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری

در صورتیکه ترانسفورماتور برای مدت طولانی بلا استفاده مانده باشد لازم است کلیه عملیات زیر قبل از برق دار کردن مجدد انجام شوند:

الف- بازرسی‌های مکانیکی

- بازرسی اتصالات زمین.
- بازرسی فواصل عایقی (به دفترچه ترانسفورماتور مراجعه شود).
- بازرسی محکم بودن اتصالات HV و LV با لینکهای تپ‌چنجر (مقدار مناسب گشتاور در جدول ۲ درج شده است).

ب- بازرسی‌های الکتریکی

- بازرسی عملکرد صحیح تجهیزات حفاظتی ترانسفورماتورها (رله‌ها ، کلید و...).
- بازرسی Setting رله‌ها.
- بازرسی Setting رله حفاظت اضافه دما و سنسورها.
- بازرسی تجهیزات خنک‌کننده.
- تست مقاومت عایقی با استفاده از Megger (ولتاژ ۲/۵ کیلوولت).

جدول ۴۰ تست عایقی

نتایج قابل قبول تست مقاومت عایقی		
ردیف	مدار	حداقل حرارت قابل قبول
۱	سمت HV درحالیکه LV زمین است.	مطابق دستور العمل سازنده
۲	سمت LV درحالیکه HV زمین است.	مطابق دستور العمل سازنده
۳	سمت HV و LV نسبت به زمین.	مطابق دستور العمل سازنده

ترانسفورماتور می‌بایست کاملاً تمیز شود (توسط دستمال خشک یا جریان هوای خشک کمپرسور) و به طور کامل مورد بازبینی قرار بگیرد.

ج- تست‌های الکتریکی

- تست نسبت ولتاژ
- تست گروه‌برداری

جدول ۴۱– بازرسی دوره‌ای

جدول بازرسی دوره‌ای				
ردیف	موارد مورد بازرسی	فاصله زمانی	تجهیزات لازم	نتیجه بازرسی
۱	پاک کردن گرد و خاک و رسوبات روی سیم‌پیچ.	سالی یکبار یا بعد از حادثه خاص	با هوای فشرده و پارچه	تمیز شدن ترانسفورماتور
۲	سفت کردن پیچ‌های اولیه و ثانویه اتصالات الکتریکی.		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۳	سفت کردن قسمتهای مکانیکی پیچ‌ها، کلمپ اتصال زمین.		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۴	محکم کردن صفحه تنظیم بلوکهای فاصله عایقی .(Spacer)		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۵	بازرسی عملکرد رله ترمو کنترلر و سنسور حرارتی.		با هوای داغ (مانند سشوار) سنسور حرارتی را گرم می‌کنیم تا به دمای آستانه آلارم یا تریپ برسد	سوئیچ تریپ و آلارم قطع و وصل می‌شوند
۶	بازرسی عملکرد رله اضافه بار و اتصال کوتاه.		ژنراتور قدرت برای سیموله کردن ضرر	تزریق جریان بیش از حد آستانه به رله موجب تریپ کلید می‌شود
۷	بازرسی میعانات باقیمانده روی سیم پیچ.	بعد از یک توقف طولانی	هوای گرم و خشک و پارچه	سطح هسته و داکتهای داخلی خشک می‌شوند.
۸	چک عایقی بین سیم پیچ‌ها و زمین.		مگر با ولتاژ حداقل ۲۵۰۰V	مطابق دستور العمل سازنده

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۱- ۵- ۲- تابلوهای فشار متوسط (MV)

این بخش شامل موارد ذیل می باشد:

۱-معرفی تابلوهای ۲۰کیلوولت

۲-روش نصب و تعویض فیوز

۳-روش نگهداری و تعمیرات دوره‌ای

۴- اینترلاک‌های مکانیکی و الکتریکی

۵-دستورالعمل باز و بسته کردن سوییچ‌ها

۶-باز وبسته کردن درب تابلوهای LPS

۷- عملکرد قطع و وصل سوییچ فیوز به صورت دستی

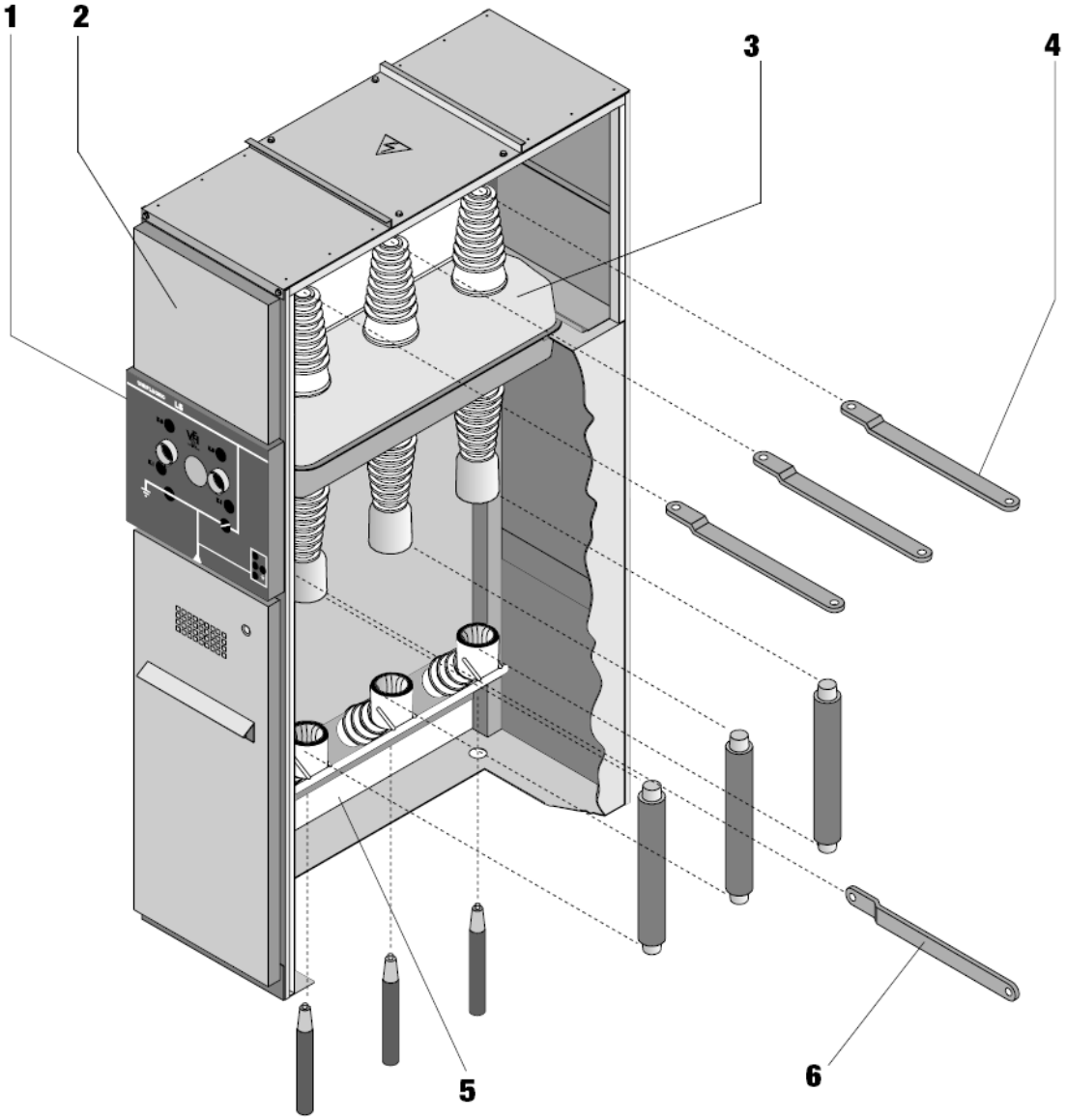
۱- ۵- ۲- ۱- معرفی تابلوهای ۲۰کیلوولت

تابلوهای سوییچگیر MV پستهای LPS از نوع UNIFLUORC می باشند.

شکل ۷- تابلوهای ۲۰ کیلوولت

الف- اجزای داخلی تابلوهای ۲۰ کیلوولت LPS

شکل فوق اجزای داخلی یک تابلوتیپUNIFLUORC را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- اجزای یک تابلو UNIFLOURC

۱- سوییچ قطع کننده وسوییچ زمین ES

۲- محفظه فشارضعیف برای فیوزها ورله ها و موتورها

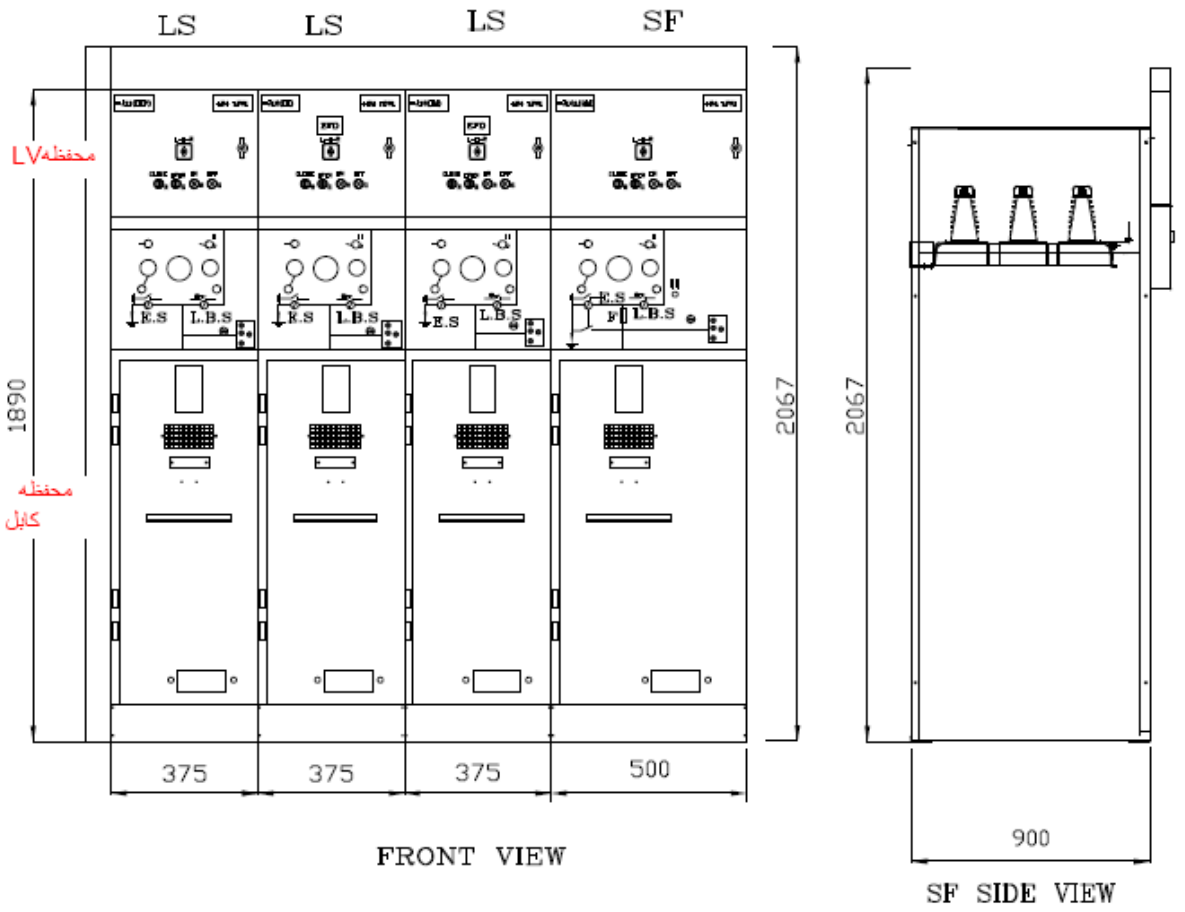
۳- سوییچ قطع کننده یک پارچه با سوییچ زمین ES در داخل گاز SF6

۴- ست باسبار قابل توسعه مدول های مختلف

۵- محل دسترسی به کابلها از در جلو

۶- شینه زمین

ب- اجزای بیرونی تابلوهای ۲۰ کیلوولت LPS



شکل ۹ اجزای بیرونی تابلو ۲۰ کیلو ولت

پ- تجهیزات نصب شده بر روی محفظه LV

۱-سوییچ لوکال / ریموت

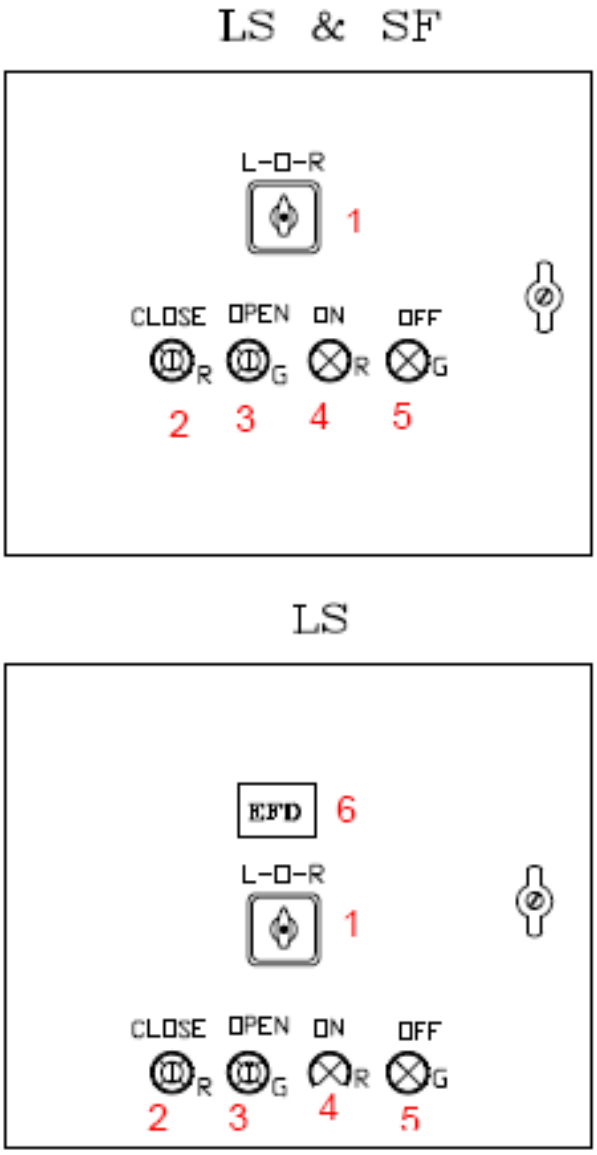
۲-پوش باتن بستن سوئیچ قطع کننده (Load break switch/ LBS)

۳- پوش باتن باز کردن سوئیچ قطع کننده (LBS)

۴-لامپ نشان دهنده بسته بودن سوئیچ قطع کننده (LBS)

۵-لامپ نشان دهنده باز بودن سوئیچ قطع کننده (LBS)

۶-نشان دهنده خطای زمین تکفاز (LBS)



شکل ۱۰ تجهیزات نمای سلول LS/LF

ت- معرفی تجهیزات نمای سلول LS

۱-مکانیسم تیغه زمین

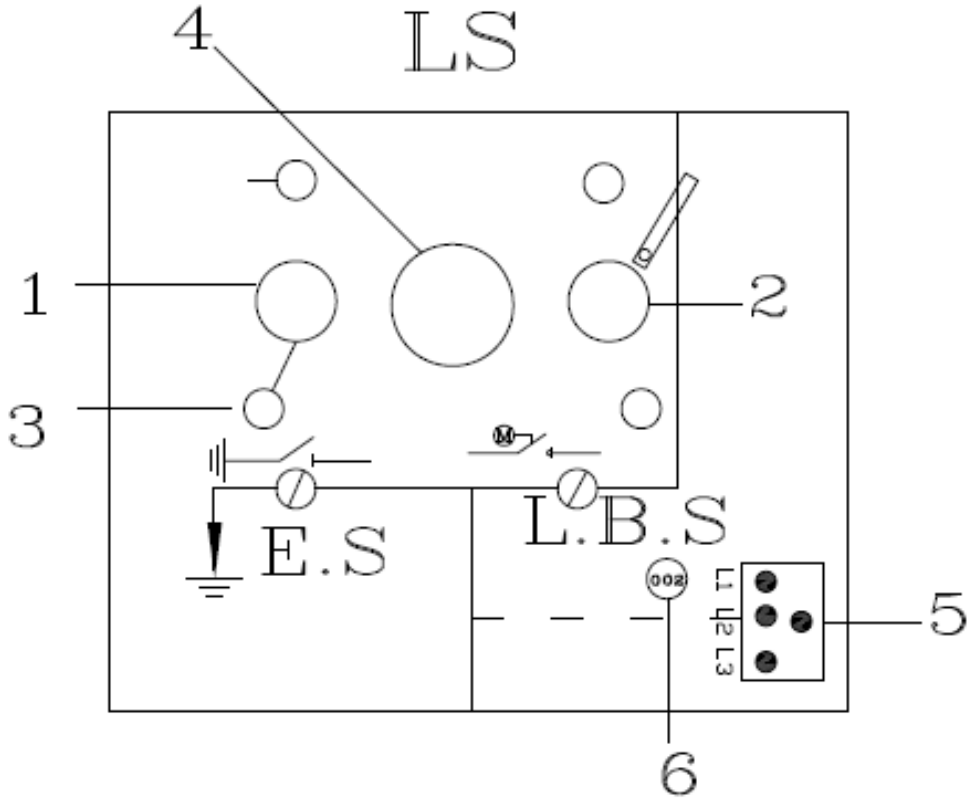
۲-مکانیسم سوییچ قطع‌کننده

۳- کلید (Key)

۴-نمایشگر باز وبسته بودن LBS

۵-لامپ نشان دهنده ولتاژ

۶-شمارنده



شکل ۱۱- تجهیزات نمای سلول LS

ث- معرفی تجهیزات نمای SF

۱-مکانیسم تیغه زمین

۲-مکانیسم سوییچ قطع کننده

۳-نشاندهنده شارژ و دشارژ فنر سوئیچ قطع کننده

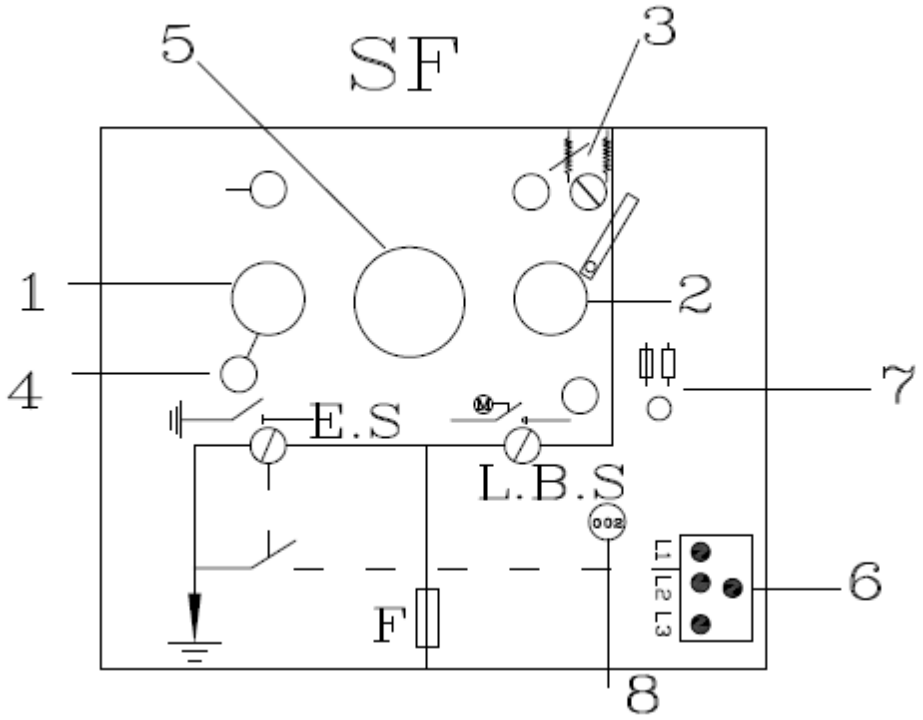
۴- کلید (Key)

۵- نمایشگر باز وبسته بودن سوئیچ قطع‌کننده

۶- لامپ نشاندهنده ولتاژ فاز

۷-سیگنال نشان‌دهنده سالم بودن/ سوخته بودن فیوز

۸- شمارنده عملکرد سوئیچ قطع‌کننده



شکل ۱۲ تجهیزات نمای سلول SF

۱- ۵- ۲- ۲- روش نصب و تعویض فیوز

تابلوها برای فیوزهای تا ۲۴ کیلوولت بر اساس استاندارد DIN 43625 با ضربه زننده (Striker) متوسط طراحی شده اند. جهت نصب صحیح فیوز اول کنتاکت پایین و سپس کنتاکت بالا را بگذارید.

توجه: فیوز با ضربه زننده به سمت بالا بایستی نصب شود. یعنی زبانه ضربه‌زن باید به سمت بالا باشد.

در صورت جابجا نمودن یک یا چند فیوز در سوییچگیر تحت سرویس موارد زیر را رعایت کنید:

۱-درآوردن فیوزهای سوخته باعث باز شدن LBS می شود، ضروری است LBS باز شود واهرم خلاف عقربه‌های ساعت بچرخد.

۲-کلید زمین را با چرخاندن اهرم خلاف عقربه‌های ساعت ببندید.

۳-در محفظه را باز کنید.

۴-فیوز سوخته را اول از کنتاکت بالا و سپس از کنتاکت پایین بیرون بیاورید.

شکل ۱۳-فیوز

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می‌بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۱- ۵- ۲- ۳- روش نگهداری و تعمیرات دوره‌ای

این نوع تابلو با سوییچ قطع کننده عایق گازی SF6 به زمان تعمیرات و نگهداری کمتری نیاز دارد. توصیه می‌شود هردو سال یک بارمنطبق با شرایط محیطی از نظر میزان آلودگی:

۱. سفت بودن اتصالات و شینه‌ها چک شود.

۲. بخشهای عایق شده تمیزشود.

۳. مکانیسم‌ها با گریس یا روانسازهای مشابه روغنکاری شوند.

۴. ترمینال کابل‌ها تمیز شوند.

۵. فشار گاز کنترل شود (اگرکمتر از ۰,۱ بار باشد تا ۰,۳ بار پر شود).

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۱- ۵- ۲- ۴- اینترلاک‌های مکانیکی و الکتریکی

- اینترلاک‌های الکتریکی

بازکردن درب تابلوی ترانسفورماتور موجب ارسال فرمان قطع به سلول فیوز سوئیچ می‌شود. به طوری که ترانسفورماتور بی برق شود.

- اینترلاک‌های مکانیکی

الف) اینترلاک بین درب محفظه کابل و تیغه زمین:

درب تنها وقتی قابل بازشدن است که تیغه زمین بسته شده باشد.

ب) اینترلاک بین تیغه زمین و سکسیونر بار:

تنها زمانی می‌توان تیغه زمین را بست که سکسیونر باز و درب محفظه کابل بسته باشد.

ج) اینترلاک بین سکسیونر بار و تیغه زمین:

تنها زمانی می‌توان سکسیونر را بست که تیغه زمین باز باشد.

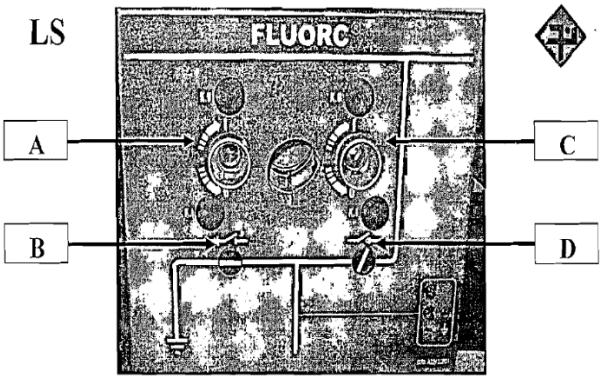
د)سوختن فیوز موجب باز شدن سکسیونر بار سلول فیوز می‌شود و تا زمانی که زبانه ضربه‌زن فیوز در حالت تحریک شده قرار دارد امکان شارژ فنر وجود نخواهد داشت.

و)اینترلاک‌های کلیدی (Key Interlocking).

کلید MV و LV درب محفظه ترانسفورماتور می‌بایست در داخل محفظه کابل سوئیچ- فیوز قرار گیرد. فقط زمانی باید بتوان به کلید دست یافت که سوئیچ سلول سوئیچ فیوز باز باشد و تیغه زمین بسته شده باشد. باز شدن سمت MV ترانسفورماتور موجب بی برق شدن سمت LV آن می‌شود که در این حالت باید سلول ورودی LVAC قطع شده باشد. اگر به دلیلی (مانند عیب مکانیزم) سمت LV باز نشده باشد باید قبل از بستن تیغه زمین به هر طریق آن را باز کرد و از بی‌برق بودن سوئیچ‌گیر LVAC اطمینان حاصل نمود.

۱- ۵- ۲- ۵- باز وبسته کردن درب تابلوهای ۲۰ کیلوولت LPS

- باز کردن درب تابلو



شکل ۱۴- درب تابلو LS

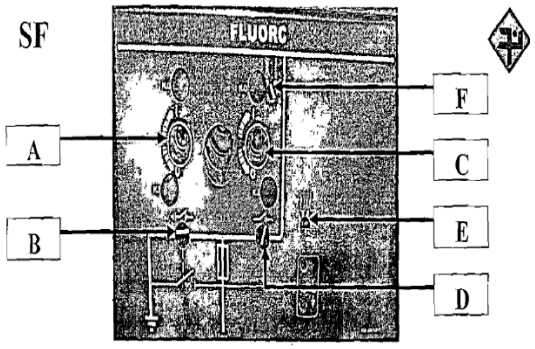
در این حالت نمایشگر B در راستای باسبار (سر کابل ارت می‌باشد) و نمایشگر D عمود بر باسبار که حالت قطع سکسیونر باید قرارگیرد (مطابق شکل فوق). در غیر اینصورت برای تغییر نمایشگر D، دسته سکسیونر را داخل محور C

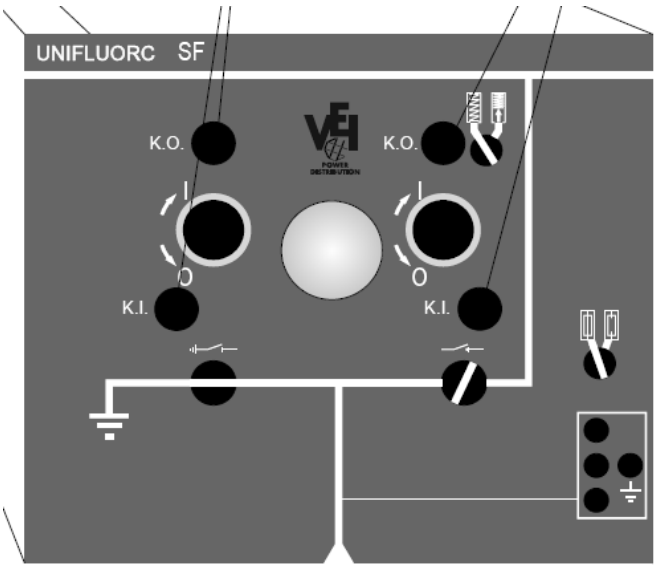
قرار داده و با چرخش دسته به سمت 1(Close) نمایشگر در راستای باس در صورت چرخش به سمت 0(Open) نمایشگر در راستای عمود بر باسبار قرار خواهد گرفت. برای تغییر نمایشگر B دسته سکسیونر را داخل محور A قرار داده و با چرخش دسته به سمت 1(Close) نمایشگر در راستای باسبار در صورت و چرخش به سمت 0(Open) نمایشگر عمود برمیمیک نشان دهنده قرار می‌گیرد. پس از چک کردن نمایشگرها درب تابلو را کمی به طرف بالا کشیده تا زبانه‌های تعبیه شده بر روی درب به طور کامل از داخل شیارها بیرون بیاید و درب را به طرف بیرون باز نمائید.

تذکر: در حالتی که تیغه زمین بسته می‌باشد اینترلاک مکانیکی محور C اجازه ورود دسته سکسیونر به داخل محور جهت قطع و وصل سکسیونر را نمی‌دهد. و در حالتی که درب تابلو باز می‌باشد اینترلاک مکانیکی A اجازه قطع تیغه زمین را نمی‌دهد.

- بستن درب تابلو

در این حالت نمایشگرهای B و D همانند باز کردن درب تابلو می‌باشد (مطابق شکل فوق) و برای بستن درب ابتدا درب را کمی به سمت بالا کشیده و آن را ببندید به طوری که زبانه‌های تعبیه شده بر روی درب در شیارهای مخصوص زبانه‌ها وارد شده و پس از آن درب را کمی به طرف پایین فشار دهید.





شکل ۱۵– درب تابلو SF

۱- ۵- ۳- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

۱- ۵- ۳- ۱- چکیده

این بخش حاوی مطالبی مقدماتی در مورد نحوه کار با تابلوهای فشار ضعیف AC/DC ایستگاه‌های متروی و آشنایی با تجهیزات بکار رفته در آن می‌باشد. پیشنهاد می‌شود جهت اطلاعات بیشتر به کاتالوگ ها و مدارک مربوط به هر کدام از پانل ها یا تجهیزات که توسط سازنده ارائه می‌گردد مراجعه نمایید.

۱- ۵- ۳- ۲- آشنایی با مقادیر نامی در تابلوهای فشار ضعیف

مقدار شدت جریان نامی تابلوهای برق:

- مقدار شدت جریان کوتاه (Icw) : شدت جریانی می‌باشد که تابلو برق و متعلقات اصلی آن قادر است در مدت معینی (یک یا سه ثانیه) تحمل نماید.
- مقدار جریان اتصال کوتاه حداکثر (Ipeak) : شدت جریان اتصال کوتاه ماکزیمم می‌باشد که تابلو و تجهیزات داخلی آن قادرند که تحمل نمایند.

- مقدار جریان اتصال کوتاه بسته به شرایط (Icc) : مقدار جریان اتصال کوتاه می‌باشد که تابلو قادر است با توجه به خصوصیات حفاظتی و محدود کنندگی جریان کلید ورودی تحمل نماید.
- مقدار ولتاژ نامی تابلوی برق (Ue): مقدار ولتاژی می‌باشد که تابلوی برق بر اساس کارکرد در آن طراحی شده است و قادر است تحت این شرایط بدون مشکلی به‌کار عادی بپردازد.
- جریان عملکرد نامی (Ie): مقدار جریانی می‌باشد که تابلوی برق و تجهیزات آن قادر است با توجه به ولتاژ نامی و شرایط محیطی از خود عبور دهد.
- جریان عملکرد بدون وقفه (Iu): جریانی می‌باشد که تابلوی برق و تجهیزات آن قادر است در مدت نامحدود تحمل نماید بدون اینکه مشکلی در عملکرد تابلو بوجود بیاید.
- مقدار ولتاژ عایقی (Ui): این پارامتر مشخص کننده قدرت عایقی تابلوی برق می‌باشد که با توجه به شرایط عملکرد و محیطی نامی تابلو و فواصل خزشی تابلو قادر است تحمل نماید.

۱- ۵- ۳- ۳- تابلوهای ثابت و کشویی فشار ضعیف

تابلوهای ثابت، تابلوهایی هستند که تجهیزات داخل آن به شکل مکانیکی و الکتریکی به شکل ثابت به تابلو متصل می‌باشد و طبعاً در صورت بوجود آمدن یک عیب در بخشی از تابلو لازم خواهد بود. تابلو به شکل کامل یا تقریباً کامل بی‌برق گردد و از تابلو رفع عیب گردد. طبعاً این مسئله در خصوص تأسیسات الکتریکی که در تغذیه فرآیندهای مهم به‌کار می‌رود، مطلوب نیست و لازم است شرایطی بوجود آید که کمترین زمان برای تعمیرات و بی‌برقی تابلو پدید آید.

تابلوهای کشویی تابلوهایی می‌باشند که دارای تجهیزات قرار گرفته در مادول‌های کشویی می‌باشند یا خود تجهیزات به شکل کشویی می‌باشند. در این تابلوها براحتی می‌توان هنگام بروز یک خطا در یکی از راه‌اندازها یا فیوزها، براحتی و در حداقل زمان و البته با ابزار و تخصص کمتر مادولهای کشویی را تعویض نمود، به شکل‌هایی که فرآیند مربوطه صدمه نبیند.

تابلوهای کشویی به دو شکل ساخته می‌شوند. یک نوع از این تابلوها تابلوهایی هستند که در درون آنها مادولهای کشویی قرار گرفته و در درون مادولهایی کشویی تجهیزات الکتریکی مربوط به یک فیدر قرار می‌گیرند. این نوع مادولهای کشویی معمولاً تا ظرفیت ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شوند و برای جریانهای بالاتر لازم است از تابلوهای مجهز به کلید کشویی استفاده نمود.

در تابلوهای کشویی مجهز به کلیدهای کشویی، از یک کلید خودکار کامپکت یا هوایی از نوع کشویی در تابلوی ثابت استفاده می‌شود که برای جریانهای تا ۶۳۰۰ آمپر ساخته می‌شوند این نوع تابلوها معمولاً به عنوان فیدرهای ورودی و کوپلر و همچنین فیدرهای خروجی تابلوهای با جریان بیشتر از ۶۳۰ آمپر استفاده می‌شوند.

تابلوهای کشویی فشار ضعیف دارای دو بخش می‌باشند. بخش اول قسمت ثابت تابلو می‌باشد که تجهیزات ثابت تابلو مانند شینه‌های افقی (اصلی) و عمودی (توزیع) و سوکت‌های ثابت قدرت و کنترل را شامل می‌شوند.

بخش کشویی تابلوهای فشار ضعیف کشویی، مادولهایی می‌باشند که داخل محفظه‌های ثابت تابلو قرار گرفته و اتصالات آنها برقرار می‌گردد و سپس تابلو آماده بهره‌برداری می‌شود.

هر مادول شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

۱. شاسی فلزی مادول که تجهیزات بر روی آن نصب می‌گردند.
۲. سوکت‌های قدرت ورودی که از شینه‌های عمودی بخش ثابت تغذیه می‌کنند.
۳. سوکت‌های قدرت خروجی که به ترمینال‌های خروجی قدرت متصل می‌گردند.
۴. سوکت‌های کنترل که برای ارتباطات مدارات کمکی بکار می‌روند.
۵. مکانیزم اینترلاک مادول.
۶. تجهیزات الکتریکی شامل کلیدهای خودکار، کنتاکتورها، رله‌های اضافه‌بار، تجهیزات حفاظتی، تجهیزات اندازه‌گیری و ...

مادولهای کشویی داخل محفظه‌های ثابت تابلو دارای سه وضعیت زیر می‌باشند:

۱. وضعیت سرویس: در این حالت سوکت‌های قدرت ورودی و خروجی و همچنین سوکت‌های کنترل با هم در ارتباط هستند و تابلو (مادول) آماده بهره‌برداری می‌باشد. در این حالت کشو قابلیت خروج از تابلو را ندارد.
۲. وضعیت تست: در این وضعیت سوکت‌های قدرت ورودی قطع می‌باشد و یا کلید مادول قطع می‌باشد ولی سوکت‌های کنترل وصل می‌باشد در این حالت کشو قابلیت خروج از تابلو را ندارد.
۳. وضعیت خروج: در این وضعیت سوکت‌های قدرت ورودی قطع می‌باشد و یا کلید مادول قطع می‌باشد و همچنین سوکت‌های کنترل قطع می‌باشد و مادول قابلیت خروج از تابلو را دارا می‌باشد.

۱- ۵- ۳- ۴- استفاده صحیح از تابلوهای کشویی

موقع خارج کردن کشو از درون ماژول مربوطه باید به این نکته توجه داشت که بین کلید و کشو اینترلاک مکانیکی وجود دارد، به این صورت که اگر کلید در حالت on باشد کشو توانایی خارج شدن از ماژول خود را ندارد و نباید با اعمال زور عمل خارج کردن کشو را انجام داد. برای بیرون آوردن کشو ابتدا باید کلید MCCB یا MPCB مربوط به آن کشو را در حالت Off قرارداده و اهرم اینترلاک L شکل که بالای دستگیره قرارداد را به سمت پایین فشار دهیم سپس در همان حالتی که اهرم پایین است کشو را به وسیله دستگیره به بیرون هدایت می‌کنیم. در مورد داخل نمودن کشو نیز درهمان حال که کلید در حالت Off است کشو را در ماژول خود قرارداده و به درون ماژول فشار می‌دهیم. بعد از اینکه کشو در حالت Test قرار گرفت اهرم اینترلاک را به پایین فشار داده و کشو را به داخل فشار می‌دهیم تا اهرم به راحتی به حالت اولیه باز گردد. کلیه عملیات فوق باید به آرامی و بدون اعمال فشار بیش از حد صورت پذیرد.

- **نکات مهم**

۱. در راه‌اندازی فیدرهای موتوری به این نکته باید توجه نمود که بدلیل جریان راه‌اندازی بالای موتورها، حتماً به صورت تک به تک راه‌اندازی شوند.

۲. اپراتور و هر شخص دیگری که صلاحیت تعمیرات و جابجایی فیدرهای کشویی را دارد حتماً باید ترتیب کشوها را مطابق نقشه‌های ازبیلت شده توسط شرکت سازنده رعایت نماید، در غیراین‌صورت امکان بروز حادثه در فیدر جابجا شده می‌باشد.

۳. زمانی که در صورت نیاز از فیدرهای کشویی و کلیدهای Spare برای تغذیه محل استفاده می‌شود، تنظیمات مربوط به آن کلید می‌بایست بر اساس ظرفیت خالی ترانسها و مطابق Load Data انجام گیرد.

۴. برای استفاده از فیدرهای کشویی Spare باید به این نکته توجه نمود که فیدرهای مذکور، فقط Spare فیدرهایی محسوب می‌شوند که در موقعیت چپ یا راست بودن Cable Chamber هماهنگ باشند. به عنوان مثال وقتی فیدر Spare در سمت راست سلول کابل (Cable Chamber) واقع باشد، فقط جایگزین فیدرهای سمت راست سلول کابل محسوب می‌شود.

۵. اصولاً مدتی که از زمان قطع ولتاژ از روی یک موتور تا ایستادن کامل آن طول می‌کشد، به **پریود استپ موتور** شهرت داشته و درمورد مکانیزم‌های مختلف ممکن است از چند ثانیه تا چند ده ثانیه طول بکشد.

برای راه‌اندازی مجدد موتوری که به هر دلیلی تغذیه ورودی آن قطع گردیده است باید به این نکته توجه نمود که بعد از پریود استپ موتور، راه‌اندازی صورت گردد در غیر اینصورت امکان بروز خسارت به شفت موتور دور از انتظار نیست.

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۱- ۵- ۳- ۵- تابلوهای فشار ضعیف متروی تهران

فریم تابلوهای فشار ضعیف ایستگاه از نوع Sivacon 8PT تحت لیسانس زیمنس آلمان می‌باشد. طراحی این تابلوها بر اساس برنامه نرم‌افزاری از طریق شرکت زیمنس صورت می‌گیرد که لیست کامل از کلیه قطعات مکانیکال و الکتریکال و نقشه‌های چیدمان تابلوها به همراه مشخصات و ابعاد کلیه قطعات مکانیکال را در اختیار خواهد گذاشت.

فریم تابلوهای Sivacon به صورت تمام‌پیچ و مهره‌ای و یا جوشی می‌باشد که عموماً به صورت تماماً پیچ و مهره‌ای از ورق آهن به ضخامت ۲/۵mm ساخته می‌شود. کلیه تابلوها دارای لیبل Sivacon و پلاک شناسایی تابلو به همراه لیبل نام و مکان نصب تابلو می‌باشد. تابلوهای AC/DC فشار ضعیف بکار برده شده در هر ایستگاه به شرح زیر می‌باشد:

۱- ۵- ۴- تابلوی Main LPS LVAC

۱- ۵- ۴- ۱- معرفی

تابلوهای LPS LVAC در اتاق‌های LPS1 و LPS2 نصب می‌شوند و هر کدام شامل تعدادی پانل می‌باشند. این تابلوها وظیفه توزیع توان برای بارهای ایستگاه را به عهده دارند این ۲ سری تابلو به صورت پشتیبان همدیگر عمل می‌کنند و دارای اینترلاک ۲ از ۳ می‌باشند به این مفهوم که همزمان هر ۲ مجموعه زیر بار هستند و در صورت اینکه هر کدام از ورودی‌ها دچار مشکل شوند مجموعه دوم از طریق بسته شدن کلید کوپلرها وظیفه تأمین توان بارهای مجموعه اول را نیز به عهده می‌گیرد.

۱- ۵- ۴- ۲- تابلوی Incoming

تابلو های Incoming A و Incoming B ورودی مجموعه LVAC هستند که اتصال بین ترانسفورماتور اتاق LPS و باسبار LVAC را برقرار می کنند. این اتصال توسط یک کلید ACB که در حالت نرمال کاری بسته می‌باشد برقرار می‌گردد.

۱- ۵- ۴- ۳- تابلوی کوپلر

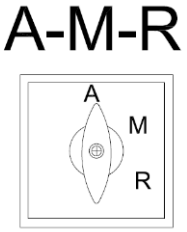
در هر مجموعه از تابلو های LPS1 LVAC و LPS2 LVAC یک تابلو کوپلر موجود است که این تابلوها هر کدام دارای یک کلید ACB می‌باشد. این کلید ها در حالت نرمال باز می‌باشند و در صورتی که برای هر کدام از ورودی ها خطایی رخ دهد، این کلید ها بسته می‌شوند.

۱- ۵- ۴- ۴- مدهای عملکرد تابلوی LPS LVAC

- حالت Local Manual

یک سلکتور سوئیچ A-M-R بر روی تابلوی کوپلر هر مجموعه وجود دارد در صورتی که این سلکتورها بر روی (M) Manual تنظیم شوند. کلید ورودی در صورت Connect و حاضر بودن ولتاژ سر کابل برای برقدار کردن باسبار از طریق پوش‌باتن‌های close و open موجود بر روی درب تابلوی ورودی باز یا بسته می‌شوند. در ضمن برای این عمل می‌بایست یکی از دو شرط ذیل برقرار باشد:

الف) open بودن کوپلر B یا Disconnect بودن آن.



شکل ۱۶–سلکتور سوئیچ A-M-R

ب) open بودن کوپلر C یا Disconnect بودن آن.

در این حالت در صورت بسته شدن کلیدهای ورودی امکان بستن کلید کوپلر موجود نمی‌باشد (بدلیل اینترلاک موجود).

- حالت Local Auto

در صورت Faulty نبودن کلید و خط ورودی، حالت Local Auto صادر می‌شود. در صورتی که برای هر کدام از ورودی‌ها خطایی رخ دهد که منجر به باز شدن کلید آن ورودی گردد کلیدهای کوپلر اتوماتیک بسته می‌شوند. کلیدهای کوپلر در صورت Faulty نبودن خود کلیدها و برقرار بودن یکی از شروط زیر بسته می‌شوند:

الف) Connect و Close بودن ورودی D و ولتاژدار بودن سر کابل ورودیD بعلاوه Open بودن و قطع بودن ولتاژ سر کابل یا Disconnect بودن ورودی A.

ب) Connect و Close بودن ورودی A و ولتاژدار بودن سر کابل ورودیA بعلاوه Open بودن و قطع بودن ولتاژ سر کابل یا Disconnect بودن ورودی D.

در صورت برطرف شدن عیب ورودی‌ها کوپلرها باز و همزمان ورودی یک وصل می‌شود.

- حالت Remote- Manual

در این قسمت سلکتور سه وضعیتی A-M-R روی حالت R قرار می‌گیرد، در این صورت کلیدهای ورودی از روی تابلو فرمان قطع و وصل نمی‌شوند. این عمل بیرون از محل تابلو (DCS) انجام می‌شود لازم بذکر است که در این وضعیت شرایط بالا بایستی برقرار باشد.

- حالت Remote-Auto-On

در این وضعیت تابلو به صورت Automatic کنترل می‌شود یعنی در وضعیت Auto اولویت Close شدن با ورودی‌ها می‌باشد در صورت مشکل داشتن آنها (بی برق بودن سر کابل- Faulty بودن) کلید Coupling مربوط به هر ورودی Close می‌شود و باس مربوط به خود را برقدار می‌کند.

۱- ۵- ۴- ۵- پانل‌های خروجی LPS LVAC

- کلیات

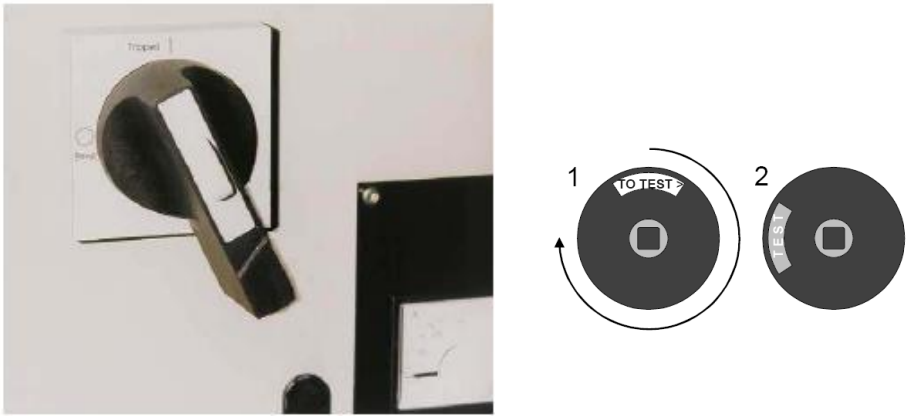
در هر مجموعه از تابلو های LPS LVAC تعدادی سلول جهت خروجی ها در نظر گرفته شده است. فیدرهای خروجی از نوع MCCB و کشویی می‌باشند. از جمله بارهایی که می‌توان در خروجی های LPS LVAC مشاهده کرد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تغذیه آسانسورها
- تغذیه پله برقی
- تغذیه فنها، دمنده‌ها و سیستم تهویه هوای ایستگاه و تونل
- تغذیه شارژر اتاق LPS
- تغذیه تابلوی Aux Power Panel
- تغذیه روشنایی ایستگاه
- تغذیه Ticket hall
- تغذیه AFC
- تامین توان مورد نیاز اتاق RS و اتاق Technical
- Station Fire Fighting
- FAS
- BAS
- FES
- Dewatering

علاوه بر بارهای مذکور تعدادی فیدر به صورت اضافی (Spare) نیز در نظر گرفته شده که می‌توان در صورت نیاز از آنها استفاده نمود. کلیه فیدرها به صورت کشویی می‌باشند. بر روی هر فیدر یک عدد آمپرمتر که نمایانگر جریان فیدر به همراه ۲ عدد چراغ سیگنال ON و OFF که وضعیت وصل یا قطع بودن کلید را نشان می‌دهد، مشاهده می‌شود.

شکل ۱۷ پنل خروج LPS LVAC

علاوه بر چراغ سیگنال toggle کلید نیز می‌تواند نمایانگر باز یا بسته بودن کلید شود. بدین صورت که در صورت اینکه toggle در حالت افقی (همانند شکل فوق) باشد، کلید در وضعیت Open و در صورت اینکه toggle در حالت عمودی باشد، نشانگر Close بودن کلید می‌باشد. همچنین در صورت اینکه کلید دچار trip شود toggle نیز تغییر وضعیت می‌دهد این حالت در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۱۸تغییر وضعیت کلید

- وضعیت Test

همانطور که شکل مقابل نشان می‌دهد، در صورت اینکه بخواهیم کلید را تست کنیم با تغییر وضعیت دادن شاسی تست می‌توانیم کلید را آماده تست کنیم. در این صورت مدار قدرت کلید قطع شده و فقط مدار کنترل وصل می ماند و می‌توان کلید را تست نمود.

- تغییر وضعیت کلید از حالت Connect به حالت Disconnect

ابتدا کلید را Open می‌کنیم. در صورت اینکه ظرفیت فیدر بیشتر از ۲۵۰ آمپر باشد احتیاج به اهرم مخصوص داریم. پوش باتن رها سازی را با انگشت فشار می دهیم. همزمان اهرم را وارد می‌کنیم (مطابق شکل زیر) حال با چرخاندن اهرم فیدر بیرون می‌آید.

شکل ۱۹ تغییر وضعیت کلید به Disconnect

حال اگر ظرفیت فیدر کمتر یا مساوی ۲۵۰ آمپر باشد دیگر احتیاجی به اهرم نمی‌باشد. پس از حصول اطمینان از باز بودن کلید، پوش باتن را با انگشت فشار می‌دهیم و همزمان از طریق دستگیره کشو رو به سمت بیرون می‌کشیم. سپس ضامنی که در دیواره داخل کشو سمت چپ موجود می‌باشد را آزاد کرده تا کشو به طور کامل در بیاید. لازم است احتیاط لازم به عمل آید تا بیرون کشیدن کشو باعث از جا در رفتن و افتادن کشو نشود.

شکل ۲۰ نحوه بیرون کشیدن کشو

** لازم به توضیح می‌باشد مراحل فوق می‌بایست با توجه به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز انجام گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.

۱- ۵- ۵- تابلوی بانک خازنی (Capacitor bank- NF+C11(C21))

۱- ۵- ۵- ۱- معرفی

تابلوی بانک خازنی در ردیف تابلوهای Main LVAC و مجاور با آخرین تابلوی خروجی LPS قرار می‌گیرد این تابلو از طریق باسبار Main LVAC برقدار می‌شود و جهت جبران سازی توان راکتیو و بهبود وضعیت PF استفاده می‌شود.

اجزاء قدرت این تابلو به شرح زیر است:

۱. کلید ورودی از نوع MCCB ، که دارای یک عدد Rotary handle می‌باشد.

۲. Stepکه شامل کلید خروجی از نوع MCCB به همراه این کلیدها تعدادی کنتاکتور سری شده‌اند. این کلیدها بر سر راه خازن‌ها قرار گرفته شده‌اند و با وصل شدن این کلیدها و کنتاکتورها خازن‌ها وارد مدار می‌شوند.

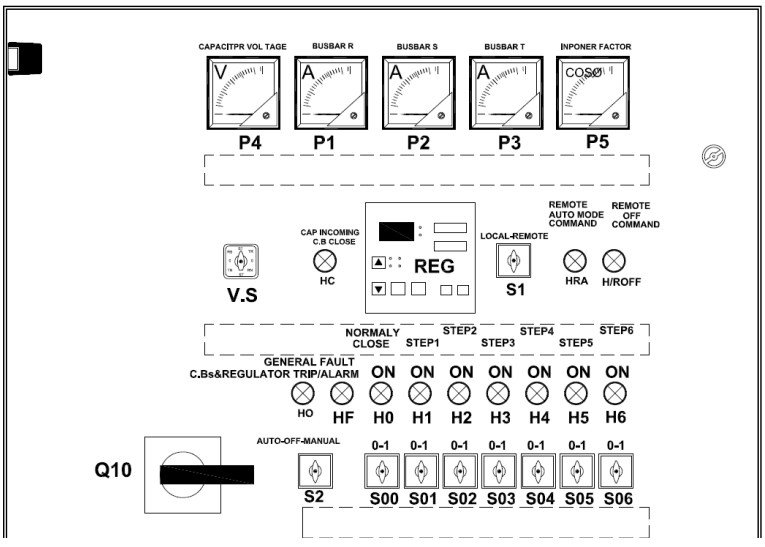
۱- ۵- ۵- ۲- مدهای عملکرد

بر روی درب تابلوی بانک خازنی ۲ عدد سلکتور مشاهده می‌شود.

الف) حالت OFF :

در این حالت بانک خازنی به حالت قطع در می‌آید و هیچ کدام از پله‌ها در مدار نمی‌باشد.

ب) حالت Manual :



شکل ۲۱– مدهای عملکرد

در این حالت اپراتور می‌تواند به صورت دستی توسط سلکتورهای موجود بر روی درب تابلوی بانک خازنی پله‌های بانک خازنی را وارد مدار کند.

ج) حالت Auto :

در این وضعیت رگولاتور موجود در بانک خازنی بر اساس مشخصه بار و وضعیت PF به صورت اتوماتیک پله‌های موردنیاز بانک خازنی را وارد مدار می‌کند.

د) حالت Remote :

در صورت اینکه کلید S_2 در وضعیت Remote قرار گیرد. ۲ وضعیت Auto و OFF قابل انتخاب توسط اپراتوری است که از Remote فرمان می‌دهد.

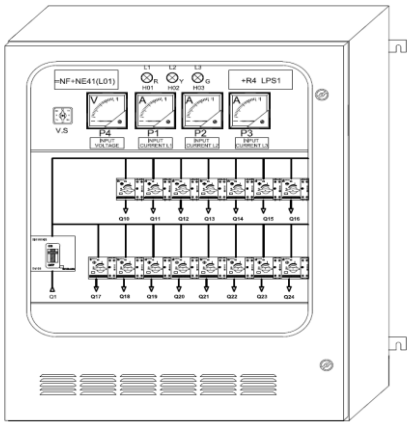
۱- ۵- ۶- تابلوی LPS Auxiliary Power Panel

تابلوی LPS Auxiliary Power Panel به فرم دیواری در اتاقهای LPS1 و LPS2 نصب می‌شوند و عمدتاً وظیفه تأمین بارهای AC اتاق LPS را دارا می‌باشد.

این بارها شامل موارد زیر است:

- تغذیه روشنایی و گرمایی تابلوهای موجود در اتاق LPS
- تغذیه فن‌های اتاق LPS
- تغذیه Inverter bypass
- تغذیه روشنایی اتاق LPS
- تأمین برق سوکت‌های اتاق LPS
- تأمین برق جهت سنسورهای مخصوص مانیتورینگ جریان نشتی

اجزای قدرت این تابلو متشکل از یک کلید ورودی و تعدادی فیدر خروجی از نوع MPCB می‌باشد.



شکل ۲۲- تابلو LPS

۱- ۵- ۷- تابلوی LPS LVDC

در هرکدام از اتاقهای LPS یک تابلوی LPS LVDC نصب می‌گردد. این تابلو توسط تابلوی شارژر موجود در اتاق LPS تغذیه می‌شود و وظیفه تأمین بار DC تجهیزات اتاق LPS را به عهده دارد. این تابلو همچنین برق DC سیستم Fire alarm و روشنایی DC ایستگاه را تأمین می‌کند.

اجزای قدرت این تابلو شامل یک کلید ورودی از نوع MCCB و تعدادی فیدر خروجی می‌باشد.

۱- ۵- ۸- تابلوی RS-LVAC

۱- ۵- ۸- ۱- معرفی

تابلوی RS-LVAC در اتاق RS نصب می‌شود و وظیفه تأمین بارهای زیر را به عهده دارد.

- تغذیه روشنایی و برق هیتر تابلوهای موجود در اتاق RS .
- تأمین برق تابلوی باتری شارژر و تابلوی St. CRNT .
- تأمین برق فن‌های اتاق RS.

اجزای قدرت تابلوی RS- LVAC شامل موارد زیر می‌شود.

- ورودی اول از اتاق LPS1 تابلوی LPS1 LVAC کلید از نوع MCCB دارای عملکرد موتوری.
- ورودی دوم از اتاق LPS2 تابلوی LPS2 LVAC کلید از نوع MCCB دارای عملکرد موتوری.
- تعدادی فیدر خروجی که شامل کلید MCCB جهت تغذیه فن‌های اتاق RS (یک عدد Spare).

۱- ۵- ۸- ۲- مدهای عملکرد

بین ورودی اول و ورودی دوم یک اینترلاک یک از دو موجود می‌باشد. به این مفهوم که بار تابلوی RS LVAC در آن واحد توسط یکی از ورودی‌ها تأمین می‌شود این اینترلاک در ۴ حالت توسط سلکتور سوئیچ موجود بر روی درب تابلو بوجود می‌آید.

- حالت دستی
- حالت Auto1
- حالت Auto 2
- حالت Remote

الف) حالت دستی:

در این وضعیت سلکتور در حالت (M) قرار می‌گیرد و اپراتور به صورت دستی نحوه تأمین برق از ورودی یک یا ورودی دو را انتخاب می‌کند جهت انتخاب ورودی یک یا دو، ۴ عدد پوش باتن بر روی درب تابلو قرار گرفته شده است.

- PB1A Open
- PB2A Close
- PB1B Open
- PB2B Close

در صورت اینکه سلکتور در حالت M قرار گرفته شده باشد و هر ۲ کلید در وضعیت open باشند (باز یا بسته بودن هر کلید ورودی توسط چراغ سیگنال بر روی نمای روبرو نمایش داده می‌شود) با انتخاب وضعیت close هر کدام از ورودی‌ها توسط پوش‌باتن مربوطه آن ورودی وصل می‌شود و آن ورودی عهده‌دار تأمین برق باسبار تابلو می‌شود. در صورت اینکه بخواهیم کلید ورودی دیگر را وصل کنیم بدلیل اینترلاک موجود (یک از دو) ابتدا باید کلید در حال وصل در را باز کرده (توسط پوش‌باتن open) و سپس کلید دوم را توسط پوش‌باتن close مربوطه وصل کنیم.

در این حالت در صورت اینکه بر روی هر یک از کلیدها خطایی موجود باشد (تریپ کلید UV/OV یا ...) تا برطرف کردن خطا امکان بستن کلید موجود نمی‌باشد.

ب) حالت Auto1 :

در صورت اینکه سلکتور در وضعیت Auto1 قرار بگیرد به این مفهوم است که اولویت با ورودی یک می‌باشد. لذا اگر هر ۲ ورودی باز باشند و سلکتور را در حالت Auto1 قرار دهیم، اتوماتیک ورودی یک بسته می‌شود. در صورت اینکه خطایی بر روی ورودی یک همچون تریپ کلید یا under voltage یا over voltage رخ دهد ورودی بک باز شده ورودی ۲ بسته می‌شود. بدلیل اینکه باز و بسته شدن کلیدها توسط موتور صورت می‌گیرد اگر در وضعیت Auto1 ورودی یک بسته نشود و هیچگونه خطایی نیز مشاهده نگردد، احتمال عملکرد معیوب موتور کلید (همچون عیب داخلی موتور، قطع بودن تغذیه و ...) بررسی گردد. در صورت اینکه در وضعیت Auto1 اگر خطایی بر روی ورودی یک موجود باشد و به همین دلیل کلید ورودی ۲ بسته شده باشد بعد از برطرف کردن خطا به صورت اتوماتیک ورودی ۲ می‌بایست باز و ورودی یک بسته شود.

ج) حالت Auto 2 :

در صورت اینکه سلکتور در وضعیت Auto2 قرار بگیرد به این مفهوم است که اولویت با ورودی یک می‌باشد. لذا اگر هر ۲ ورودی باز باشند و سلکتور را در حالت Auto2 قرار دهیم، اتوماتیک ورودی یک بسته می‌شود. در صورت اینکه خطایی بر روی ورودی یک همچون تریپ کلید یا under voltage یا over voltage رخ دهد ورودی بک باز شده ورودی ۲ بسته می‌شود.

بدلیل اینکه باز و بسته شدن کلیدها توسط موتور صورت می‌گیرد اگر در وضعیت Auto2 ورودی یک بسته نشود و هیچگونه خطایی نیز مشاهده نگردد احتمال عملکرد معیوب موتور کلید (همچون عیب داخلی موتور، قطع بودن تغذیه و

...) بررسی گردد. در صورت اینکه در وضعیت Auto2 اگر خطایی بر روی ورودی یک موجود باشد و به همین دلیل کلید ورودی ۲ بسته شده باشد بعد از برطرف کردن خطا به صورت اتوماتیک ورودی ۲ می‌بایست باز و ورودی یک بسته شود.

د) حالت Remote :

اگر سلکتور را در وضعیت Remote قرار دهیم این امکان بوجود می‌آید وضعیت تابلو را توسط DCS کنترل کنیم. از حالت Remote در ۳ وضعیت می‌توان استفاده کرد.

۱. Remote- Manual که به صورت دستی فرمان باز و بستن کلیدها را به صورت Remote می‌توانیم صادر کنیم.
۲. Remote- Auto1 به صورت Remote اولویت را به ورودی اول می‌دهیم.
۳. Remote-Auto2 به صورت Remote اولویت را به ورودی دوم می‌دهیم.

۱- ۵- ۹- تابلوی RS-LVDC

تابلوی RS-LVDC در اتاق RS نصب می‌شود توسط تابلوی شارژر تغذیه می‌شود و وظیفه تأمین برق DC موردنیاز تجهیزات RS را بر عهده دارد. اجزای قدرت این تابلو شامل یک کلید ورودی از نوع MCCB و تعدادی فیدر خروجی مینیاتوری می‌باشد.

۱- ۵- ۱۰- آشنایی با تجهیزات به کار رفته شده در تابلو ها و اصول بهره‌برداری

۱- ۵- ۱۰- ۱- تجهیزات بکار رفته در تابلوهای فشار ضعیف

تجهیزات متنوعی در تابلوهای برق فشار ضعیف به کار می‌روند که به اجزاء اصلی بکار رفته در تابلوهای فشار اشاره می‌کنیم:

- کلیدهای خودکار

کلید خودکار اصلی‌ترین تجهیزات تابلوهای برق فشار ضعیف به شمار می‌روند و به منظور حفاظت و همچنین قطع و وصل در شمار محدود بکار می‌روند.

۱. جریان نامی دائمی (Iu) : مقدار جریانی است که یک کلید قادر است بدون اینکه حرارت آن بالا رود تحمل نماید.
۲. جریان نامی کلید (In) : جریانی می‌باشد که کلید و سیستم حفاظتی آن بر اساس آن عمل می‌کند.
۳. جریان اتصال کوتاه قابل تحمل کلید (Icw): مقدار جریانی می‌باشد که یک کلید قادر است در زمان خاصی تحمل نماید و این جریان حد حرارتی کلید را مشخص می‌کند و مقدار زمان قابل تحمل معمولاً یک یا سه ثانیه می‌باشد. این مقدار جریان به کلیدهایی مربوط می‌شود که دارای قطع‌کننده جریان زیاد با تأخیر زمانی می‌باشند و لازم است مقدار جریان زیاد را در زمان مشخصی تحمل نموده بدون اینکه قطع نمایند. کلیدهای خودکار هوایی از

این قبیل می‌باشند ضمن اینکه کلیدهای خودکار از نوع بدون حفاظت (Switch- Disconnector) نیز لازم است دارای چنین مشخصه‌ای باشند.

۴. شدت جریان اتصال کوتاه وصل کلید (Icm): مقدار جریانی است که کلید قادر است در شرایطی که مدار خروجی آن اتصال کوتاه می‌باشد تحمل نماید. این مقدار جریان بر حسب شدت جریان پیک اتصال کوتاه مطرح می‌گردد و مقدار آن ۲/۵ برابر جریان قطع کلید می‌باشد.

۵. شدت جریان قطع: مقدار جریانی می‌باشد که کلید خودکار قادر به قطع مطلوب آن می‌باشد شدت جریان قطع کلیدهای خودکار با دو پارامتر زیر تعریف می‌گردد:

- شدت جریان قطع حد نهایی کلید (Icu): این جریان حد نهایی مقدار اتصال کوتاه قابل تحمل کلید می‌باشد و مقدار جریانی می‌باشد که کلید قادر است مطابق ترتیب O-t-CO قطع و وصل و مجدداً قطع نماید و پس از آن لازم نیست کلید وصل شده و جریان نامی را از خود عبور دهد.
- شدت جریان قطع کلید در شرایط سرویس (Ics): این جریان مقدار سرویس قدرت قطع اتصال کوتاه در مقابل جریانهای اتصال کوتاه می‌باشد و مقدار جریانی می‌باشد که کلید قادر است مطابق ترتیب O-t-CO-t-CO قطع و وصل نماید و مجدداً لازم است کلید پس از آن قدرت وصل شدن و جریان‌دهی داشته باشد. در کلیدها مقدار جریان Ics معمولاً به عنوان درصدی از مقدار قدرت قطع Icu عنوان می‌گردد.

۶. ولتاژ عملکرد نامی (Ue): مقدار ولتاژی می‌باشد که به همراه جریان نامی تجهیز، عملکرد نرمال تجهیز را مشخص می‌کند که در سیستم‌های سه‌فاز، این ولتاژ اختلاف پتانسیل بین فازها خواهد بود.

۷. سطح ولتاژ عایقی (Ui) : براساس این مقدار ولتاژ ، تست‌های دی‌الکتریک و تست‌های فواصل خزشی تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر این مقدار ولتاژ ، قدرت عایقی تجهیز را مشخص می‌کند.

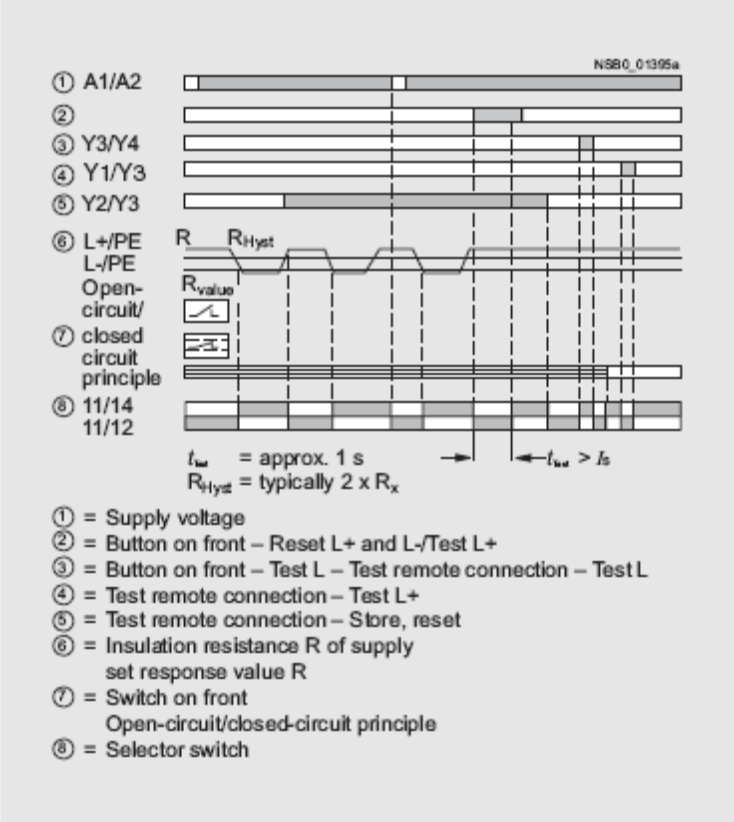
- روش تست رله

بر روی این رله جهت تست و شبیه‌سازی خطای Earth fault موجود می‌باشد پوش‌باتن‌های Test L+ و Test L- درنظر گرفته شده است. با فشردن این دکمه‌ها برای حداقل ۱ S وضعیت خروجی رله تغییر پیدا می‌کند و چراغ قرمز LED fault روشن می‌شود. Test button خارجی می‌تواند به ترمینالهای Y_1/ Y_3 (جهت فاز L^+) و ترمینالهای Y_3/ Y_4 (جهت فاز L^-) متصل شود همچنین در صورتی که ترمینالهای Y_2/Y_3 به یکدیگر متصل شوند رله جهت وضعیت Fault storage تنظیم

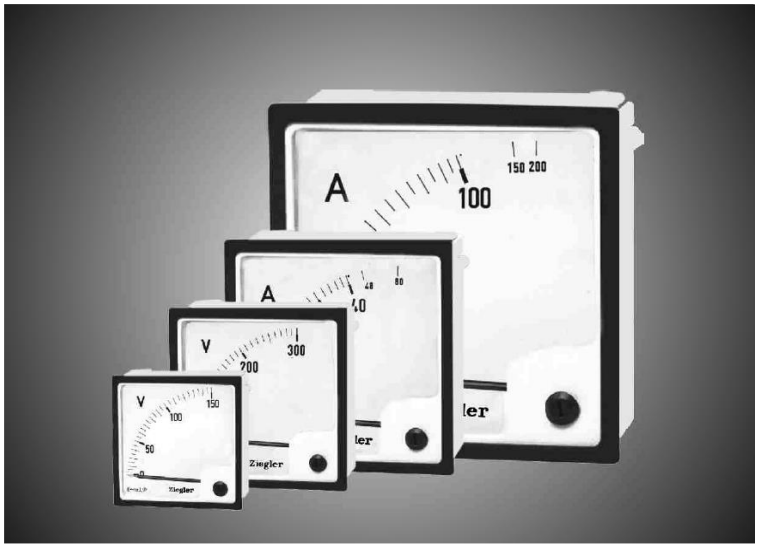
می‌شود. اگر میزان مقاومت کمتر از حد تنظیم شده شود رله دچار عملکرد می‌شود و چراغ قرمز fault روشن می‌شود. به جهت پاک کردن آن از حافظه می‌توانیم دکمه L+Reset را فشار دهیم.

همچنین باز کردن اتصال Y_2/ Y_3 یا قطع تغذیه رله نیز می‌تواند باعث پاک شدن fault از حافظه گردد.

Typical Connection



شکل ۲۳ اتصال معمولی



شکل ۲۴ نمودار عملکردی

- دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

کلیه دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی که در تابلوها و کلیدخانه‌ها نصب می‌شوند باید به وسیله پرسنل متخصص و آموزش دیده کنترل و بازرسی شوند. در خلال بازرسی‌های روتین، کلیه سطوح دستگاه‌ها مخصوصاً قسمت‌هایی که ما بین ترمینال‌های اتصال برق واقع هستند باید کاملا از گرد و خاک و آلودگی‌های دیگر تمیز شوند. تمامی اتصالات پیچی مخصوصاً آنهایی که حامل جریان‌های نسبتا زیاد هستند باید بازرسی شده و در صورت لزوم محکم گردند. ضمناً مراقبت ویژه‌ای باید به عمل آید که بدنه دستگاه و شیشه محافظ آن صدمه ندیده و سالم بمانند.

برای تست دقت درجه بندی یک دستگاه اندازه‌گیری باید آن را با دستگاه مطمئن دیگری مقایسه نمود، در این صورت دقت دستگاهی که مبنای مقایسه قرار می‌گیرد باید مطابق Spec فنی دستگاه باشد. البته در خلال انجام این عمل عقربه دستگاه‌های اندازه‌گیری نیز باید از نظر آزاد بودن و نداشتن گیر مکانیکی مورد بازرسی قرار گیرد.

در شرایط تحت سرویس، کلیه دستگاه‌های اندازه‌گیری باید طبق برنامه زمانبندی شده مشخصی تست و کنترل شوند، و تست‌های این دستگاه‌ها اصولاً به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:

الف)تست‌های کلی که روی خود دستگاه‌ها و ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان تغذیه کننده آنها انجام می‌گیرند.

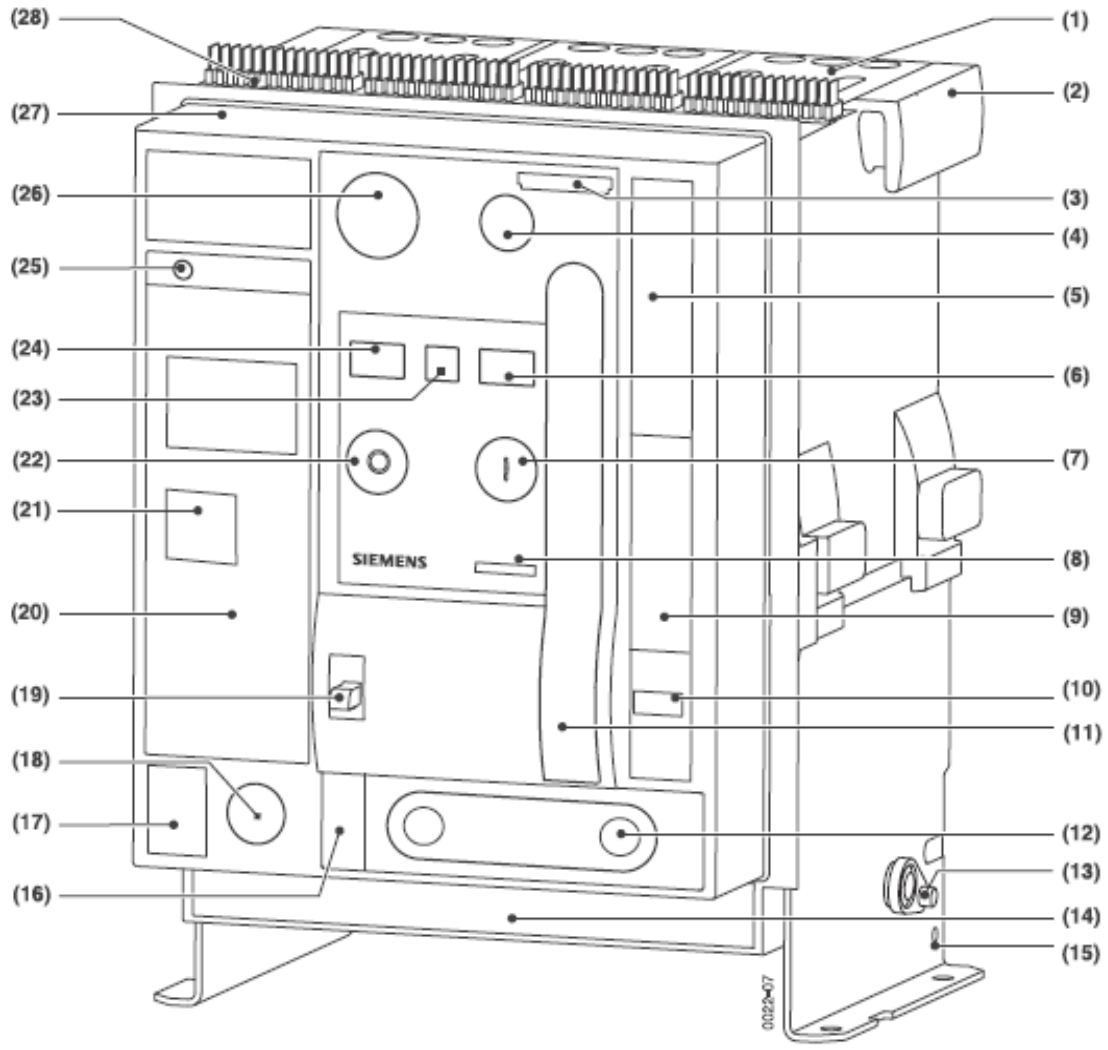
ب)تست‌های جزئی که فقط روی دستگاه‌های اندازه‌گیری به عمل می‌آیند.

در مواقعی که دستگاه‌های جدید نصب می شوند و یا دستگاه معیوبی را تعویض می‌نمایند، تست‌های خاصی که به تست‌های تایید کننده مرسوم بوده و انجام آنها سلامت کامل دستگاه را تضمین می‌کند باید صورت پذیرد. که البته نوع و کیفیت این تست‌ها توسط سازنده در مدارک فنی دستگاه قید شده است.

تست‌های کلی دستگاه‌های اندازه گیری پس از هر ۲-۳ سال کار، یکبار صورت می‌گیرد. تست‌های جزیی نیز هر ۶ ماه یکبار انجام می‌شود.

۱- ۵- ۱۰- ۲- آموزش کار با کلید ACB

الف- آشنایی با اجزای ACB



شکل ۲۵- اجزای ACB

جدول ۴۲- فهرست تجهیزات تابلو LV

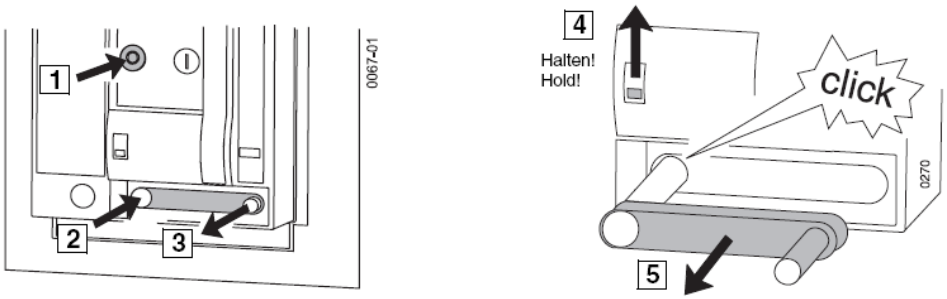
Item	Description	Item	Description
1	Arc chute	15	Earthing terminal
2	Carrying handle	16	Position indicator
3	Identification tags	17	Table for earth-fault protection
4	Motor disconnect switch (option) or "Electrical ON" (option)	18	Safety lock for racking handle (option)

5	Type label circuit breaker	19	Mechanical release of racking handle (option)
6	Stored-energy indicator	20	Over current release
7	"Mechanical ON" button	21	Rating plug
8	Ampere rating	22	"Mechanical OFF" button or "EMERGENCY OFF" mushroom button (option)
9	Racking pictogram	23	Ready-to-close indicator
10	Make-break operations counter (option)	24	Breaker ON/OFF indicator
11	Spring charging lever	25	Tripped indicator (Reset button)
12	Racking handle	26	Locking device "OFF" (option)
13	Draw-out unit transport shaft	27	Front panel
14	Options label	28	Receptacle for auxiliary contacts

ب- حالت تست

در هر کدام از تابلوهای ورودی و کوپلر ACB را از طریق دستگیره (Racking Handle) به حالت تست می‌بریم. این وضعیت در شکل‌های زیر نمایش داده شده است.

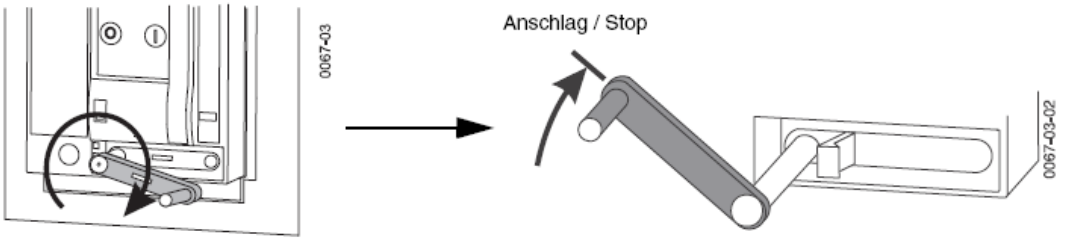
- Unblocking racking handle / withdrawing racking handle :



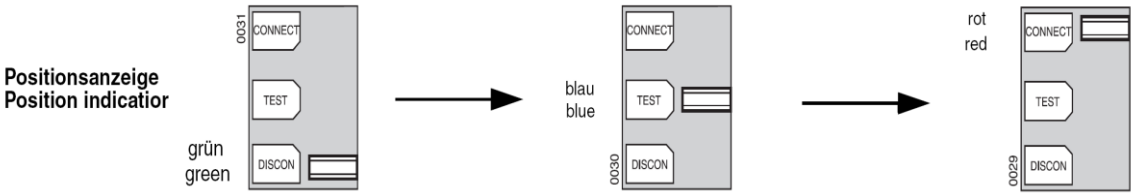
شکل ۲۶ نحوه تست کردن تابلوهای ACB

۱. Open Circuit breaker
۲. Push Crank
۳. Extract handle
۴. Lift control lever and hold
۵. Extract crank

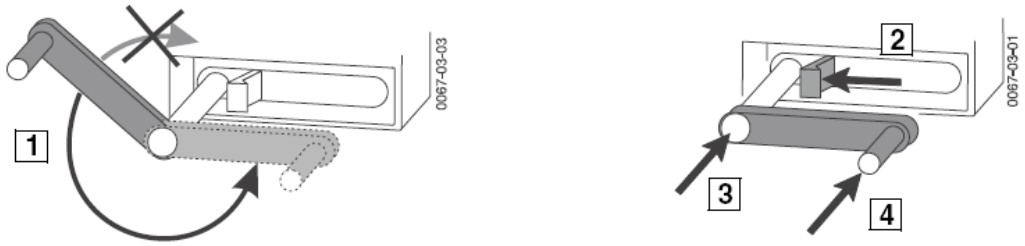
- Racking Circuit-breaker into connected position



شکل ۲۷ نحوه گردش اهرم



شکل ۲۸ نشانگر موقعیت



شکل ۲۹ نحوه گردش اهرم

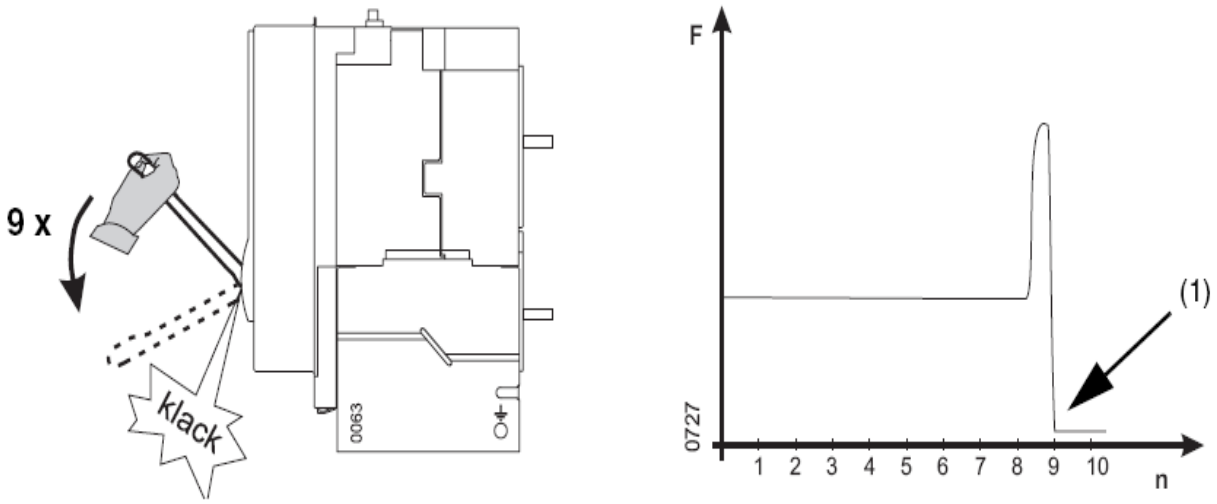
Otherwise, the racking mechanism will be damaged Do not turn the crank handle beyond the stop!

در این حالت از طریق پوش‌باتن‌های open وclose کلید را قطع و وصل می‌کنیم.

پ- شارژ کلید (Charging the storage spring)

- دستی (Charging manually)

(Secure a not mounted circuit breaker when charging it manually)



F Handle force
n Number of strokes
(1) Spring charged

شکل ۳۰ نحوه شارژ کلید به صورت دستی

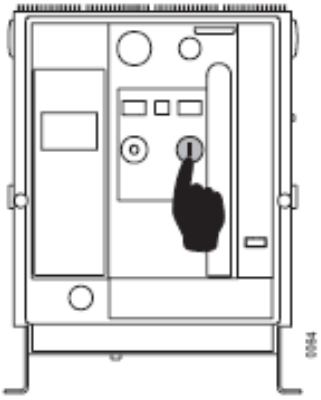
همانطور که در شکل بالا مشاهده می‌شود دستگیره مخصوص شارژ را ۹ بار به سمت پایین می کشیم تا کلید شارژ شود. همچنین در صورت عملکرد کلید (باز شدن یا بسته شدن) در حالت شارژ دستی لازم است کلید مجددا شارژ گردد.

- شارژ موتوری (Charging by motor operating mechanism)

در این حالت به محض اینکه موتور برقدار شود، موتور به صورت اتومات کلید را شارژ می‌کند و پس از شارژ کامل قطع می‌شود. هنگامی که کلید discharge شود مجددا موتور فعال گشته و کلید را شارژ می‌کند.

ت- Closing کلید توسط خود کلید

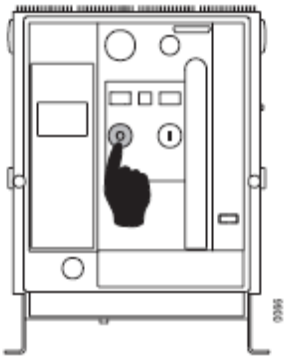
همانطور که در شکل مشاهده می‌شود توسط پوش باتن موجود بر روی کلید می‌توان کلید را Close کرد.



شکل ۳۱ بستن کلید

ث- بازکردن کلید توسط خود کلید

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود توسط پوش باتن موجود بر روی کلید می‌توان کلید را Open کرد.



شکل ۳۲ باز کردن کلید

برای Close کردن کلید چک شود حتما کلید باید در وضعیت Ready که بر روی Indicator کلید نشان داده شده، باشد.

شکل ۳۳ وضعیت کلید و فنر

۱- ۵- ۱۰- ۳- عیب‌یابی متداول تابلوهای برق

در جدول ذیل انواع عیوب متداول تابلوهای برق آورده شده است.

جدول ۴۳-عیب یابی متداول تابلوهای برق

نوع عیب	مسبب عیب	رفع عیب
رله یا کنتاکتور عمل نمی‌کند ا صطلاحاً نمی چسبد .	ممکن اســـت ولتاژ پائین و یا وجود نداشته باشد (در ترمینال سیم پیچ Coil)	فیوز عمل کرده , کلید قطع اســـت , ســـیمی قطع شده
		ولتاژ خط از حد معمول پایین تر است .
		اضافه بار رله ممکن است باز باشد یا اینکه در مقدار خیلی پائین تنظیم شده
		اهرم کنترل یا دکمه شـــســـتی اســـتارت در وضعیت Off قرار دارد. .
		ســـیم پیچ Coil، اتصـــال کوتاه قطع یا اینکه اتصال بدنه شده
		کنتاکت‌های اتصـــال از بین رفته اند و یا اینکه سیم‌های اتصال آن قطع شده
	بوبین یا سیم پیچ (Coil) قطع شده یا اینکه اتصال بدنه شده	بررسی کرده و آنرا امتحان کنید
	سر سیم های بوبین شل شده یا اینکه قطع شده است .	بررسی کرده و آنرا درست نمائید
رله یا کنتاکتور عمل نمی‌کند ا صطلاحاً نمی چسبد .	فاصـــله آهنر بائی ز یاد شـــده تراز آرمیچرهای هسته از بین رفته است .	بررسی و درست نمائید .
	مـابین آرمیچرهـای ثـابـت و متحرک سدی ایجاد شده	بازرسی و درست نمائید
	فنر آرمیچر نیرویش زیاد شده	نیروی فنر را کم کنید
	کنتاکت های معمولاً بســـته (NC) به همدیگر چسبیده اند	کنتاکت ها را عوض کنید
دســتگاه پس از عمل کردن کنتاکتور یا رله روشن نمی‌شود	یکی از کنتاکت ها بسته نمی‌شود	کنتاکت ها را بصورت سری عوض کنید
	کنتاکت ها سوخته اند	از کاغذ سنباده ا ستفاده نمائید یا اینکه آنها را عوض کنید .
	ســـیم های اتصـــال کنتاکت ها قطع شده‌اند	آنها را عوض کنید
کنتاکتور یا رله قطع نمی‌شود	بوبین در حالت تحریک می‌باشد	کنتاکت های کنترل یا مدار های حفاظتی بسته , اتصال کوتاه یا شانت شده اند

نوع عیب	مسبب عیب	رفع عیب
		دستگاهی قطع (Tripping) مانند , اضافه بارها آزاد نمی‌شوند , رله زیر ولتاژ (حفاظت در مقابل کمبود ولتاژ) چسبیده یا از تنظیم خارج شده اند , دکمه شستی Stop خراب شده , تایمر تاخیر زمانی خراب شده
		جریان تغذیه بر اثر عیوب , اتصال بدنه , رطوبت از بین رفتن لاک سیم پیچ از مسیری جداگانه اعمال می‌شود .
کنتاکت‌ها حفره دار شده یا اینکه رنگ آنها از بین رفته	کنتاکت ها در اثر اضافه بار سوخته اند	بار را کاهش داده و کنتاکت ها را عوض کنید
	کنتاکت ها بدرستی جای گذاری نگردیده اند	آنها را بدرستی جای گذاری نمائید
	عمل قطع با قدرت انجام می‌گیرد	ولتاژ بالا ممکن است به مدار اعمال می‌شود
	فاصله تماس کنتاکت ها در زمان بسته شدن کافی نمی‌باشد	آنرا تصحیح نمائید
	صدای هوم یا صدای ناهنجار می‌دهد	قطب های سایه ای را بررسی کنید
	در معرض هوا قرار دارد , در آب فرو رفته , نمک هوا و یا لرزش	از کنتاکتورهای مناسب که حفاظت شده کامل هستند استفاده شود
کنتاکتور یا رله قطع نمی‌شود	پس ماند مغناطیسی بیش از حد می‌باشد از اینرو آرمیچر را نگه می دارد	بایستی تنظیم های مورد نظر را انجام داد یا اینکه کویل آنرا تعویض نمود
	مانعی ما بین آرمیچر ایجاد شده یا اینکه ما بین بازوی آرمیچر و آرمیچر تخریب ایجاد شده	وضعیت را روشن سازید و آنرا تعمیر یا تمیز کنید
	فنر برگشتی آرمیچر ضعیف شده یا از تنظیم خارج شده	تعویض یا تنظیم نمائید
	کنتاکت های معمولاً باز به همدیگر چسبیده اند	کنتاکت ها را عوض کنید
تایمر خیلی زودتر عمل می‌کند	مکانیزم آن به هم خورده	اگر الکترونیکی است قطعات را بررسی کنید .
صدای هوم یا ناهنجار می آید	لرزش در اثر دستگاه‌های مخابره ای اطراف دستگاه	محل را تغییر دهید یا طوری قرار دهید که اثر نگذارد
	رله سیگنال های از منابع دیگری دریافت می‌کند	آنرا صحیح نمائید
	بالا و پائین رفتن کنتاکت های محافظ	آنرا صحیح نمائید
	ولتاژ اصلی بالا و پائین می رود یا اینکه کافی نمی‌باشد	از ترانسفورمر جهت تصحیح استفاده شود

نوع عیب	مسبب عیب	رفع عیب
	مقاومت مدار بوبین بالا رفته	مقاومت را پائین بیاورید
	فنر آرمیچر یا فنر کنتاکت خیلی قوی است	آنرا شل کنید
	ولتاژ زیاد بوبین	آنرا تصحیح نمائید
	آزاد بودن بعضـــی از قطعات یا کثیف بودن آنها	آنها را تمیز کرده و یا اینکه قطعات مربوط را مناسب نمائید
دمای بوبین بیش از حد بالا رفته	بالا رفتن بیش از حد جریان یا ولتاژ	بار را کاهش داده یا از طریق Tap ترانسفورمر را تغییر دهید
	بوبین اتصال کوتاه شده	بوبین را عوض کنید
	جریان گردابی یا هیستر زیس	آنرا تصحیح نمائید
	دمای محیط بالا رفته	با رله مناسبتری آنرا عوض کنید

۱- ۵- ۱۱- شارژر و باتری ها

با توجه به اینکه مصارف کنترلی و حفاظتی تجهیزات موجود در پست‌های LPS ،110VDC می‌باشد، لذا مصارف مذکور از طریق شارژر و باتری‌های منصوبه در پست‌های LPS تامین می‌گردند. همچنین از دیگر وظایف شارژرهای منصوبه در پست‌ها تامین برق DC اینورترهای روشنایی اضطراری می‌باشد. شایان ذکر می‌باشد ظرفیت باتری و شارژرها بر اساس مصارف موجود در ایستگاه‌ها طراحی می‌گردد. با توجه به بردها و مدارات کنترلی استفاده شده در شارژرها و UPS ها انجام پروسه نگهداری می‌بایست براساس دستورالعمل سازنده صورت پذیرد. در خصوص باطری‌ها بازدیدهای دوره‌ای شامل موارد ذیل می‌باشد: ۱. بررسی سطح آب مقطر باطری.

۲. بررسی اتصالات فی مابین باطری.

۳.نظافت باطری و اتصالات.

۱- ۵- ۱۲- سیستم زمین

بررسی و بازدیدهای دوره‌ای سیستم زمین در ایستگاه‌های مترو شامل بررسی موارد به شرح ذیل می‌باشد:

۱. بررسی مقاومت چاه‌های ارت بصورت دوره‌ای.

۲. بررسی همبندی و اتصالات مابین چاه‌های ارت.

۳. بررسی اتصالات چاه‌های ارت و تجهیزات به ترمینال های زمین.

۴. بررسی رطوبت چاه‌های ارت.

۲- فصل دوم

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست‌های کشش RS

۲- ۱-معرفی اجمالی پست ها ی ترکشن (RS) مترو

۲- ۱- ۱- مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون کلان شهرها به حمل و نقل آسان، ارزان و سریع و همچنین رشد ترافیک در کلانشهرهای ایران استفاده از حمل و نقل ریلی بسیار حائز اهمیت بوده و با توجه به وضعیت شهرسازی نیاز به خطوط قطارهای شهری زیر زمینی(مترو) ضروری می‌باشد. پس از احداث خطوط مترو و تکمیل تجهیزات آن یکی از مواردی که بسیار حائز اهمیت بوده، مراحل تحویل‌گیری تجهیزات، نگهداری و بهره‌برداری صحیح آن می‌باشد لذا جهت برآورد نیاز کلیه شرکت‌های فعال در خطوط ریلی و همچنین کارفرمایان خطوط مترو، در این فصل کلیات پست های ترکشن (RS) ایستگاه‌های مترو شرح داده شده و ضوابط کاملا کاربردی جهت تحویل‌گیری،بهره‌برداری و نگهداری تجهیزات مذکور ارائه خواهدشد.

۲- ۱- ۲- استانداردها و مراجع

General ones:

EN 50121-1 Railway applications – electromagnetic compatibility - part 1: general

EN 50122-1 Railway applications - fixed installation - part 1: protective provisions relating to electrical safety and earthing

IEC 60027 Letters Symbols to be used in Electrical Technology

IEC 60038 IEC Standard Voltage

IEC 60050 International Electrotechnical vocabulary

IEC 60071 Insulation co-ordination

IEC 60173 Colours of Cores of Flexible Cables and Cords

IEC 60243 Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Material at Power Frequenies

IEC 60364 Electrical Installation of Buildings

IEC 60446 Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours

IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

IEC 60614 Specification for conduits electrical installations

IEC 61810 Electromechanical elementary relays

IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear

IEC 62040-3 Uninterruptible power sources

IEC-TR-61000-3-6 Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems

ANSI/NFPA 130: Fixed Guideway Transit System

Rectifier-Transformer Unit (Rectifier Transformer and Rectifier):

IEC 60060: High voltage test techniques

IEC 60071: Insulation co-ordination

IEC 60073: Colors of indicator and push buttons

IEC 60076: Power transformers

IEC 60083: Plugs and socket outlets for domestic and similar general use standard
IEC 144: Degrees of protection of enclosures for low switchgear and controlgear
IEC 60146: Semiconductor converters
IEC 60147: Essential ratings and characteristics of semiconductor devices and general principles of measuring methods
IEC 60191: Mechanical standardization of semiconductor devices
IEC 60326: Printed boards
IEC 60445: Identification of equipment terminals and terminations of certain designated conductors, including general rules of an alphanumeric system
IEC 60446: Identification of insulated and bare conductors by colors
IEC 60529: Classification of degrees of protection provided by enclosures
IEC 60551: Determination of transformer and reactor sound levels
IEC 66014: Specification for conduits for electrical installation
IEC 60664: Insulation co-ordination within low voltage system including clearance and creepage distance
IEC 60726: Dry-type power transformers
IEC 60747: Semiconductor devices, discrete devices

Cables:

IEC 60028 International Standard of Resistance for Copper
IEC 60183 Guide to the selection of high voltage cables
IEC 60228 Conductors of insulated cables
IEC 60229 Test on cable over sheaths that have a special protective function and applied by extraction
IEC 60230 Impulse tests on cables and their accessories
IEC 60287 Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor)
IEC 60331 Fire resisting characteristics of electric cable
IEC 60332 Test on electric cables under fire conditions
IEC 60376 Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride
IEC 60391 Marking of insulated conductors
IEC 60446 Identification of Conductors by colours or numerals
IEC 60502 Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1kV up to 30 kV
IEC 60540 Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords
IEC 60724 Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0.6/1.0kV
IEC 60754-1 Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cable
IEC 60811 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables - part 1-1: methods for general application - measurement of thickness and overall dimensions
IEC 60885-1 Electrical test methods for electric cables - electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750V
IEC 60949 Calculation of thermally permissible short circuit currents taking into account non adiabatic heating effects

HV & MV Cells:

IEC 60044-1 Instrument transformers - part 1: current transformers

IEC 60044-2 Instrument transformers - part 2: inductive voltage transformers

IEC 60056 High-voltage alternating current circuit breakers

IEC 60059 IEC standard current ratings

IEC 60060 High-voltage test techniques

IEC 60073 Colour of indicator lights and push buttons

IEC 60099 Lightning arresters (non linear resistor type arresters for AC system)

IEC 60129 Alternating Current Disconnectors and Earthing switches

IEC 60137 Bushing for alternating voltage above 1000V

IEC 60144 Degree of protection of enclosure for low voltage switchgear and controlgear

IEC 60168 Test on indoor and outdoor insulation

IEC 60183 Guide for selection of high voltage cables

IEC 60185 Current Transformers

IEC 60186 Voltage Transformers

IEC 60227 Definitions for Switchgear and Controlgear first Supplement

IEC 60255 Electrical Relays

IEC 60258 Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories

IEC 60265-1 High-voltage switches - switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV

IEC 60266 High voltage switches

IEC 60282 High voltage fuses

IEC 60298 High-voltage metal enclosed switchgear and controlgear

IEC 60420 High Voltage Alternating Current Fuse-Switch Combinations and Fuse-Circuit Breaker Combinations

IEC 60427 Synthetic Testing of High Voltage Alternating Current Circuit Breakers

IEC 60694 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards

IEC 60865 Short Circuit calculations

IEC 61129 Alternating current earthing switches induced current switching

IEC 61259 Requirement for switching of bus charging current by gas insulated switchgear disconnectors

IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear - part 100: high voltage alternating-current circuit-breakers

IEC 62271-102 High-voltage switchgear and controlgear - part 102: alternating current disconnectors and earthing switches

IEC 62271-105 High-voltage switchgear and controlgear - part 105: alternating current switch-fuse combinations

LV cells:

EN 50091-1 Specification for uninterruptible power systems (UPS) - general and safety requirements

EN 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC) - generic standards - emission standard for industrial environments

IEC 60051 Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories

IEC 60127 Cartridge fuse-links for miniature fuses

IEC 60269 Low-voltage fuses

IEC 60337 Control Switches (Low Voltage Switching Devices for Control and Auxiliary Circuits, including Contractor Relays)

IEC 60439 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies

IEC 60664-1 Insulation co-ordination for equipment within low voltage

systems - part1: principles, requirements and tests

IEC 60668 Dimensions of panel areas and cut-outs for panel and rackmounted industrual-process measurement and control instruments

IEC 61000-4 Electromagnetic compatibility (emc)

IEC 61346-1 Industrial systems, installations and equipment and industrial products structuring principles and reference designations - part 1: basic rules.

IEC 60085: Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation

IEC 60145: Var-hour (Reactive Energy) Meters

IEC 60158: Low Voltage Control Devices

IEC 60211: Maximum Demand indicators

IEC 60341: Push-Button Switches

IEC 60408: Low Voltage Air-Break Switches, Air-Break Disconnectors, Air-Break Switch Disconnectors and Fuse Combination Units

IEC 60414: Safety Requirements for indicating and Recording Electrical Measuring Instruments & their Accessories

IEC 60417: Graphical Symbols for use on Equipment

IEC 60423: Outside Diameters of Conduits for Electrical Installations and Threads for Conduits and Fittings

IEC 60445: Identification of Equipment Terminals and of Terminations of Certain Designated Conductors, including General Rules ox an Alphanumeric System

IEC 60447: Standard Direction of Movement for Actuators which control the Operation of Electrical Apparatus

IEC 60473: Dimensions for Panel-Mounted Indicating and Recording Electrical Measuring instruments

IEC 60479: Effect of Current Passing through the Human Body

IEC 60521: Class 0.5,1 and 2 Alternating Current Watt-hour Meters

IEC 60536: Classification of Electrical and Electronic Equipment with regard to Protection against Electric Shock

IEC 60617: Graphical Symbols for Diagrams

IEC 60684: Specification for Flexible Insulating Sleeving

IEC 60695: Fire Hazard Testing

IEC 60715: Dimensions of Low Voltage Switchgear and Control Devices Standardized Mounting on Rails for Mechanical Support of Electrical Devices in Switchgear and Control Devices Installations

Earthing:

BS 6651 Code of Practice for Protection of Structures Against Lightning.

BS EN 50 121 Railway Applications Electromagnetic compatibility, Parts 2 & 5.

BS EN 50 122 Railway Applications Fixed Installations, Parts 1 & 2

ANSI IEEE Std 80-1986stallations

۲- ۱- ۳- اصطلاحات

AC : Alternative Current

LV : Low Voltage (≤ 1000V) ولتاژ ضعیف

MV : Medium Voltage ولتاژ متوسط

RS : Rectifier-Transformer Station

۲- ۱- ۴- ساختار پست های ترکشن (RS)

پست های ترکشن یا یکسوساز وظیفه تامین برق ریل سوم را برعهده داشته و شامل تجهیزات برقی مختلف از جمله ترانسفورماتور ترکشن، یکسوساز (رکتیفایر)، تابلوهای 750VDC ، تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف، باتری و شارژر و تجهیزات حفاظت در برابر جریان های سرگردان می‌باشند.

تامین برق تغذیه ترکشن موتورهای قطار با استفاده از پست های یکسوساز (RS رکتیفایر) و تابلوهای DC SWGR با اتصال به سیستم ریل سوم انجام خواهد شد. این پست های یکسوساز از طریق شبکه کابلی ۲۰ کیلوولت و از طریق پست های فشارقوی تغذیه می گردند.در این گزارش سعی خواهد شد کلیات سیستم‌های مذکور به همراه رویه‌های تحویل‌گیری تجهیزات مذکور در مرحله راه‌اندازی مطابق با استانداردهای طراحی ارائه گردد.

۲- ۲-شرح تجهیزات تشکیل دهنده پست های RS

تجهیزات منصوبه در پست های RS ایستگاه های مترو شامل ترانسفورماتور خشک سه سیم پیچه، تابلوهای رکتیفایر یکسوساز ، سوئیچگیرهای VDC ۷۵۰، تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف ، شارژر، تابلوهای اتوماسیون، باتری، کابل های فشار متوسط و فشار ضعیف وکابلهای ترکشن 1KV DC ، سیستم حفاظت جریان سرگردان و سیستم زمین می‌باشد.

۲- ۲- ۱- ترانسفورماتور ترکشن

ترانسفورماتورهای ترکشن نصب شده در پست های RS از نوع سه سیم پیچه، خشک و کاهنده بوده و مبدل 20KV به 592V می‌باشند و ظرفیت ترانسفورماتورها با توجه به شبیه سازی DC خطوط مترو و در نظر گرفتن پارامترهای توپولوژی خط، اطلاعات قطار و اطلاعات شبکه الکتریکی در نرم افزار شبیه سازی DC مشخص می گردند.

۲- ۲- ۲- رکتی فایر ترکشن

تابلوی یکسوساز از دو بخش فشار قوی و فشار ضعیف تشکیل شده است. وظیفه تابلو یکسو کننده تبدیل جریان AC به جریان DC می‌باشد به همین منظور تابلو رکتیفایر ترکشن از یک مجموعه دیود به همراه محافظ اضافه ولتاژ ، نمایشگر LCD و ولتمتر جهت نمایش ولتاژ خروجی تشکیل می‌شود.

۲- ۲- ۳- تابلوهای 750 VDC SWGR

تابلوهای برق ۷۵۰ ولت DC مجموعه ای از تابلوهای برق مستقیم DC که وظیفه تأمین تغذیه برق ریل سوم را به عهده دارد. تابلوهای مذکور با دسترسی از جلو، ایستاده و فلزی و شامل تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظتی، باسبار، منبع تغذیه و کانکتور کمکی می‌باشد. علاوه بر اجزای فوق دارای عملکردهای کنترل، اندازه‌گیری و حفاظت، کنترل از راه دور می‌باشد.

۲- ۲- ۴- تابلوهای فشار متوسط (MV)

وظیفه تابلوها فوق انتقال برق 20KV از رینگ 20KV خطوط متروی تهران به ترانسفورماتورهای ترکشن می‌باشد، که با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می گردند.

۲- ۲- ۵- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

ولتاژ 400V خروجی ترانسفورماتور توزیع از طریق کابل (با توجه به الزامات درج شده در اسناد فنی قرارداد) به تابلو فشار ضعیف نصب شده در پست RS منتقل شده و از طریق فیدرهای خروجی تابلو فشار ضعیف به مصرف کننده های موجود در پست RS منتقل می گردد و با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می گردند.

مهمترین این مصرف کننده ها شامل موارد ذیل می‌باشد :

- تغذیه فنها ، دمنده ها و سیستم تهویه هوای پست RS
- تغذیه روشنایی پست RS

۲- ۲- ۶- شارژر و باتری ها

با توجه به اینکه مصارف کنترلی و حفاظتی تجهیزات موجود در پست های LPS ،110VDC می‌باشد، لذا مصارف مذکور از طریق شارژر و باتری های منصوبه در پست های RS تامین میگردند. شایان ذکر می‌باشد ظرفیت باتری و شارژر ها بر اساس مصارف موجود در پست RS طراحی می گردد.

۲- ۲- ۷- جریان سرگردان

امروزه تکنولوژی‌های جدید در سیستم حمل و نقل ریلی نیز گسترش زیادی یافته است البته باید توجه داشت فناوری های نوین که معمولا پیچیده تر نسبت به مدلهای قبلی خود می باشند نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر هستند چرا که ممکن

است در دل این تکنولوژی‌ها مسائلی نهفته باشند . تاریخچه خطوط تراکشن DC نشان می‌دهد ازهمان ابتدای به کارگیری خطوط ترکشن الکتریکی، پدیده خوردگی در خطوط لوله و تاسیسات فلزی شرکت‌های خدماتی آب، گاز و نیز پوشش‌های فلزی کابل‌های شرکت‌های برق و مخابرات ایجاد گردید. علاوه بر این شرکت‌های راه آهن نیز شاهد فرسودگی و خوردگی در در ریلها، آرماتورها و تاسیسات فلزی خود بودند. ابتدا تصور بر این بود که این خوردگی ناشی از ترکیبات شیمیایی خاک است اما به زودی به این نتیجه رسیدند که جریانهای نشتی از ریلهای حرکتی عمده ترین علت ایجاد این پدیده است.

بعد از تامین انرژی مورد نیاز قطار این جریان باید از طریق یک مسیر برگشت به منبع انرژی که همان پست RS است،بازگردد. بنابراین ریلهای حرکتی علاوه بر نقش هدایت کنندگی حرکت قطار، به عنوان هادیهایی برای مسیر برگشت جریان به باسبار منفی پست کشش RS متصل می شود؛ در نتیجه جریان برگشت از محور و چرخهای قطار به ریل‌ها و از طریق ریلها به سمت باسبار منفی پست RS باز می گردد به دلیل مقاومت در واحد طول ریلها، در اثر عبور جریان برگشت بر روی ریلها افت ولتاژ ایجاد می‌شود، این افت ولتاژ همانند یک عامل مقاوم در برابر عبور جریان عمل کرده و از آنجا که ریلهای حرکتی نسبت به زمین به طور کامل عایق نیستند بنابراین بخشی از جریان در مسیر برگشت از ریل‌ها به زمین نشت پیدا می‌کند این جریان نشتی به زمین نفوذ کرده و به سازه های فلزی مجاور یا زیر خط وارد می‌شود و بصورت یک مسیر موازی با مسیر اصلی برگشت جریان ریلها از طریق زمین و سازه های فلزی مجاور یا زیر زمین به سوی باسبار منفی پست کشش باز خواهد گشت. به این جریان نشت پیدا کرده به داخل زمین ، جریان سرگردان (Stray Current) گفته می‌شود.

۲- ۲- ۸- سیستم زمین

در سیستم تغذیه، سیستم زمین و تجهیزات حفاظتی مناسب برای حفاظت مسافرین و پرسنل تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری از جریان ها و ولتاژهای خطرناک منظور گردیده است. علاوه بر این، سیستم های حفاظتی برای ایزوله کردن خطاها و کم کردن آسیب دیدگی تجهیزات و جلوگیری از ایجاد وقفه در سرویس دهی آنها طراحی گردیده است. سیستم زمین مطابق با استانداردهای بین المللی طراحی، ساخته و نصب گردیده است. این سیستم دارای مشخصات ذیل می‌باشد:

- حفاظت افرادی که از تجهیزات، بهره‌برداری می کنند و یا عملیات تعمیر و نگهداری از آنها را برعهده دارند از ولتاژهای تماسی و گامی و یا افزایش پتانسیل به خصوص در هنگام بروز خطای الکتریکی در سیستم.
- فراهم نمودن مسیر کم امپدانس زمین برای جریان‌های شدید (صاعقه در صورت وجود و یا مانور).
- فراهم نمودن حفاظت تجهیزات الکتریکی توسط محدود کردن تغییرات ولتاژ برای تجهیزاتی که با شرایط خطا روبه رو هستند.

۲- ۳-مراحل تحویل‌گیری

در قسمت اول کلیات و شرح مختصری از پستهای RS ایستگاه ارائه گردید، پیمانکاران و تامین کنندگان تجهیزات سامانه برق‌رسانی پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، درخواست تحویل تجهیزات نصب شده پست های RS را برای کارفرمایان ارسال می نمایند که در ذیل کلیات الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل تجهیزات شرح داده شده است.

۲- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری

- ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه‌های ساخت و ریز اقلام تجهیزات.
- ارائه تستهای کارخانه و گواهینامه‌های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات توسط سازندگان استفاده شده است.
- ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت،حمل تجهیزات و نصب آن در سایت.
- ارائه مدارک آموزش تجهیزات مطابق با سرفصل های آموزشی به همراه گواهینامه‌های آموزش‌های بهره‌برداری.
- ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری.
- ارائه مدارک نگهداری به همراه چک لیستهای دوره‌ای.
- ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک لیستهای مرتبط.
- ارائه نقشه های ازبیلت تجهیزات نصب شده.
- ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمانهای EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر گردد).
- ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و کارفرمای آن.

۲- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات

پس از ارائه مدارک بند (۲- ۳- ۱-) توسط پیمانکار و تایید کارفرما و مشاور کارفرما، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می‌شود.

- انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک لیستهای تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده است.

- انجام تستهای عملکردی به همراه چک لیستهای مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.
- بازرسی نیازمندیهای اینترفیسی با سیستم های دیگر مطابق با چک لیستهای کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما.
- ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و مجموعه کارفرمایی.

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط اعلام شده در بند (۲- ۳- ۱-)و (۲- ۳- ۲-) تحویل‌گیری تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۲- ۴-شرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری

پس از در خواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل تجهیزات در ایستگاهها و موقعیتهای نصب و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل بر اساس بازرسی های ظاهری و تستهای عملکردی در موقعیتهای نصب تجهیزات انجام خواهد شد که کلیات تست ها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۲- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست ترکشن(RS)

آزمایشات پست های روشنایی در دو مرحله انجام می‌شود:

- ✓ آزمایش منفرد تجهیزات : شامل تست یک به یک تجهیزات از لحاظ ظاهر، عملکرد.
- ✓ آزمایش سامانه ای تجهیزات: تست عملکرد یکپارچه مجموعه تجهیزات پستهای LPS .

۲- ۴- ۲- سازماندهی

- ✓ گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل نمایندگان سازنده تجهیزات و پیمانکار EPC می‌باشد.
- ✓ گروه آزمایش سامانه ای متشکل از نمایندگان پیمانکار EPC می‌باشد.

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

۲- ۴- ۳- شرایط آزمایش

*جهت برگزاری آزمایشات لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از مواردی بازرسی در ذیل بیان شده است.

- بررسی ظاهری چیدمان تجهیزات و مطابق با نقشه‌های تایید شده (بازرسی ظاهری).

- بررسی نصب ظاهری تجهیزات و رنگ کاری و تمیزکاری و سلامت فیزیکی کامل تجهیزات پستهای LPS (بازرسی ظاهری).
- بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای سامانه برق رسانی با بخش ساختمانی (بازرسی ظاهری-اینترفیسی).
- بررسی اینترفیسی اجزای تجهیزات پست های RS با سامانه‌های دیگر به عنوان مثال بررسی اینترفیس‌های مابین تابلوهای فشار ضعیف با سامانه اسکادا(بازرسی اینترفیسی-ظاهری).
- بایستی صحت و تکمیل ارتباطات موجود مابین تجهیزات نصب شده در پستهای LPS بررسی گردد به عنوان مثال ارتباط بین ترانیفورماتور و تابلو های فشار ضعیف (بازرسی ظاهری).
- بایستی داخل تمامی تجهیزات تمیز شده و گردگیری شده باشند (بازرسی ظاهری).
- کلیه اتصالات از جمله جوشها و پیچ ها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد (بازرسی ظاهری).

*موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک‌لیستهای تکمیلی تهیه خواهد شد.

۲- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایشها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایشها فراهم گردد که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران، کارفرمایان و مشاوران هر پروژه ارائه خواهد شد.

- بایستی کپسول آتش نشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل سالن آماده سازی شود.
- تجهیزات اندازه گیری و کنترل عملکردی آماده گردد.
- کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تجهیزات چک گردد (بازرسی ایمنی).
- اطمینان از اتصال سیستم ارت جهت تجهیزات الکتریکی.
- هماهنگی با کلیه ارکان پروژه در خصوص برگزاری تستهای سامانه برق‌رسانی پستهای RS و الزاماتی که دیگر بخشها باید رعایت نمایند.

۲- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات

۲- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 60076-11:2004-5 Dry-Type Transformer، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در Plate Name دستگاه با اطلاعات پروژه.

- بررسی تمیزی دستگاه پس از انبار؛ اگر روی ترانسفورماتور گرد و غبار باشد، باید با هوای فشرده خشک و نیتروژن با دقت برداشته شود. عایق ها نیز باید تمیز شوند.
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک لیست

جدول ۴-۱ چک‌لیست آزمایش ترانسفورماتور

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
Dry-Type Distribution Transformer Information:			
Serial Number:		LPS Name:	Transformer Rated Power:
Transformer Vector Group:		Transformer Cooling Method:	
Test Devices			
No.	Device Name and Code	Serial Number	Calibration Expiry Date
1			
2			

جدول ۴-۲ چک‌لیست بررسی نسبت تبدیل (Ratio Measurement test)

	primary side Rated Voltage: 20 kV Connection Type:			secondary side Rated Voltage: Connection Type:					
TAP	VAB (v)	VBC (v)	VAC (v)	Vab (v)	Vbc (v)	Vac (v)	Tolerance (%)		
							U	V	W
1									
2									
3									
4									

5									

	primary side Rated Voltage: 20 kV Connection Type:			Treasury side Rated Voltage: Connection Type:					
TAP	VAB (v)	VBC (v)	VAC (v)	Vab (v)	Vbc (v)	Vac (v)	Tolerance (%)		
							U	V	W
1									
2									
3									
4									
5									

جدول ۴-۳ تست گروه برداری ترانس (Vector Group Test)

MEASURED VOLTAGE (Dyn5)											
VAB	VBC	VCA	Vaa	Vab	Vac	Vba	Vbb	Vbc	Vca	Vcb	Vcc

جدول ۴-۴ چک‌لیست تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

DESCRIPTION	VOLTAGE TEST	RESULT

HV WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
LV1 WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
HV WINDING TO LV1 WINDING	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	

جدول ۴-۵ چک‌لیست اندازه گیری مقاومت سیم پیچ (Measurement of Winding Resistance)

		Tap 1	Tap 2	Tap 3	Tap 4	Tap 5
MV WINDING	VAB (v)					
	IAB (A)					
	R (Ω)					
	R 25^{0}C (Ω)					
	VBC (v)					
	IBC (v)					
	R(Ω)					
	R 25^{0}C (Ω)					
	VCA (v)					
	ICA (A)					
	R (Ω)					
	R 25^{0}C (Ω)					

	LV Winding 1		LV Winding 2	
VAB (v)				
IAB (A)				
R (Ω)				
R 25^{0}C (Ω)				
VBC (v)				
IBC (v)				
R(Ω)				
R 25^{0}C (Ω)				
VCA (v)				
ICA (A)				
R (Ω)				
R 25^{0}C (Ω)				

جدول ۴-۶ چک‌لیست تست بی باری (Measurement of No – Load Loss and Current)

TAP	Primary Voltage(v)			Primary Current(mA)		
	U1-V1	V1-W1	U1-W1	A	B	C
1						
2						
3						
4						
5						

۲- ۴- ۵- ۲- رکتیفایر ترکشن و تابلوهای 750VDC SWGR

الف) اطلاعات عمومی

جدول ۴-۷ چک‌لیست اطلاعات عمومی

Date of Test:		
		Station Information:
Code:	Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
		Test Concerning the Following Panels in RS Substation:
Panel	**Serial No.**	**Note**

ND		
RECTIFIER #1		
RECTIFIER #2		
MRID #1		
MRID #2		
LFCB#1		
LFCB#2		
LFCB#3		
LFCB#4		
PCC		
NPMPD		

Test Equipment List and Specifications:

Item	Model	Serial Number	Calibration Expiry Date

Legends Check:

OK: Test Results are in Order

Not OK: There is a Problem in Test Results

N/A: Not Applicable

ب) پیش نیازها

بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در Plate Name دستگاه با اطلاعات پروژه

- Measurement Tests
- Insulation Test
- Insulation Test of Frame Panels

Procedure:

a. Make sure that the Rectifier and ND frame are connected to the Switchgear Panel Via at least 2x50mm2 cable.

b. Open all the mini circuit breakers of the auxiliary circuits of the equipment to be tested.

c. Disconnect the connection between the substation earth (2) and the earth of the equipment (3) at the output of the low impedance relay (1).

d. Connect the insulation resistance meter (4) between the earth of the equipment (3) and the substation earth (2), through the low impedance relay (1).

e. Apply the test voltage (at least during 60 seconds to allow the measured current to stabilize) and check the value of the insulation resistance.

f. If the result is incorrect, look for the cause of the insulation problem, fix it and repeat the test.

It is better to connect the Megger positive to the substation earth and the negative onto the cubicles, in order to help prevent polarization of the earth.

Item	Test Title	Means	Pass Criteria

1	Frame Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>100K ohm

Insulation Test of Frame Panel Result: OK ☐ Not OK ☐

Note:

1. Insulation Test of Active Parts

Procedure:

a) Make sure the connection between the substation earth (2) and the earth of the equipment (3) at the output of the low impedance relay (1) is fastened.
b) Rectifier insulated via MRID1 and MRID2
c) Trolley in service position
d) HSCB open
e) Without external power connection
f) Without auxiliary voltage
g) Measurements and over voltage circuits disconnected.
h) Measure the resistance between Neg. against earth, Pos. against earth and feeders against earth.
i) After the test, reconnect all the opened connections.

Item	Test Title	Means	Pass Criteria
1	Pos. Bus bar Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm
2	Neg. Bus bar Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm
3	Feeder #1 Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm
4	Feeder #2 Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm
5	Feeder #3 Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm
6	Feeder #4 Resistance against earth	Megger	Voltage <=1000VDC, R>1G ohm

Insulation Test of Active Parts Result:

Item 1: OK ☐ Not OK ☐
Item 2: OK ☐ Not OK ☐
Item 3: OK ☐ Not OK ☐
Item 4: OK ☐ Not OK ☐
Item 5: OK ☐ Not OK ☐
Item 6: OK ☐ Not OK ☐

Note:

2. Ground Fault relay Test

Procedure:

a) Set the output current of the current source device to 75A.

b) Connect the current source probe to the both side of "low Impedance Relay" (1). The 75A current shall not activate the K64 relay.
c) Disconnect the source, set the output current to 85A and reconnect to the relay. It shall be activated.
d) Activation of the K64 relay shall be checked by means of Multi meter buzzer check.

Ground Fault relay Test Result:

Remaining inactive with injection of 75A current: OK ☐ Not OK ☐

OK ☐ Not OK ☐ Activation with injection of 85A current:

3. Auxiliary Supply Voltage Test

Procedure

a) Turn OFF all MCBs in all panels.
b) Turn ON AC/DC Distribution panel's MCBs to MRID2 and NPMPD.
c)
d) Check the Voltage and polarity from input side of MCBs in MRID2 and NPMPD with reference to their related Drawing documents. Also check the voltage against the earth.
e) If the measurements in (c) is OK, turn ON the MRID2 Auxiliary MCBs and check the voltage and polarity in all other panels.
f) If the measurement in (d) is OK, turn ON the auxiliary MCB in all Panels and check if the Lamps, PLC… are ON or not.

Test Pass Criteria:

AC Voltage: 220VAC +10% -15%
DC Voltage: 110VDC +10% -15% positive polarity to earth: 55VDC +10% -15%
Test Result

Item	Panel	AC Voltage	DC Voltage	DC Positive to Earth	Test Result
1	MRID #2				OK ☐ Not OK ☐
2	NPMPD				OK ☐ Not OK ☐
3	ND				OK ☐ Not OK ☐
4	RECTIFIER #1				OK ☐ Not OK ☐
5	RECTIFIER #2				OK ☐ Not OK ☐
6	MRID #1				OK ☐ Not OK ☐
7	LFCB#1				OK ☐ Not OK ☐
8	LFCB#2				OK ☐ Not OK ☐
9	LFCB#3				OK ☐ Not OK ☐
10	LFCB#4				OK ☐ Not OK ☐

11	PCC				OK ☐ Not OK ☐

4. Current / Voltage Measurement Test

- LFCB Voltage Measurement

Procedure:

a) Rectifier insulation with opening MRID1 and MRID2.
b) All LFCBs open.
c) Apply 750VDC on main Bus bar.
d) Check the measured Voltage values on all of the LFCB HMI panels.
e) For checking the feeder voltage measurement value, apply the voltage to U01B-V transducer module and read the voltage on HMI.

Test Pass Criteria:

The voltage value on the HMI shall be within ±5% of the applied voltage value.

Item	Panel	Applied voltage to Main Bus bar	Read voltage on Bus bar (HMI)	Test Result
7	LFCB#1			OK ☐ Not OK ☐
8	LFCB#2			OK ☐ Not OK ☐
9	LFCB#3			OK ☐ Not OK ☐
10	LFCB#4			OK ☐ Not OK ☐

Item	Panel	Applied voltage to U01B-V	Read voltage on Feeder(HMI)	Test Result
7	LFCB#1			OK ☐ Not OK ☐
8	LFCB#2			OK ☐ Not OK ☐
9	LFCB#3			OK ☐ Not OK ☐
10	LFCB#4			OK ☐ Not OK ☐

5. LFCB Current Measurement Test

Procedure:

a) HSCB on test position, open the LFCB panel’s door, unlock the trolley and pull it out.

b) Connect the extension control cable between trolley and panel control cable.
c) Restart SEPCOS.
d) Open the wires from shunt resistor on main bus bar, Apply 30mV to the wires and read the current on the HMI.
e) Remember to reconnect the wires to the both sides of shunt resistor after test.

Test Pass Criteria:
The current value on the HMI shall be calculable from the below equation:
V: applied voltage (mV)
A=100 x V (mV) ±5%
Test Result:

Item	Panel	Applied voltage (mV)	Read Current on HMI (A)	Test Result
7	LFCB#1			OK ☐ Not OK ☐
8	LFCB#2			OK ☐ Not OK ☐
9	LFCB#3			OK ☐ Not OK ☐
10	LFCB#4			OK ☐ Not OK ☐

6. NPMPD Voltage Measurement

Procedure:
a) Open the NPMPD's flexy glass and disable its micro switch.
b) Open the links for isolation NPMPD from rail and earth.
c) Reset and open the NPMPD's Disconnector.
d) Apply ±100VDC to the Bus bars.
e) Check the measured Voltage value on HMI.
f) Remember to enable flexy glass micro-switch after test.

Test Pass Criteria:
The voltage value on the HMI shall be within ±5% of the applied voltage value.
Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- NPMPD Current Measurement Test

Procedure:
a) Open the wires from shunt resistor on the bus bar, Apply± 30mV to the wires and read the current on the HMI.
b) Remember to reconnect the wires to the both sides of shunt resistor.

Test Pass Criteria:

The current value on the HMI shall be calculable from the below equation:
V: applied voltage (mV)
A=16.666 x V (mV) ±5%
Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- Rectifier Reverse Current Test

Procedure:

a) Close MRID1 and MRID2.
b) Close all HSCBs.
c) Apply -1mV to R01R1-c in ND panel. All substation including both MV transformer panels, MRIDs and Feeders shall Trip and lock out.
d) Redo (a), (b).
e) Apply -1mV to R01R2-c in ND panel. All substation, including both MV transformer panels, MRIDs and Feeders shall Trip and lock out.

Test Pass Criteria:
All substation, including both MV transformer panels, MRIDs and Feeders shall Trip and lock out.

Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- **Functional Test**
- Rectifier Test
    - Diode fuse Failure Test

Procedure:

a) Open Rectifier 1 and 2 HV doors and deactivate door micro switches by means of a piece of wire or stick.
b) Check the AC Beaker1 /2 **permit to close** signal with multi meter Buzzer check.
c) Activate and deactivate all of the 24 diode fuse failure flags one by one from Rectifier#1 /#2. After each activation, check the buzzer sound.

Test Acceptance Criteria:
After each flag activation, the sound shall not be heard.
Test Result:
Rectifier 1 Test Result: OK ☐ Not OK ☐
Rectifier 2 Test Result: OK ☐ Not OK ☐

    - Two diode in each branch Failure Test

Procedure:

a) Check the AC Beaker1 /2 **Trip** signal with multi meter Buzzer check.

b) In each Rectifier Branch, Activate both diode fuse failure flags from Rectifier#1 /#2. After each activation, check the buzzer sound.
c) De-Activate the flags and redo (b) for the next Branch.
d) It is recommended to activate two diode fuse failure flags from different branches and in this case the trip signal shall not be activated.

Test Acceptance Criteria:

After each activation, the sound shall not be heard.

Test Result:

Rectifier 1 Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 Test Result: OK ☐ Not OK

- Rectifier RC Fuse Failure test

Procedure:

a) Check the AC Beaker1 /2 **Trip** signal with multi meter Buzzer check.
b) Activate the RC Fuse failure flag and check the buzzer sound.
c) Deactivate the flag and redo (a) and (b) for the next Rectifier.

Test Acceptance Criteria:

After each activation, the sound shall not be heard.

Test Result:

Rectifier 1 Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- Rectifier over temperature Alarm & Trip

Procedure:

a) Check the AC Beaker1 /2 **permit to close** signal and **Trip** Signal with multi meter Buzzer check.
b) For each Rectifier, Short the Temperature Alarm sensor and check the buzzer sound.
c) For each Rectifier, Short the Temperature Trip sensor and check the buzzer sound.
d) Clear the short circuit tool from the sensors.

Test Acceptance Criteria:

- After shorten alarm temperature sensors, the corresponding AC Breaker's **permit to close** signal sound shall not be heard.
- After shorten Trip temperature sensors, the corresponding AC Breaker's **trip** signal sound shall not be heard.

Test Result:

Rectifier 1 Temperature Alarm Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 1 Temperature Trip Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 Temperature Alarm Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 Temperature Trip Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- Rectifier Heater and Thermostat Test

Procedure:

a) Set the thermostat below the ambient temperature, check all the heater's temperature.

Set the thermostat to 20 degree of centigrade after test.

Test Acceptance Criteria:

All of the heaters shall start warming immediately.

Test Result:

Rectifier 1 Heater and Thermostat Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 Heater and Thermostat Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- Rectifier HV door open Interlock Test

Procedure:

b) Remove rectifier door micro-switch deactivators and close HV doors.
c) Close all HSCBs and MRIDs
d) Open each Rectifier's 1st HV door and check AC Breakers Trip Signal using multi meter buzzer check.
e) After checking the result, redo (b) and open the next HV door of the rectifier.

Test Acceptance Criteria:

After each door open, all the HSCBs, MRIDs shall open immediately and buzzer sound shall not be heard for both AC Breakers.

Test Result:

Rectifier 1 all HV doors open Test Result: OK ☐ Not OK ☐

Rectifier 2 all HV doors open Test Result: OK ☐ Not OK ☐

- Breaker Test
  - Open /Close test

Procedure:

a) Insulate rectifiers by opening both MRIDs.
b) Connect 750VDC voltage to main bus bar.
c) Reset all HSCBs from HMI and turn them ON using HMI.
d) Check the Line Test operation.
e) Turn OFF all of HSCBs using HMI.
f) Activate HSCB's Line Test's fuse failure flag and Redo (c).
g) Deactivate HSCB's Line Test's fuse failure flag after getting test Result.

Test Acceptance Criteria:

In the first try, HSCBs shall close after 1 sec activation of Line Test Device with hearing its contactor sound.

In the second try, the Line test failure warning shall be shown on the HMI and it shall prevent closing the HSCBs.

Test Result:

First Try:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

Second Try:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- IDS setting Check

Procedure:

a) Open LFCB panel's door, Remove the Trolley.
b) Compare IDS settings from Short circuit and calculation Document with the value that is already set on the HSCBs. Settings shall be applied with reference to HSCB user Manual Page 24/72.
c) PCC IDS Setting shall be its maximum permitted value.

Test Acceptance Criteria:

The applied setting value shall be exactly the calculated setting value.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐
5	PCC#1	OK ☐ Not OK ☐
6	PCC#2	OK ☐ Not OK ☐

- IDS operation Test

Procedure:

a) While the trolley is out, close the HSCB.
b) Push down the moving contact's lock fork to simulate the over current.

Danger!
Don't touch the fork with hand, opening the contact, may injure your hand. Use a hard tool for this test.

Test Acceptance Criteria:
Pushing down the fork shall lead to opening the HSCB and IDS protection warning shall appear on the HMI.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- HSCB's Main Contact Resistance

Procedure:

a) While the trolley is out, close the HSCB.
b) Apply 100A to the contacts and measure the voltage between two contacts.
c) Calculate $R_{contact}=V_{Measured}/100$

Test Acceptance Criteria:
$R_{contact}$ shall be less than 10 micro Ohm.
Test Result:

Item	Panel	Contact Resistance Value	Test Result
1	LFCB#1		OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2		OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3		OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4		OK ☐ Not OK ☐

- Trolley Earth Connection Test

Procedure:

a) Push the trolley inside the panel and lock it.
b) Put the HSCB in Service position with open door.
c) Test the Trolley's body electrical connection to the panel's structure.

Test Acceptance Criteria:
Electrical continuity shall be established.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- Switchgear and NPMPD Heater and Thermostat Test

Procedure:

a) Set the thermostat below the ambient temperature, check all the heater's temperature.
b) Set the thermostat to 20 degree of centigrade after test.

Test Acceptance Criteria:

All of the heaters shall start warming immediately.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐
5	MRID1	OK ☐ Not OK ☐
6	MRID2	OK ☐ Not OK ☐
7	PCC	OK ☐ Not OK ☐
8	NPMPD	OK ☐ Not OK ☐

- HSCB Emergency Push Button Test

Procedure:

a) Close the LFCB panel's door.
b) Put the HSCB in Service position.
c) Close the HSCB using HMI and Check the EPB's Functionality.

Test Acceptance Criteria:

EPB shall have smooth functionality and CB shall open immediately and relevant warning shall be shown on the HMI.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐

3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- HSCB Mechanical Interlock

Procedure:

a) Put the trolley in test position.
b) Close the HSCB via HMI.
c) Try to change the trolley condition to SERVICE.

Test Acceptance criteria:

While moving from test to service position and before connecting HSCB with panel bus bar, the HSCB shall be opened automatically.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- HSCB protection Settings check

Procedure:

a) Compare all the calculated settings from "short circuit and SEPCOS settings calculation" document with the setting values on the SEPCOS protection relay.

Test acceptance criteria:

The calculated settings shall be implemented correctly on the SEPCOS.

Test Result:

Item	Panel	Test Result
1	LFCB#1	OK ☐ Not OK ☐
2	LFCB#2	OK ☐ Not OK ☐
3	LFCB#3	OK ☐ Not OK ☐
4	LFCB#4	OK ☐ Not OK ☐

- General Logic Test

The total logic of the substation shall be tested by the test mad with reference to substation Schematic and flow chart documents.

The most important ones shall be tested according the following Items:

a) HSCB shall not accept remote command (SCADA/Web in maintenance position.

Test Result for all HSCBs: OK ☐ Not OK ☐

b) Inter trip input and inter trip output of all HSCBs shall be checked by means of cross connection between HSCBs in the same substation. Make sure to remove cross connection after test and insert proper resistor in Inter trip in terminals.

Test Result for all HSCBs: OK ☐ Not OK ☐

c) Close command to the HSCBs in remote mode, shall not lead to close PCC.

Test Result for all HSCBs: OK ☐ Not OK ☐

d) If the ND disconnector is open, the related MRID shall not be able to operate (No permission to operate) and in case MRID disconnector is closed, the relevant ND disconnector shall not have permission to open. This test shall be implemented one by one for each MRID/ND disconnector.

Test Result for MRID1/ND Disconnector1: OK ☐ Not OK ☐

Test Result for MRID2/ND Disconnector2: OK ☐ Not OK ☐

e) Recloser and Anti-pumping function shall be tested for all HSCBs and NPMPD.

Test Result for All HSCBs: OK ☐ Not OK ☐

Test Result for NPMPD: OK ☐ Not OK ☐

f) In case of removing Auxiliary DC voltage, Not HSCBs nor AC Breakers shall trip.

Test Result: OK ☐ Not OK ☐

g) In case the MRID is in Lockout, even if its interlock with AC breaker permits to operate, it shall not operate till resetting the MRID Lockout.

Test Result for both MRIDs: OK ☐ Not OK ☐

Note

Final Check

a) Check to be sure Cable connection from each feeder to its appropriate 3rd rail.

Test Result for All LFCBs and PCC: OK ☐ Not OK ☐

b) Check to be sure cable connection from ND to impedance bond and from impedance bond to Rails. Connection of both rails of each track to ND (direct or with impedance bond) is really important.

Test Result: OK ☐ Not OK ☐

c) Check to be sure cable connection between ND and NPMPD and between NPMPD and earth PE bus bar.

Test Result: OK ☐ Not OK ☐

۲- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار متوسط (MV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه .
۲. بررسی نظافت تابلوها.
۳. ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

جدول ۲—۸ چک‌لیست تابلوهای فشار متوسط

تاریخ انجام تست:		
مشخصات محل نصب		
کد ایستگاه:	نام ایستگاه:	نوع ایستگاه: سکو جزیره ای ☐ سکو جانبی ☐
مشخصات تابلوی فشار متوسط		
شماره سریال تابلو:		محل قرار گیری تابلو: LPS1 ☐ LPS2 ☐ RS ☐
رنج کلید قدرت:		سطح اتصال کوتاه کلید:
نسبت تبدیل ترانس جریان :		نسبت تبدیل ترانس ولتاژ :

مشخصات دستگاه های تست			
ردیف	نام و مدل دستگاه	شماره سریال	تاریخ انقضای کالیبراسیون

- تست کلید های قدرت

اطلاعات عمومی کلید

جدول ۲—۹ چک‌لیست اطلاعات عمومی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
سازنده/ مدل کلید				
شماره سریال				
جریان نامی کلید				
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه				

تست زمان باز و بست کلید (Timing Test)

جدول ۴-۱۰ چک لیست زمان باز و بسته شدن کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
زمان بسته شدن (ms)				
زمان باز شدن (ms)				

تست مقاومت کنتاکت

جدول ۴-۱۱ چک لیست تست مقاومت کنتاکت

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	JT1	JT2	JC1	JC2
فاز L1					
فاز L2					
فاز L3					

- تست مقاومت عایقی کلید

چک لیست

جدول ۴-۱۲ چک لیست تست مقاومت عایقی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)				

- تست عملکردی کلید

چک لیست

جدول ۴-۱۳ چک لیست تست عملکردی کلید

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
Indication (Open/Close)				
Interlock (Electrical/Mechanical)				
Anti-pumping and Blocking Relay Check				
Motor Charging Current				

Motor Charging Time				
Spring Charge Current				
Spring Charge Time				
Counter Operation				

✓ تست کلید های(Load Breaker (Disconnector

- اطلاعات عمومی کلید

چک لیست

جدول ۴-۱۴ چک لیست اطلاعات عمومی کلیدDisconnector

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
سازنده/ مدل کلید				
شماره سریال				
جریان نامی کلید				
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه				

- تست مقاومت عایقی Load Breaker (Disconnector)

چک لیست

جدول ۴-۱۵ تست مقاومت عایقی کلیدDisconnector

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)				

- تست مقاومت کنتاکت Load Breaker (Disconnector)

چک لیست

جدول ۴-۱۶ چک لیست تست مقاومت کنتاکت Disconnector

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	JT1	JT2	JC1	JC2
فاز L1					
فاز L2					
فاز L3					

- تست عملکردی Load Breaker (Disconnector)

چک لیست

جدول ۴-۱۷ چک لیست تست عملکردی Disconnector

نام فیدر	JI1	JI2	JO1	JO2
Anti-pumping and Blocking Relay Check				
Motor Charging Current				
Motor Charging Time				
Spring Charge Current				
Spring Charge Time				
Counter Operation				

✓ تست ترانس جریانی

- اطلاعات عمومی ترانس جریان

چک لیست

جدول ۴-۱۸ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان

نام فیدر	JT1	JT2	JC1	JC2
سازنده				
شماره سریال				
نسبت تبدیل				
Burden (VA)				
ALF				

- تست نسبت تبدیل

چک لیست

جدول ۴-۱۹ چک‌لیست تست نسبت تبدیل

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
JC1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
	L3	1					
		2					
JC2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

- تست منحنی مغناطیس کنندگی (Magnetizing Curve)

چک لیست

جدول ۴-۲۰ چک‌لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
JC1	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
JC2	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
JT1	NO. 1	1						
		2						
		3						

		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
JT2	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						

- تست مقاومت عایقی

چک لیست

جدول ۲-۲۱ چک لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Position	Voltage Test	L1	L2	L3
JC1	P-E				
	S1-S2				
JC2	P-E				

	S1-S2				
JT1	P-E				
	S1-S2				
JT2	P-E				
	S1-S2				

- تست پلاریته

چک لیست

جدول ۴-۲۲ چک‌لیست تست پلاریته

	Feeder Name	JC1		JC2		JT1		JT2	
	Core No.	1	2	1	2	1	2	1	2
PHASE	L1								
	L2								
	L3								

- تست Burden

چک لیست

جدول ۴-۲۳ چک‌لیست تست Burden

Feeder Name	Core No.	Phase L1	Phase L2	Phase L3	Ambient Air – temp (C)
JT1	1				
	2				
JT2	1				
	2				
JC1	1				
	2				
JC2	1				
	2				

- تست پیوستگی مسیر جریانی

چک لیست

جدول ۴-۲۴ چک‌لیست تست پیوستگی مسیر جریانی

Feeder	phase	core	Primary Injection Current	Measuring Secondary	Measuring Center	Measuring Ammeter	Measuring Relay
JC1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JC2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT1	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
JT2	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

- ✓ تست ترانس ولتاژی
- اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی

چک لیست

جدول ۴–۲۵ چک‌لیست تست ترانس ولتازی

نام فیدر	JP1	JP2
سازنده		
شماره سریال		
نسبت تبدیل		
تعداد سیم پیچ		
Burden (VA)		
کلاس		

- تست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی

چک لیست

جدول ۴–۲۶ چک‌لیست تست تبدیل ترانس ولتاژی

Feeder Name		JP1	JP2
Test Voltage			
Winding 1	L1 (V)		
Winding 2			
Winding 3			
Winding 1	L2 (V)		
Winding 2			
Winding 3			
Winding 1	L3 (V)		
Winding 2			
Winding 3			

- تست پلاریته

چک لیست

جدول ۴–۲۷ چک‌لیست تست پلاریته

Feeder Name	PHASE	L1	L2	L3

JP1	WINDING 1			
	WINDING 2			
	WINDING 3			
JP2	WINDING 1			
	WINDING 2			
	WINDING 3			

- تست مقاومت عایقی

چک لیست

جدول ۴-۲۸ چک‌لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
JP1	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
JP2	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		

- تست پیوستگی ولتاژی

چک لیست

جدول ۴-۲۹ چک‌لیست تست پیوستگی ولتاژی

Feeder	phase	Primary Voltage	Measuring Secondary	Measuring Center	Measuring Ammeter	Measuring Relay
JP1	L1					
	L2					
	L3					
JP2	L1					
	L2					
	L3					

❖ تست مقاومت عایقی شینه های برق

چک لیست

جدول ۴-۳۰چک‌لیست تست مقاومت عایقی شینه برق

	BUS A	BUS B	BUS C
L1-E			
L2-E			

L3-E			

۲- ۴- ۵- ۴- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 61439-1:2011 ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه .
۲. بررسی نظافت تابلوها.
۳. ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک لیست

جدول ۴-۳۱ چک‌لیست تابلوهای فشار ضعیف

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
LV Switchgear Information:			
Serial Number:		LPS Name:	Transformer Sizing:
Incoming CB Rating: 250 A ☐ 200A ☐			
Test Devices			
No.	Device Name and Code	Serial Number	Calibration Expiry Date
1			
2			
3			
4			
5			

۱. تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

چک لیست

جدول ۴-۳۲ چک‌لیست تست مقاومت عایقی Insulation Resistance Test

Phase - Earth	Voltage (V)	Resistance (MΩ)	Phase- Phase	Voltage (V)	Resistance (MΩ)
L1-E	500 ☐ 1000 ☐		L1-L2	500 ☐ 1000 ☐	
L2-E	500 ☐ 1000 ☐		L2-L3	500 ☐ 1000 ☐	
L3-E	500 ☐ 1000 ☐		L3-L1	☐ 1000 ۵۰۰ ☐	

۲. تست تداوم مداری (Continuity Check)

چک لیست

جدول ۴-۳۳ چک‌لیست تست تداوم مداری

Voltage Continuity Check:

Phase Name	Voltage	Multifunction Meter	Analogue Voltmeter	SCADA/BMS
L1				
L2				
L3				

Current Continuity Check:

Phase Name	Current	Multifunction Meter	Analogue Ampere-meter	SCADA/BMS
L1				
L2				
L3				

۳. دقت اندازه گیری (Measurement Accuracy)

چک لیست

جدول ۴-۳۴ چک‌لیست دقت اندازه‌گیری

Voltage Measurement Accuracy

	Input Voltage			Measured Voltage					
	V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}	V_{L1L2}	V_{L2L3}	V_{L3L1}	V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}
Incoming									
Coupler									

Capacitor Bank									

Current Measurement Accuracy:

	Input Current			Measured Current		
	I_A	I_B	I_C	I_A	I_B	I_C
Incoming						
Coupler						
Capacitor Bank						

Power and Energy Measurement Accuracy:

Input Voltage			Input Current		
V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}	S	P	Q
Measured Power Factor:					
Calculated Powers			Calculated Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Measured Powers			Measured Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Incoming Measuring Center			Incoming Measuring Center		

۲- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش سیستم زمین

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEEE80 ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- بررسی تداوم و یکپارچگی سیستم زمین
- بررسی کابل های سیستم زمین
- اندازه گیری مقاومت الکترودهای زمین

۲- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش کابل فشار متوسط (20KV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، طراحی های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- آزمایش مقاومت عایق و اندازه گیری مقدار بر حسب KM/MΩ.
- آزمایش مقاومت هادی و اندازه گیری مقدار بر حسب mΩ/km .

- megger test .
- تست توالی فاز.

۲- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش باتری

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IECC60623-2017 ، می‌باشد و طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
- بررسی نظافت باتری ها.
- بررسی ارتباطات میان باتری ها .
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک لیست

جدول ۴-۳۵ چک‌لیست آزمایش باتری

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: Island Station ☐ Lateral Station ☐
Battery Type:			Battery Quantities: .... cell in LPS1 ☐ LPS2 ☐
Test Equipment List and Specifications:			
Item	Model	Serial Number	Calibration Expiry Date

- تست های اندازه گیری (Measurement Tests).

چک لیست

جدول ۴-۳۶ چک‌لیست تست‌های اندازه‌گیری Measurement Tests

Charging Record - Constant Current : .... A			
KPL....	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			

Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
...						
۹۱						
۹۲						

Discharging Record - Constant Current : ... A			
KPL700	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			
Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
..						
92						

۲- ۴- ۵- ۸- شرح آزمایش شارژر

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC ، می‌باشد و طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می گیرید.

- بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در Name Plate دستگاه با اطلاعات پروژه.

- بررسی نظافت تابلوها.
- ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک لیست

جدول ۴-۳۷ چک‌لیست آزمایش شارژر

تاریخ انجام تست:			
مشخصات محل نصب			
کد ایستگاه:	نام ایستگاه:	نوع ایستگاه: سکو جزیره ای ☐ سکو جانبی ☐	
مشخصات تابلوی رکتیفایر			
شماره سریال دستگاه:	میزان جریان خروجی: ..... آمپر ☐ ..... آمپر ☐	محل قرار گیری تابلو: ☐LPS1 ☐ LPS2 ☐ RS	
مشخصات دستگاه های تست			
ردیف	نام و مدل دستگاه	شماره سریال	تاریخ انقضای کالیبراسیون

۱. بررسی صحت عملکرد نمایشگر های دستگاه.
۲. بررسی روشن شدن ماژولها و مدارات و برد های کنترل مرکزی.
۳. بررسی عدم وجود آلارم.
۴. بررسی عملکرد لامپ تست.
۵. بررسی عملکرد فن.
۶. بررسی ولتاژ ترمینال باتری.
۷. بررسی عملکرد ولتاژ ترمینال بار.

۲- ۵-بهره‌برداری و نگهداری پست های ترکشن(RS) خطوط مترو

با توجه به ماهیت و اهمیت تجهیزات نصب شده در پست RS جهت تامین برق ایمن و مطمئن ریل سوم خطوط مترو، انجام سرویس‌های تعمیر و نگهداری دوره‌ای تجهیزات اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، لذا با توجه به تخصصی بودن

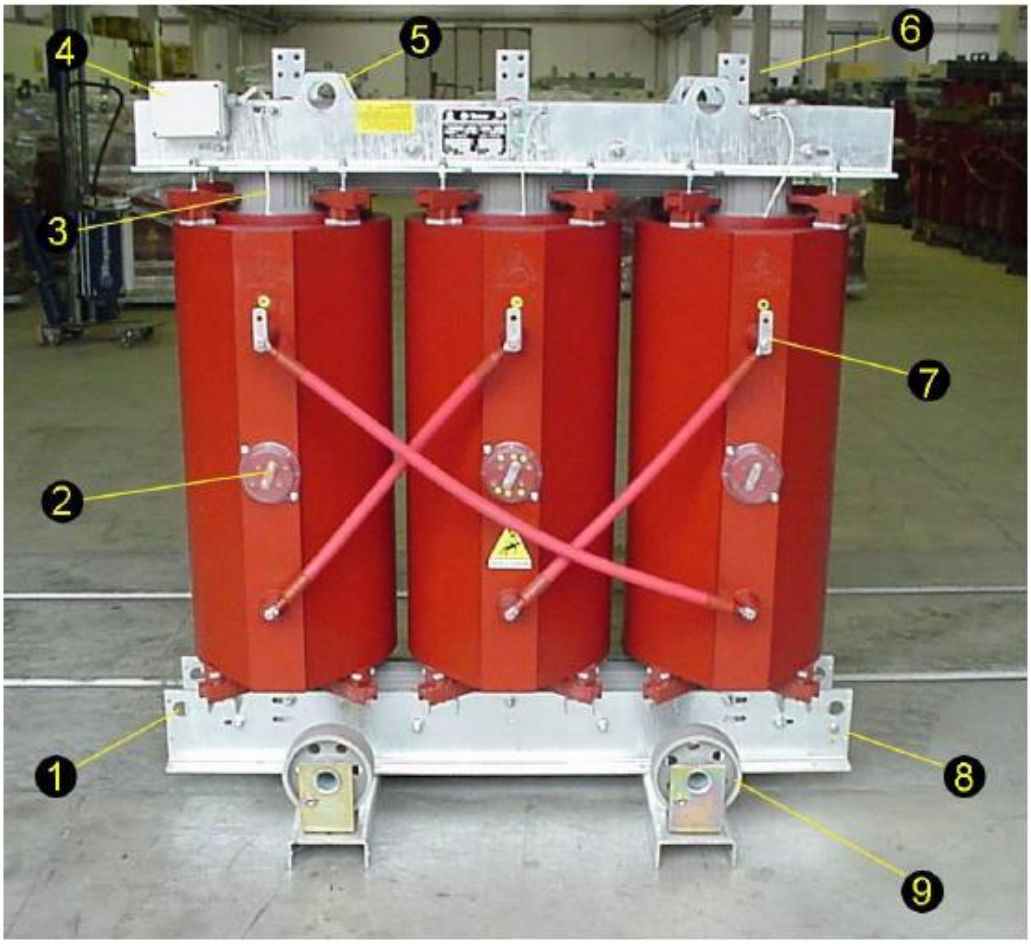
تجهیزات و الزاماتی که هر سازنده جهت بهره‌برداری مناسب و بهینه از تجهیزات ساخته شده خود دارد، الزامات و دستورالعمل‌های مختص به خود را تهیه و در اختیار استفاده کنندگان از تجهیزات را قرار می‌دهد، لذا در ذیل به الزامات کلی اشاره شده در اسناد دستورالعمل تعمیر و نگهداری به تفکیک هر تجهیز اشاره می گردد:

۲- ۵- ۱- مندرجات ترانسفورماتور ترکشن

۱-تجهیزات ترانسفورماتورهای خشک
۲-نگهداری دوره‌ای
۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری
۳-جدول بازدیدهای دوره ای
۴-توضیح اجزاء ترموکنترلر
۵-مقادیر تنظیم شده رله ترموکنترلر
۶-رفع مشکلات رله ترمو کنترلر

۲- ۵- ۱- ۱- اجزای اصلی و تجهیزات جانبی ترانسفورماتورهای خشک

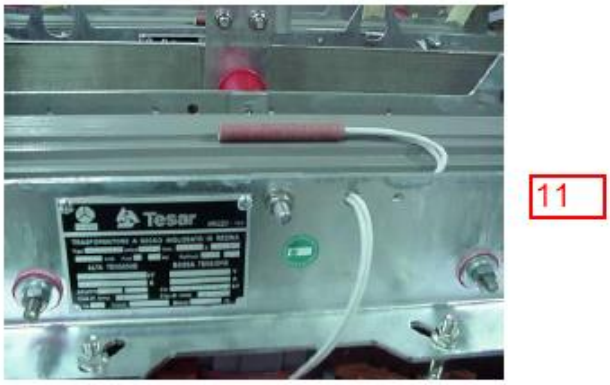
۱.قلاب حمل و نقل
۲.اتصالات تپچنجر
۳.سنسور حرارتی داخل سیم پیچ
۴.جعبه ترمینال
۵.گوشواره‌های حمل
۶.ترمینال‌های فشار ضعیف
۷.ترمینال‌های فشارقوی
۸.ترمینال زمین
۹.چرخهای حمل و نقل



شکل ۴-۱ ترانسفورماتور خشک

۱۰. رله ترموکنترلر
۱۱. سنسور حرارتی هسته
۱۲. محفظه
۱۳. بوشینگ ترمینال فشار قوی
۱۴. پوشش تپ چنجر

شکل ۲-۲ رله ترموکنترلر



شکل ۲-۳ سنسور حرارتی هسته

شکل ۲-۴ محفظه

شکل ۲–۵ بوشینگ ترمینال فشار قوی

شکل ۲–۶ لینک تپ چنجر

۲- ۵- ۱- ۲- نگهداری دوره‌ای

بازرسی دوره‌ای دقیق از ترانسفورماتورها مانع از بروز آسیب به ترانسفورماتور می‌شود و طول عمر آن را می‌افزاید. در شرایط استاندارد و مناسب بهره‌برداری عملیات نگهداری زیر سالی یکبار انجام می‌شوند.

۱. سیم‌پیچ اولیه و ثانویه (HV/LV) را از گرد وخاک، میعانات با د ستمال خ شک یا باد خ شک کمپر سور پاک کنید.
۲. داکتهای خنک کننده و تهویه بین هسته‌ها را به منظور جلوگیری از افزایش دما تمیز کنید.
۳. محکم بودن اتصالات سمت HV و LV لینک‌های تپچنجر، پیچها و مهره‌های یوغ و عایق‌ها (Spare) را بازبینی کنید.
۴. عملکرد فانکشن حفاظت حرارتی (سنسور حرارتی و ترموکنترلر) را چک کنید. همچنین حفاظت اضافه‌بار و اتصال کوتاه و قطع و وصل سوئیچهای اتوماتیک را بازرسی کنید. این بازرسی‌ها می‌بایست توسط تجهیزات مناسب که خطا را شبیه‌سازی می‌کنند انجام شوند.

۵. بعد از یک مدت طولانی که تراز سفورماتور ا ستفاده شده با شد چک کامل نمائید و در صورت اتصال کوتاه یا اضافه ولتاژ یا حوادث غیر مترقبه دیگر با سازنده جهت سرویس تماس بگیرید.

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می‌بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۲- ۵- ۱- ۳- عملیات نگهداری در شرایط اضطراری

در صورتیکه ترانسفورماتور برای مدت طولانی بلا استفاده مانده باشد لازم است کلیه عملیات زیر قبل از برقدار کردن مجدد انجام شوند:

۱ . بازرسی‌های مکانیکی

- بازرسی اتصالات زمین.
- بازرسی فواصل عایقی (به دفترچه ترانسفورماتور مراجعه شود).
- بازرسی محکم بودن اتصالات HV و LV با لینکهای تپ‌چنجر

۲ . بازرسی‌های الکتریکی

- بازرسی عملکرد صحیح تجهیزات حفاظتی ترانسفورماتورها (رله‌ها ، کلید و...).
- بازرسی Setting رله‌ها.
- بازرسی Setting رله حفاظت اضافه دما و سنسورها.
- بازرسی تجهیزات خنک کننده.
- تست مقاومت عایقی با استفاده از Megger (ولتاژ ۲/۵ کیلوولت).

جدول ۴-۳۸ تست مقاومت عایقی

نتایج قابل قبول تست مقاومت عایقی		
ردیف	مدار	حداقل حرارت قابل قبول
۱	سمت HV درحالیکه LV زمین است	مطابق دستور العمل سازنده
۲	سمت LV درحالیکه HV زمین است	مطابق دستور العمل سازنده
۳	سمت HV و LV نسبت به زمین	مطابق دستور العمل سازنده

۳ . ترانسفورماتور می‌بایست کاملاً تمیز شود (توسط دستمال خشک یا جریان هوای خشک کمپرسور) و به طور کامل مورد بازبینی قرار بگیرد.

۴ . تست‌های الکتریکی

- تست نسبت ولتاژ
- تست گروه‌برداری

جدول ۴-۳۹ جدول بازرسی دوره‌ای

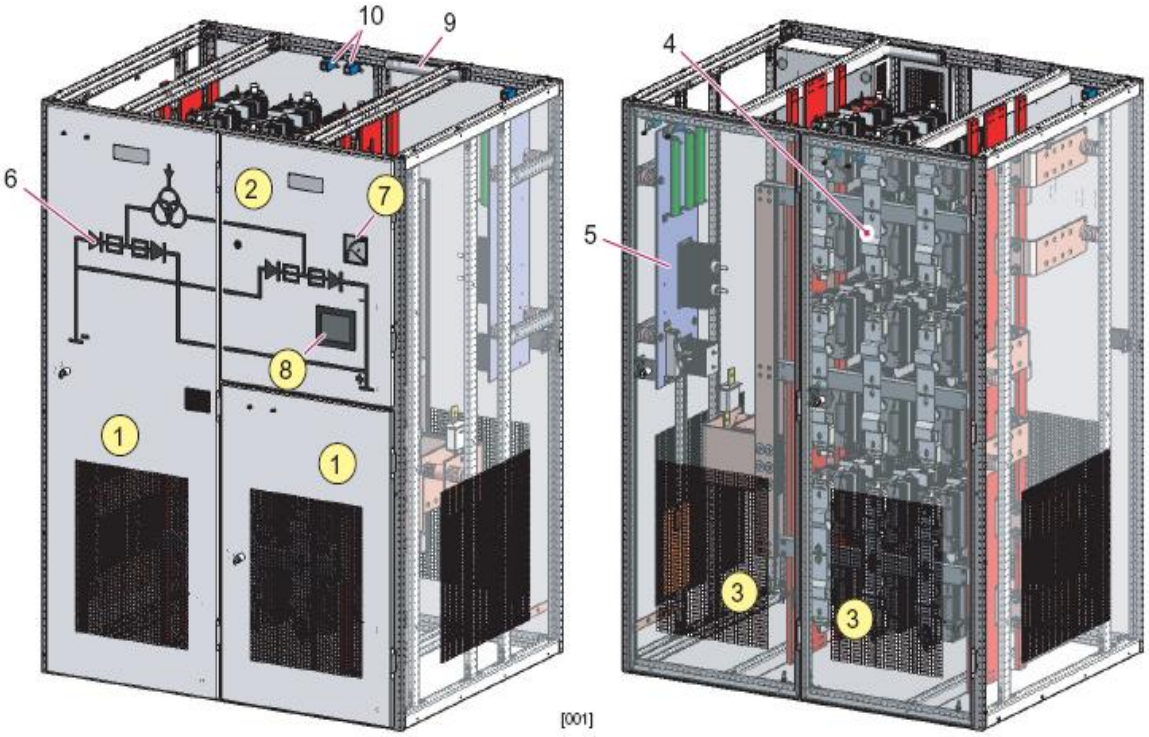
جدول بازرسی دوره‌ای				
ردیف	موارد مورد بازرسی	فاصله زمانی	تجهیزات لازم	نتیجه بازرسی
۱	پاک کردن گرد و خاک و رسوبات روی سیم‌پیچ	سالی یکبار یا بعد از حادثه خاص	با هوای فشرده و پارچه	تمیز شدن ترانسفورماتور
۲	سفت کردن پیچهای اولیه و ثانویه اتصالات الکتریکی		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۳	سفت کردن قسمتهای مکانیکی پیچها ، کلمپ اتصال زمین		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۴	محکم کردن صفحه تنظیم بلوکهای فاصله عایقی (Spacer)		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۵	بازرسی عملکرد رله ترمو کنترلر و سنسور حرارتی		با هوای داغ (مانند سشوار) سنسور حرارتی را گرم می‌کنیم تا به دمای آستانه آلارم یا تریپ برسد	سوئیچ تریپ و آلارم قطع و وصل می‌شوند
۶	بازرسی عملکرد رله اضافه بار و اتصال کوتاه		ژنراتور قدرت برای سیموله کردن ضرر	تزریق جریان بیش از حد آستانه به رله موجب تریپ کلید می‌شود
۷	بازرسی میعانات باقیمانده روی سیم پیچ	بعد از یک توقف طولانی	هوای گرم و خشک و پارچه	سطح هسته و داکتهای داخلی خشک می‌شوند.
۸	چک عایقی بین سیم پیچ‌ها و زمین		مگر با ولتاژ حداقل ۲۵۰۰V	مطابق دستور العمل سازنده

**** لازم به توضیح می‌باشد در خصوص موارد فوق می بایست به دستورالعمل سازنده مخصوص هر تجهیز مراجعه گردد و موارد فوق به صورت کلی اشاره شده است.**

۲- ۵- ۲- تابلو رکتیفایر یا یکسو ساز کشش

۲- ۵- ۲- ۱- نمای کلی تابلوی یکسوساز کشش

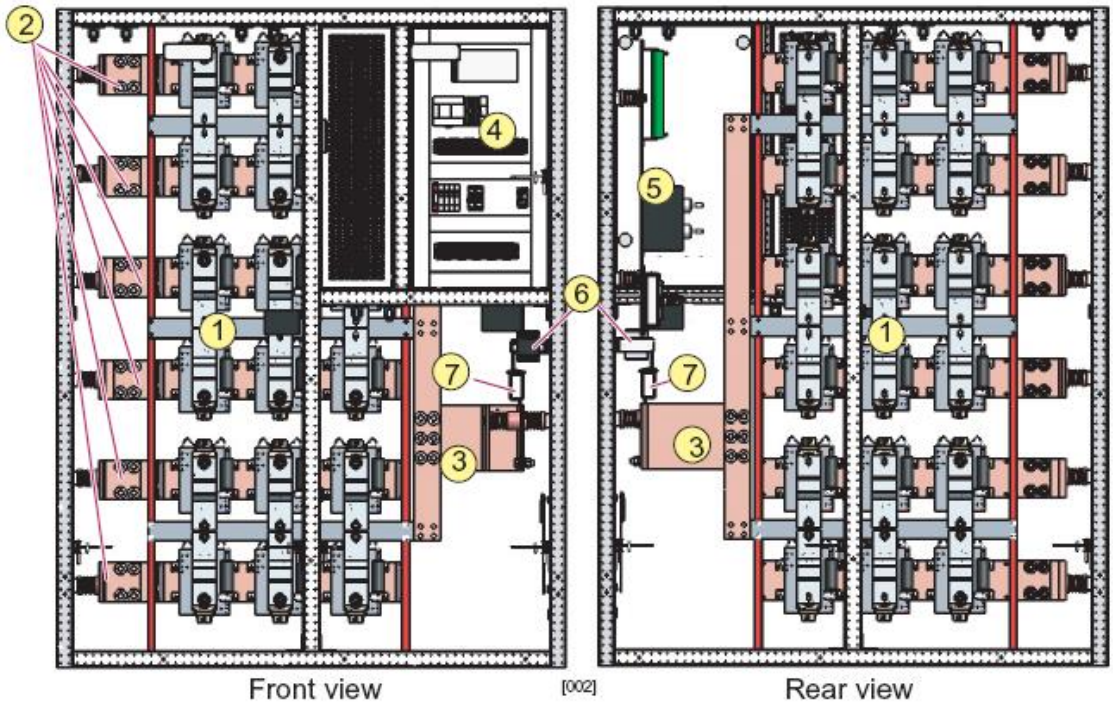
تابلوی یکسوساز از دو بخش فشار قوی و فشار ضعیف تشکیل شده است.



شکل ۲–۷ تابلو یکسوساز کشش

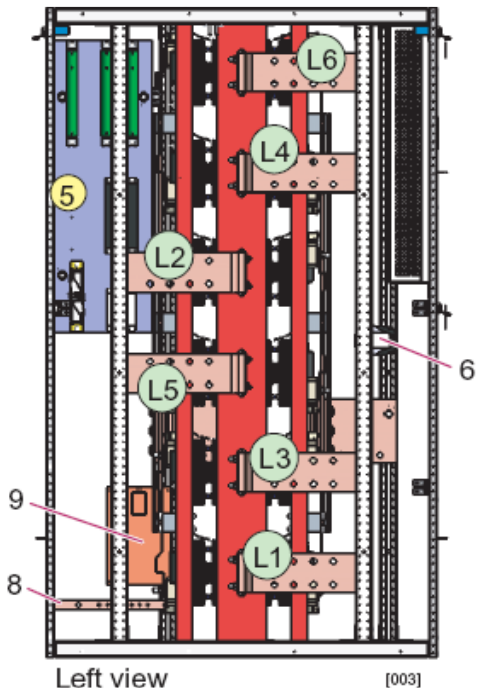
۱. دربهای جلویی محفظه HV
۲. درب جلویی محفظه LV
۳. درب پشتی محفظه HV
۴. یکسوساز
۵. محافظ اضافه ولتاژ RC
۶. میمیک دیاگرام جلوی تابلو
۷. ولتمتر خروجی DC یکسوساز
۸. نمایشگر LCD
۹. روشنایی تابلو
۱۰. میکروسوئیچ برای کنترل روشنایی و اینترلاک ایمنی

۲- ۵- ۲- ۲- نمای جلو، چپ و پشت تابلو

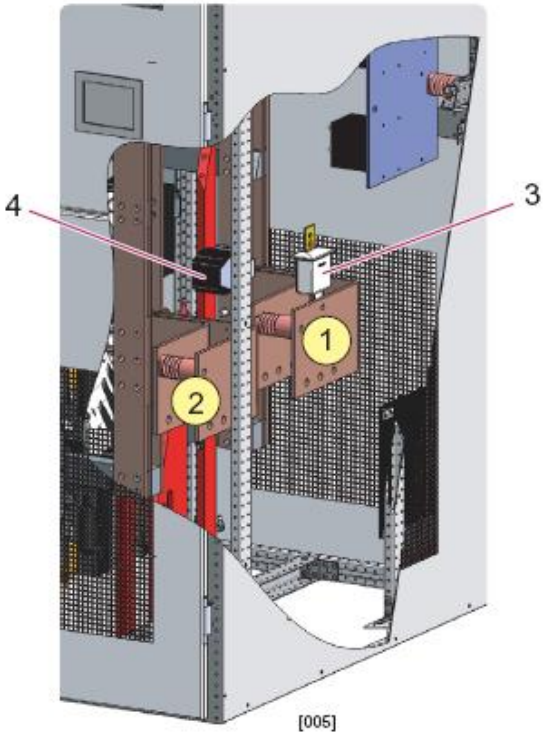


شکل ۲–۸ نمای جلو تابلو یکسوساز کشش

۱. یکسوساز
۲. باسبارهای اتصال AC (L1~L6)
۳. باسبارهای اتصال DC
۴. صفحه نصب فشار ضعیف
۵. تجهیز حفاظت اضافه ولتاژ RC
۶. Measuring amplifier VM10
۷. محافظ صاعقه Surge Arrester
۸. باسبار زمین
۹. هیتر



شکل ۲-۹ نمای چپ تابلو یکسوساز کشش



شکل ۲-۱۰ جزئیات اتصالات dcخروجی

۲- ۵- ۲- ۳- جزئیات اتصالات DC خروجی

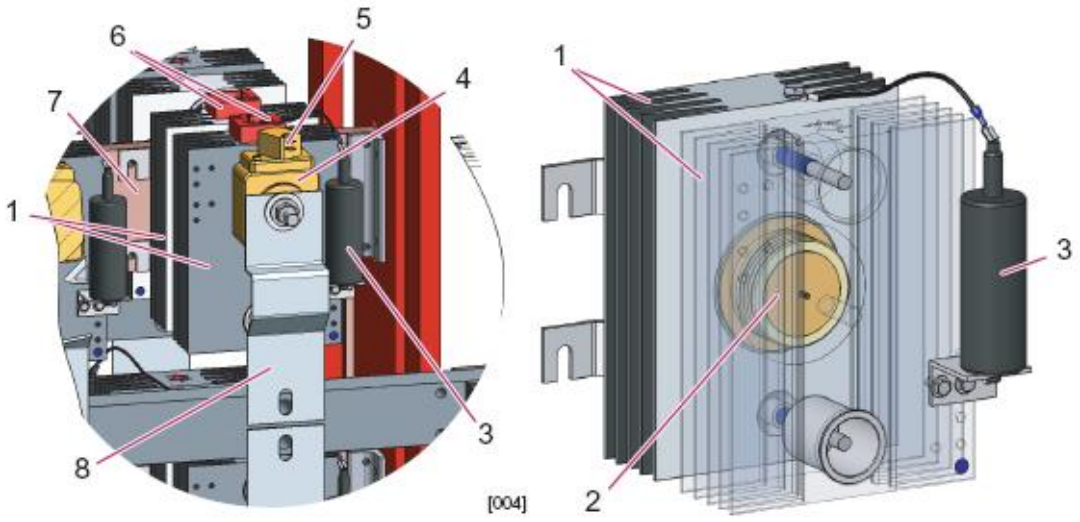
۱. قطب مثبت ۷۵۰ ولت مستقیم (+)

۲. قطب منفی ۷۵۰ ولت مستقیم (-)

۳. محافظ اضافه ولتاژ صاعقه (Surge Arrester)

۴. ایزوله‌کننده/ مبدل/ تقویت‌کننده اندازه‌گیری ولتاژ VM10

۲- ۵- ۲- ۴- بلوک دیود



شکل ۲-۱۱ بلوک دیود

۱. هیت‌سینک (*۲)

۲. دیود

۳. خازن Snubber

۴. فیوز

۵. میکروسوئیچ مانیتورینگ فیوز

۶. ترموستاتهای آلارم و تریپ

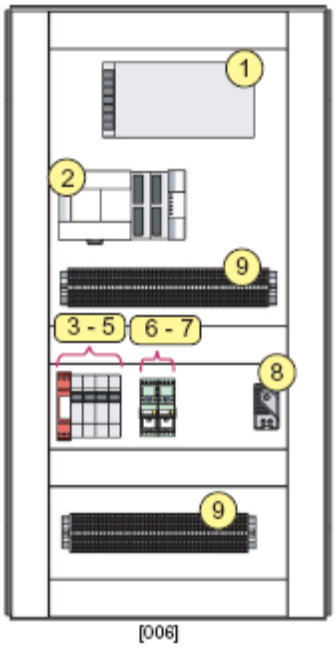
۷. باسبار DC

۸. باسبار AC

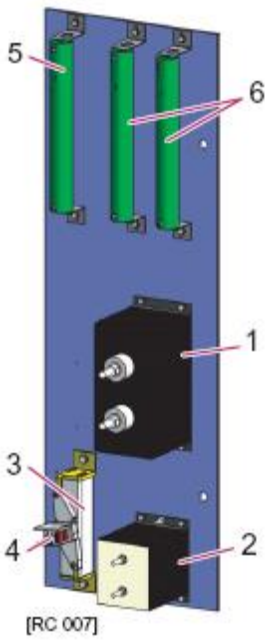
۲- ۵- ۲- ۵- صفحه نصب تجهیزات فشار ضعیف

۱. مبدل DC/DC کانورتر

۲. کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی Twido
۳. محافظ اضافه ولتاژ صاعقه
۴. MCB تغذیه کنترل و فرمان ۱۱۰Vdc
۵. MCB تغذیه کمکی ۲۴۰ Vac
۶. رله کمکی تکثیر خطای مدار RC
۷. رله کمکی تکثیر تریپ دمای بالای یکسوساز
۸. ترموستات برای کنترل هیتر
۹. ترمینالهای ارتباطی فشار ضعیف و کنترلی



شکل ۲-۱۳صفحه نصب تجهیزات فشار ضعیف



شکل ۲—۱۲ تجهیز محافظ اضافه ولتاژRC

۲- ۵- ۲- ۶- تجهیز محافظ اضافه ولتاژ RC

۱. خازن مدار RC : 2000Vdc, 60 µF

۲. خازن مدار RC : 2000Vdc, 4 µF

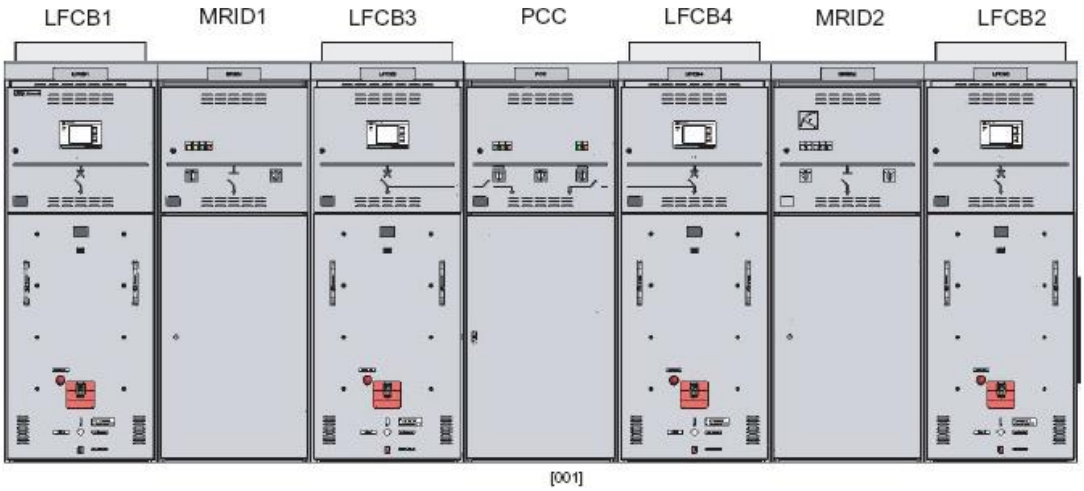
۳. فیوز محافظ فشار قوی 2000Vdc, 32A

۴. میکروسوئیچ مانیتورینگ فیوز

۵. مقاومت ۲۲ kΩ مدار RC

۶. مقاومت ۴/۷ kΩ مدار RC

۲- ۵- ۲- ۷- تابلوهای 750VDC SWGR



شکل ۲-۱۴ تابلوهای SWGR

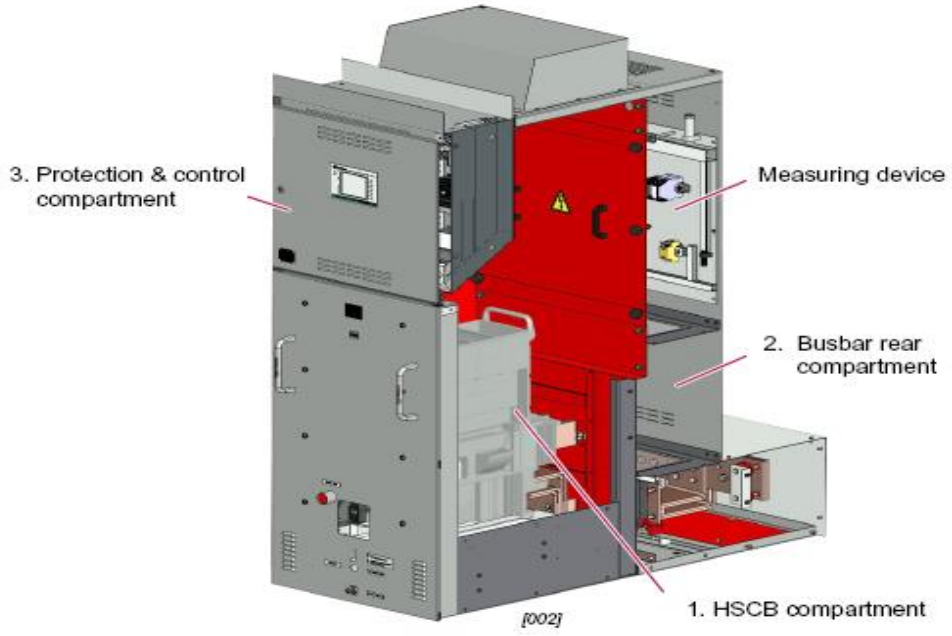
تابلوهای توزیع قطب مثبت:

- ۴ دستگاه تابلوی فیدرخط مجهز به کلید قطع سریع(LFCB1~4) +NC21~24
- ۲ دستگاه تابلوی ورودی از رکتیفایر مجهز به سوییچ جداکننده موتوری(MRID1&2) +NC11&12
- ۱ دستگاه تابلوی تغذیه ناحیه حفاظتی خنثی با کنتاکتورهای (کلیدهای) قابل قطع زیربار(PCC) +NC60

۲- ۵- ۲- ۸- تابلوهای فیدرخط مجهز به کلید قطع سریع +NC2x(LFCB)

الف) نمای کلی تابلوی فیدر خط کلیدی+NC2x(LFCB)

تابلوهای فلزی فیدر خط از ۳ قسمت مجزا برای تجهیزات فشار قوی و فشار ضعیف تشکیل شده است.



شکل ۴-۱۵ تابلو فیدر خط

۱. محفظه فشار قوی کلید کشویی قطع سریع (HSCB)

کلید سریع تیپ HPB بر روی یک ارابه کشویی ۴ چرخ در این محفظه قرار می‌گیرد. این کشو براحتی قابلیت جابجایی بین ۴ موقعیت مختلف اتصال را داراست. مدار قدرت کلید از طریق پنجه های قوی فنری به باس متصل می‌شود و مدار تغذیه کمکی از طریق کانکتورهای چند سوراخه و کابل داخل لوله خرطومی وصل می‌شود.

۲. محفظه فشارقوی پشت و باسبارها

محفظه پشتی فشار قوی از سه بخش تشکیل شده:

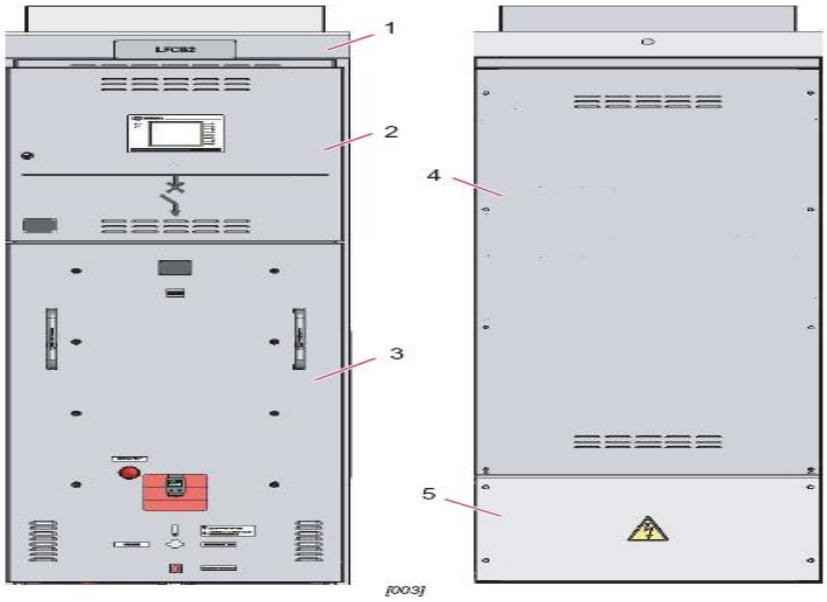
- باسبار اصلی
- باسبارهای اتصال کابل‌های قدرت ورودی/ خروجی به همراه شانت
- فضای تجهیزات اندازه‌گیری و ایزوله کننده‌ها/مبدل‌های سنجش پارامترهای الکتریکی

۳. محفظه فشار ضعیف کنترل و حفاظت

این محفظه از جلو قابل دسترس بوده و شامل رله‌های کمکی و رله کنترل و حفاظت "Sepcos-NG" به همراه نمایشگر و کنترلر مربوطه می‌باشد.

ب) نمای جلو و پشت تابلوی فیدرخط کلیدی(NC2x(LFCB+

- محفظه‌های کنترل و حفاظت و محفظه ارابه کلید کشویی از جلو در دسترس می‌باشد.
- محفظه‌های باسبارهای پشت از طریق دو صفحه فلزی قابل برداشتن از پشت در دسترس است.



شکل ۴-۱۶ تابلو فیدر خط کلیدی LFCB

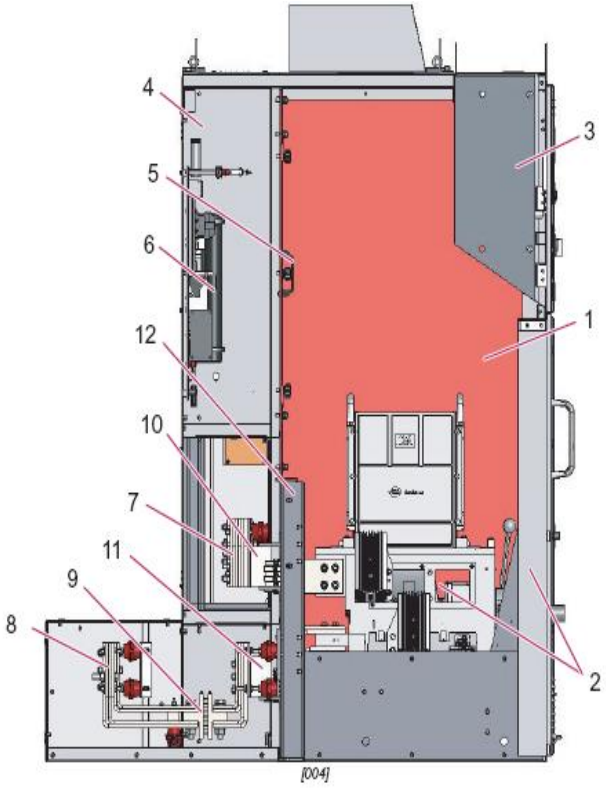
۱. تابلوی فیدرخط کلیدی(NC2x(LFCB+ ۲. محفظه کنترل وحفاظت ۳. نمای جلوی ارابه کشویی کلید سریعHSCB.

۴. صفحه فلزی روکش پشت بالایی ۵. صفحه فلزی روکش پشت پائینی

پ) نمای مقطع عرضی تابلوی فیدرخط کلیدی(NC2x(LFCB+

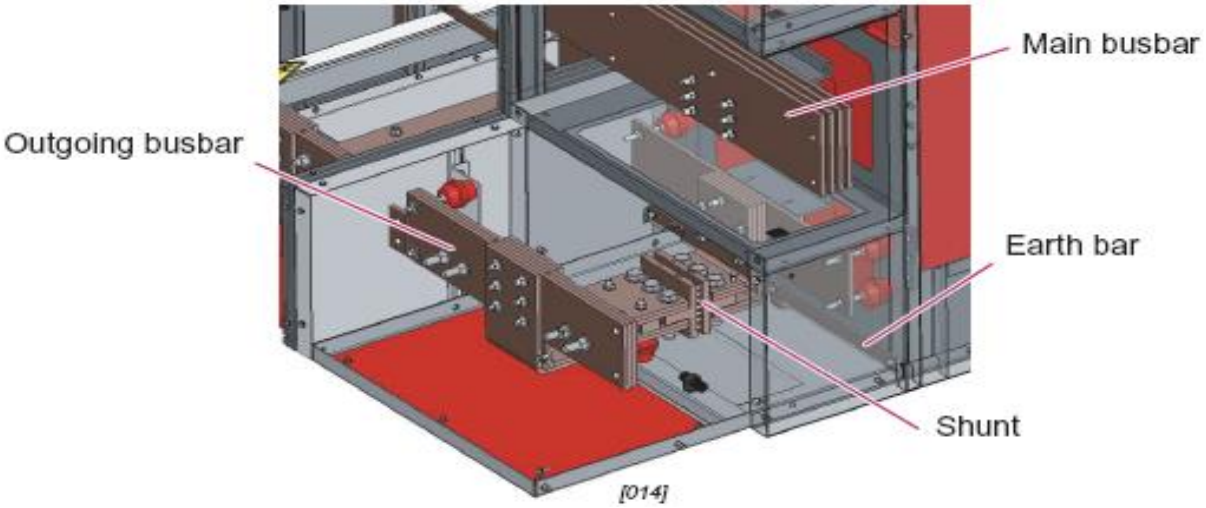
۱. محفظه ارابه کشویی کلید سریع HSCB
۲. ارابه کلید سریع HSCB
۳. محفظه کنترل و حفاظت
۴. محفظه اندازه‌گیری
۵. صفحه عایق برداشتنی

۶. تجهیزات اندازه‌گیری
۷. باسبار اصلی
۸. باسبار خروجی
۹. شانت
۱۰.محل اتصال سوکت قدرت کشویی کلید به باسبار اصلی
۱۱.محل اتصال سوکت قدرت کشویی کلیدبه باسبار ورودی/خروجی
Shutter.۱۲



شکل ۲-۱۷ مقطع عرضی تابلو فیدر خط

ت) باسبارهای محفظه پشت تابلوی فیدرخط کلیدی(LFCB)2x(NC+

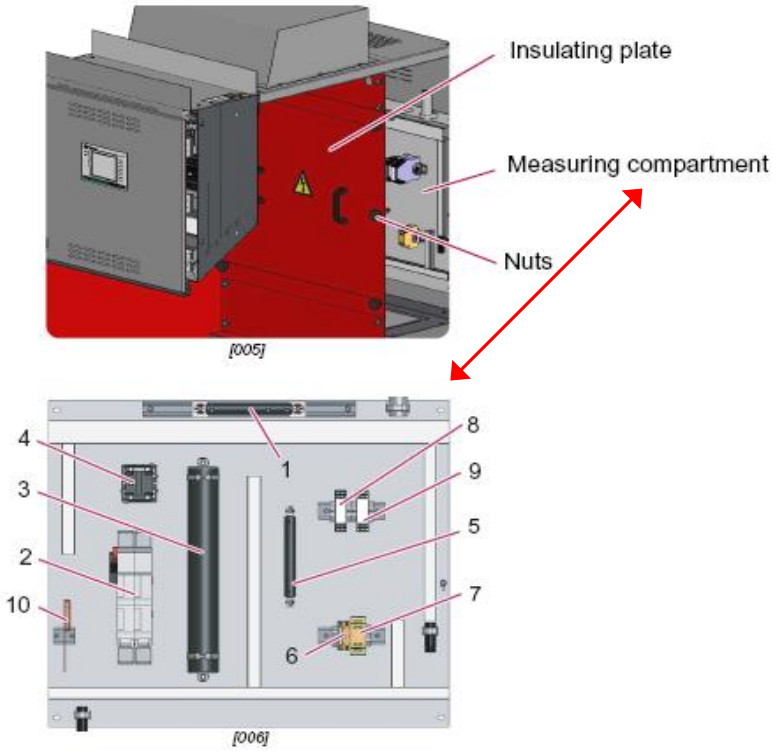


شکل ۴-۱۸ باسپارهای محفظه پشت تابلو فیدر خط

ث) محفظه تجهیزات اندازه‌گیری تابلوی فیدرخط کلیدی(NC2x(LFCB+

محفظه تجهیزات اندازه‌گیری از طریق یک صفحه عایق قابل برداشتن از داخل سمت جلوی تابلو در دسترس قرار می‌گیرد.

۱. مقاومت کلیدHSCB
۲. فیوز فشار قوی
۳. مقاومت تست مقاومت خطLTD
۴. کنتاکتور مسیر تست مقاومت خطLTD
۵. مقاومت تقسیم‌کننده ولتاژ
۶. مقاومت تقسیم‌کننده ولتاژ
۷. تنظیم‌کننده دقیق ولتاژ
۸. ایزوله کننده/ مبدل/ تقویت کننده ولتاژ
۹. ایزوله کننده/ مبدل/ تقویت کننده جریان
۱۰.هیتر

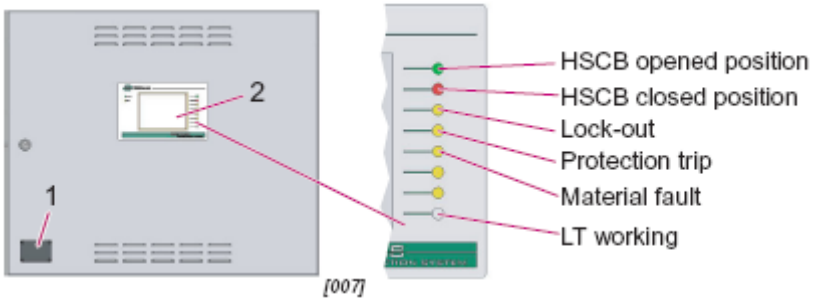


شکل ۲—۱۹ تجهیزات اندازه‌گیری تابلو فیدر خط کلیدی NC2

ج) نمای درب محفظه کنترل, حفاظت تابلوی فیدرخط کلیدی(NC2x(LFCB+

۱. لیبل شناسه تابلو

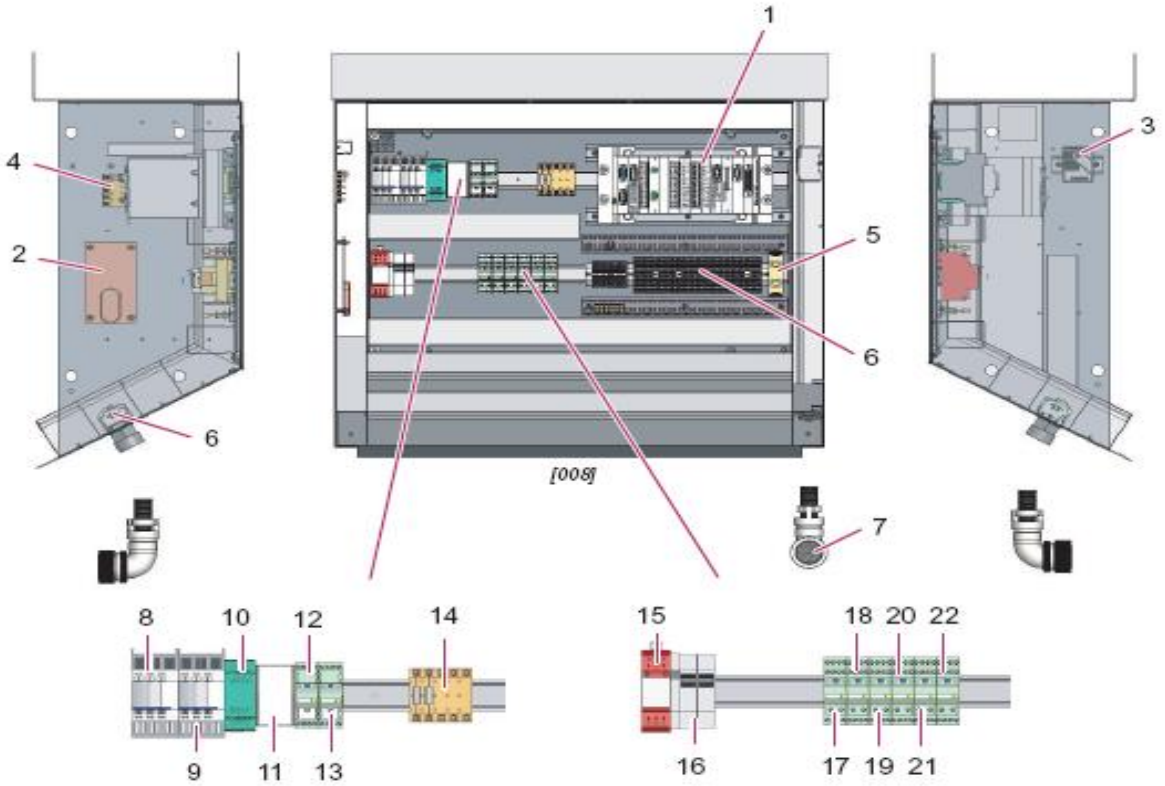
۲. صفحه نمایش رله کنترل و مانیتورینگ



شکل ۲—۲۰ نمای درب محفظه کنترل

برای اطلاعات بیشتر به دستورالعمل کار با صفحه نمایش Sepcos مراجعه شود.

چ) نمای داخلی محفظه کنترل، حفاظت

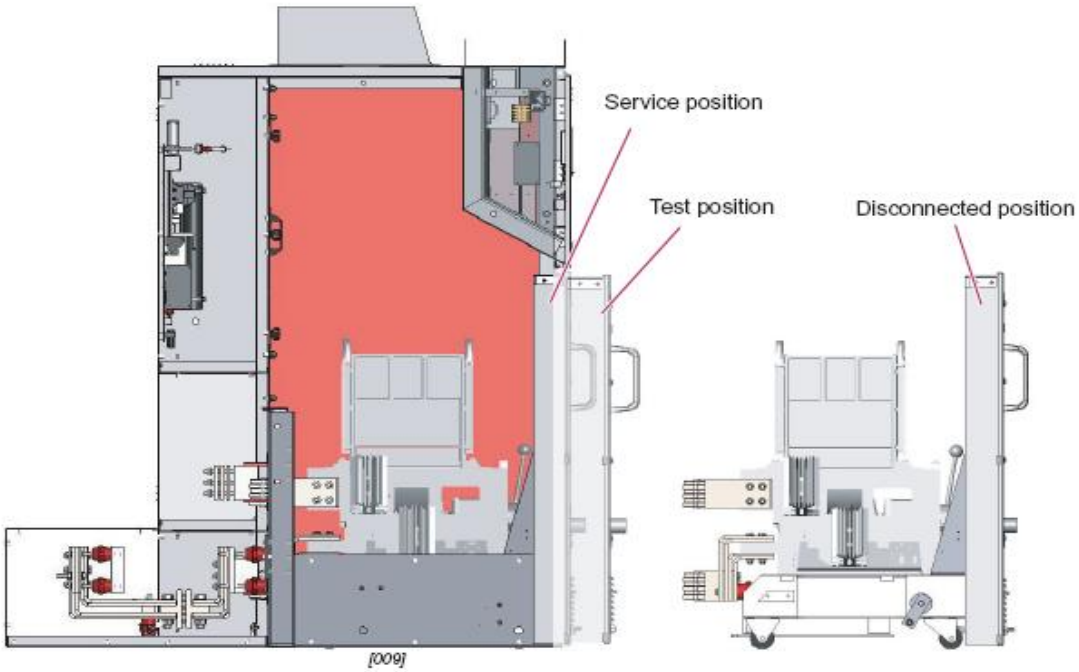


شکل ۲-۲۱ نمای داخلی محفظه کنترل

۱. رله Sepcos
۲. هیتر
۳. ترموستات
۴. دیود هرز گرد بوبین کلید
۵. اتصال واحد Ethernet
۶. ترمینال
۷. کانکتور چند سوراخه کلید
۸. رله فرمان off به کلید
۹. رله فرمان on به کلید
۱۰. مبدل DC/DC (۱۱۰Vdc به ۲۴ Vdc)
۱۱. رله اینترتریپ ورودی
۱۲. رله کمکی جهت ارسال اینترتریپ به پست مجاور
۱۳. رله کمکی جهت ارسال فرمان باز بست به PCC
۱۴. مقاومت‌های سیگنال اینترتریپ
۱۵. محافظ اضافه ولتاژ
۱۶. MCB حفاظت تغذیه کمکی ۱۱۰Vdc
۱۷. رله کمکی تکثیر سیگنال تریپ حفاظتی
۱۸. رله کمکی ارسال اینترتریپ خروجی
۱۹. رله کمکی تکثیر موقعیت کلید
۲۰. رله کمکی تکثیر موقعیت کلید
۲۱. رله کمکی تکثیر اینترتریپ ورودی
۲۲. رله کمکی تکثیر خطای کابل اینترتریپ (اتصال کوتاه/باز)

ه) وضعیت‌های مکان قرارگیری ارابه کشویی کلید HSCB

ارابه کشویی کلید HSCB چهار وضعیت دارد:



شکل ۴-۲۲ وضعیتهای مکان قرارگیری ارابه کشویی

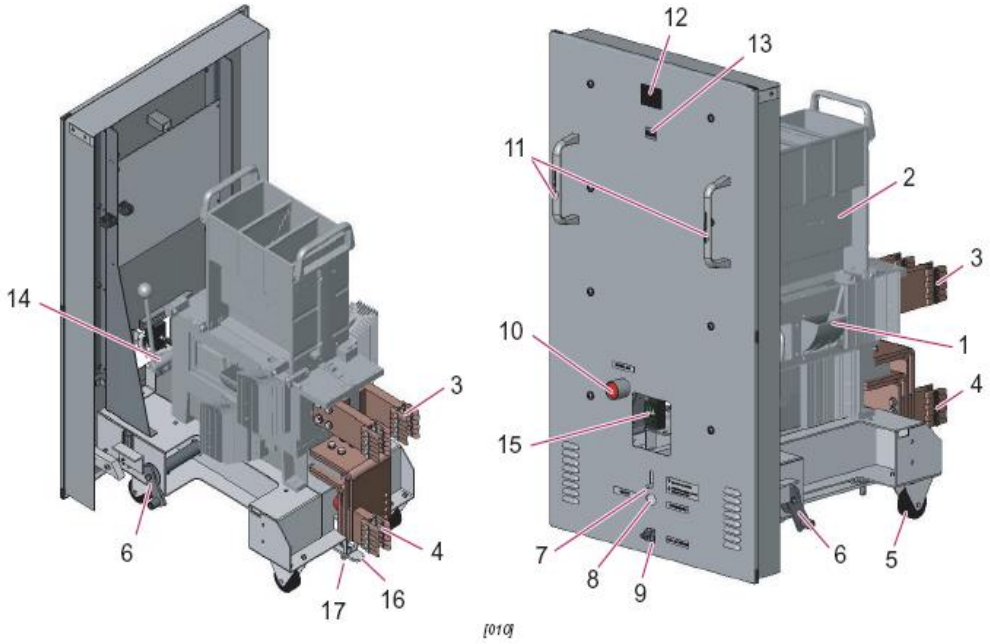
۱. **وضعیت سرویس:** اتصال ترمینالهای قدرت کشویی کلید کامل و کلید در وضعیت نرمال جهت سرویس‌دهی قرار دارد.

۲. **وضعیت تست:** ترمینال‌های قدرت کلید جدا شده، شاتر بسته ، تغذیه جانبی وصل، کلید هنوز در داخل تابلو قرار گرفته و امکان دسترسی به بخشهای HV تابلو غیر ممکن است. برای شبیه سازی و تست عملکرد کلید بدون اتصال مدار قدرت مناسب است.

۳. **وضعیت خارج از سرویس**: ارابه و کلید از داخل تابلو بیرون آمده و لیکن اتصالات کنترلی و تغذیه جانبی وصل است. اجازه تعمیر و بازبینی کلید و همزمان کنترل الکتریکی در این حالت وجود دارد.

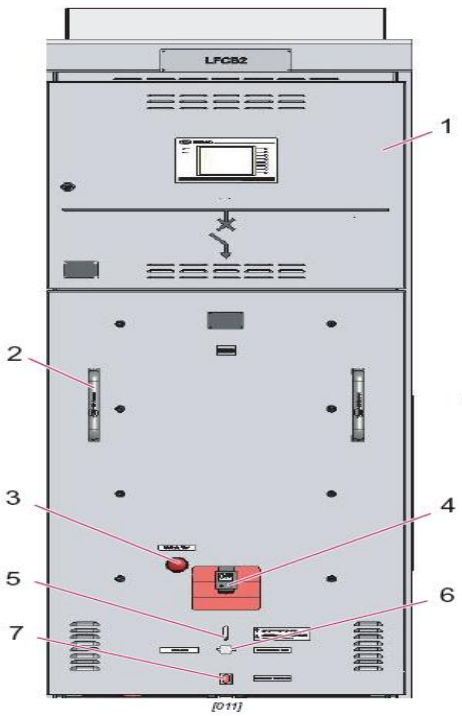
۴. **وضعیت کاملاً جدا شده**: ارابه کلید کاملاً از داخل تابلو خارج شده و کلیه اتصالات قدرت و کنترلی قطع شده است. در این وضعیت کانکتور چند سوراخه سوکتی جهت اتصالات الکتریکی کنترل و حفاظت و تغذیه جانبی جدا می‌باشد و تعمیر و بازبینی بدون هیچ اتصال الکتریکی انجام پذیر است.

خ) معرفی ارابه کشویی کلید HSCB



شکل ۲–۲۳ ارابه کشویی کلید HSCB

۱. کلید قطع سریع DC نوع HPB
۲. جرقه خفه کن Arc chute
۳. اتصال بالایی قدرت کلید
۴. اتصال پائین قدرت کلید
۵. چرخها
۶. تجهیز جهت Racking
۷. زبانه اهرم
۸. سوراخ برای اهرم
۹. پدال Racking
۱۰. دکمه فشاری تریپ دستی و مکانیکی کلید
۱۱. دستگیره‌های ارابه کلید
۱۲. شناسه تجهیز
۱۳. شمارنده عملکرد کلید
۱۴. اهرم بستن دستی کلید
۱۵. نمایشگر باز / بسته بودن کلید
۱۶. راهنمای در سرویس قرار گرفتن کلید 1
۱۷. تجهیز زمین کردن

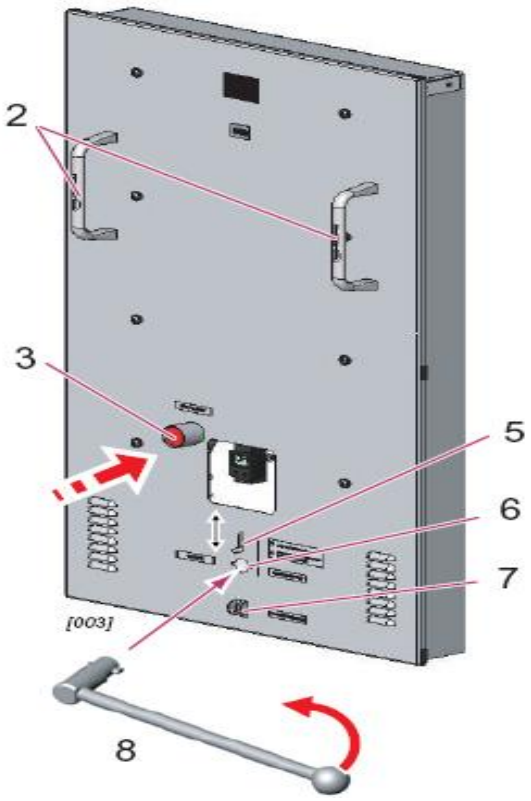


د) مشخصات اصلی کلید HSCB

- نوع و تیپ HPB60M-81S
- سازنده..... Secheron SA
- جریان نامی 6000A
- ولتاژ نامی ..... 1000V DC
- رنج تنظیم جریان 6-12KA
- ولتاژ بستن/ نگه داشتن بوبین کنترل ..... 110V DC

شکل ۴-۲۴ نمای جلوی ارابه کشویی

ذ) نمای جلوی ارابه کشویی کلید HSCB



۱. محفظه فشار ضعیف
۲. دسته جابجایی ارابه
۳. کلید فشاری تریپ دستی مکانیکی
۴. نشان دهنده وضعیت کلید (باز/ بسته)
۵. زبانه اهرم
۶. سوراخ برای اهرم
۷. پدال خارج کردن ارابه
۸. اهرم Racking

شکل ۴-۲۵ روش به سرویس بردن ارابه کشویی

ر) روش به سرویس بردن ارابه کلید

۱. چک کنید کلید آماده بهره‌برداری باشد.
۲. سوکت اتصال تغذیه جانبی و سیگنال را متصل کنید.
۳. ارابه را با دست (۲) فشار دهید تا در مکان مربوطه
۴. قرار گیرد و قلاب مربوطه در جایش بیفتد.
۵. ارابه هم‌اکنون در وضعیت تست قرار می‌گیرد.
۶. دکمه تریپ دستی (۳) را فشار داده و نگه دارید.
۷. زبانه درپوش اهرم را بلند کنید.
۸. اهرم جابجایی ارابه (۸) را در شکاف مربوطه وارد کنید
۹. در حالیکه نوک اهرم ست راست باشد.
۱۰. اهرم را در جهت خلاف عقربه‌های ساعت به سمت
۱۱. چپ بچرخانید.

۱۲.اهرم جابجایی را بردارید.

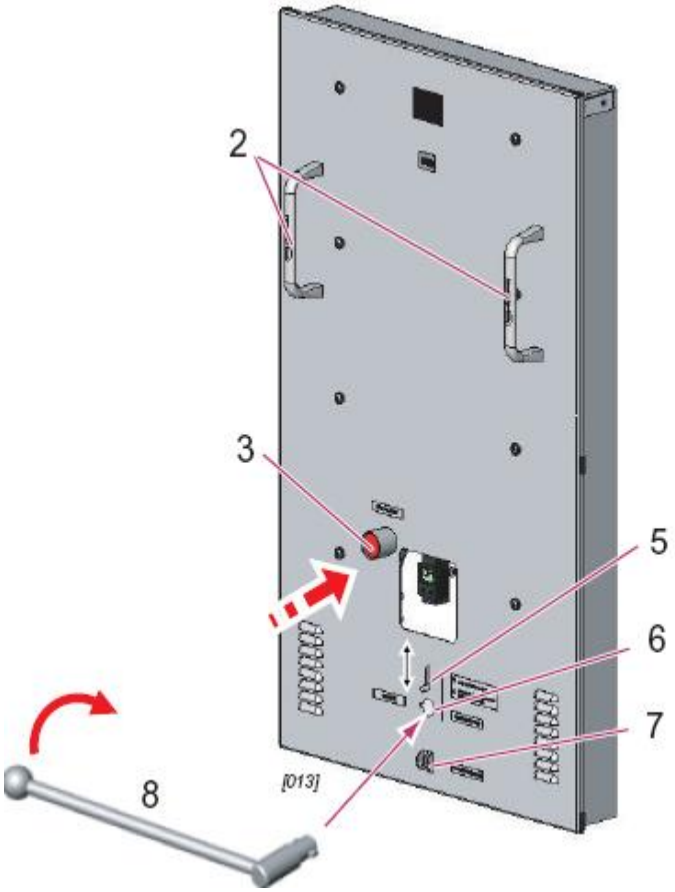
۱۳.دکمه فشاری تریپ دستی/مکانیکی را فشار دهید(۳).

۱۴.زبانه درپوش سوراخ قرارگیری اهرم را پائین بکشید(۳).

۱۵.دکمه فشاری تریپ دستی/ مکانیکی را رها کنید(۳).

۱۶.ارابه کلید کشویی HSCB در وضعیت سرویس قرار

۱۷.می‌گیرد و آماده وصل شدن است.



شکل ۲–۲۶ روش از سرویس خارج کردن ارابه کشویی

ز) روش از سرویس خارج کردن ارابه کلید

۱. قبل از خارج کردن کشو، کلید بایستی باز باشد.

۲. بر اساس روش بهره‌برداری مربوطه کلید را باز کنید.

۳. دکمه فشاری تریپ دستی (۳) را فشرده و نگه دارید.

۴. زبانه پوششی اهرم (۵) را بالا ببرید.

۵. اهرم(۸) را داخل شکاف مربوطه در حالیکه انتهای آن سمت

۶. چپ قرار دارد قرار بدهید.
۷. اهرم را نیم دور در جهت عقربه‌های ساعت سمت راست بچرخانید.
۸. اهرم جابجایی ارابه را بردارید.(۸)
۹. دکمه فشاری تریپ دستی / مکانیکی را فشرده و نگه دارید.(۳)
۱۰.زبانه پوشش جای اهرم را پائین بکشید.(۵)
۱۱.دکمه فشاری تریپ دستی / مکانیکی را رها کنید.(۳)
۱۲.ارابه کلید HSCB اکنون در وضعیت تست قرار دارد.
۱۳.برای بیرون کشیدن کلید از تابلو پدال(۷) را فشار داده و
۱۴.همزمان دسته‌های کشو(۲) را بیرون بکشید.
۱۵.اکنون کشو در وضعیت خارج از سرویس قرار دارد.
۱۶.در صورت نیاز سوکت کابل اتصال مدار تغذیه جانبی
۱۷.و سیگنال کلید را جدا کنید.
۱۸.ارابه در وضعیت کاملاً جدا شده می‌باشد.

۲- ۵- ۲- ۹- تابلو ورودی یک قطب مثبت از رکتیفایر۱ (NC11(MRID1+

الف) نمای کلی(NC11(MRID1+

تابلوی ورودی رکتیفایر۱ دو بخش جداگانه
برای تجهیزات فشار قوی و فشار ضعیف دارد

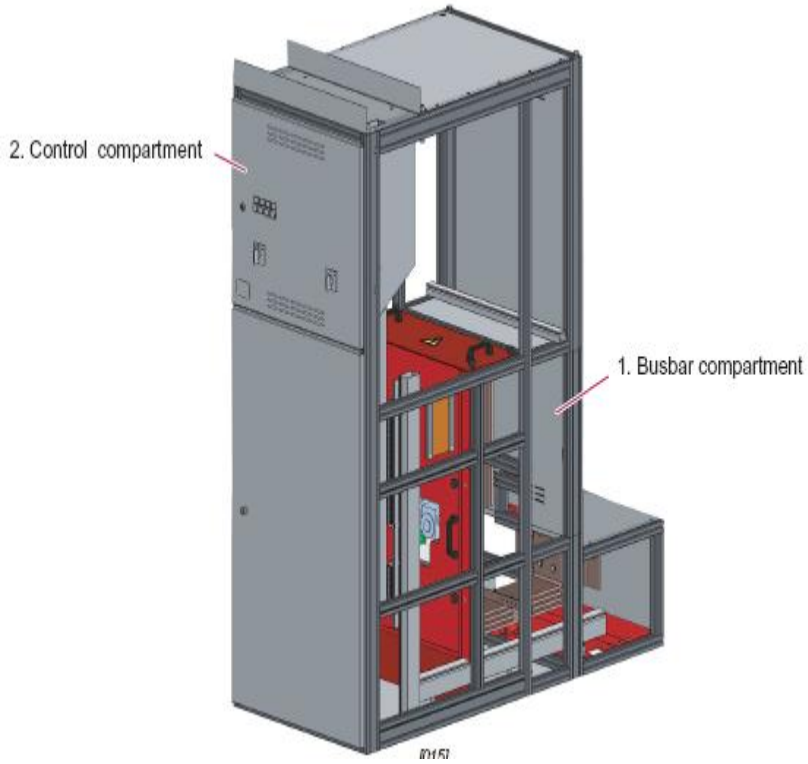
۱. محفظه فشار قوی (باسبار)

این محفظه از سه قسمت زیر تشکیل شده است:

- باسبار اصلی
- باسبار اتصال کابلهای ورودی از رکتیفایر
- سوئیچ جدا کننده

۲. محفظه کنترل (فشار ضعیف)

این محفظه از جلو در دسترس است و شامل رله‌های کنترلی و کمکی و سیگنال لامپ‌ها و سلکتورها می‌باشد.



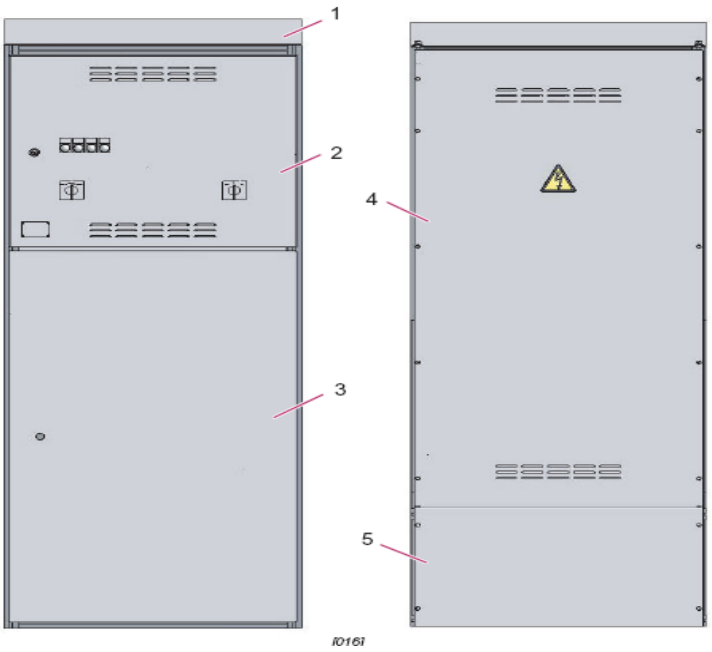
شکل ۲-۲۷ نمای کلی NC11

ب) نمای جلو و پشت +NC11(MRID1)

- محفظه کنترل و تجهیزات بهره‌برداری و عملکرد دستی و نمایشگرهای سیگنالها و خطاها و شاسی رفع خطاها (Unblocking) از جلو تابلو در دسترس است.
- محفظه فشار قوی که باسبارها در آن قرار دارد از پشت و از طریق دو صفحه فلزی قابل برداشتن در دسترس است.

۱. تابلوی ورودی رکتیفایر ۱ +NC11(MRID1)
۲. محفظه فشار ضعیف و کنترل
۳. درب دسترسی به جداکننده DS
۴. صفحه فلزی روکش پشت (بخش بالایی)

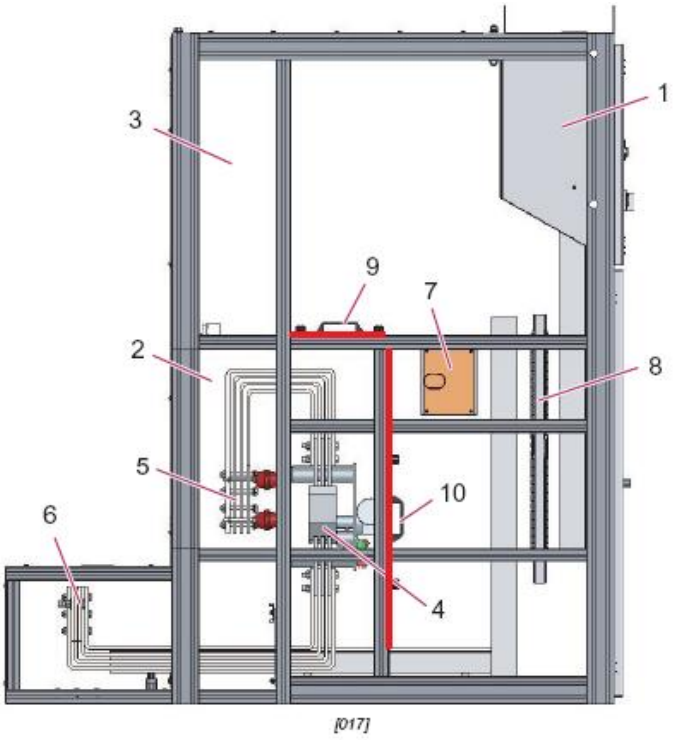
۵. صفحه فلزی روکش پشت (بخش پائینی)



شکل ۲-۲۸ نمای پشت و جلوی (NC11(MRID1+

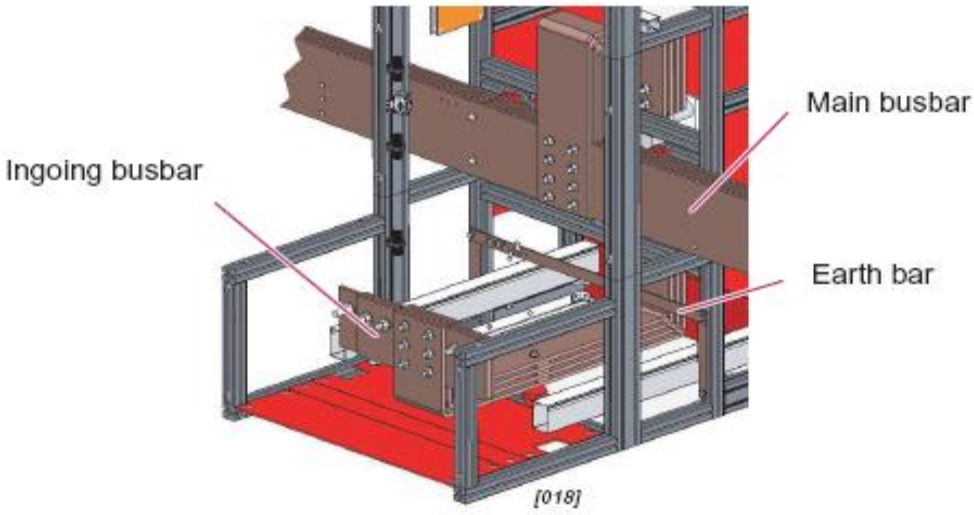
پ) نمای مقطع عرضی (NC11(MRID1+

۱. محفظه کنترل و سیگنال
۲. محفظه باسبار
۳. محفظه LV یا اندازه‌گیری پشت
۴. سوئیچ جداکننده DC موتوری
۵. باسبار اصلی
۶. باسبار ورودی از رکتیفایر
۷. هیتر
۸. ترمینالها
۹. صفحه عایق بالایی کناری



شکل ۲-۳۰ نمای مقطع عرضی (NC11(MRID1+

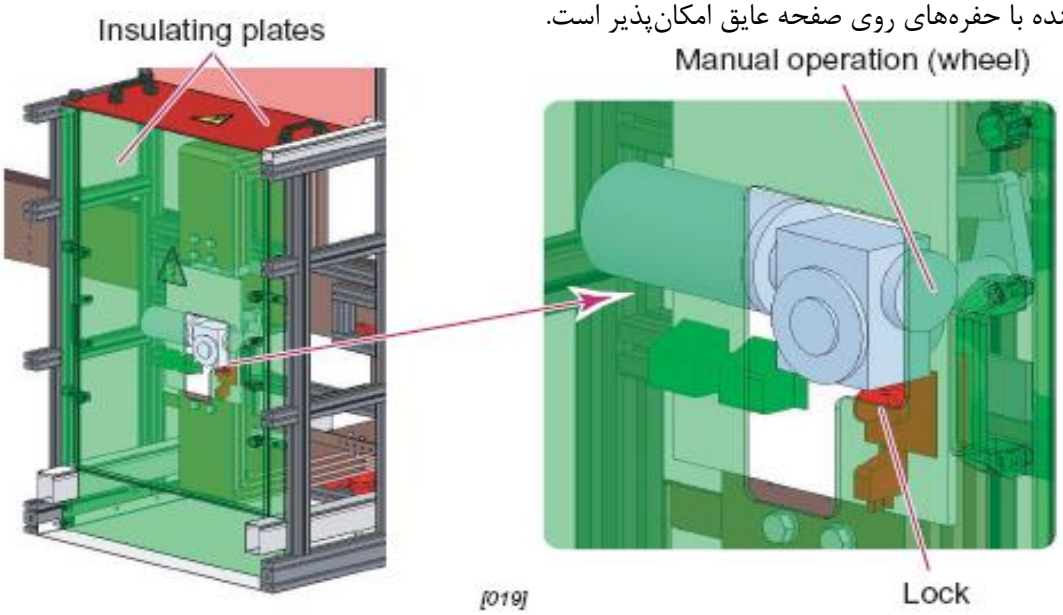
ت) نمای باسبار پشت



شکل ۲-۳۱ نمای باسپار پشت

ث) دسترسی به سوئیچ جداکننده موتوری تابلوی ورودی رکتیفایر۱ (NC11(MRID1+

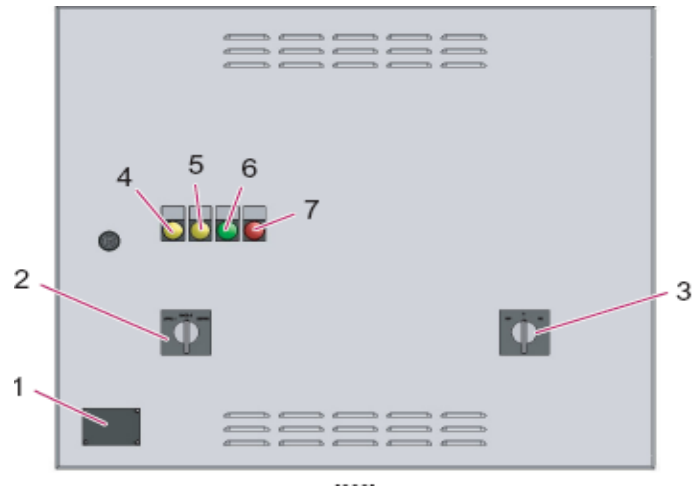
دسترسی به سوئیچ جداکننده توسط دو صفحه عایق برداشتنی محافظت می‌شود. عملکرد دستی و قفل سوئیچ جداکننده با حفره‌های روی صفحه عایق امکان‌پذیر است.



شکل ۲–۳۲ تابلو ورودی رکتیفایر

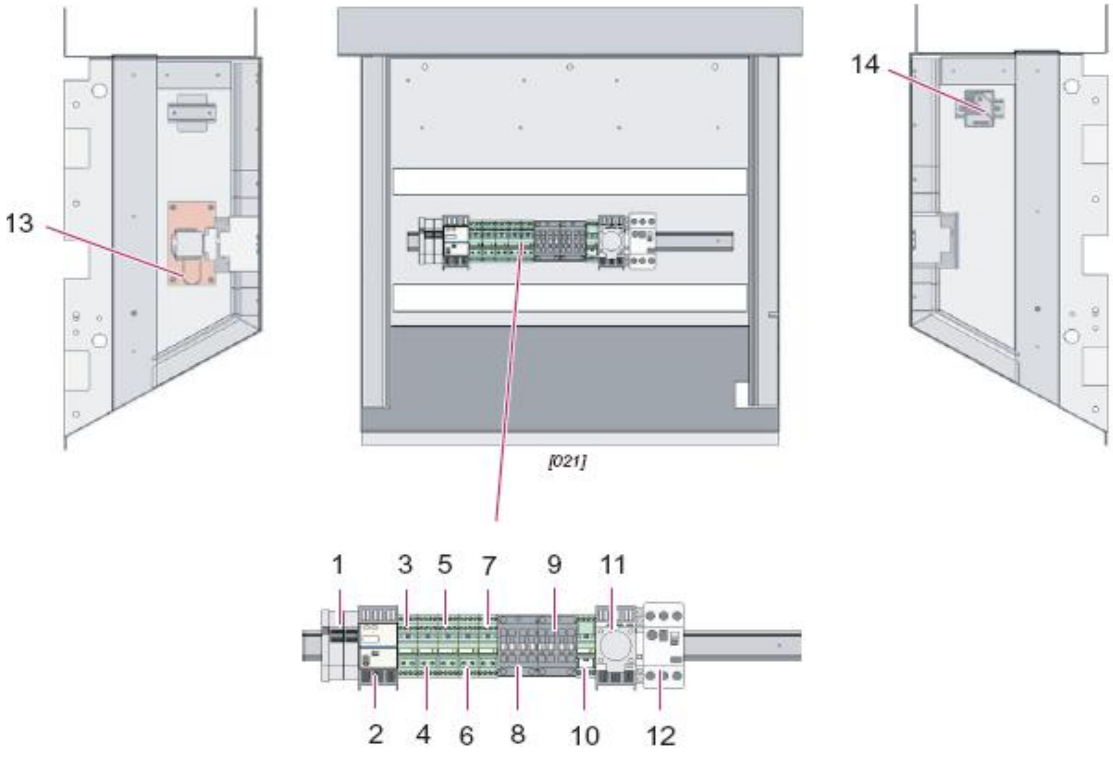
ج) نمای روی درب محفظه کنترل(NC11(MRID1+

۱. صفحه شناسایی
۲. کلید انتخاب Mode عملکرد
۳. کلید کنترل باز و بستن MRID1
۴. نشان‌دهنده و کلید فشاری رفع خطا (Blocking) و تست لامپها
۵. نشان‌دهنده خطای برگشت جریان به یکسوساز۱
۶. نشان‌دهنده باز بودن سوئیچMRID1
۷. نشان‌دهنده بسته بودن سوئیچMRID1



شکل ۲-۳۳ نمای درب محفظه کنترل

چ) محفظه کنترل تابلوی(MRID1)NC11+



شکل ۲-۳۴ محفظه کنترل تابلو

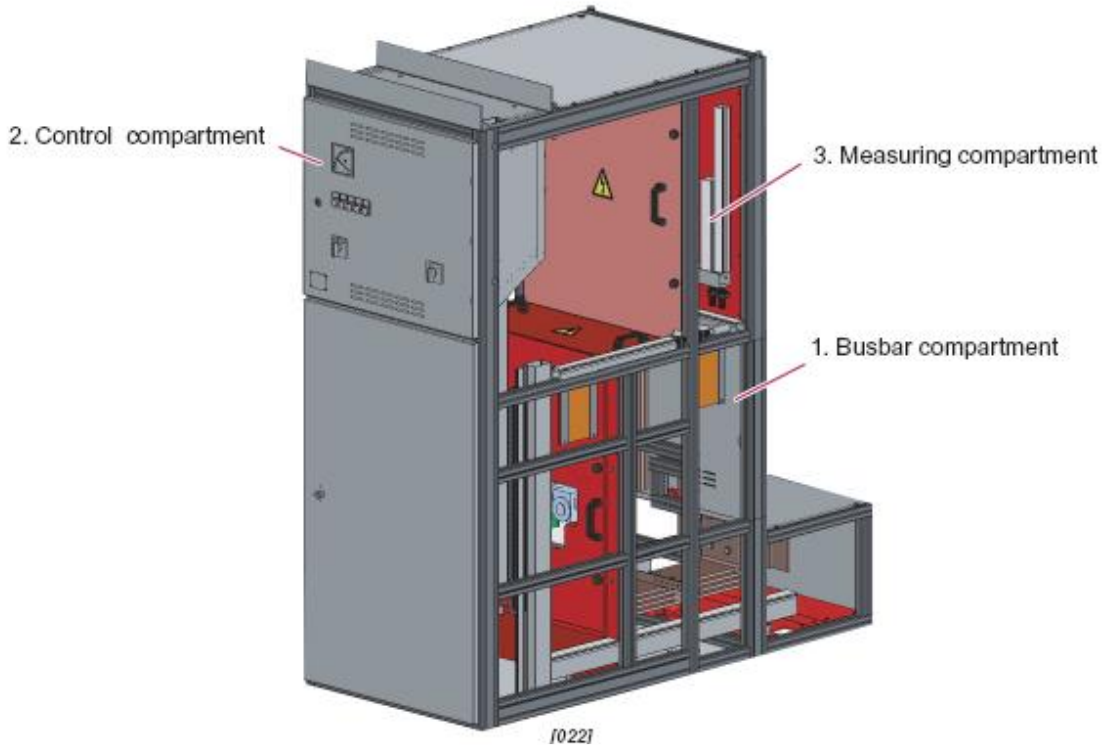
۱. MCB تغذیه ۱۱۰Vdc کنترل
۲. رله نگهدارنده سیگنال خطای برگشت جریان به یکسوساز ۱
۳. رله کمکی خطای برگشت جریان به یکسوساز ۱

۴. رله کمکی تکثیر بلاکینگ خطا و رفع خطا (Reset-Blocking)
۵. رله کمکی تکثیر بلاکینگ خطا و رفع خطا (Reset-Blocking)
۶. رله کمکی وضعیت بسته‌بودن MRID1
۷. رله کمکی وضعیت بسته‌بودن MRID1
۸. رله کمکی فرمان باز کردن جدا کننده MRID1
۹. رله کمکی فرمان بستن جداکننده MRID1
۱۰.رله کمکی وضعیت باز بودن MRID1
۱۱.رله کمکی وضعیت باز کلید AC بالادست شماره یک
۱۲.کلید حفاظت موتور عملکرد DS
۱۳.هیتر
۱۴.ترموستات

۲- ۵- ۲- ۱۰- تابلوی ورودی دو قطب مثبت از رکتیفایر۲ (NC12(MRID2+

الف) نمای کلی(NC12(MRID2+

تابلوی ورودی رکتیفایر ۲ از سه بخش جداگانه برای تجهیزات فشار قوی و فشار ضعیف تشکیل شده است:



شکل ۲-۳۵ نمای کلی NC12

۱. محفظه فشارقوی (باسبار)

این محفظه از سه قسمت زیر تشکیل شده است:

- باسبار اصلی
- باسبار اتصال کابلهای ورودی از رکتیفایر
- سوئیچ جدا کننده

۲. محفظه کنترل (فشار ضعیف)

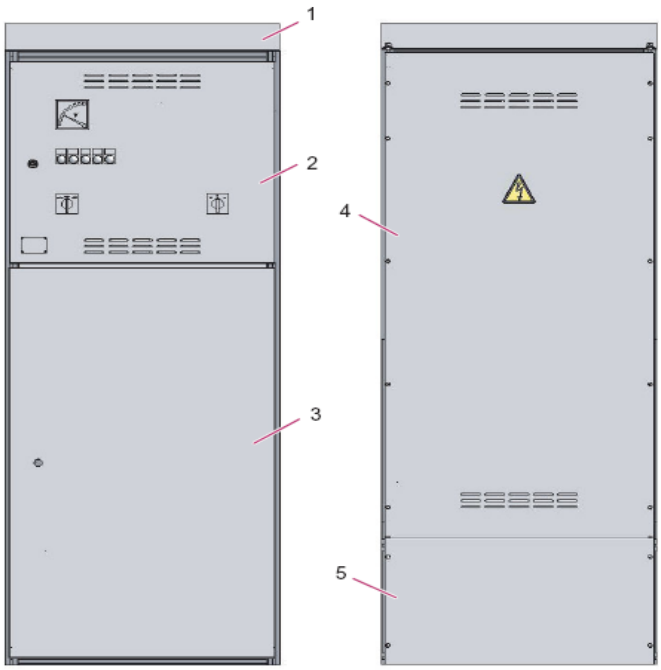
این محفظه از جلو در دسترس است و شامل رله‌های کنترلی و کمکی و سیگنال لامپ‌ها و سلکتورها می‌باشد.

۳. محفظه اندازه‌گیری

این محفظه در پشت یک صفحه عایق واقع شده و تجهیزات اندازه‌گیری در آن بخش قرار خواهند گرفت.

ب) نمای جلو و پشت NC12(MRID2)+

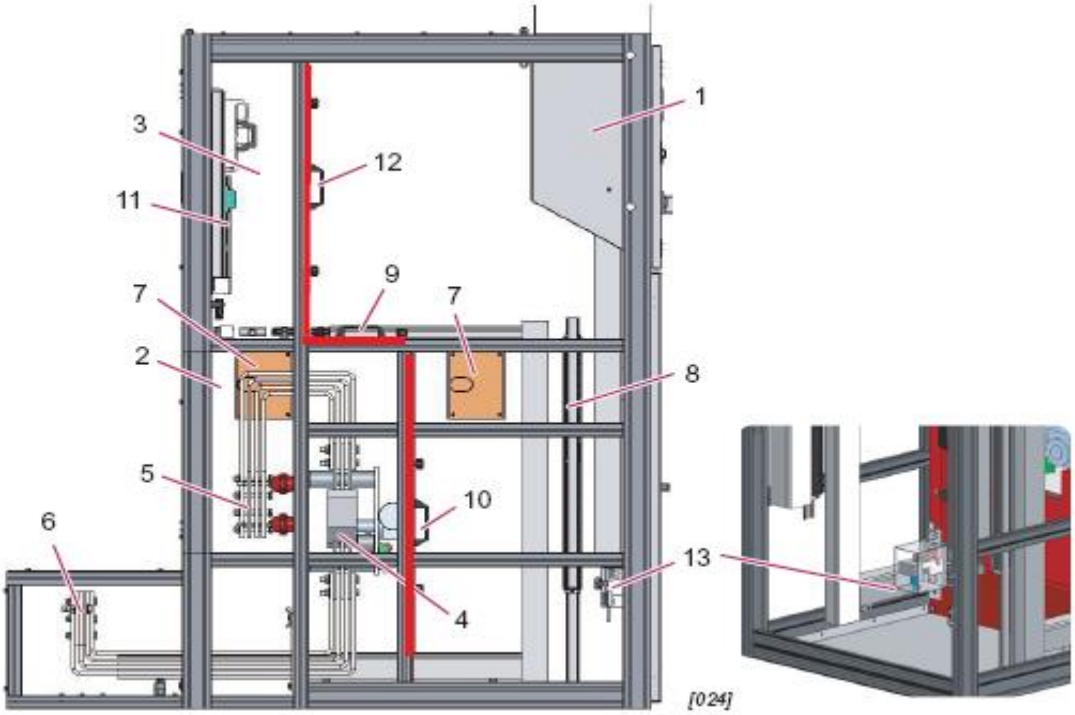
- محفظه کنترل و تجهیزات بهره‌برداری و عملکرد دستی و نمایشگرهای سیگنالها و خطاها و شاسی رفع خطاها (Unblocking) از جلو تابلو در دسترس است.
- محفظه فشار قوی که باسبارها در آن قرار دارد از پشت و از طریق دو صفحه فلزی قابل برداشتن در دسترس است.



شکل ۲-۳۶ نمای جلو و پشت NC12

۱. تابلوی ورودی رکتیفایر۲ (NC12(MRID2+
۲. محفظه فشار ضعیف و کنترل
۳. درب دسترسی به جداکننده‌DS ومحفظه اندازه‌گیری
۴. صفحه فلزی روکش پشت (بخش بالایی)
۵. صفحه فلزی روکش پشت (بخش پائینی)

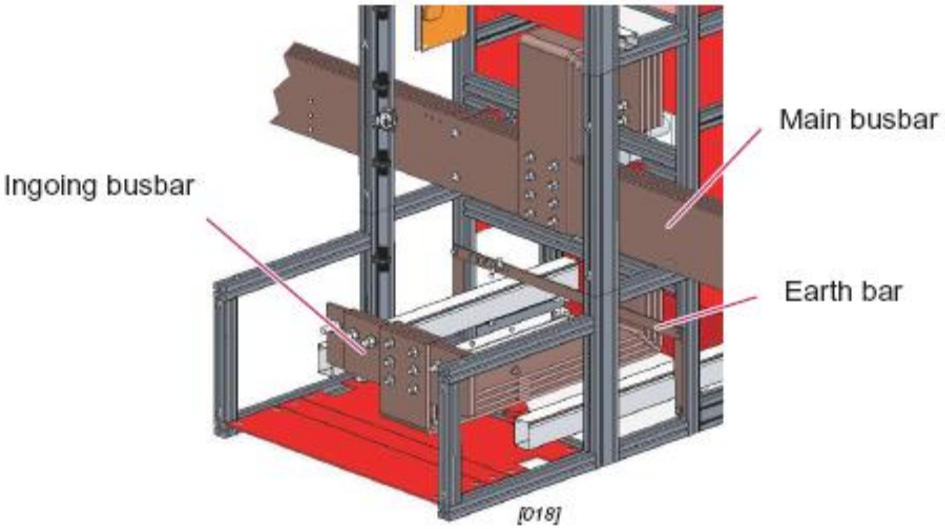
پ) نمای مقطع عرضی(NC12(MRID2+



شکل ۴-۳۷ مقطع عرضی NC12

۱. محفظه کنترل و سیگنال
۲. محفظه باسبار
۳. محفظه اندازه‌گیری پشت
۴. سوئیچ جداکننده DS موتوری
۵. باسبار اصلی
۶. باسبار ورودی از رکتیفایر
۷. هیتر
۸. ترمینالها
۹. صفحه عایق بالایی
۱۰. صفحه عایق کناری
۱۱. تجهیزات اندازه‌گیری
۱۲. صفحه عایق جداکننده بخش اندازه‌گیری
۱۳. رله اضافه جریان (جریان خطای زمین)

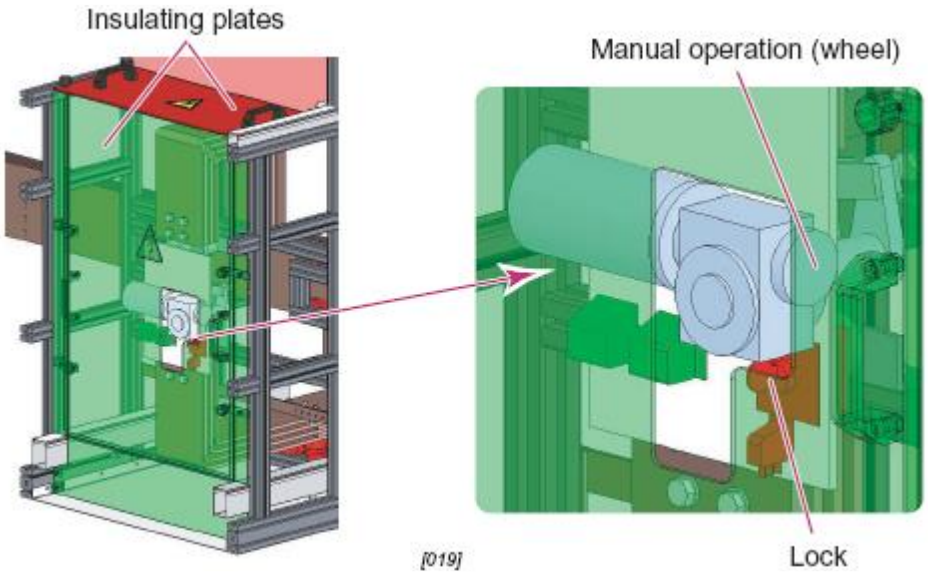
ت) نمای باسبار پشت



شکل ۲–۳۸ نمای باسپار پشت

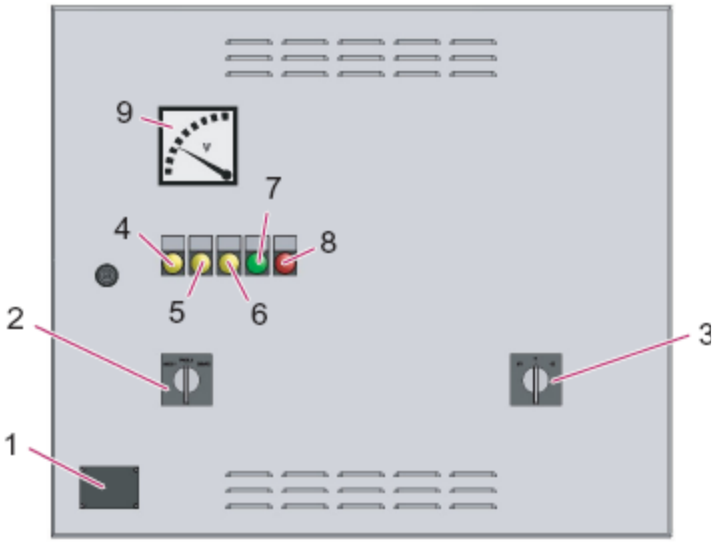
ث) دسترسی به سوئیچ جداکننده موتوری تابلوی ورودی رکتیفایر ۲ (NC12(MRID2)+

دسترسی به سوئیچ جدا کننده توسط دو صفحه عایق برداشتنی محافظت می‌شود. عملکرد دستی و قفل سوئیچ جداکننده با حفره‌های روی صفحه عایق امکان‌پذیر است.



شکل ۲–۳۹ تابلوی ورودی رکتیفایر

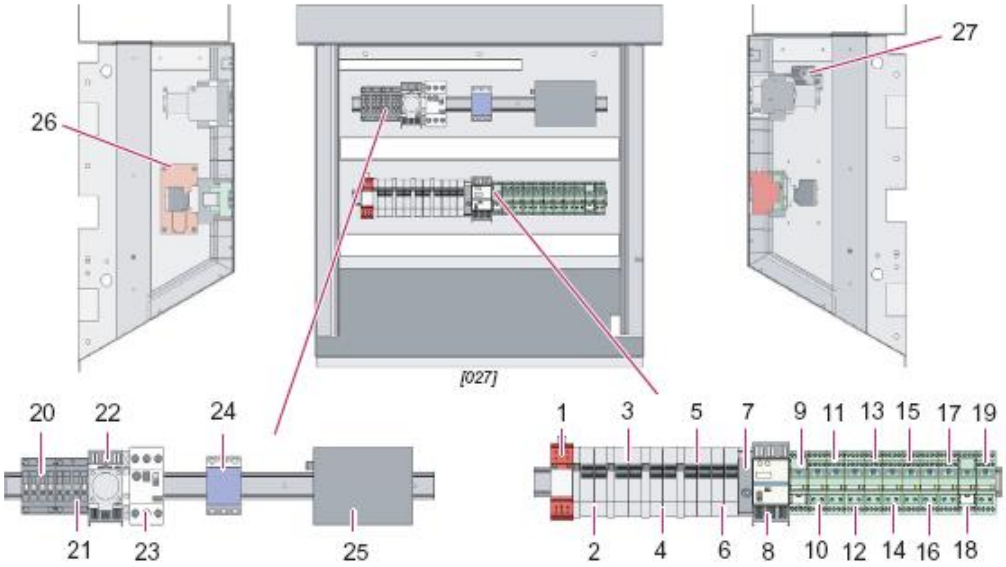
ج) نمای روی درب محفظه کنترل



شکل ۴-۴۰ نمای درب محفظه کنترل

۱. صفحه شناسایی
۲. کلید انتخاب Mode عملکرد
۳. کلید کنترل باز و بستن MRID2
۴. نشان‌دهنده و کلید فشاری رفع خطا (Blocking) و تست لامپها
۵. لامپ سیگنال خطای برگشت جریان به یکسوساز۲
۶. نشان‌دهنده خطای اتصال به زمین
۷. نشان‌دهنده باز بودن سوئیچ MRID2
۸. نشان‌دهنده بسته بودن سوئیچ MRID2
۹. ولتمتر اندازه‌گیری ولتاژ باسبار

چ) محفظه کنترل تابلوی +NC12(MRID2)

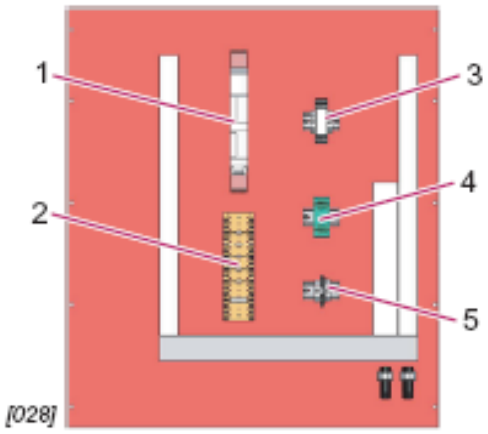


شکل ۴-۴۱ محفظه کنترل تابلو NC 12

۱. محافظ اضافه ولتاژهای لحظه‌ای (Surge Arrester)
۲. MCB کلید مینیاتوری تغذیه کلی جانبی ۱۱۰Vdc
۳. کلید مینیاتوری ۱۱۰Vdc سیگنالینگ
۴. کلید مینیاتوری ۱۱۰ Vdc رله اینترتریپ
۵. کلید مینیاتوری ۱۱۰Vdc تغذیه کنترل
۶. کلید مینیاتوری ۲۴۰ Vac تغذیه جانبی AC
۷. تایمر جریان برگشت به یکسوساز ۲
۸. رله نگهدارنده خطای جریان برگشت به یکسوساز ۲
۹. رله کمکی تکثیر خطای جریان برگشت رکتیفایر ۲
۱۰.رله تکثیر فرمان و سیگنال خطای تریپ کلیدهای خط خروجی
۱۱.رله تکثیر فرمان و سیگنال خطای تریپ کلیدهای خط خروجی
۱۲.رله کمکی تکثیر خطای اتصال زمین
۱۳.رله کمکی تکثیر خطای اتصال زمین
۱۴.رله کمکی تکثیر خطای اتصال زمین
۱۵.رله کمکی نگهداری و رفع خطاها (Blocking & Reset)
۱۶.رله کمکی نگهداری و رفع خطاها (Blocking &Reset)
۱۷. رله کمکی تکثیر وضعیت بسته MRID2
۱۸. رله کمکی تکثیر وضعیت بسته MRID2
۱۹. رله کمکی تکثیر وضعیت باز MRID2
۲۰. رله فرمان باز شدن MRID2
۲۱. رله فرمان بستن MRID2
۲۲. رله کمکی وضعیت باز کلید AC بالادست شماره۲
۲۳. رله حرارتی و کلید محافظ موتور مکانیزم موتوری سوئیچ جداکننده
۲۴. مبدل ولتاژ مستقیم DC/DC (110Vdc/24Vdc)
۲۵. HUB سوئیچ Ethernet
۲۶. هیتر
۲۷. ترموستات برای گرمکن

ح) تجهیزات اندازه‌گیری NC12(MRID2)+

۱. فیوز HV
۲. مقسم ولتاژ
۳. مبدل/ جداکننده/ تقویت کننده ولتاژ
۴. تنظیم دقیق ولتاژ
۵. ترمینال



شکل ۴۲-۲ تجهیزات اندازه‌گیری

۲- ۵- ۲- ۱۱- تابلوی کنتاکتور / کلید(UR15)

- تغذیه بخش خنثی(NC60(PCC)+

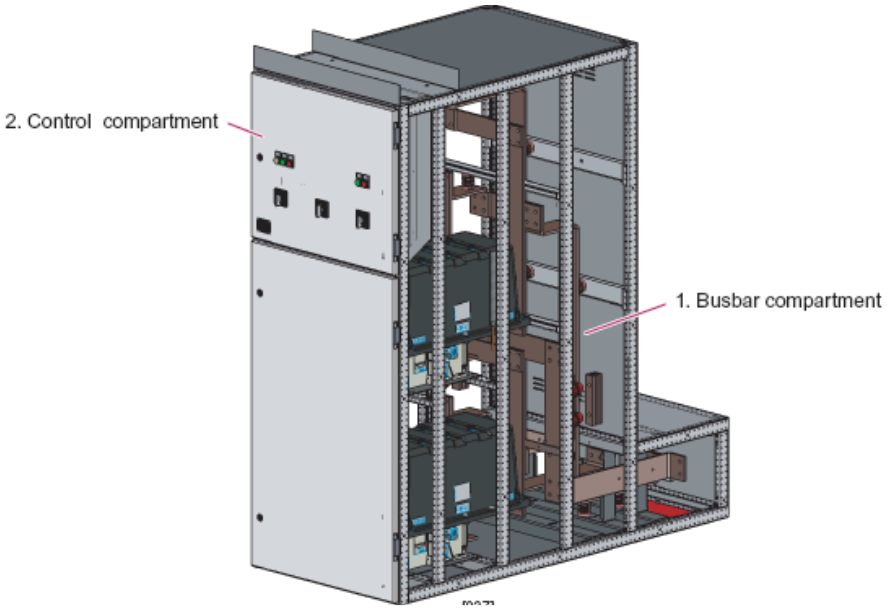
الف) نمای کلی(NC60(PCC)+

تابلویPCC از دو بخش مجزا برای تجهیزات

فشار ضعیف و فشارقوی تشکیل شده است:

۱. محفظه فشارقوی

محفظه فشار قوی و باسبارها از سه بخش اصلی تشکیل شده است:



شکل ۴-۴۳ نمای کلی NC600

- باسبارهای اصلی
- باسبار اتصال کابلهای اتصال بخش خنثی
- کلیدهای قطع سریع UR15 (بجای کنتاکتور)

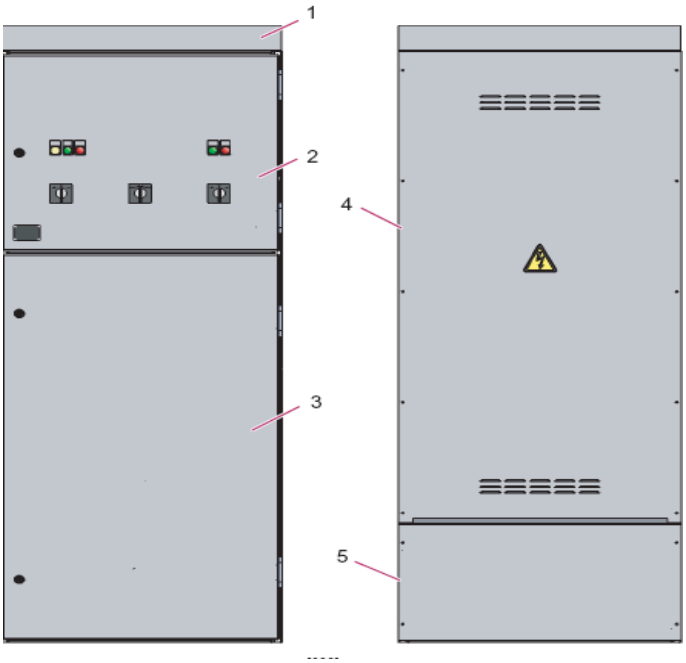
۲. محفظه کنترل (فشار ضعیف)

قابل دسترسی از جلوی تابلو که شامل رله‌های کنترلی و کمکی و کلیدهای کنترلی و لامپ‌های نشان دهنده وضعیت می‌باشد.

ب) نمای جلو و پشت تابلوی NC60(PCC)+

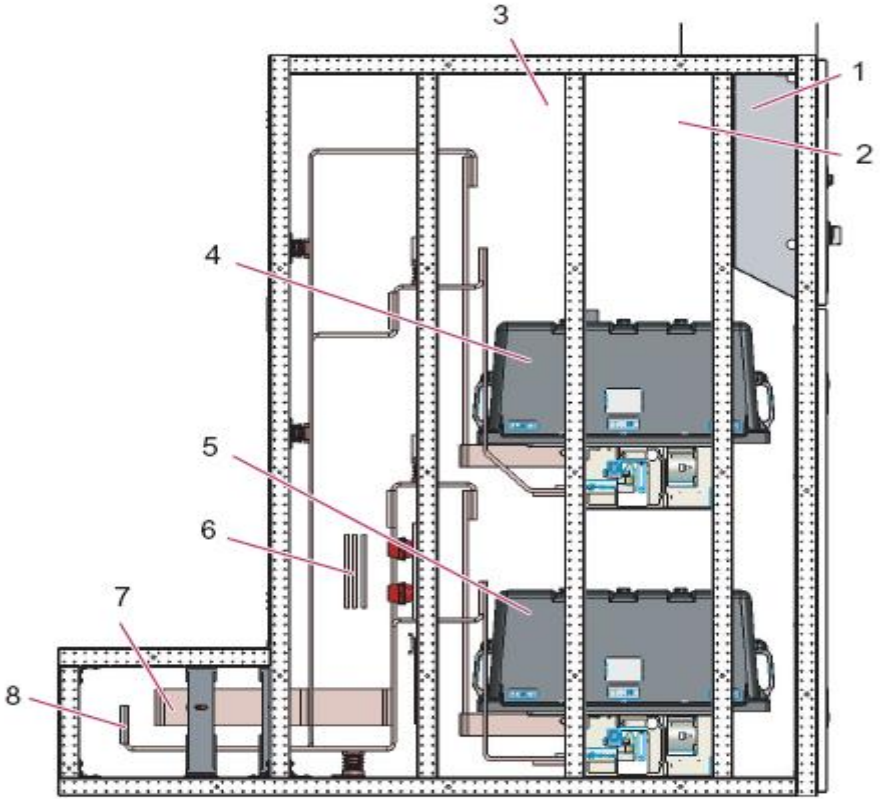
محفظه کنترل از جلوی تابلو در دسترس است. محفظه فشار قوی باسبارها در پشت تابلو در زیر دو صفحه فلزی رو بند قرار گرفته‌اند.

۱. تابلوی تغذیه بخش خنثی NC60 (PCC)+
۲. محفظه کنترل (فشار ضعیف)
۳. دربهای دسترسی به کلیدها
۴. صفحات روبند فلزی پشت (بخش بالایی)
۵. صفحات روبند فلزی پشت (بخش پائینی)



شکل ۴-۴۴ نمای جلو و پشت تابلو NC600

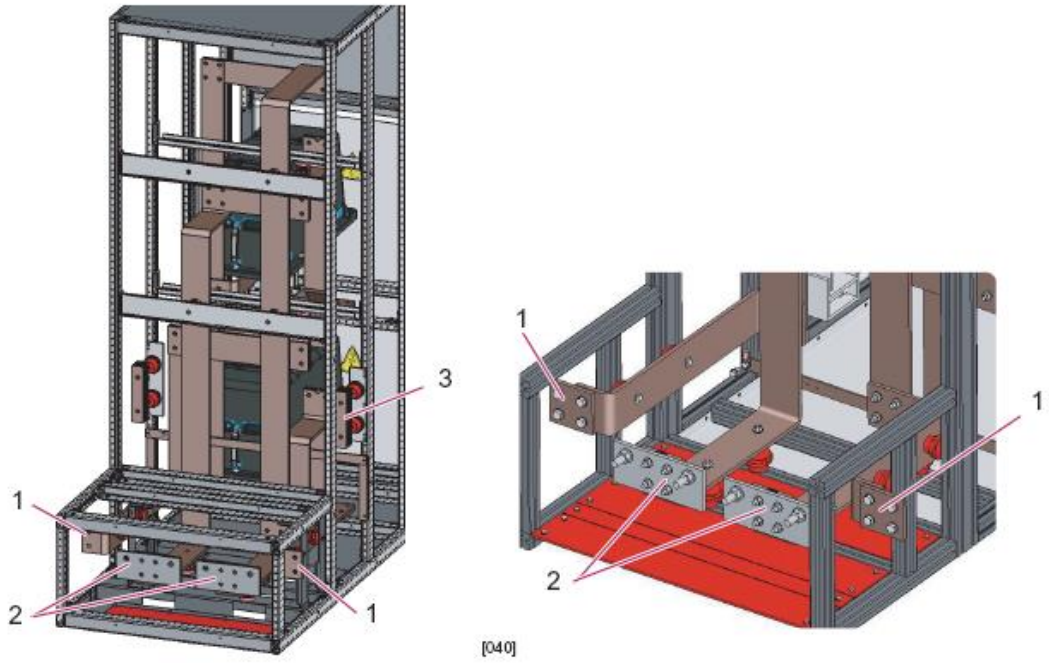
پ) نمای مقطع عرضی NC60(PCC)+



شکل ۴-۴۵ مقطع عرضی NC60

۱. محفظه کنترلی و فشار ضعیف
۲. محفظه بالای کلیدها
۳. محفظه باسبارها
۴. کلید ۱ - HSCB
۵. کلید ۲ - HSCB
۶. باسبار اصلی
۷. اتصال باسباری به کلید فیدر اصلی خط LFCB
۸. ترمینال باسباری اتصال به بخشهای خنثی خط

ت) نمای باسبارهای پشت تابلوی NC60(PCC)+



شکل ۲-۴۶ باسپارهای پشت تابلو NC600

۱. اتصال به فیدرهای کلید خط جانبی

۲. اتصال به بخش خنثی خط

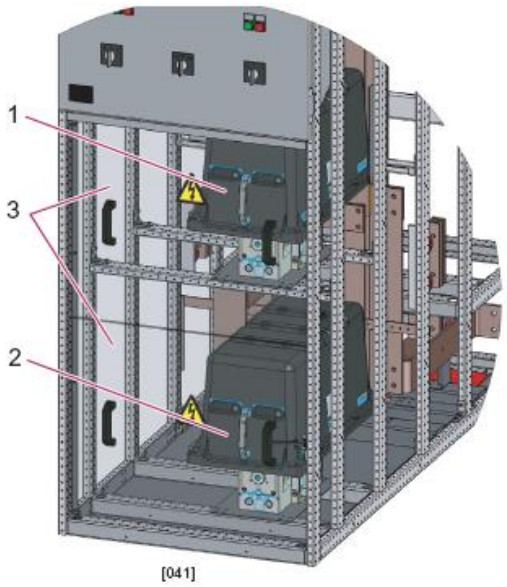
۳. باسبار اصلی افقی

ث) دسترسی به کلید HSCB-UR15

۱. کلید HSCB شماره ۱

۲. کلید HSCB شماره ۲

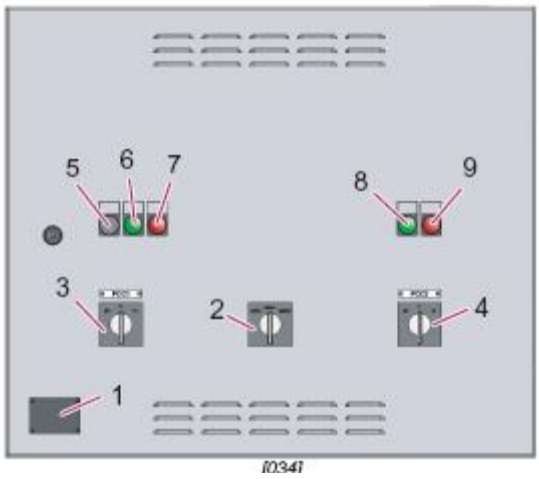
۳. صفحات عایق پوشاننده کلیدهای PCC



شکل ۴–۴۷ دسترسی به کلید -HSCB

ج) نمای روی درب محفظه کنترل

۱. شناسه تابلو
۲. کلید انتخاب Mode کنترل
۳. سوئیچ باز و بستن PCC1 (HSCB1)
۴. سوئیچ باز و بستن PCC2 (HSCB2)
۵. کلید فشاری جهت تست لامپها

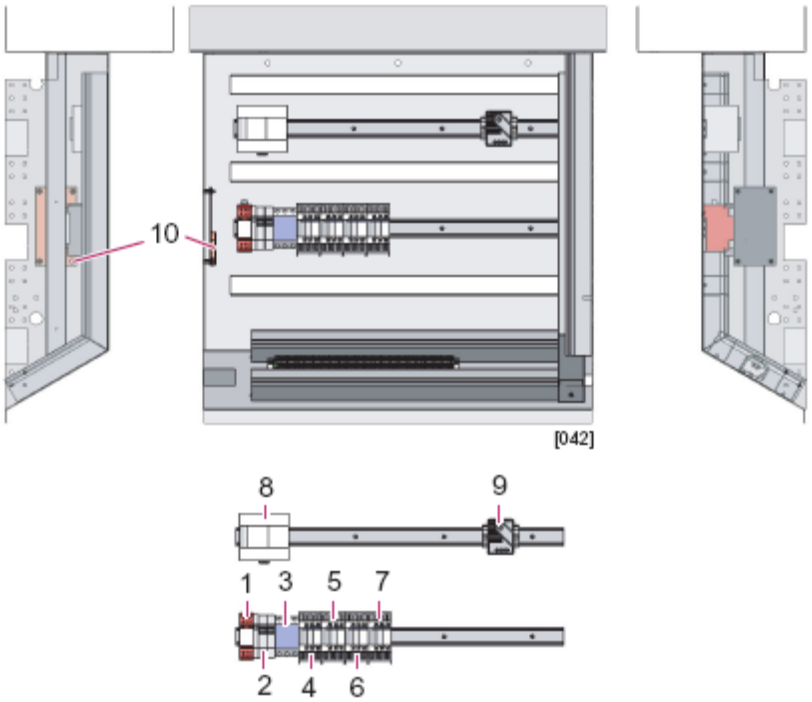


شکل ۴–۴۸ نمای درب محفظه کنترل

۶. لامپ وضعیت باز بودن PCC1 (HSCB1)
۷. لامپ وضعیت بسته بودن PCC1 (HSCB1)
۸. لامپ وضعیت باز بودن PCC2 (HSCB2)

۹. لامپ وضعیت بسته بودن PCC2 (HSCB2)

چ) محفظه کنترل



شکل ۴–۴۹ محفظه کنترل

۱. محافظ اضافه ولتاژهای لحظه‌ای Surge Arrester
۲. کلید مینیاتوری تغذیه ۱۱۰Vdc کنترل
۳. مبدل DC/DC
۴. رله کمکی فرمان OFF به PCC1
۵. رله کمکی فرمان ON به PCC1
۶. رله کمکی فرمان OFF به PCC2
۷. رله کمکی فرمان ON به PCC2
۸. PLC کنترلی TWIDO
۹. ترموستات گرمکن
۱۰. گرمکن برقی

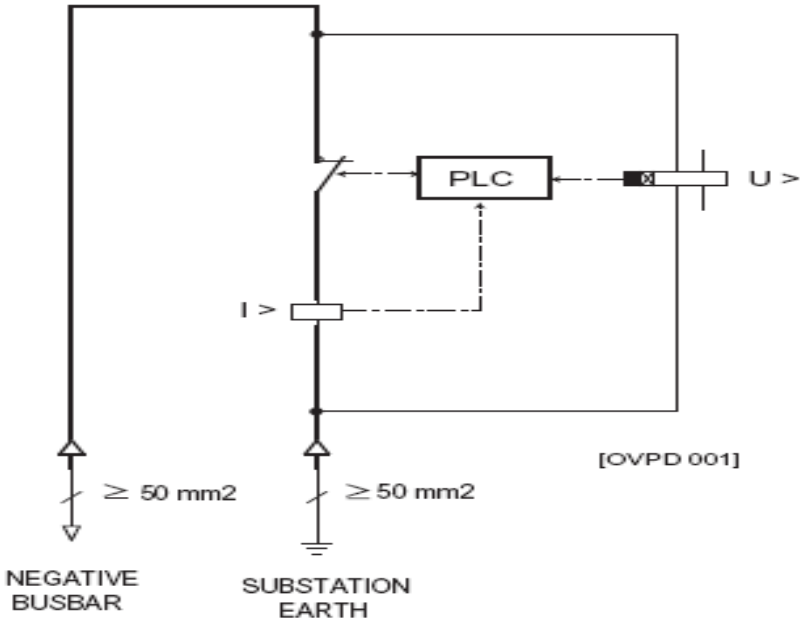
۲- ۵- ۲- ۱۲- محدودکننده ولتاژ‌یل حرکتی OVPD تابلوی (NPMPD)ND20+

الف) هدف

در سیستم‌های کشش DC بدلایلی مانند جریانهای بهره‌برداری و اتصال کوتاه امکان دارد ولتاژ تماسی قطب منفی یا ریل برگشت نسبت به زمین از حد مجاز بیشتر شود. بدین جهت تجهیز محدوده ولتاژ بایستی بین مدار برگشت (قطب منفی) و زمین قرار گیرد تا ولتاژ تماسی را محدود کند.

ب) توضیحات عمومی

سیستم محدود کننده ولتاژ تماسی تجهیز (کنتاکتور) اتصال کوتاه کننده‌ای می‌باشد که بین قطب منفی یکسوساز و زمین نصب شده و جلوی ولتاژ تماسی غیر مجاز را می‌گیرد. مجموعه‌ای از رله‌ها ولتاژ خطا را تشخیص می‌دهند و یک PLC وظیفه کنترل تجهیز اتصال کوتاه کننده را دارد. رله جریانی، عبور جریان از کنتاکتور را تشخیص و مانیتور می‌کند. در شرایط عدم عبور جریان از کنتاکتور، کنتاکت‌های آن باز می‌شود.



شکل ۴-۵۰ تک خطی تابلوی NPMPD

پ) بهره‌برداری با کشف ولتاژ خطا

دو رله ولتاژی مدام ولتاژ بین قطب منفی و زمین را کنترل می‌کنند تا اضافه ولتاژ را تشخیص دهند. این رله‌ها در مقادیر متفاوت تنظیم شده‌اند تا دو سطح متفاوت را تشخیص دهند. مدار اندازه‌گیری ولتاژ با یک فیوز فشار قوی حفاظت شده است.

ت) سطح ولتاژ خطای اول

سطح ۱ به عنوان یک خطای ضعیف با افزایش ولتاژ ریل حرکتی به زمین تا رنج ولتاژی بین ۶۰ تا ۱۵۰ ولت AC/DC می‌باشد.

- تنظیم ولتاژ رله ۶۰ ولت AC/DC با زمان تأخیری حدود ۳ ثانیه انجام شده است.
- هیسترزیس حدود ۲۰ درصد مقدار فوق‌الذکر برای اطمینان از جلوگیری باز بست بی مورد Anti-pumping بین ریل حرکتی و زمین ولتاژ بالاتر از ۶۰ ولت AC/DC باشد و زمان بیشتر از ۳ ثانیه طول بکشد آنگاه کنتاکتور بسته می‌شود که فرمان بستن از طریق PLC به کنتاکتور ارسال می‌شود. فرمان باز شدن پس از کاهش ولتاژ به میزان هیسترزیس و کاهش جریان به زیر ۴۰A و گذشت ۱۰ ثانیه ارسال می‌شود.

◄حفاظت Anti-pumping جلوی تکرار زیاد باز/ بستن را می‌گیرد.

پس از ۳ مرتبه متوالی کشف خطا که هر یک در بازه ۲۰ ثانیه رخ دهد کنتاکتور بسته می‌ماند و قفل Lockout می‌شود. برای باز کردن مجدد ارسال فرمان reset ضروری است.

ث) سطح ولتاژ خطای دوم

سطح ۲ به عنوان خطای مهم و سنگین با افزایش ولتاژ حرکتی نسبت به زمین تا بالاتر از ۵۰ ولت AC/DC می‌باشد.

- رله روی ولتاژ VAC/DC ۱۵۰ و زمان پاسخ به خطای حدود Sec ۰/۳ ثانیه تنظیم می‌شود.
- برای جلوگیری از باز بست مکرر و Anti-pumping هیسترزیس حدود ۲۰ درصد ولتاژ تنظیم شده درنظر گرفته شده است.
- برای ولتاژهای بالاتر VAC/DC ۱۵۰ با یک زمان بیشتر از ۰/۱ ثانیه کنتاکتور را بسته و در این حالت قفل می‌کند. (Lock-out)
- برای باز شدن کنتاکتور بایستی یک فرمان Reset ارسال گردد.

ج) بیرون آمدن از حالت قفل (Reset after lock-out)

فرمان Reset از دو راه قابل ارسال است، با فشردن دکمه فشاری روی درب تابلو به صورت محلی ویا از راه دور می‌توان Reset کرد.

چ) تست کردن مدار

با فشردن کلید فشاری تست روی درب می‌توان عملکرد و صحت مدار اندازه‌گیری و مدار بستن / باز کردن کنتاکتور را چک کرد.

ح) سیگنالهای محلی تابلو

- کناتکتور باز
- کنتاکتور بسته
- بلاک شدن در حالت بسته .....خطای سطح ۱ یا ۳ بار تکرار با فاصله هر یک ۲۰ ثانیه خطای سطح ۲

- خطای تجهیزات ..... خطای فیوز فشار قوی و یا عدم هماهنگی باز یا بسته بودن کناتکتور با فرمان ارسال شده

خ) سیگنالهای دور تابلو

کنتاکتهای آزاد جهت سیگنالهای دور وجود دارد:

- کنتاکتور باز
- کنتاکتور بسته
- قفل شدن در حالت بسته کنتاکتور .....خطای سطح ۲ یا انتهای حفاظت Anti pumping خطای سطح ۱
- خطای تجهیزات .....خطای فیوز یا خطای تغذیه کمکی
- خطای سطح اول .....ولتاژ ریل حرکتی – زمین بالاتر از ۶۰ ولت و ۳ ثانیه
- خطای سطح دوم ..... ولتاژ ریل حرکتی – زمین بالاتر از ۱۵۰ ولت و ۰/۳ ثانیه
- جریان خطای بالاتر از ۴۰A

د) ولتاژ کنترل

- ولتاژ کنترل ۱۱۰Vdc
- برای PLC "Twido" ولتاژ ۲۴Vdc

ذ) مشخصات اصلی کنتاکتور

- جریان نامی حرارتی .....۱۰۰۰ A
- جریان زمان کوتاه ۵ ثانیه .....۱۲/۵ kA
- ولتاژ نامی.....۷۵۰ V DC
- جریان وصل حداکثر با L/R > 10ms .....۲۱ kA
- مقاومت دینامیک (حداکثر جریان).....۳۰ kA
- تست عایقی .....۷/۵ kV

✓ **اتصالات کابلهای مرتبط به تابلو**

- کابلهای قدرت جهت اندازه‌گیری ولتاژ ریل حرکتی- زمین
  - اتصال به ریل‌های حرکتی (قطب منفی) – ورود کابل از پائین تابلو
  - اتصال به زمین پست- ورود کابل از پائین تابلو

◄ مطابق استاندارد EN50123-6 نبایستی سایز این کابلها از ۵۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

- اتصال کابلهای کمکی و کنترلی سیگنال

- یک ردیف ترمینال برای ارتباط با تابلوهایی که تغذیه جانبی و سیگنالها و فرامین را دریافت/ تأمین می‌نمایند در تابلو پیش‌بینی شده است.

ر) تنظیمات

تنظیمات کارخانه‌ای نوعی

◄ رله ولتاژی سطح اول (قابل تنظیم از جلوی تابلو)

- تنظیم ولتاژ خطا .....۶۰ V
- تأخیر زمانی .....۳ Seconds
- هیسترزیس .....٪۲۰

◄ رله ولتاژی سطح دوم (قابل تنظیم از جلوی تابلو)

- تنظیم ولتاژ خطا ۱۵۰V
- تأخیر زمانی .....۰/۳ Seconds
- هیسترزیس .....٪ ۲۰

◄ رله جریانی خطا (ثابت)

- تنظیم ثابت جریان خطا ۴۰A

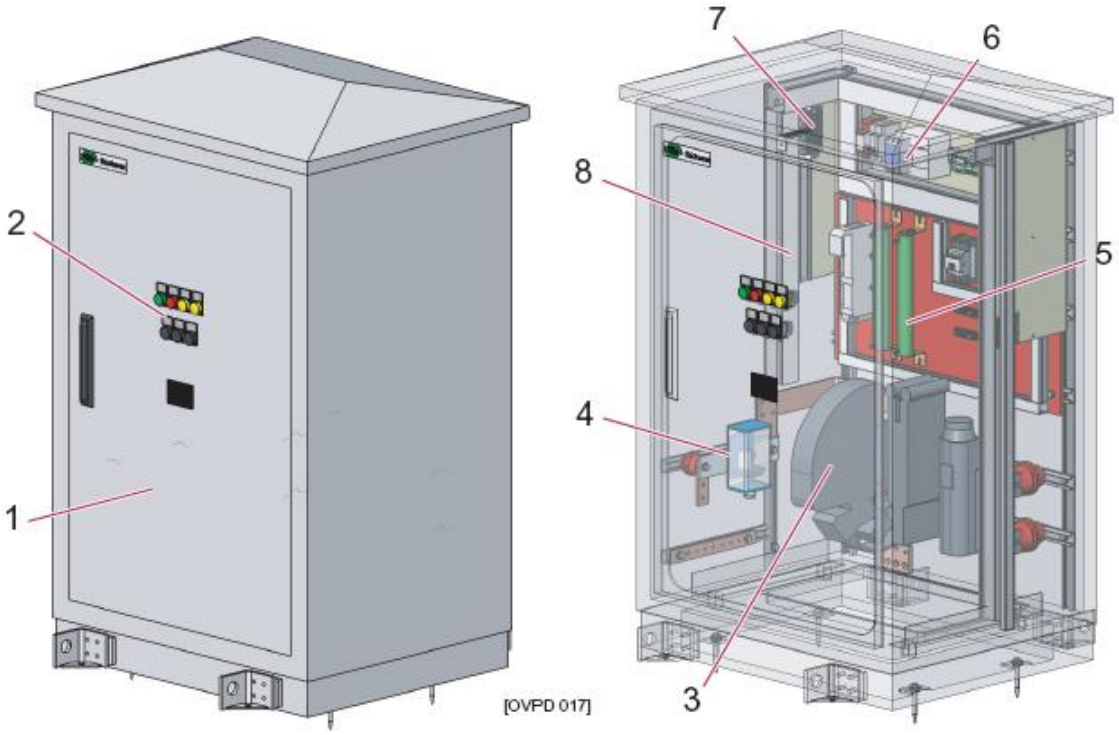
◄ حفاظت باز- بست مکرر Anti pumping (در داخل Twido-PLC انجام می‌شود).

- تعداد دفعات مجاز بستن متوالی (n)
- زمان t بین خطاها

ز) تابلوی محدودکننده ولتاژ تماسی ریل حرکتی (+ND20-NPMPD)

نمای کلی تابلو

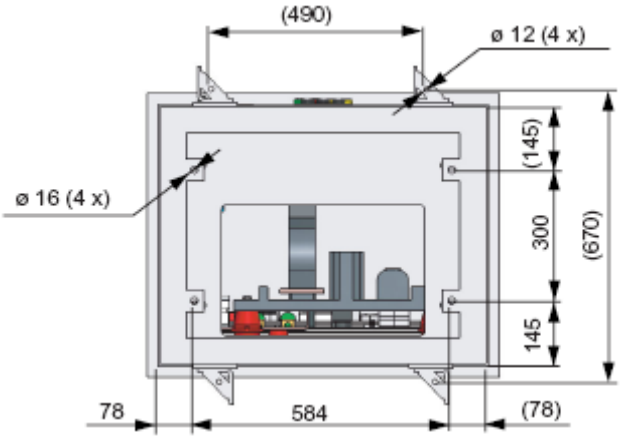
این تابلو از یک بدنه جنس کامپوزیتی فایبرگلاس ساخته شده است که مجهز به درب و قفل می‌باشد. درب تابلو برای کنترل و نظارت محلی مجهز به تعدادی لامپ سیگنال و کلید فشاری می‌باشد. تابلو از چهار نقطه بر روی کف می‌تواند نصب و محکم شود. ورودی کابل از پائین تابلو می‌باشد. درجه حفاظت تابلو IP65 است.



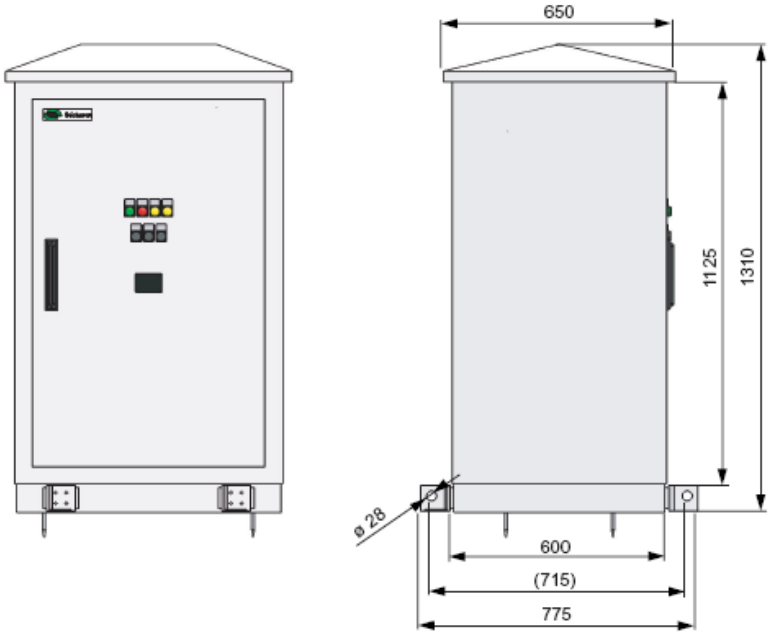
شکل ۴-۵۱ نمای کلی تابلوND20-NPMPD+)

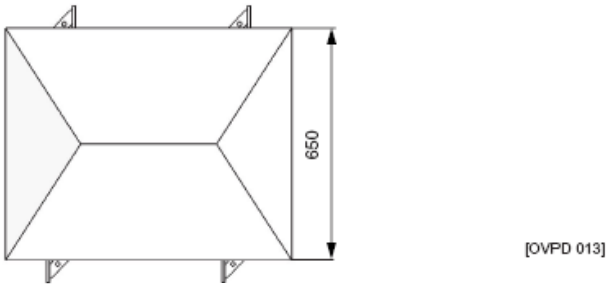
۱. درب تابلو
۲. چراغهای سیگنال تابلو
۳. کنتاکتور
۴. رله جریانی
۵. صفحه نصب تجهیزات اندازه‌گیری
۶. صفحه نصب تجهیزات کنترل
۷. ترمینال تغذیه کمکی و سیگنالها و فرمان از دور
۸. کانال کابل جهت کابلهای تغذیه کمکی و سیگنال و فرمان از دور

س) ابعاد تابلو



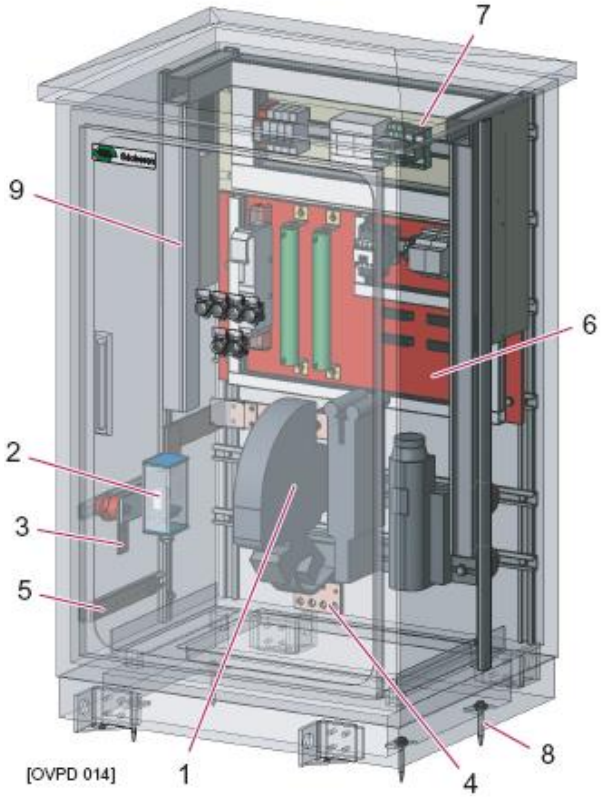
شکل ۴–۵۳ ابعاد تابلو ND20





شکل ۴–۵۲ ابعاد عرض و ارتفاع تابلوND20

ش) نمای داخلی تابلو و جزئیات آن ND20 (NPMPD)+

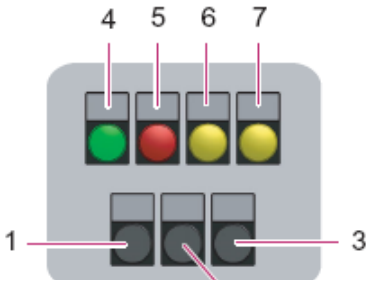


شکل ۴–۵۴ نمای داخلی تابلو ND20

۱. کنتاکتور
۲. رله جریان
۳. ارتباط با زمین پست
۴. ارتباط با قطب منفی یا ریل حرکتی
۵. باسبار زمین تابلو
۶. صفحه نصب تجهیزات اندازه‌گیری
۷. صفحه نصب تجهیزات کنترل
۸. محل پیچهای اتصال به کف اتاق
۹. داکت ارتباط کابل تغذیه کمکی و سیگنال دور

ص) نحوه کنترل و سیگنال محلی

۱. کلید فشاری جهت تست کنتاکتور



شکل ۴–۵۵ نحوه کنترل و سیگنال محلی

۲. کلید فشاری فرمان Reset

۳. دکمه فشاری تست لامپهای سیگنال

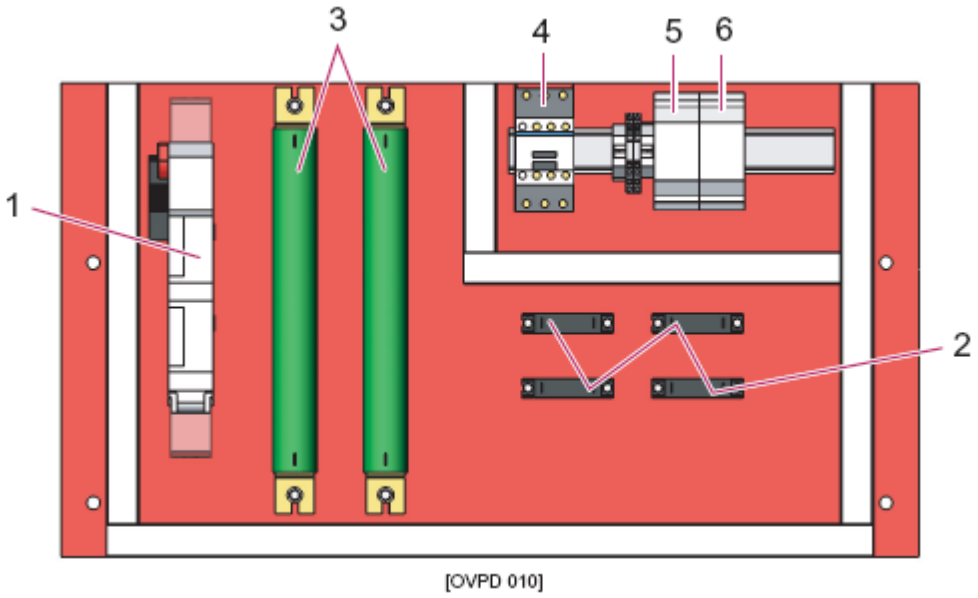
۴. چراغ سیگنال باز بودن کنتاکتور

۵. چراغ سیگنال بسته بودن کنتاکتور

۶. چراغ سیگنال قفل بودن در حالت بسته (Lock out)

۷. چراغ سیگنال خطای تجهیزات داخلی تابلو

ط) صفحه نصب تجهیزات اندازه‌گیری



شکل ۴–۵۶ صفحه نصب تجهیزات اندازه‌گیری

۱. فیوز فشار قوی

۲. پل دیودی

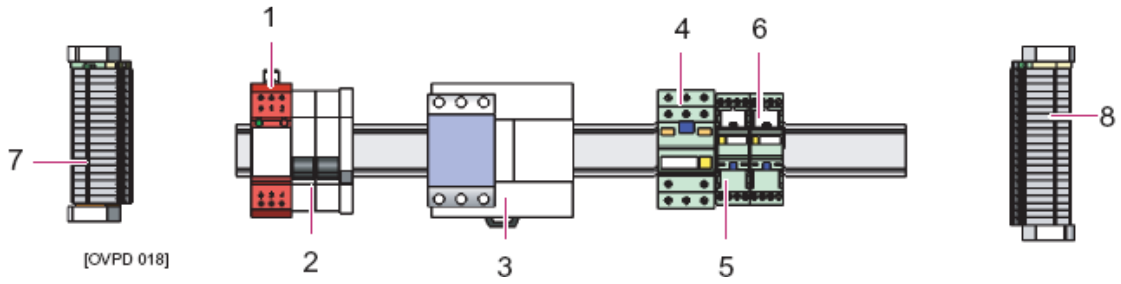
۳. مقسم ولتاژ (مقاومت‌ها)

۴. کنتاکتور فرمان تست

۵. رله ولتاژی قطب منفی – زمین سطح اول

۶. رله ولتاژی قطب منفی – زمین سطح دوم

ظ) صفحه مونتاژ تجهیزات کنترل



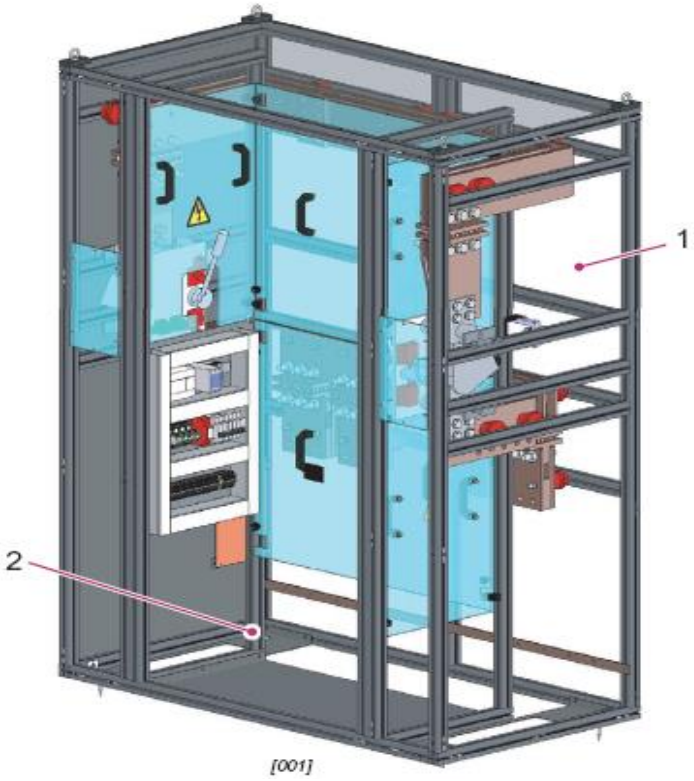
شکل ۲-۵۷ مونتاژ تجهیزات

۱. ماژول حفاظت صاعقه
۲. MCB تغذیه کنترل ۱۱۰Vdc
۳. PLC قابل برنامه‌ریزی Twido
۴. کنتاکتور مدار تست
۵. رله سیگنال قفل در حالت بسته Lock out
۶. رله سیگنال خطای تجهیزات داخلی
۷. ترمینالهای ارتباطی با خارج تابلو
۸. ترمینالهای ارتباطی داخلی

۲- ۵- ۲- ۱۳- تابلوهای اتصالات ودیسکانکتورهای قطب منفی(ND)ND00+

الف) نمای اصلی تابلوی (ND)ND00+

تابلوی قطب منفی از دو بخش یکی جهت تجهیزات فشار قوی و دیگری تجهیزات فشار ضعیف می‌باشد.



شکل ۴–۵۸ نمای اصلی تابلو ND00

۱. محفظه فشار قوی

محفظه HV شامل:

- باسبارهای ورودی و خروجی
- سوئیچ‌های دیسکانکتور

۲. محفظه فشار ضعیف

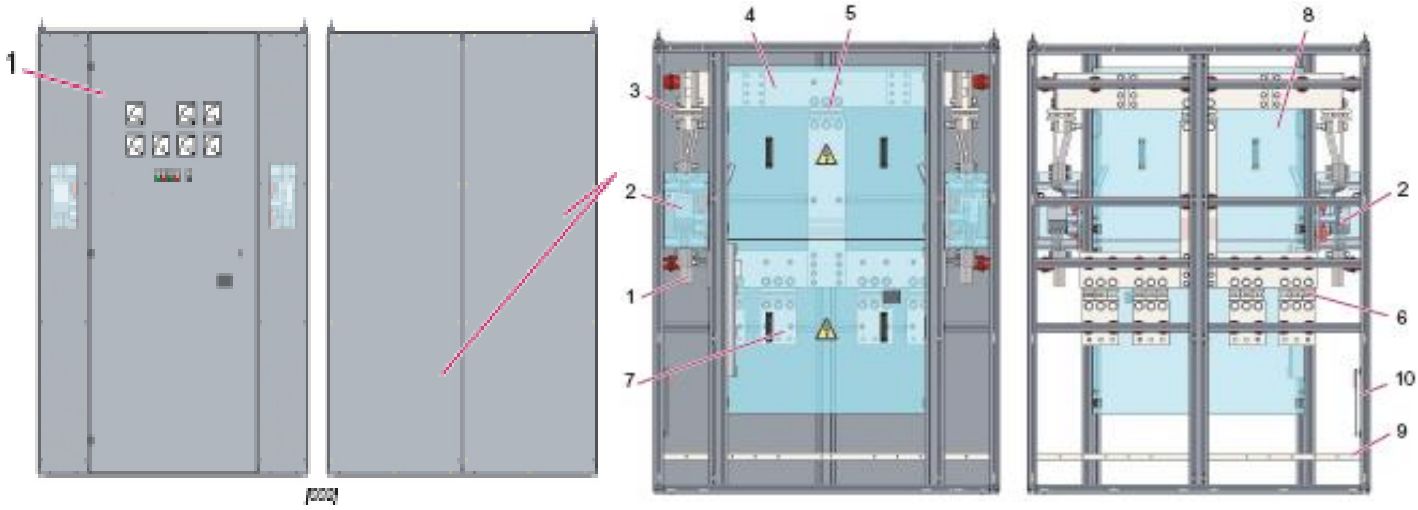
در محفظه کنترل تجهیزات زیر قرار گرفته است:

- صفحه نصب تجهیزات کنترل
- دسترسی به دسته عملکرد دیسکانکتورهای قطب منفی یکسوساز

الف) نمای جلو و عقب تابلوی ND00+

محفظه کنترل (۱) از سمت جلوی تابلو در دسترس می‌باشد.

دسترسی به باسبار پشت ممکن است با برداشتن صفحات فلزی پشت تابلو(۲) امکان پذیر است.



شکل ۴–۵۹ نمای جلو و عقب ND00

۱. اتصال به قطب منفی یکسوساز
۲. دیسکانکتور (سوئیچ جداکننده قطب منفی)
۳. شانت (اندازه‌گیری جریان برگشت به یکسوساز)
۴. باسبار اصلی
۵. شانت (اندازه‌گیری جریان کل برگشتی)
۶. شانت (اندازه‌گیری جریان برگشت هر ریل)
۷. مسیر برگشت جریان شماره ۱ تا ۴ به ریل‌های حرکتی
۸. صفحات عایق شفاف
۹. باسبار ارت زمین تابلو
۱۰. هیتر

ب) نمای مقطع عرضی تابلوی ND00+

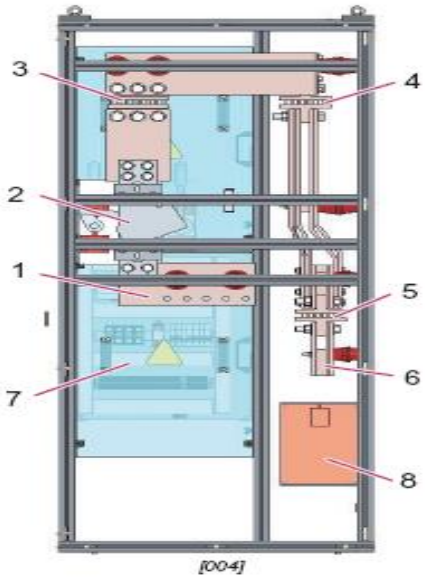
۱. محل اتصال به یکسوساز

۲. دیسکانکتور قطب منفی یکسوساز

۳. شانت (اندازه‌گیری جریان برگشتی به یکسوساز)

۴. شانت (اندازه‌گیری جریان کل برگشتی پست)

۵. شانت (اندازه‌گیری جریان برگشتی از ریل حرکتی)



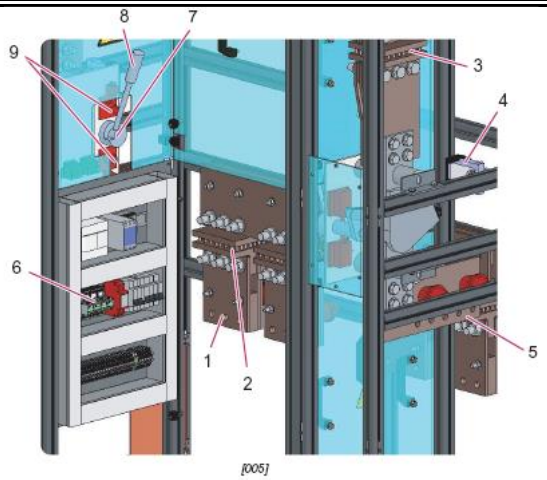
شکل ۶۰-۲ مقطع عرضی تابلو ND00

۶. محل اتصال کابلهای برگشتی از ریل‌های حرکتی

۷. صفحه نصب تجهیزات کنترل (1~4)

۸. هیتر

ج) دسترسی به سوئیچ جداکننده (دیسکانکتور قطب منفی)

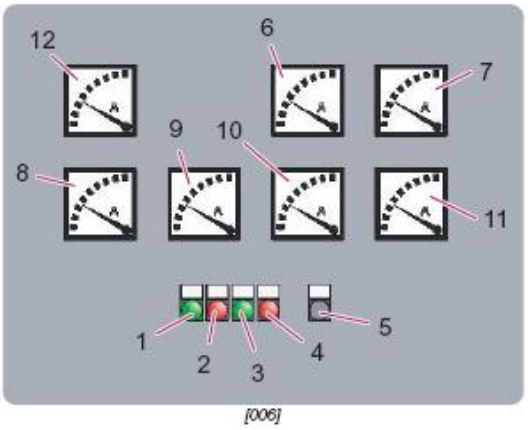


شکل ۴-۶۱ دیسکانتور

۱. شینه اتصال کابلهای برگشت جریان از ریل‌های حرکتی 4~1
۲. شانت اندازه‌گیری جریان برگشت ریل‌های حرکتی
۳. شانت اندازه‌گیری جریان برگشت یکسوساز
۴. ایزوله کننده / مبدل/ تقویت‌کننده MIU10 برای اندازه‌گیری جریان برگشت یکسوساز
۵. شینه اتصال کابلهای ارتباطی به یکسوساز
۶. صفحه نصب تجهیزات کنترل
۷. دیسکانکتور – سوئیچ جدا کننده
۸. دستگیره باز – بستن دستی دیسکانکتور
۹. کلید برای قفل کردن دیسکانکتور

چ) نمای روی درب محفظه کنترل

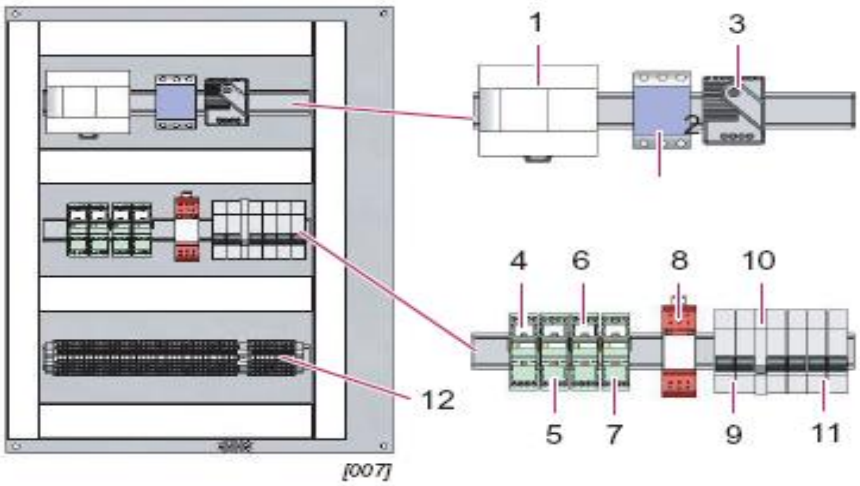
۱. لامپ ND1 باز
۲. لامپ ND1 بسته
۳. لامپ ND2 باز
۴. لامپ ND2 بسته
۵. کلید فشاری تست لامپها



شکل ۲-۶۲ نمای روی درب محفظه کنترل

۶. جریان برگشت از یکسوساز ۱
۷. جریان برگشت از یکسوساز ۲
۸. جریان برگشتی ریل حرکتی ۱
۹. جریان برگشتی ریل حرکتی ۲
۱۰.جریان برگشتی ریل حرکتی ۳
۱۱.جریان برگشتی ریل حرکتی۴
۱۲.کل جریان برگشتی پست

ح) صفحه مونتاژ تجهیزات کنترل



شکل ۲-۶۳ صفحه مونتاژ تجهیزات کنترل

۱ . PLC-Twido واحد کنترلی قابل برنامه‌ریزی
۲ . مبدل DC/DC با نسبت ۲۴ Vdc / ۱۱۰ Vdc

۳ . ترموستات برای هیتر
۴ . رله کمکی تکثیر خطای جریان معکوس به یکسوساز -۱
۵ . رله کمکی تکثیر خطای جریان معکوس به یکسوساز -۲
۶ . رله کمکی تکثیر اجازه بستن به دیسکانکتور ND1 – اینترلاک
۷ . رله کمکی تکثیر اجازه بستن به دیسکانکتور ND2 – اینترلاک
۸ . واحد حفاظت صاعقه مدار تغذیه کمکی
۹ . MCBجهت تغذیه کنترلی ۱۱۰Vdc
۱۰ .MCBجهت تغذیه کنترلی ۱۱۰Vdc
۱۱ .MCB جهت تغذیه جانبی هیترهای ۲۴۰VAC
۱۲ .ترمینالهای ارتباطات

۲- ۶- توضیحات نحوه بهره‌برداری

الف) موارد عمومی

✓ **تغذیه جانبی**

کلیدهای ورودی اصلی تغذیه کمکی در تابلوی (NC12(MRID2+ قرار دارند که از دو فیدر مجزای تابلوی LVDC می‌آیند. تغذیه جهت MRID2 و LFCB2 و LFCB4 و ND از یک فیدر تأمین می‌شود وتغذیه MRID1 و LFCB1 و LFCB3 و PCC از فیدر مجزایی تأمین می‌شود.

ب) مدهای عملکرد

✓ **مدهای عملکردی تابلوهای فیدر کلیدی خط LFCB**

در این تابلوها مد عملکرد Local/Remote محلی/ دور از طریق نمایشگر Sepcos انتخاب می‌شود. در مد محلی (Local) باز و بستن کلید فیدر خط از روی نمایشگر Sepcos انجام می‌شود. در حالت Remote از طریق تابلوی کنترل یا مرکز فرمان قابل کنترل است.

✓ **تابلوهای (NC11(MRID1+ ، (NC12(MRID2+ ، (NC60(PCC+ :**

انتخاب مد عملکردی محلی / دور (Local/ Remote) توسط یک کلید کنترل روی درب تابلو انجام می‌پذیرد. در مد محلی (Local) باز و بستن کلید، کنتاکتور یا دیسکانکتور از طریق سوئیچ کنترلی دیگری روی درب تابلو انجام می‌شود. در حالت دور (Remote) تابلوی کنترل یا مرکز فرمان آنها را کنترل می‌کنند.

ج) نحوه عملکرد و بهره‌برداری تابلوهای (NC11(MRID1+

✓ **نحوه باز و بستن دیسکانکتور ورودی یکسوساز ۱**

نکته مهم:

زمان عملکرد DS حدود ۲ تا ۳ ثانیه می‌باشد. باز شدن DS به صورت اتوماتیک پس از باز شدن کلید AC بالادست انجام می‌شود. بدون درنظر گرفتن مد کنترل تابلوی محلی (Local) و یا دور (Remote) باشد.

چ) کنترل محلی تابلو (Local)

۱) شرایط بستن محلی MRID1

- به صورت مکانیکی کلید قفل نباشد (با کلید).
- خطا وجود نداشته باشد (بخش ۳ خطاهای MRID1).
- کلید AC بالادست باز باشد.

۲) نحوه بستن محلی

- کلید انتخاب مد کنترل در وضعیت محلی (Local) قرار گیرد.
- با کلید گردان فنری روی درب تابلو (ON-OFF) جداکننده MRID1 را ببندید.
- سپس کلید AC بالادست را طبق دستورالعمل مربوطه ببندید.

۳) نحوه باز کردن محلی

- اگر کلید AC بالادست بسته نبود، جداکننده را توسط کلید گردان کنترل ON-OFF باز کنید.
- اگر کلید AC بالادست بسته بود ، طبق دستورالعمل مربوطه آن را باز کنید.
- باز شدن جداکننده MRID1 به طور خودکار پس از باز شدن کلید AC بالادست انجام می‌شود.

ح) کنترل از دور (Remote)

۱) شرایط بستن از دور MRID1

- به صورت مکانیکی کلید قفل نباشد (با کلید).
- خطا وجود نداشته باشد (بخش ۳ خطاهای MRID1).
- کلید AC بالادست باز باشد.

۲) نحوه بستن از دور

- کلید گردان انتخاب مد عملکرد در حالت Remote قرار گیرد.
- از طریق تابلوی کنترل یا مرکز فرمان ، فرمان بستن MRID1 را بدهید.
- سپس کلید AC بالا دست را مطابق دستورالعمل مربوطه ببندید.

۳) نحوه باز کردن از دور

- اگر کلید AC بالادست بسته نباشد، MRID1 را از روی تابلوی کنترل یا مرکز فرمان می‌توان باز کرد.
- اگر کلید AC بالادست بسته باشد، ابتدا کلید AC بالادست را مطابق دستورالعمل مربوطه باز کنید.
- سپس بطور خودکار MRID1 باز می‌شود.

خ) عملکرد MRID1 در شرایط اضطراری و قفل‌های مکانیکی

۱) عملکرد دستی MRID1

در شرایط قطع ولتاژ تغذیه جانبی می‌توانید کنتاکت‌های متحرک (۱) دیسکانکتور را توسط چرخاندن چرخ شماره (۲) حرکت دهید و DS را باز یا ببندید:

چرخاندن چرخ دنده (۲) در جهت عقربه‌های ساعت (۳) باعث بستن کنتاکتهای متحرک (۱) DS می‌شود.

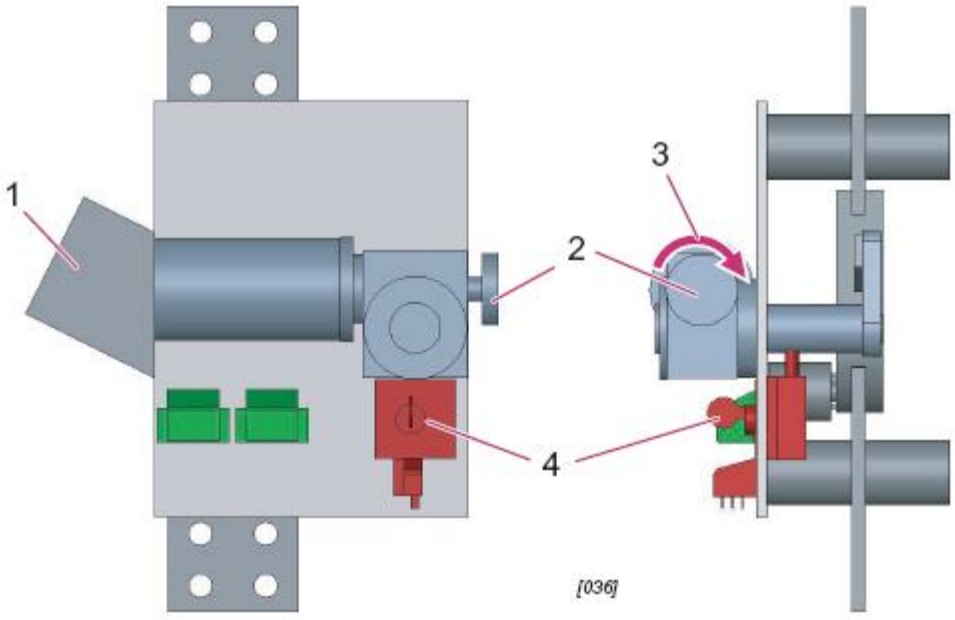
چرخاندن چرخ دنده (۲) در خلاف عقربه‌های ساعت کنتاکتهای متحرک (۱) DS باز می‌کند.

احتیاط مهم: در انتهای حرکت معمول کنتاکتهای متحرک فشار اضافی برای حرکت بیشتر کنتاکت وارد نکنید.

۲) قفل کردن و جلوگیری از عملکرد Blocking

کلید شماره (۴) به صورت مکانیکی شفت حرکتی کنتاکتهای متحرک (۱) DS را در وضعیت باز یا بسته قفل می‌کند.

با چرخاندن کلید و قفل شدن DS مسیر اصلی برق موتور DS توسط میکروسوئیچ مربوطه قطع می‌شود و جلوی عملکرد الکتریکی DS گرفته می‌شود. پس از قفل شدن DS کلید را از روی قفل می‌توانید خارج کنید.



شکل ۶۴–۲ عملکرد MRID1

۳) خطاهای MRID1

خطاها در این تابلو با دو چراغ سیگنال زیر نمایش داده می‌شوند:

H401 : خطای کلی و قفل شدگی Blocking .

H404 : خطای برگشت جریان به یکسوساز ۱.

د) خطاهای ناشی از یکسوساز شماره ۱

سیگنال محلی: لامپ H401 روشن می‌شود (Blocking)

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset) : به دستورالعمل سازنده یکسوساز مراجعه و خطا را رفع کنید سپس کلید فشاری H401 را بفشارید.

۱) حفاظت اتصال زمین

سیگنال محلی: ۱. لامپ H401 روشن می‌شود (Blocking)

۲. لامپ H505 و H501 روی تابلوی MRID2 نیز روشن می‌شود (به ترتیب grounding ، blocking)

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset) : ابتدا خطا را رفع کنید (امکان مشکل عایقی وجود دارد) سپس رله اتصال زمین K500 را روی تابلوی MRID2 ، Reset نمایید حال کلید فشاری H401 را بفشارید.

۲) خطای برگشت جریان به یکسوساز۱

سیگنال محلی: - لامپ H401 روشن می‌شود (Blocking)

لامپ H401 روشن می‌شود (Revers Current Rectifier)

لامپ H501 روشن می‌شود (Blocking) روی تابلوی MRID2 روشن می‌شود.

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset) :

با توجه به دستورالعمل مربوط خطا را از روی یکسوساز ۱ رفع کنید.

رله K403 را با فشردن دکمه قرمز روی رله رها کنید. (Reset)

کلید فشاری H401 را روی تابلو فشار دهید.

۳) خطای برگشت جریان به یکسوساز ۲

سیگنال محلی: - لامپ H401 روشن می‌شود (Blocking)

لامپ H504 روی تابلوی MRID2 روشن می‌شود .(Revers Current Rectifier)

لامپ H501 روی تابلوی MRID2 روشن می‌شود).

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset) :

یکسوساز شماره ۲ را با باز کردن MRID2 از باس اصلی جدا کنید تا بتوانید MRID1 را دوباره ببندید.

کلید فشاری H401 را فشرده تا Reset شود.

با توجه به دستورالعمل مربوطه خطای روی یکسوساز شماره ۲ را رفع نمائید.

ذ) نحوه عملکرد و بهره‌برداری تابلوهای (MRID2)NC12+

۱) نحوه باز و بستن دیسکانکتور ورودی یکسوساز ۲

نکته مهم: زمان عملکرد موتور DS حدود ۲ تا ۳ ثانیه می‌باشد.

باز شدن DS به صورت اتوماتیک پس از باز شدن کلید AC بالادست انجام می‌شود. بدون درنظر گرفتن مد کنترل تابلوی که محلی (Local) و یا دور (Remote) باشد.

۲) کنترل محلی (Local)

۳) شرایط بستن محلی MRID2

- به صورت مکانیکی کلید قفل نباشد. (با کلید)
- خطا وجود نداشته باشد. (بخش خطاهای MRID2)
- کلید AC بالادست باز باشد.

۴) نحوه بستن محلی

- کلید انتخاب مد کنترل در وضعیت محلی (Local) قرار گیرد.
- با کلید گردان فنری روی درب تابلو (ON-OFF) جداکننده(دیسکانکتور) MRID2 را ببندید.
- سپس کلید AC بالادست را طبق دستورالعمل مربوطه ببندید.

۵) نحوه باز کردن محلی

- اگر کلید AC بالادست بسته نبود، جداکننده را توسط کلید گردان کنترل ON-OFF باز کنید.
- اگر کلید AC بالادست بسته بود، طبق دستورالعمل مربوطه آن را باز کنید.
- باز شدن جداکننده MRID2 به طور خودکار پس از باز شدن کلید AC بالادست انجام می‌شود.

۶) کنترل از دور (Remote)

۶,۱) شرایط بستن از دور MRID2

(مانند شرایط بستن محلی :۳)

۶,۲) نحوه بستن از دور:

- کلید گردان انتخاب مد عملکرد در حالت Remote قرار گیرد.

- از طریق تابلوی کنترل یا مرکز فرمان ، فرمان بستن MRID2 را بدهید.
- سپس کلید AC بالا دست را مطابق دستورالعمل مربوطه ببندید.

۶,۳) نحوه باز کردن از دور

- اگر کلید AC بالادست بسته نباشد، MRID2 را از روی تابلوی کنترل یا مرکز فرمان می‌توان باز کرد.
- اگر کلید AC بالادست بسته باشد، ابتدا کلید AC بالادست را مطابق دستورالعمل مربوطه باز کنید.
- سپس بطور خودکار MRID2 باز می‌شود.

۷) عملکرد MRID2 در شرایط اضطراری و قفل‌های مکانیکی

✓ عملکرد دستی MRID2

در شرایط قطع ولتاژ تغذیه جانبی می‌توانید کنتاکت‌های متحرک (۱) دیسکانکتور را توسط چرخاندن چرخ شماره (۲) حرکت دهید و DS را باز یا ببندید:

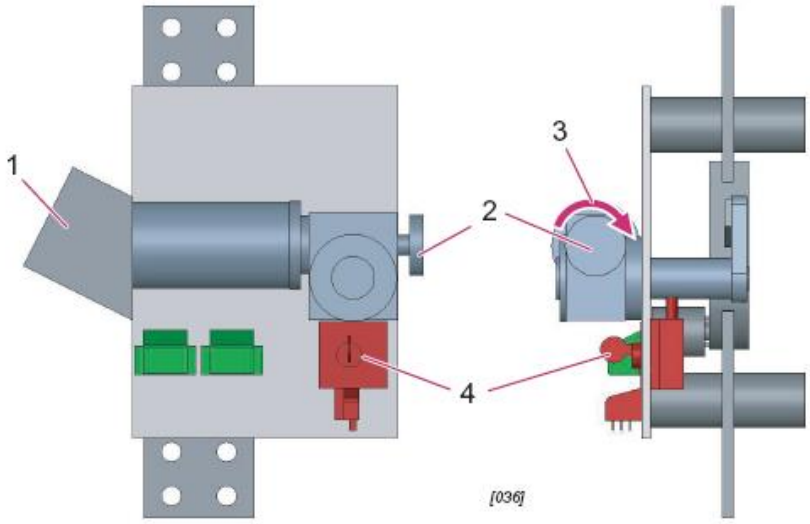
چرخاندن چرخ دنده (۲) در جهت عقربه‌های ساعت (۳) باعث بستن کنتاکتهای متحرک (۱) DS می‌شود.

چرخاندن چرخ دنده (۲) در خلاف عقربه‌های ساعت کنتاکتهای متحرک (۱) DS باز می‌کند.

احتیاط مهم: در انتهای حرکت معمول کنتاکتهای متحرک فشار اضافی برای حرکت بیشتر کنتاکت وارد نکنید.

✓ قفل کردن و جلوگیری از عملکرد Blocking

کلید شماره (۴) به صورت مکانیکی شفت حرکتی کنتاکتهای متحرک (۱) DS را در وضعیت باز یا بسته قفل می‌کند. با چرخاندن کلید و قفل شدن DS مسیر اصلی برق موتور DS توسط میکروسوئیچ مربوطه قطع می‌شود و جلوی عملکرد الکتریکی DS گرفته می‌شود. پس از قفل شدن DS کلید را از روی قفل می‌توانید خارج کنید.



شکل ۴-۶۵ عملکرد MRID2

✓ **خطاهای MRID2**

خطاها در این تابلو با دو چراغ سیگنال زیر نمایش داده می‌شوند:

H501 : خطای کلی و قفل شدگی .Blocking

H504 : خطای برگشت جریان به یکسوساز۲.

✓ **خطاهای ناشی از یکسوساز شماره ۲**

سیگنال محلی: لامپ H501(Blocking) روشن می‌شود.

روش خاموش کردن و رفع خطا(Reset): به دستورالعمل سازنده یکسوساز مراجعه و خطا را رفع کنید سپس کلید فشاری H501 را بفشارید.

✓ **حفاظت اتصال زمین**

سیگنال محلی: ۱. لامپH505 و H501 نیز روشن می‌شود(به ترتیبgrounding ،blocking).

۲. لامپ H401 روی تابلویMRID1 روشن می‌شود(Blocking).

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset): ابتدا خطا را رفع کنید (امکان مشکل عایقی وجود دارد) سپس رله اتصال زمین K500 را روی تابلوی MRID2 ، دستی Reset نمایید حال کلید فشاری H501 را بفشارید.

✓ **خطای برگشت جریان به یکسوساز ۱**

سیگنال محلی: - لامپ H501 روشن می‌شود (Blocking).

لامپ H404 روی تابلویMRID1 روشن می‌شود (Revers Current Rectifier-1) .

لامپ H401 روی تابلویMRID1 روشن می‌شود (Blocking) روشن می‌شود.

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset):

یکسوساز شماره۱ را با باز کردن MRID1 از باس اصلی جدا کنید تا بتوانید MRID2 را دوباره ببندید. کلید فشاری H501 را فشرده تا Reset شود. با توجه به دستورالعمل مربوطه خطای روی یکسوساز شماره ۱ را رفع نمائید.

✓ **خطای برگشت جریان به یکسوساز ۲**

سیگنال محلی: - لامپ H501 روشن می‌شود (Blocking).

لامپ H504 روی تابلوی MRID2 روشن می‌شود (Revers Current Rectifier-2) . لامپ H401 روی تابلوی MRID1 روشن می‌شود.

روش خاموش کردن و رفع خطا (Reset) :

با توجه به دستورالعمل مربوطه خطا را از روی یکسوساز۲ رفع کنید. رله K503 را با فشردن دکمه قرمز روی رله رها کنید. (Reset)

کلید فشاری H501 را روی تابلو فشار دهید.

ر) نحوه عملکرد و بهره‌برداری تابلوهای کلید فیدر خط +NC2x(LFCB)

رویه‌های توضیح داده شده در این قسمت برای وضعیت در سرویس کلید می‌باشد و برای اطلاع از نمایشگر Sepcos به جزوه مربوطه مراجعه شود.

۱) نحوه بازکردن و بستن کلیدهای سریع تغذیه خط

۲) کنترل محلی (Local) کلیدها

شرایط بستن محلی کلید

- نبایستی خطایی روی کلید وجود داشته باشد. (بخش 1: خطاهای LFCB)

نحوه بستن محلی کلید

- از روی نمایشگر Sepcos مد Local را انتخاب کنید.
- از روی نمایشگر Sepcos مد LFCB را ببندید.
- با توجه به شرایط خط یک مرتبه امپدانس(ولتاژ) خط تست می‌شود قبل از اینکه کلید سریع DC بسته شود.
- البته روش دیگری نیز وجود دارد که بستن بدون تست خط می‌باشد و می‌توان لز طریق نمایشگر Sepcos روی درب تابلو فرمان بستن بدون تست خط را صادر نمود. (Order ON without line test)

✓ **نحوه باز کردن محلی کلید**

- هیچ پیش شرطی برای پذیرش فرمان باز کردن کلید وجود ندارد.
- از طریق نمایشگر Sepcos کلید را باز کنید.

۳) کنترل از دور (Remote) کلیدها

✓ شرایط بستن از دور کلید

کاملاً شبیه شرایط بستن محلی می‌باشد.

✓ نحوه بستن از دور کلید

- از روی نمایشگر Sepcos مد عملکرد Remote را انتخاب کنید.
- کلید تابلوی فیدر خط LFCB را از طریق فرمان تابلوی کنترل یا مرکز فرمان ببندید.
- با توجه به شرایط خط حداکثر ۳ بار امپدانس(ولتاژ) خط تست می‌شود و در صورت مشکل داشتن خط کلید بسته نمی‌شود.
- بستن بدون تست خط نیز از طریق انتخاب فرمان "order ON without line test" قابل اعمال است. حداقل ۵ ثانیه از فرمان close قبلی بایستی گذشته باشد.

✓ نحوه باز کردن از دور کلید

- هیچ پیش شرطی برای باز کردن از دور کلید وجود ندارد.
- کلید را می‌توانید از تابلوی کنترل یا مرکز فرمان باز یا قطع کنید.

ز) اینترلاکهای کلیدهای فیدر خط با کنتاکتور / کلید بخش خنثی PCC

- PCC1 با کلیدهای LFCB2 و LFCB3 اینترلاک الکتریکی دارند.
- PCC2 با کلیدهای LFCB1 و LFCB4 اینترلاک الکتریکی دارند.

اینترلاک الکتریکی بدین صورت است که در صورت وقوع خطا بر روی خط و باز شدن (تریپ خوردن) کلید LFCB ، PCC مربوطه نیز فرمان باز شدن دریافت می‌کند.

با بستن مجدد LFCB ، PCC مربوطه به طور خودکار بسته می‌شود مگر آنکه PCC قبلاً با فرمان و خواست اپراتور بهره‌برداری باز شده باشد.

۱) خطاهای کلیدهای فیدرهای خط LFCB

در صورتیکه بازشدن کلید بدلیل خطای Sepcos باشد یک لامپ سیگنال "Protection trip" روی صفحه نمایشگر Sepcos روشن می‌شود. ۵ سطح از خطا مطابق لاجیک دیاگرام LFCBها مشخص می‌شود. در مدرک مربوطه به مشخصات و روش استفاده Sepcos-NG تمامی حفاظت‌های در دسترس را توضیح می‌دهد و لیکن در این پروژه از تمامی این حفاظت ها استفاده نمی‌شود و برخی غیرفعال می‌باشند.

✓ سطح صفر(۰): سیگنال خطا Not Ready غیر آماده

این خطا از بستن کلید جلوگیری می‌کند و خطا بایستی رفع و رله Reset شود تا بتوان کلید را دوباره بست. خطای Sepcos-NG : خطای سخت افزاری یا نرم افزاری و ساختار نرم افزار. یک فرمان Reset سخت افزاری برای رفع خطا لازم است.

✓ سطح۱: سیگنال خطا trip & lockout

این سیگنال موجب باز شدن کلید HSCB می‌شود و از بستن مجدد کلید مادامی که خطا وجود دارد جلوگیری می‌کند. برای بستن کلید خطا بایستی رفع و Reset شود. در این سطح موارد خطاهای زیر می‌توانند لحاظ شوند:

- خطای اتصال به زمین
- خطای جریان معکوس یکسوساز ۱ و/ یا ۲
- کلید فشاری تریپ دستی روی کلید HSCB فعال شود.

✓ سطح۲: سیگنال خطا تریپ و جلوگیری از باز بست (trip & no-reclose signal)

این سیگنال موجب باز شدن کلید HSCB شده اما بستن کلید به محض رفع خطا ممکن است.

✓ سطح۳: سیگنال خطا جلوگیری از بستن(closing interdiction signal)

کلید HSCB را تریپ نمی‌دهد اما جلوی بستن آن را با وجود خطا می‌گیرد و خطا بایستی رفع شده باشد و Reset شده باشد تا بتوان مجدد کلید را بست.

✓ سطح۴: تریپ و باز بست خودکار(trip & auto-reclosing)

این خطا موجب باز شدن کلید می‌شود و به طور خودکار مجدد می‌بندد اگر mode کلید روی remote کنترل از دور باشد.

س) بهره‌برداری از PCC – تابلوی کنتاکتور/ کلید تغذیه بخش خنثی:

۱) فرمان دادن و باز و بستن توسط اپراتور

✓ **کنترل از روی تابلو – محلی (Local)**

✓ **شرایط باز و بستن PCCها**

شرایط عملکرد الکتریکی کلید HSCB بایستی فراهم باشد و کلید آماده باشد.

✓**نحوه بستن محلی**

- سوئیچ انتخاب مد تابلو را در حالت Local قرار می‌دهیم.

- با کلید گردان فرمان بستن به PCC1 یا PCC2 یا هر دو می‌دهیم.

✓نحوه باز کردن محلی

در مد Local با کلید گردان فرمان باز کردن به PCC1 و/ یا PCC2 بدهید.

۲) کنترل از دور PCC ها (Remote)

✓شرایط بستن/ باز کردن

شرایط دقیقاً مثل عملکرد محلی است.

✓نحوه بستن از دور

- مد تابلو را در حالت کنترل از دور Remote قرار دهید.
- فرمان بستن را از تابلوی کنترل یا مرکز فرمان بدهید جهت PCC1 و/ یا PCC2

✓نحوه بازکردن از دور

در مد Remote فرمان باز کردن PCC1 و/ یا PCC2 را بدهید.

۳) باز و بستن کلیدهای PCC از طریق اینترلاکهایی که با LFCB ها دارند.

- PCC1 با کلیدهای LFCB2 و LFCB3 اینترلاک الکتریکی دارند.
- PCC2 با کلیدهای LFCB1 و LFCB4 اینترلاک الکتریکی دارند.

اینترلاک الکتریکی بدین صورت است که در صورت وقوع خطا بر روی خط و باز شدن (تریپ خوردن) کلید LFCB ، PCC
مربوطه نیز فرمان باز شدن دریافت می‌کند.

۴) توضیح بهره‌برداری تابلو اتصالات ودیسکانکتورهای قطب منفیND00+

⚠ نکات ایمنی کار با ولتاژهای بالا را کاملاً رعایت نمائید.

- ✓ **موارد عمومی تابلوی ND00+**
- ✓ **مدهای عملکرد و کنترل تابلوی ND00+**

تابلوی دیسکانکتور منفی تنها با مد محلی قابل عملکرد می‌باشد.

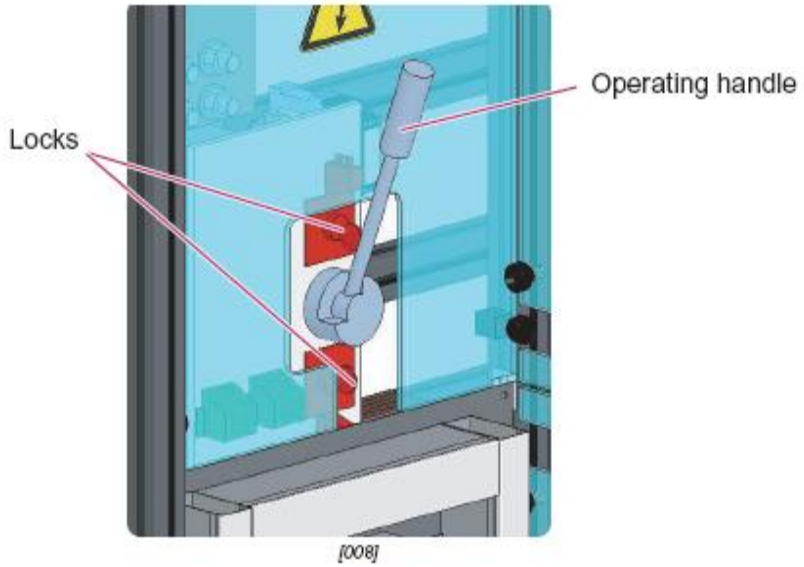
- **نحوه باز و بستن دیسکانکتورهای منفی**
- **شرایط باز و بستن دیسکانکتور منفی**

شرایط باز و بستن دیسکانکتورهای منفی ND2 & ND1

۱. دیسکانکتور موتوری متناظر MRID باز باشد.
۲. دیسکانکتور به صورت مکانیکی قفل نباشد. (به صورت اینترلاک مکانیکی با MRID متناظر می‌تواند باشد)

ش) نحوه باز و بستن دیسکانکتور منفی

برای باز و بستن کلید دسته روی DS را در جهت چپ یا راست بچرخانید.



شکل ۴-۶۶ نحوه باز و بستن دیسکانتور منفی

۱) عملکرد و بهره‌برداری قدم به قدم

بهره‌برداری از DC-Swgr در مترو به دو گروه تقسیم می‌شود:

- بهره‌برداری روزانه: در این بهره‌برداری از تمام حالتها استفاده شده و فرض می‌شود بین دو عملکرد تغذیه جانبی قطع نخواهد شد.
- راه‌اندازی اولیه: بدلیل تعمیر و رفع عیب یا هر دلیلی که تمامی مدارات بی‌برق شده و بخواهیم همه را دوباره برقدار کنیم.

- رفع یک خطا Resetting

۱. رفع خطاهای سبک (Reset)

رفع خطای محلی Local

- LFCB : از طریق نمایشگر Sepcos روی درب تابلو
- MRID 1&2 : از طریق کلید فشاری Reset روی درب تابلو
- یکسوساز: به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.
- کلید AC بالادست: به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.

رفع خطای دور (Remote)

- LFCB : با درخواست و فرمان Reset از مرکز فرمان یا تابلو کنترل

- MRID1&2 : با فرمان Reset از دور
- یکسوساز: به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.
- کلید AC بالادست: به دستورالعمل مربوطه مراجعه شود.

۲. رفع خطاهای سنگین (Reset)

خطاهای سنگین و اصلی مانند اتصال به زمین یا برگشت جریان به یکسوسازها نیاز به فرمان Reset از روی خود تابلو را دارند.

- رویه بهره‌برداری مرحله‌ای

  - برقدار کردن یکسوسازها و کلیدهای LFCB's و PCCها

احتیاط و توجه! : قبل از استفاده از این رویه از آماده بودن خط برای برقدار شدن و عدم وجود اتصال کوتاه مطمئن شوید و با سرپرست بالادست حتماً هماهنگ کنید. قبل از مرحله اول از موارد زیر مطمئن شوید:

همه اتصالات زمین برداشته شده باشند اگر تجهیزات در زمان خاموشی زمین شده باشند.

تمامی دیسکانکتورها (DS ها) و کلیدها باز هستند.

هیچ چراغ سیگنال خطایی که نشان‌دهنده شرایط غیر عادی باشد روشن نباشد.

هیچ ابزاری در هیچ بخشی از تابلو جا نمانده است.

  - مراحل بهره‌برداری محلی Local

۱. با توجه به دستورالعمل مربوطه ابتدا دیسکانکتور منفی مربوط به یکسوسازی که بایستی برقدار شود، بسته شود. (ND با MRID اینترلاک دارند)

۲. مد کنترل تابلوی MRID روی محلی (Local) باشد حال MRID مرتبط با یکسوساز برقدار شونده را ببندید.

۳. با توجه به دستورالعمل مربوطه کلید AC بالادست که یکسوساز مرتبط را تغذیه می‌کند را ببندید.

حال یکسوساز(ها) برقدار می‌باشد (می‌باشند)

۴. ارابه کلید را وارد تابلو کرده (مطابق ی۲-۸-۴) و وضعیت کنترل را روی کنترل محلی (Local) قرار می‌دهیم.

۵. با توجه به بخش خنثی خط که بایستی برقدار شود، PCC مربوطه را ببندید.

  - مراحل بهره‌برداری از دور Remote

کلید انتخاب مد کنترل تابلو را در وضعیت Remote قرار دهید و با توجه به دستورالعمل مربوطه از تابلوی کنترل یا مرکز فرمان Scada کلید را باز و بسته کنید.

- بی برقی و جداکردن یکسوسازها

- مراحل بی برقی محلی

۱. کلید AC بالادست مرتبط با یکسوسازی که می‌بایست بی‌برق شود را با توجه به دستورالعمل سازنده باز کنید. دیسکانکتور MRID پائین‌دست به طور خودکار باز می‌شود.

۲. با توجه به دستورالعمل مربوطه ND مرتبط با یکسوساز بی‌برق شوند را باز کنید تا یکسوساز کاملاً ایزوله گردد. (اینترلاک با MRID)

حال کلی از یکسوسازها ایزوله شده است لطفاً چک شود. قبل از جدا کردن آخرین یکسوساز، کلیه کلیدها باز شده باشند. (پس از مرحله ۴)

۳. کلیدهای PCC را باز کنید.

۴. کلیه کلیدهای فیدرهای خط (LFCBها) در مد Local قرار داده شوند و کلیدها باز شوند. در صورت نیاز کلیدها را از حالت سرویس خارج کنید) (ی-۲-۸-۴ trolley racking)

حال مراحل ۱ و۲ را برای بی‌برق کردن یکسوساز آخر تکرار کنید.

- مراحل بی برقی از دور

با توجه به دستورالعمل Scada در حالیکه کلیه تابلوها در مد Remote قرار دارند شبیه مراحل عملکرد محلی (Local) تجهیزات تابلوها را بی‌برق نمائید.

- **خطاهای اصلی (مهم)**

این خطاها نیاز به بررسی و سرکشی دقیق تجهیزات دارد و نمیتوان از راه دور آنها را Cancle یا رفعReset کرد.

- حفاظت اتصال به زمین

وجود جریان خطا بین شینه ارت تابلوها و زمین پست RS باعث تریپ کلیدهای خروجی LFCB و کلیدهای ورودی AC بالادست می‌شود، سپس هر دو MRID نیز باز خواهند شد. ضمناً تمامی کلیدهای خط LFCB ها فرمان Intertripping برای باز کردن کلیدهای متناظر در پست‌های مجاور می‌فرستند.

هر کلید LFCB که بدلیل خطا باز می‌شود یک فرمان باز شدن به PCC مرتبط می‌دهد و پس از بسته شدن مجدد کلید LFCB، PCC نیز مجدد بسته می‌شود.

رفع خطا زمین (Resetting)

۱. علت و مکان خطا را بیابید و رفع کنید (ممکن است مشکل عایقی وجود داشته باشد)

۲. پس از رفع علت خطا دکمه قرمز رنگ رله K500 را فشار دهید تا رله Reset شود.

۳. سپس خطای MRID و LFCBها را با فشردن کلید فشاری یا LCD مربوطه Reset کنید.

۴. برای Resetکردن تابلوهای دیگر مانند کلید AC بالادست در صورت نیاز مطابق دستورالعمل مربوطه اقدام کنید.

- خطاهای جریان برگشت به رکتیفایر ۱ و ۲

کشف جریان معکوس به دلیل خطای داخل یکسوسازها موجب این خطا می‌شود که در این حالت LFCBها و هر دو کلید AC بالادست تریپ می‌خورند سپس هر دو MRID به طور خودکار باز می‌شوندو ضمناً کلیدهای LFCB فرمان اینترتریپ به کلیدهای مجاور نیز ارسال می‌کنند . با تریپ LFCBها PCCها نیز باز میـشوند.

رفع خطای جریان برگشت یکسوسازها (Resetting)

۱. علت و مکان وقوع خطا رابیابید. (به دستورالعمل یکسوساز مراجعه کنید)
۲. پس از آنکه خطا برداشته و رفع شد، با فشردن دکمه قرمز روی رله‌های K403 (MRID1) یا K503(MRID2) آنها را Reset کنید.
۳. حال LFCBها و MRIDها را از طریق صفحه نمایشگر و دکمه فشاری مربوطه Reset کنید.
۴. کلید AC بالادست را در صورت نیاز با توجه به دستورالعمل مربوطه Reset نمائید. (یا سایر کلیدها یا تابلوهای لازم)

دقت کنید با جدا کردن یکسوساز معیوب از طریق MRID و ND مربوطه می‌توانید توان کشش پست را با یکسوساز دیگر تأمین نمائید.

۲- ۷-تعمیر و نگهداری

۲- ۷- ۱- توصیه‌های ایمنی

خطر:

۱. قبل از شروع به تعمیر تجهیزات، تجهیزات را بی برق کنید، ایزوله کنید آن را و چک کنید ولتاژی وجود نداشته باشد.
۲. هرگز از تجهیزاتی که تولید ولتاژهای بالا می‌کنند برای چک عایق تجهیزاتی که نیمه هادی دارند استفاده نکنید، مانند مبدل‌ها چراکه نیمه هادی موجود در آنها آسیب می‌بیند.
۳. پس از اتمام کارها مطمئن شوید که ابزار، قطعات فلری یا سیم در داخل تابلوها و تجهیزات جا نمانده باشد.

۴. قبل از ترک ایستگاه مطمئن شوید که کلیه تأسیسات و تجهیزات در جای مناسب خود قرار گرفته‌اند.
۵. قبل از تعمیر و نگهداری، در صورت امکان کنتاکتورها و دیسکانکتورهای موتوری را با کلید موجود روی آن قفل کنید.
۶. حین عملیات تعمیر و نگهداری از لمس هیترهای تابلوها خودداری کنید.

۲- ۷- ۲- موارد عمومی

از آنجائیکه تمامی تجهیزات اصلی با دستورالعمل‌های جداگانه‌ای همراه می‌باشند لذا موارد عمومی زیر سیستم‌ها تنها ارائه می‌گردد.

۲- ۷- ۳- تعمیرات پیشگیرانه

تمیز نگهداشتن اتاق نصب تجهیزات مهمترین اقدام پیشگیرانه به شمار می‌رود. اقدامات پیشگیرانه شامل تمیز کردن تجهیزات به صورت منظم و بازرسی‌های دوره‌ای برای کشف تجهیزات شکسته یا معیوب است. بازرسی و رسیدگی‌های منظم قابلیت اطمینان سیستم را زیاد می‌کند و جلوی خطاهای تجهیزات را می‌گیرد.

نکته : عملیات تعمیر و نگهداری بایستی توسط افراد ماهر و آموزش دیده انجام شود.

۲- ۷- ۳- ۱- تمیز کردن

جمع شدن گرد و خاک و آلودگی روی تجهیزات به عنوان یک عایق جلوی دفع حرارت تولیدی را می‌گیرد. گرد و خاک روی مدارات می‌تواند موجب جرقه، اتصال کوتاه و آسیب به قطعات یا تجهیز شود بنابراین تجهیزات بایستی تمیز شوند تا جلوی این اتفاق گرفته شود. گردوخاک و آلودگی می‌تواند توسط دستمال خشک، برس نرم و یا جاروبرقی تمیز شود.

الف) تمیز کردن سطوح اتصالات و عایق‌ها

اتصالات قدرت همیشه بایستی قبل از اتصال اولیه و بعد از هر بار جدا کردن اتصالات بر اساس نظم و مقررات زیر تمیز شوند:

- سطوح مس بدون روکش

با پارچه تمیز و نرم سطوح اتصال را از آلودگی و روغن پاک کنید.

توجه! استفاده از برس‌های مویی مجاز ولیکن استفاده از سمباته غیر مجاز است.

- سطوح مسی روکش‌دار

۱. سطوح مسی روکش‌دار را با پارچه‌های ضد خش آغشته به مواد شیمیایی پاک‌کنندهٔ تمیز کنید.روکش روی مس‌ها نباید آسیب ببیند. تمام سطوح اتصالات قدرت را با حوصله به گریس اتصال (contact grease) آغشته کنید.

- تجهیزات ترموپلاستیک (قطعات ماکرولون، پلکسی گلاس، PVC)

۱. با یک پارچه ضد الکتریسیته، اغشته به محلول ضد الکتریسیته ساکن برای تمیز کردن آلودگی‌های زیاد و سنگین اقدام کنید.

۲. روی این قطعات (تجهیزات ترموپلاستیکی) لایه نازکی از گریس سیلیکون بمالید.از پارچه کتانی استفاده کنید.

- پلاستیک‌های سخت (قطعات و تجهیزات رزینی قالب‌گیری شده)

۱. آلودگی‌های زیاد این تجهیزات یا قطعات را با پارچه‌های کتانی ضد خش و پاک کننده مخصوص تمیز کنید.

۲. با پارچه کتانی روی این قطعات و تجهیزات پلاستیک سخت لایه نازکی از گریس سیلیکون بمالید.

- انواع قطعات پلاستیکی، نرم وسخت

۱. با یک برس تمیز آلودگی‌های دانه درشت و زیاد را پاک کنید.

نکته : از پودرهای شوینده یا حلال‌های چربی مانند CCl_4 تتراکلرایدکربن یا C_2HCl_3 تریکار اتیلن برای تمیز کردن اجزا پلاستیکی استفاده نکنید.

۲- ۷- ۳- ۲- جدول اقدامات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

جدول ۲-۴۰ تعمیرات دوره‌ای

شرح کار	بازه‌های زمانی تکرار	زمان حدودی (ساعت)	ابزار آلات	تخصص انجام دهنده	توضیحات
۱. بازدیدهای شهودی					
بازدید و مشاهده تجهیزات وتأسیسات	۲ بار در سال	نیم ساعت	-		
تمیز کردن	۲ بار در سال	نیم ساعت	برس، جاروبرقی، پارچه، محصولات تمیز کردن	فرد آموزش دیده	بدقت کلیه علائم سوختگی کپک که می‌تواند منجر به خطای جدی شود را چک کنید

۲. بازدیدهای مکانیکی					
سفت کردن و محکم کاری‌ها : بازدید محکم بودن پیچ باسبارها و اتصال کابل‌هاسفتی پیچ و مهره‌ها را بازدید کنیدM10 = 35Nm , M12 = 45 Nm	۱ بار در سال	نیم ساعت	اندازه‌گیر گشتاور	فرد آموزش دیده	
۳. بازدیدهای الکتریکی					
تمامی فیوزها، MCBها و عملکرد کنتاکت کمکی آنها را چک کنید	۱ بار در سال	۱۲ دقیقه	تجهیزات و ابزار الکتریکی مانند مولتی متر	فرد ماهر	- فیوزها را یکی یکی چک کنید (با مولتی متر) - عملکرد کنتاکت کمکی را با چک تریپ و بازویستن کلیدها چک کنید. - بر اساس نقشه‌های الکتریکی، عملکرد صحیح لامپ‌ها و سایر اجزا چک کنید.
عملکرد هیترها با کاهش تنظیم ترموستات آنها بازدید شود					
عملکرد صحیح چراغ‌های سیگنال چک شود.					
۴. تمیز کردن					
تمیز کردن تجهیزات، قطعات و تأسیسات	۱ بار در سال (البته به آلودگی محیط نیز بستگی دارد.)	یک ساعت	برس، جاروبرقی، دستمال، محصولات پاک‌کننده	فرد آموزش دیده + فرد ماهر برای چک درستی کارکرد و قرارگیری صحیح تجهیزات پس از تمیزی	

۲- ۷- ۴- راهنمای تدارکات و لوازم یدکی

۲- ۷- ۴- ۱- لوازم مصرفی

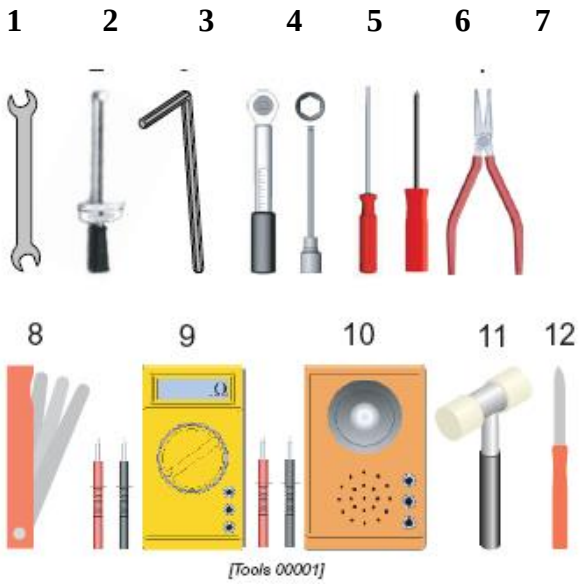
لوازم و کالاهای زیر برای استفاده در تعمیر و نگهداری تابلوهای DC. Swgr پیشنهاد می‌شود:

کالا	علامت مشخصه
گریس تحمل و طاقت حرکت قطعات مکانیکی + پیچ‌ها و مهره‌ها	Retinax LX2. Ref. Sécheron: NBT 400344P0003
گریس اتصال برای سطوح اتصال الکتریکی ثابت	Penetrox A13. Ref. Sécheron: SG800857P1

گریس اتصال برای سطوح اتصال الکتریکی متحرک	ASEOL, Litea 2 806-12. Ref. Sécheron: NBT 400344P0002
ماده تمیز کننده مخصوص قطعات ترموپلاستیکی	محلول ضد الکتریسیته ساکن ،اسپري ضد الکتریسیته ساکن Antistatic spray (i.e. cleaning product for glasses)
ماده تمیز کننده مخصوص قطعات پلاستیک سخت و قالب گرفته‌شده	White Spirit (*)
حلال گریس	Acetone pure or industrial alcohol (*)
پارچه	پارچه کتانی، پاک‌کننده پنبه‌ای، نخی

خطر : (*) کلاس A1 ، بسیار اشتعال پذیر است.

۲- ۷- ۴- ۲- ابزارآلات



ابزارآلات استاندارد :

شکل ۴-۶۷ ابزارآلات استاندارد

۱. آچار تخت
۲. آچار گشتاورسنج
۳. آچار آلن
۴. آچار بوکس _ جغجغه‌ای
۵. پیچ‌گوشتی تخت
۶. پیچ‌گوشتی چهارسو
۷. انبر دست نوک باریک
۸. آچار فیلر سنج
۹. مولتی متر

۱۰.بیزر چک (اهم چک)
۱۱.چکش دو سر
۱۲.چاقو

۲- ۸-تابلوهای فشار متوسط (MV)

۲- ۸- ۱- فهرست مندرجات

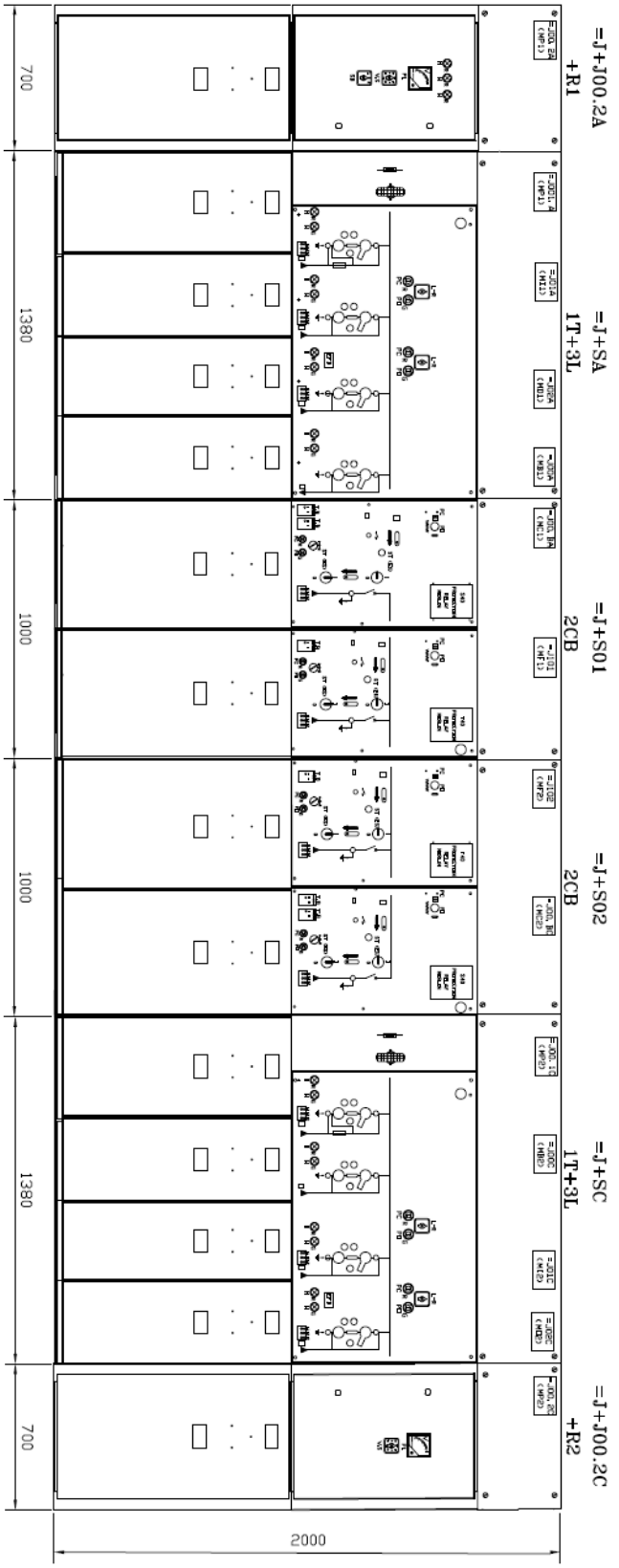
۱. معرفی تجهیزات
۲. تجهیزات جانبی مورد نیاز برای بهره برداری
۳. عملکردعمومی اینترلاک های مکانیکی
۴. اینترلاک های الکتریکی
۵. بازوبسته کردن سوییچ ها
۶. باز و بسته کردن سوییچ ها به صورت دستی و مکانیکی
۷. باز و بسته کردن سوییچ های قطع کننده به صورت الکتریکی
۸. بازوبسته کردن کلیدها (CB)
۹. تریپ حفاظتی کلیدها (CB)
۱۰.عملکرد مانومتر
۱۱.تعمیرات دوره ای
۱۲.تعویض فیوزMV 20 KV
۱۳.تعویض نشان‌دهنده ولتاژ

۱. معرفی سلول‌های ۲۰ کیلوولت پست RS

سوئیچ‌گیر ۲۰ کیلوولت پست RS از نوع GIS (گازی) بوده به این ترتیب که کلیه تجهیزات متحرک و ثابت آن داخل گاز SF6 می‌باشد. این مجموعه سوئیچ‌گیر از ۶ بخش مجزا در سه تیپ تابلو به شرح زیر تشکیل شده است. محفظه قطع کلیدها از نوع خلاء و کلیدهای قطع بار از نوع گازی می‌باشند.

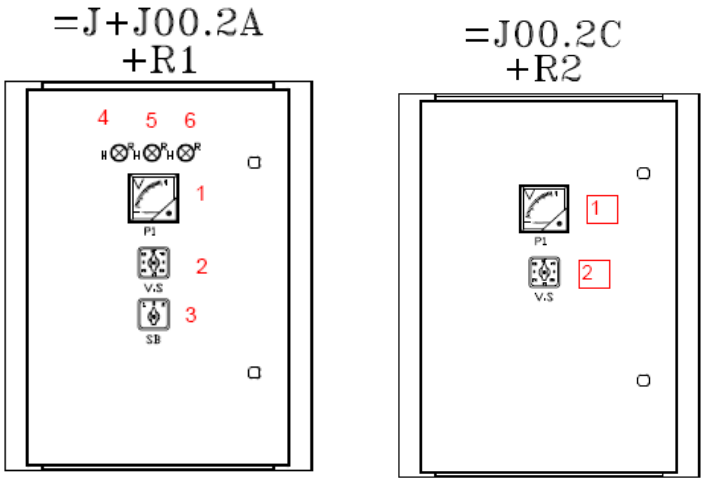
جدول ۴-۴۱معرفی تعداد تابلوهای MVپست RS

ردیف	نام تابلو	تعداد	کد تابلو	محل	عملکرد تابلو
۱	R	۲	=J00.2A	باس A	• تمرکز ترمینال‌های ارتباطی در بخش LV • قراردادن ترمینال‌های ترانسفورماتورهای ولتاژ در بخش MV
			=J00.2C	باس B	
۲	1T+3L	۲	=J01A (MI1)	باس A	فیدر ورودی کابل از RS دیگر خط
			J02A (MO1)		فیدرخروجی به RS دیگر
			=J00.1A		فیدر دیسکانکتور PT
			=J00A(MB1)		فیدر دیسکانکتور کوپلر
			=J01C(MI2)	باس C	فیدر ورودی کابل از RS دیگر
			=J02C(MO2)		فیدر خروجی به RS دیگر
			=J00.1C		فیدر دیسکانکتور PT
			=J00C(MB2)		فیدر دیسکانکتور کوپلر
۳	2CB	۲	=J00.BA(MC1)	-	کوپلینگ باس A و B
			=J101(MF1) =J102(MF2)	باس B	تغذیه و حفاظت ترانسفورماتورهای T101– و T102–
			=J00.BC(MC2)	-	کوپلینگ باس B و C



شکل ۲-۶۸ ابعاد عرضی تابلوهای MV

۲. معرفی تجهیزات تابلوی R2, R1



شکل ۴-۶۹ معرفی تجهیزات کنترلی تابلو

۱-ولتمتر

۲-ولتمتر سلکتور سوییچ

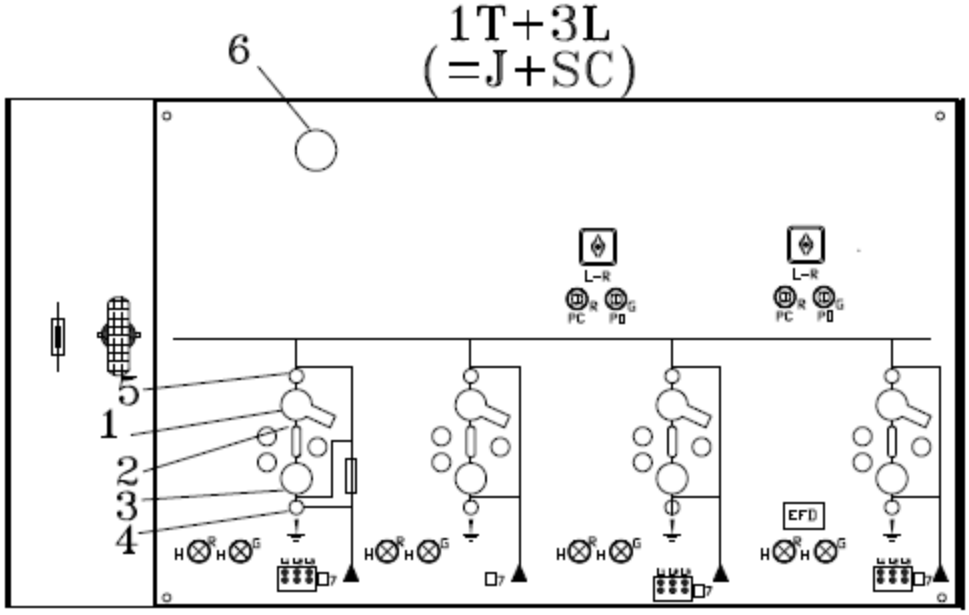
۳-سوییچ AUTOMATIC CHANGE OVER

۴-لامپ نمایشگر اولویت 1

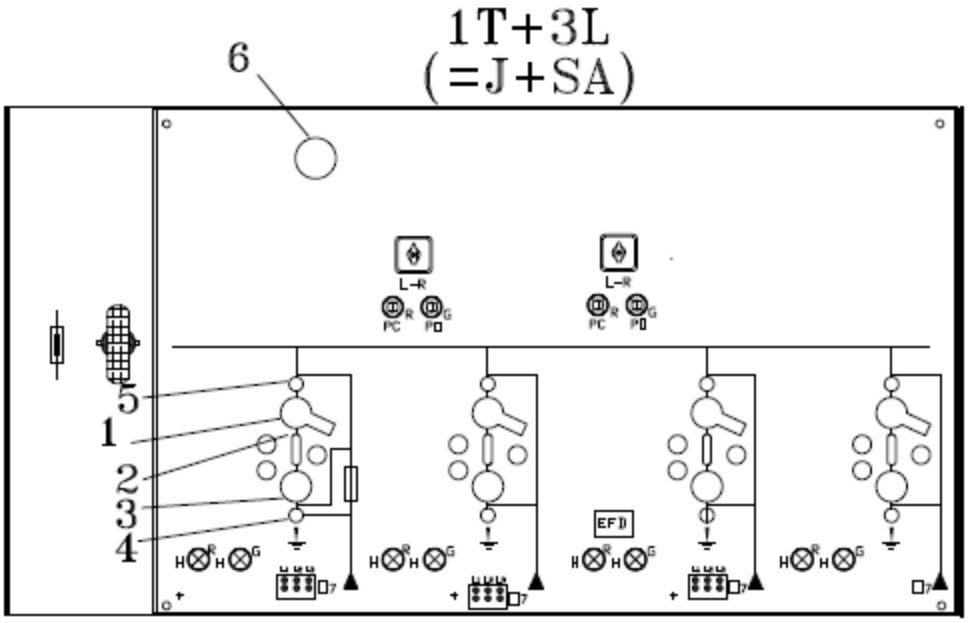
۵-لامپ نمایشگر وضعیت صفر (مدار AUTOMATIC CHANGE OVER کار نمی‌کند)

۶- لامپ نمایشگر اولویت 2

۳. معرفی تجهیزات تابلوی 1T+3L



شکل ۲–۷۰ معرفی تجهیزات تابلو

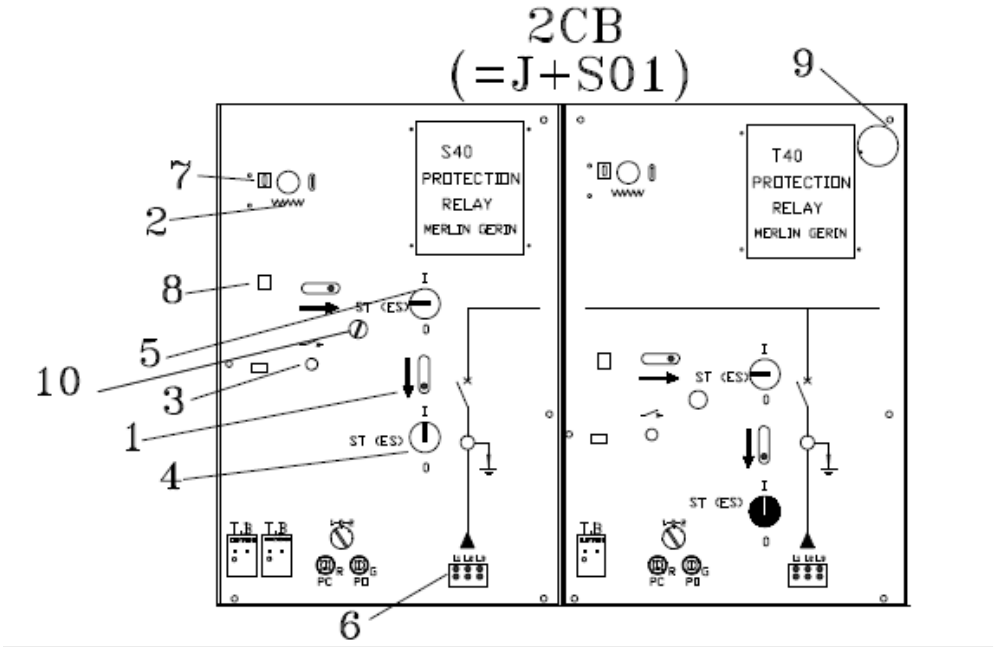


شکل ۲–۷۱ معرفی تجهیزات تابلو

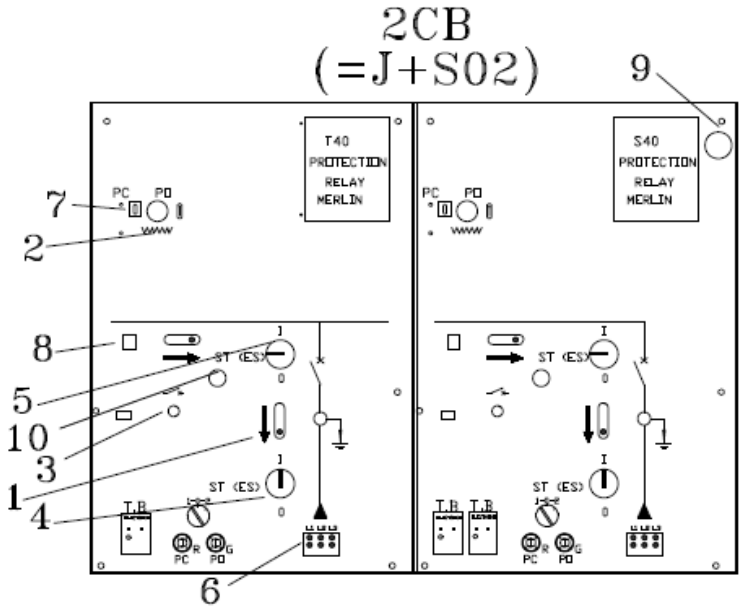
۱. مکانیسم سوییچ قطع کننده
۲. وضعیت اینترلاک
۳. مکانیسم تیغه زمین
۴. نشان‌دهنده تیغه زمین

۵. نشان‌دهنده وضعیت سوییچ قطع کننده
۶. مانومتر
۷. شمارنده

۳-معرفی تجهیزات تابلوی 2CB



شکل ۴-۷۲ تجهیزات تابلو 2CB



شکل ۴-۷۳ تجهیزات تابلو 2CB

۱- اینترلاک زمین

۲- فنر شارژ و دشارژ

۳- نمایشگروضعیت CB

۴- مکانیسم تیغه زمین

۵- مکانیسم سوییچ قطع کننده

۶- نشان‌دهنده ولتاژ

۷- نشانگر کلید بسته

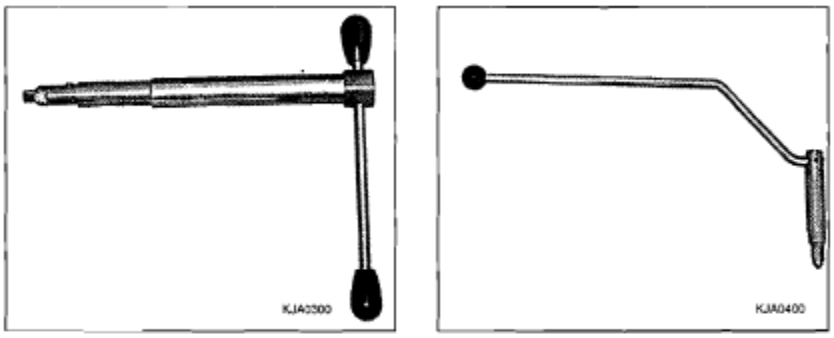
۸- نشانگر کلید باز

۹- مانومتر

۱۰- اینترلاک CB

۲ -تجهیزات جانبی مورد نیاز برای بهره برداری

- اهرم شارژفنر بستن کلیدها(CB)
- اهرم عملیات
- اهرم تعویض فیوز



Circuit-breaker closing spring loading lever (CB unit)

Operating lever

شکل ۲-۷۴ اهرم عملیات قطع و وصل- اهرم شارژ فنر

شکل ۴–۷۵ اهرم عملیات قطع و وصل

استفاده از اهرم عملیات قطع و وصل

۳-عملکردعمومی اینترلاک های مکانیکی

مکانیسم عمل‌کننده اینترلاک از نوع بازدارنده است، که از بستن ارت سوئیچ وقتیکه سوئیچ دیسکانکتور بسته است و بالعکس جلوگیری می‌کنند. حداکثر ایمنی توسط اینترلاکها در صورت عملکرد ناصحیح اپراتور تضمین شده است:

- بستن LBS وقتیکه کلید زمین بسته است مجاز نیست.
- دسترسی به فیوزها فقط وقتی که در جلو باز است و LBS باز است و تیغه زمین در طرف تغذیه بار بسته است، ممکن می باشد.
- باز وبسته کردن کلید در صورتی امکانپذیر است که دیسکانکتور آن بسته باشد.

✓ اینترلاک بین کلید زمین رایزر و درمحفظه فیوز

- درصورتیکه LBS باز باشد و ES بسته باشد امکان باز کردن در محفظه فیوزها وجود دارد.
- درصورتیکه LBS بسته باشد، امکان باز کردن در فیدرها وجود ندارد.

- ✓ اینترلاک بین LBS و ES
- درصورتیکه LBS بسته باشد و ES باز باشد ، اینترلاک مانع دسترسی به عملکرد ES می‌شود.
- درصورتیکه LBS باز باشد و ES بسته باشد اینترلاک مانع عملکرد LBS می‌شود.

در جدول های زیر اینترلاکهای مکانیکی خلاصه شده‌اند:

اینترلاک مکانیکی در 1T+3L

جدول ۴۲-۲ اینترلاک‌های مکانیکی

فانکشن	وضعیت	سوئیچ قطع‌کننده (LBS)	تیغه زمین (ES)	دسترسی به فیوزها و محفظه کابل
سوئیچ قطع‌کننده	بسته	-	عملکرد غیر ممکن	غیرممکن
	باز	-	عملکرد آزاد	وابسته به وضعیت تیغه زمین
تیغه زمین	بسته	عملکرد غیرممکن	-	آزاد
	باز	آزاد	-	غیرممکن
دسترسی به فیوزها	باز	عملکرد غیرممکن	بستن غیر ممکن	-
درب محفظه کابل	باز	بستن غیر ممکن	بازکردن غیرممکن	-

اینترلاک‌های مکانیکی در تابلوهای 2CB

جدول ۴۳-۲ اینترلاک‌های مکانیکی

فانکشن	وضعیت	کلید (CB)	سوئیچ دیسکانکتور (DS)	کلید زمین (ES)	دسترسی به فیوزها و بخش کابل
کلید (CB)	بسته	-	در وضعیت بسته قفل می‌شود	بستن غیر ممکن	مجاز نیست
	باز	-	عملکرد مجاز	به وضعیت DS بستگی دارد	به وضعیت ES بستگی دارد
سوئیچ دیسکانکتور (DS)	بسته	عملکرد مجاز	-	عملکرد غیرممکن	مجاز نیست
	باز	بستن غیرممکن	-	عملکرد آزاد	به وضعیت تیغه زمین بستگی دارد
تیغه زمین (ES)	بسته	باز	عملکرد غیرممکن	-	مجاز
	باز	به وضیت DS بستگی دارد	مجاز	-	مجاز نیست

دسترسی درب محفظه کابل	باز	باید باز باشد	بستن غیر ممکن	عملکرد آزاد	-

✓ اینترلاک‌های کلیدی (Key)

جهت ایمنی افراد کلید درب اتاق ترانسفورماتور می‌بایست در محفظه کابل فیدرهای ترانسفورماتور قرار داده شود و به این ترتیب تنها زمانی می‌توان به کلیدها دسترسی داشت که فیدر ترانسفورماتور بی برق بوده و کابل آن زمین شده باشد.

۴- اینترلاک‌های الکتریکی

✓ اینترلاک بین کوپلرها (=J (MC2), =J(MC1))

تنها در صورتی می‌توان از طریق پوش‌باتن کلید کوپلر را وصل کرد که کوپلر دیگر باز باشد.

توجه: پوش‌باتن مکانیکی کوپلر جهت جلوگیری از دور زدن اینترلاک (by pass) مکانیکی توسط طلق پوشانده شده است.

✓ اینترلاک بین کلید ترانسفورماتور (کلید تابلوهای J101= ,J102=) و تابلوهای MRID

تنها زمانی می‌توان کلیدهای فیدر ترانسفورماتور را بست که MRID بسته باشد.

✓ اینترلاک بین کلید ترانسفورماتور و درب رکتیفایر:

اگر درب محفظه قدرت (نه کنترل) رکتیفایر باز باشد امکان بستن کلید ترانسفورماتور وجود ندارد.

۵- باز و بسته کردن سوئیچ‌ها

✓ بازوبسته کردن سوئیچ‌ها به صورت دستی(MANUAL)

- تابلو دارای سوییچ قطع کننده (LBS)

الف-بازکردن تیغه زمین

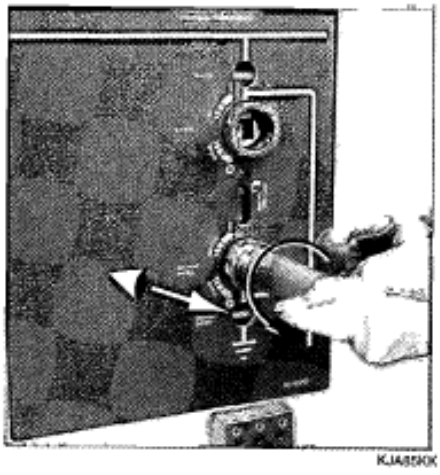
-اهرم را در محور کلید زمین بگذارید.

شکل ۴–۷۶ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت بسته به بازتغییر می‌کند.

-اهرم را خارج نمایید.

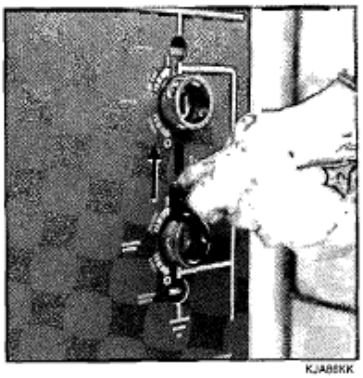


شکل ۴–۷۷ نحوه باز و بست کلید

ب-بستن تیغه زمین

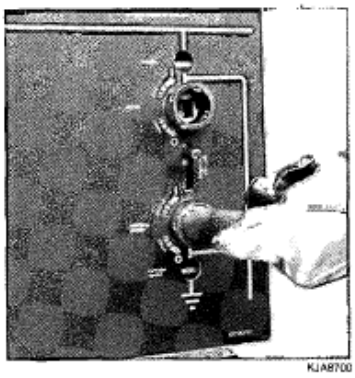
توجه: قبل از بستن تیغه زمین از برق دار نبودن کابل مطمئن شوید به این ترتیب که نشان دهنده‌های فاز نباید روشن باشد.

-زبانه اینترلاک را بالا ببرید.



شکل ۴–۷۸ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را در محورتیغه زمین بگذارید.

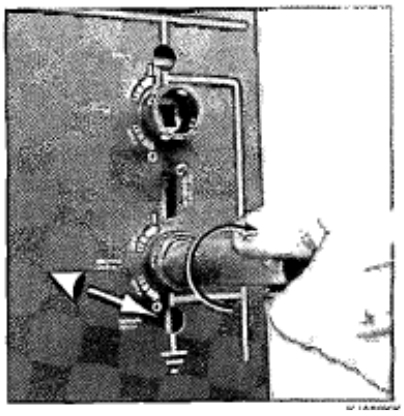


شکل ۴–۷۹ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت باز به بسته تغییر می‌کند.

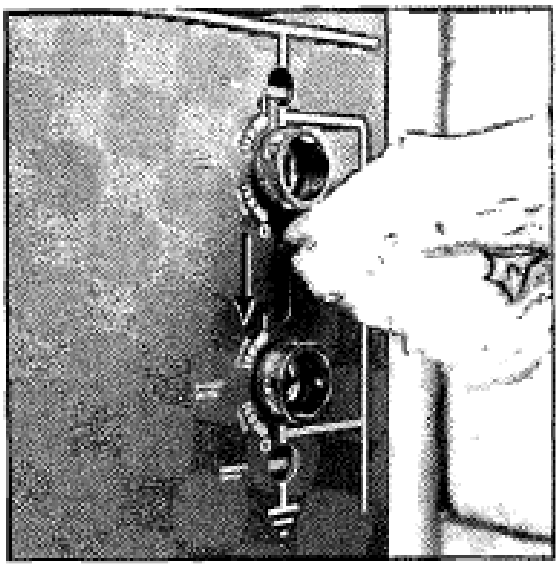
-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۴–۸۰ نحوه باز و بست کلید

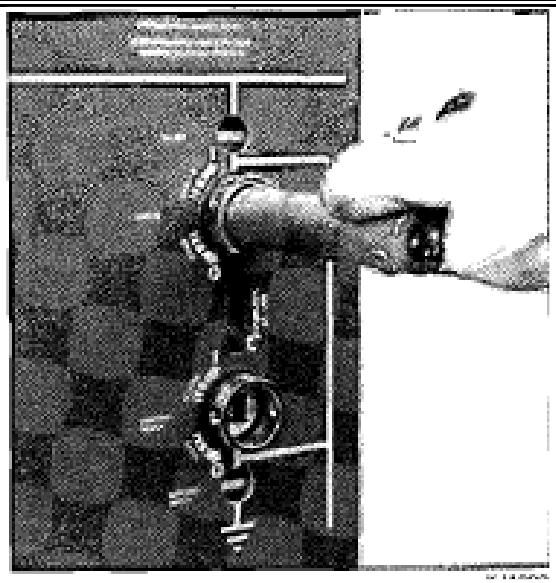
ج-بستن سوئیچ قطع کننده (LBS)

-زبانه اینترلاک را پایین ببرید.



شکل ۴–۸۱ نحوه باز و بست کلید

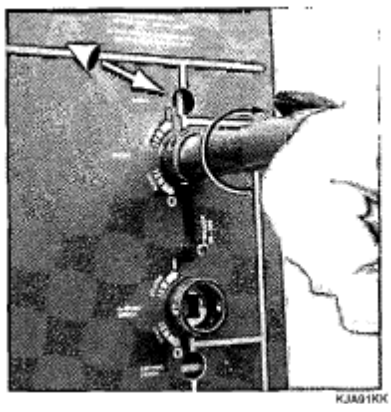
-اهرم را در محورکنترل سوئیچ قطع کننده(LBS) بگذارید.



شکل ۴-۸۲ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت باز به بسته تغییر می‌کند.

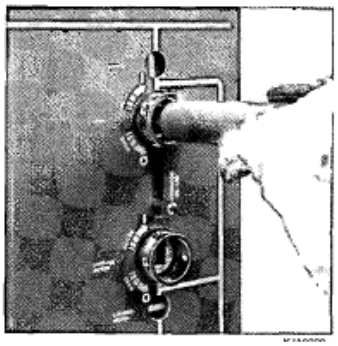
-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۴-۸۳ نحوه باز و بست کلید

د-بازکردن سوئیچ قطع کننده (LBS)

-اهرم را در محورکنترل کلید قطع کننده(LBS) بگذارید.

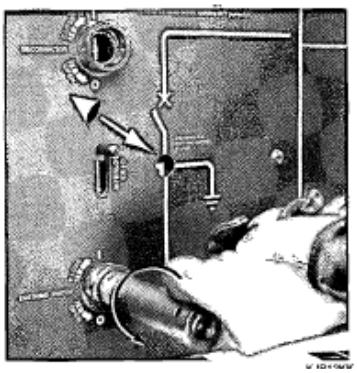


شکل ۴–۸۴ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت بسته به باز تغییر می‌کند.

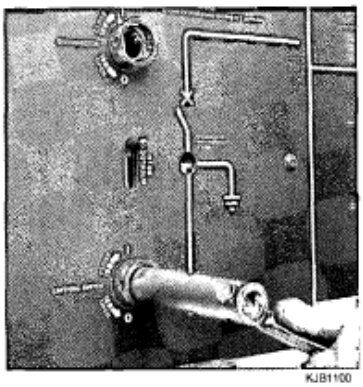
-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۴–۸۵ نحوه باز و بست کلید

✓ تابلوی دارای کلید (CB)

الف-بازکردن تیغه زمین



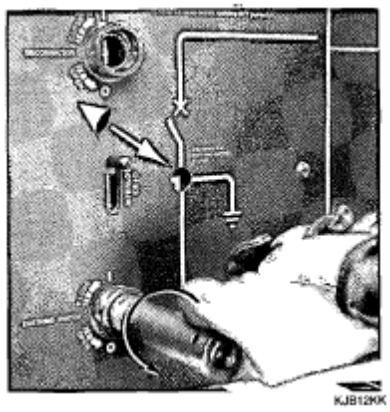
شکل ۴–۸۶ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را در محور تیغه زمین بگذارید.

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت بسته زمین به وضعیت زمین وخط باز تغییر می‌کند.

-اهرم را خارج نمایید.

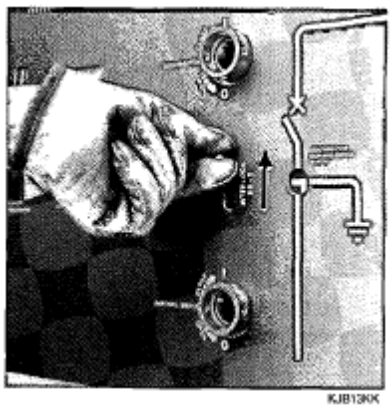


شکل ۴-۸۷ نحوه باز و بست کلید

ب-بستن تیغه زمین

توجه:قبل از بستن کلید زمین نداشتن ولتاژ را ازطریق سیگنال لامپ‌ها بررسی نمایید.

-زبانه اینترلاک را بالا ببرید.



شکل ۴-۸۸ نحوه باز و بست کلید

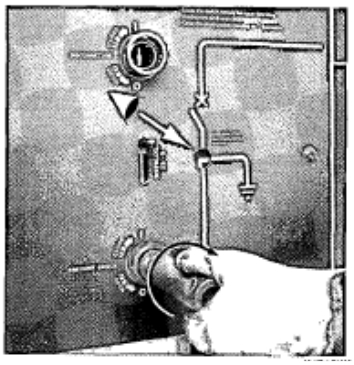
-اهرم را در محورتیغه زمین بگذارید.

شکل ۴–۸۹ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت وضعیت باز زمین وخط به زمین بسته تغییر می‌کند.

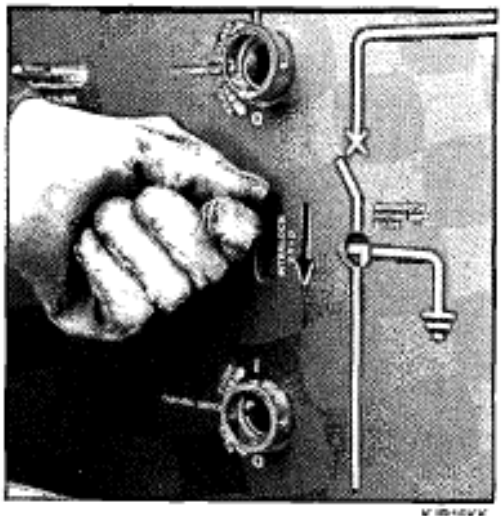
-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۴–۹۰ نحوه باز و بست کلید

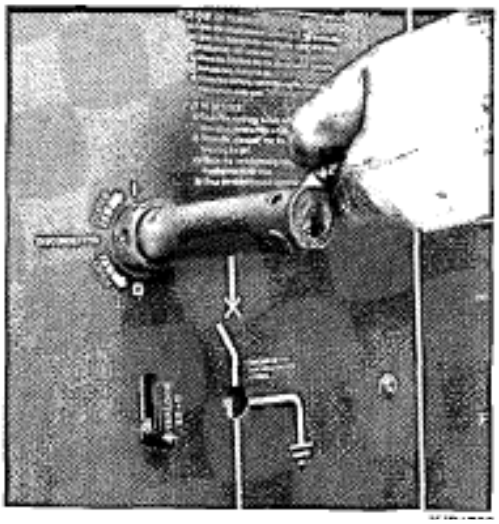
ج-بستن سوئیچ دیسکانکتور (DS)

-زبانه اینترلاک را پایین ببرید.



شکل ۲–۹۱ نحوه باز و بست کلید

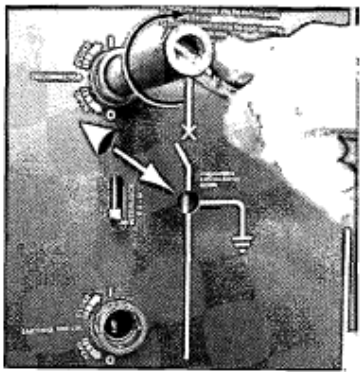
-اهرم را در محور سوئیچ دیسکانکتور(DS) بگذارید.



شکل ۲–۹۲ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت وضعیت باز زمین وخط به خط بسته تغییر می‌کند.

.-اهرم را خارج نمایید.



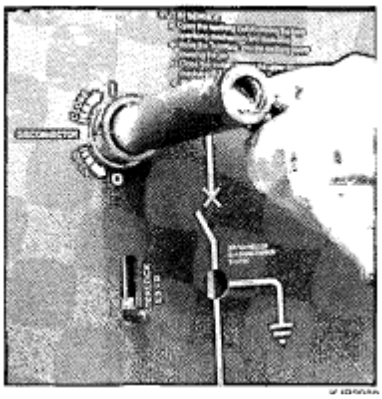
شکل ۴–۹۳ نحوه باز و بست کلید

د-بازکردن سوئیچ دیسکانکتور (DS)

-زبانه اینترلاک را به سمت چپ ببرید.

شکل ۴–۹۴ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را در محورسوئیچ دیسکانکتور(DS) بگذارید.

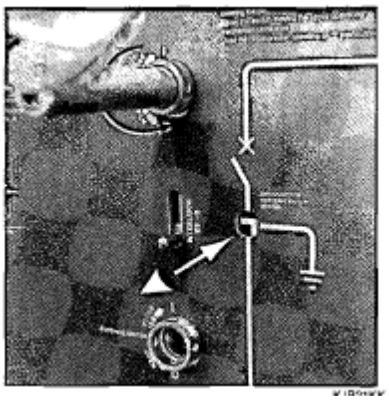


شکل ۴–۹۵ نحوه باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت وضعیت خط بسته به زمین و خط باز تغییر می‌کند.

-اهرم را خارج نمایید.



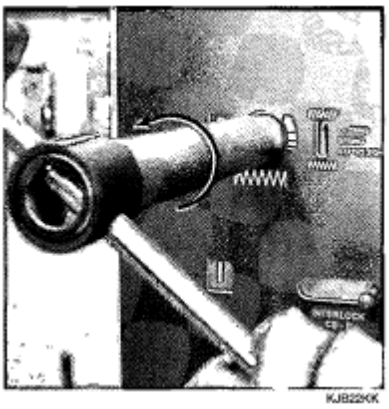
شکل ۴–۹۶ نحوه باز و بست کلید

.

ه-بستن کلید (CB)

توجه: بستن کلیدهای کوپلر از طریق پوش‌باتن مکانیکی ممکن نمی‌باشد زیرا جهت حفظ اینترلاک ۱ از ۲ پوش‌باتن توسط طلق شفاف مسدود شده است.

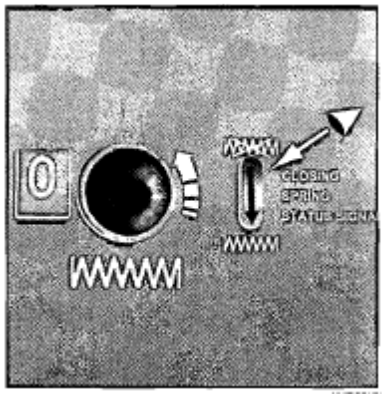
- فنر بستن کلید را با قراردادن اهرم در محل مربوطه و چرخاندن آن در خلاف جهت عقربه های ساعت تا شنیدن یک صدای کلیک شارژ نمایید.



شکل ۴–۹۷ نحوه باز و بست کلید

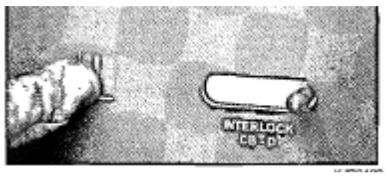
-نشان‌دهنده شارژ ودشارژوضعیت رو به پایین (علامت شارژ) را نشان می دهد.

-اهرم را خارج نمایید.



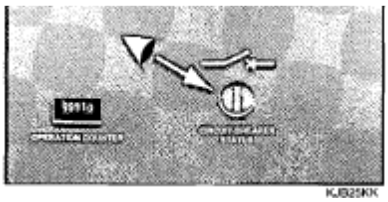
شکل ۴–۹۸ نشان‌دهنده شارژ ودشارژوضعیت

-با فشاردادن دکمه بستن (پوش باتن کلوز) کلید را می بندیم.



شکل ۴–۹۹ وضعیت نشان‌دهنده

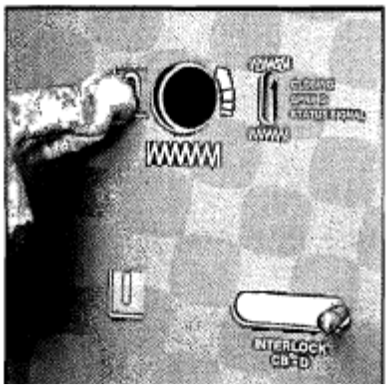
-وضعیت نشان‌دهنده باز(O) به بسته(I) تغییر می‌کند.



شکل ۴–۱۰۰ باز و بست کلید

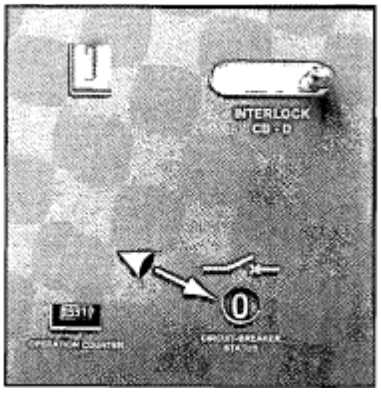
و-بازکردن کلید (CB)

- با فشاردادن دکمه باز کردن (پوش باتن اپن) کلید را باز می‌کنیم.



شکل ۴–۱۰۱ باز و بست کلید

-وضعیت نشان‌دهنده باز(I) به بسته(O) تغییر می‌کند.

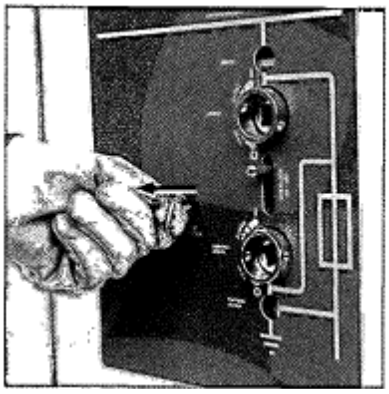


شکل ۴-۱۰۲ باز و بست کلید

✓ تابلو(1T)دارای سوییچ قطع کننده(LBS) وفیوز

الف-بازکردن تیغه زمین

-زبانه اینترلاک در را به سمت چپ ببرید.

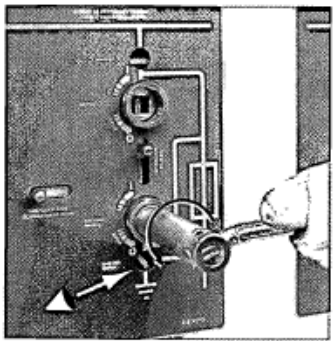


شکل ۴-۱۰۳ باز و بست کلید

- اهرم را در محورکنترل کلید زمین بگذارید واهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت بسته زمین به باز تغییر می‌کند.

-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۲–۱۰۴ باز و بست کلید

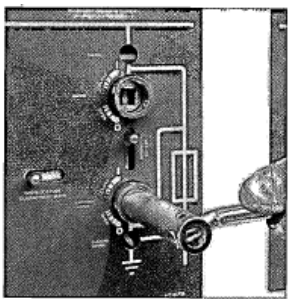
ب-بستن تیغه زمین

توجه: قبل از بستن تیغه زمین نداشتن ولتاژ را از برق دار نبودن کابل مطمئن شوید به این صورت که نشان دهنده‌های فاز نباید روشن باشد.

-زبانه اینترلاک را بالا ببرید.

شکل ۲–۱۰۵ باز و بست کلید

-اهرم را در محورکنترل کلید زمین بگذارید.

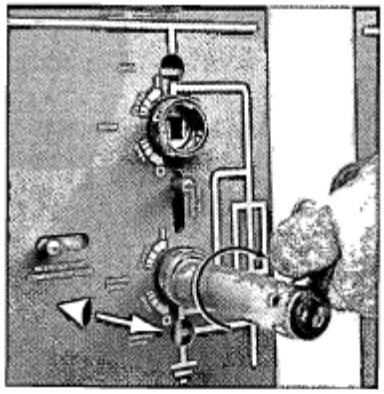


شکل ۲–۱۰۶ باز و بست کلید

-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت باز به بسته تغییر می‌کند.

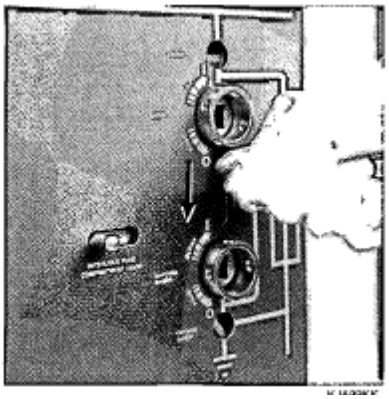
-اهرم را خارج نمایید.



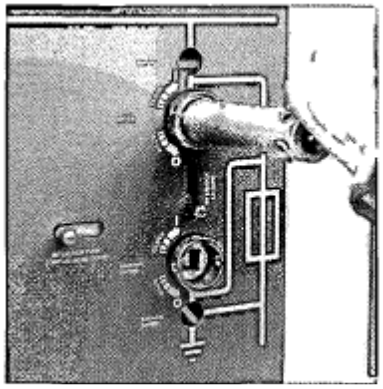
شکل ۴–۱۰۷ باز و بست کلید

ج-بستن سوئیچ قطع کننده (LBS)

-زبانه اینترلاک را پایین ببرید.



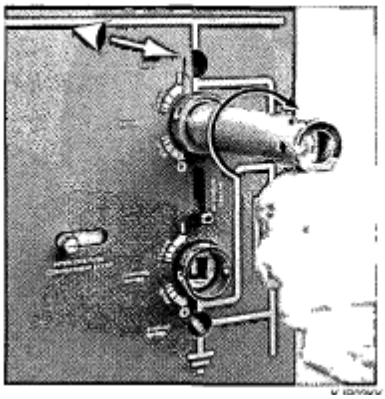
-اهرم را در محور سوئیچ قطع کننده(LBS) بگذارید.



-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت باز به بسته تغییر می‌کند.

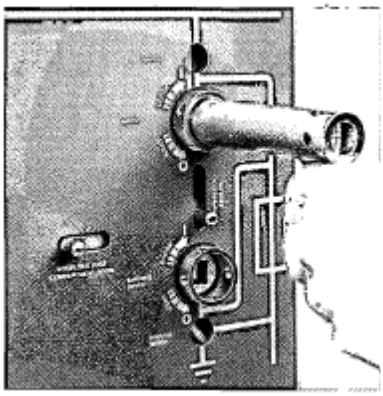
-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۴–۱۰۸ باز و بست کلید

د-بازکردن سوییچ قطع کننده (LBS)

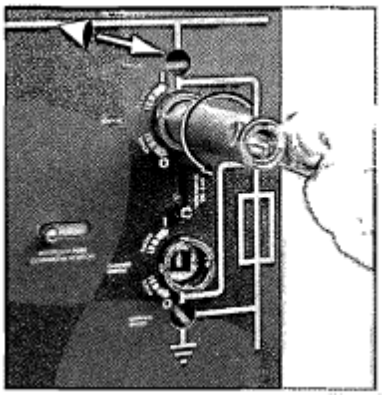
-اهرم را در محور سوییچ قطع کننده(LBS) بگذارید.



-اهرم را با هردودست بگیرید.

-اهرم را در خلاف جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید, نشان‌دهنده میمیک از حالت بسته به باز تغییر می‌کند.

-اهرم را خارج نمایید.



شکل ۲—۱۰۹ باز و بست کلید

- ✓ باز و بسته کردن سوئیچ های قطع کننده به صورت الکتریکی
- ✓ باز و بسته کردن سوئیچ LBS (لوکال)

جهت باز کردن LBS از طریق لوکال کلید L/O/R را روی لوکال (L) قرار داده و پوش‌باتن(Open) را فشار می‌دهیم . در این حالت سوییچ باز و چراغ سبز (Open)روشن می‌گردد.

جهت بستن LBS از طریق لوکال کلید L/O/R را روی لوکال (L) قرار داده و پوش‌باتن(Close) را فشار می‌دهیم در این حالت سوییچ بسته وچراغ قرمز(on(Close روشن می‌گردد.

اگر سوئیچ L/O/R روی O باشد امکان عملیات از طریق Local و Remote وجود ندارد.

- ✓ جهت باز وبسته کردن سوئیچ LBS (ریموت)

کلید L/R را روی R قرار داده و از ریموت فرمان بستن یا باز کردن می‌دهیم.

۶- باز و بسته کردن کلیدها (CB)

کلیدهای کوپلر به صورت لوکال (محلی) و ریموت (از دور دست با تابلوی کنترل) در وضعیت اتوماتیک/ دستی قابل قطع و وصل هستند. کلیدهای فیدرهای ترانسفورماتور ها به صورت لوکال (محلی) و ریموت قابل قطع و وصل می‌باشند.

- ✓ لاجیک و کنترل اینترلاک قطع و وصل کلید باسبار B از سمتBUS A (کلید Q_0-J00.BA=)

- ✓ بستن کلید J00.BA=

توجه: کلیدهای تابلوهای J00.BA= و J00.BC هیچگاه همزمان بسته نخواهند شد.

در چهار وضعیت ترکیبی سوئیچ‌های L/O/R نصب شده درتابلوهای J00.BA= ,J00.BC= شرایط بستن کلیدها به شرح زیر است.

حالت اول عملکرد اتوماتیک- تابلوهای کوپلر در وضعیت Remote و اولویت بر روی کلید Q_0-J00.BA=

سوئیچ L/O/R تابلو J00.BA= را روی ریموت می‌گذاریم و سوئیچL/O/R تابلوی J00.BC= نیز روی ریموت می‌گذاریم.
در این وضعیت اگر سلکتور سوئیچ(Changeover (SS روی وضعیت ۱(یعنی اولویت روی J00.BA=) باشد.

- کلید Q_0-J00.BA= باز باشد.
- کلید Q_0-J00.BC= باز باشد.
- LBS(Q_9)تابلوی J00 A= بسته باشد.
- رله U/V(S40) تابلوی J00.BA= عمل نکرده باشد.(یعنی باسبار A برقدار باشد)
- تغذیه DC کلید J00.BA=سالم باشد.
- فنر کلید Q_0-J00.BA= شارژ باشد.

در اینصورت کلید Q_0-J00.BA= اتوماتیک بسته می‌شود.

ضمناً در این حالت می‌بایست توانائی تعیین اولویت از راه دور ممکن باشد و در حالت بالا (حالت اول) لامپ نشان دهنده اولویت اول بر روی تابلوی J00.2A= روشن باشد.

حالت دوم عملکرد اتوماتیک- تابلوهای کوپلر در وضعیت لوکال و اولویت بر روی کلید Q_0-J00.BA=

. سوئیچ L/R تابلوی J00.BA= روی لوکال می‌گذاریم و سوئیچ L/O/R تابلوی J00.BC= نیز روی لوکال می‌گذاریم.
در این وضعیت سوئیچ(Changeover(SS می‌تواند روی حالت ۱ یا ۲ یا صفر باشد سوئیچ را در وضعیت ۱ قرار می‌دهیم,شرایط زیر چک می‌گردد.

- کلید Q_0-J00.BA= باز باشد.
- کلید Q_0-J00.BC= باز باشد.
- LBS (Q_9) تابلوی J00 A= بسته باشد.
- رله U/V(S40) تابلوی J00.BA= عمل نکرده باشد یعنی باسبار A برقدار باشد.
- تغذیه DC تابلوی J00.BA= سالم باشد.
- فنر کلید Q_0-J00.BA= شارژ باشد.

در این حالت کلید Q_0-J00.BA= بطور اتوماتیک بسته می‌شود.

حالت سوم عملکرد اتوماتیک-تابلوهای کوپلر در وضعیت لوکال یا ریموت و هر دو کوپلر در وضعیت ریموت (همزمان) یا لوکال (هر دو باهم) و اولویت بر روی کلید Q_0 -J00.BC= ولی باسبار C بدون برق است.

- کلید Changeover SS در وضعیت ۲ می گذاریم.
- رله(S40) کلید Q_0-J00.BC= U/V را نشان می‌دهد.

- در صورتیکه کلید Q_0-J00.BC= باز شود کلید Q_0-J00.BA= به طور اتوماتیک با چک شرایط زیر بسته می‌گردد:
- کلید Q_0-J00.BA= باز باشد.
- کلید Q_0-J00.BC= باز باشد.
- LBS (Q_9) تابلوی J00 A= بسته باشد.
- رله U/V(S40) تابلوی J00.BA= عمل نکرده باشد.
- تغذیه DC کلید J00.BA= سالم باشد.
- فنر کلید Q_0-J00.BA= شارژ باشد

حالت اول عملکرد دستی: عدم تطابق کلیدهای لوکال ریموت تابلوهای J00.BC= و J00.BA=

- سوئیچ L/O/R تابلو J00.BA= را روی لوکال می‌گذاریم و کلید L/O/R تابلوی J00.BC= روی ریموت می‌گذاریم در صورت عدم انطباق سوئیچ L/O/R کوپلرها سوئیچ تعیین اولویت در هر وضعیتی باشد تابلوها عملکرد دستی خواهد داشت و لامپ عملکرد دستی را نشان خواهد داد ,کلید را دستی با فشار دادن پوش‌باتن کلوز با شرط زیر می‌بندیم.

کلید Q_0-J00.BC= باز باشد.

حالت دوم عملکرد دستی: عدم تطابق کلیدهای لوکال و ریموت تابلوهای J00.BC= و J00.BA=

-. سوئیچ L/O/R تابلوی J00.BA= روی ریموت می‌گذاریم و کلید L/O/R تابلوی J00.BC= را نیز روی لوکال می‌گذاریم. در این حالت چراغ وضعیت نشان دهنده عملکرد اصلی روشن شده و کلید را با فرمان از راه دور با چک شرط زیر می‌بندیم.

کلید Q_0-J00.BC= باز باشد.

- ✓ باز کردن کلید Q_0-J00.BA=

حالت اول: باز شدن اتوماتیک کلید Q_0-J00.BA=

- سوئیچ(SS) Changeover در وضعیت ۱ قرار می‌دهیم.
- هر دو سوئیچ L/O/R ، Q_0 -J00.BA=و Q_0 -J00.BC= در وضعیت ریموت یا هر دو در لوکال می‌گذاریم.
- رله S40 تابلوی J00.BA= وضعیت U/V رانشان می دهد.

با وجود شرایط زیر:

- تغذیه DC کلید سالم است.
- فنر کلید Q_0 -J00.BC= شارژ است.
- رله U/V کلید Q_0-J00.BC= عمل نکرده است.

- سوئیچ LBS (Q_9) تابلوی J00C= بسته است.
- کلیدQ_0-J00.BA= بسته باشد.

کلید Q_0-J00.BA= بطور اتوماتیک باز می‌گردد و همزمان کلید Q_0-J00.BC= بسته می‌شود.

حالت دوم: دستی لوکال

- سوئیچ Changeover SS را در حالت صفر(عملکرد دستی) قرار می‌دهیم.
- سوئیچ L/O/R ، Q_0-J00.BA= را در حالت لوکال می‌گذاریم.
- بسته بودن کلید را چک می‌کنیم.
- پوش باتن قطع را می‌زنیم.

حالت سوم : دستی ریموت

- سوئیچ Changeover SS در حالت صفر (عملکرد دستی)می‌گذاریم.
- سوئیچ L/R ، Q_0-J00.BA= در حالت ریموت می‌گذاریم.
- از ریموت فرمان قطع صادر می‌گردد.
- باز و بسته کردن باس کلید با فیدر J00.BC= نیز مشابه کلید J00.BA= می‌باشد.

✓ قطع و وصل کلیدهای فیدرهای ترانسفورماتور J101= و J102=

✓ باز و بسته کردن کلید(لوکال)

جهت باز کردن کلید از طریق لوکال کلید L/O/R را روی لوکال (L) قرار داده و پوش‌باتن(Open) را فشار می‌دهیم . در این حالت نشانگروضعیت باز را نشان می دهد..

جهت بستن کلید از طریق لوکال کلید L/O/R را روی لوکال (L) قرار داده و پوش‌باتن(Close) را فشار می‌دهیم در این حالت نشانگروضعیت بسته را نشان می دهد.

✓ جهت باز وبسته کلید (ریموت)

کلید L/R را روی R قرار داده و از ریموت فرمان بستن یا باز کردن می‌دهیم.

۷- تریپ‌های حفاظتی به کلیدها

✓ تریپ‌های حفاظتی فیدرهای ترانسفورماتور

شرایط زیر منجر به ارسال فرمان تریپ به کلیدهای ترانسفورماتور می‌شود:

الف) عملکرد حفاظتهای اضافه جریان (50/51) ، خطای زمین (50N/51N) ، اضافه بار (49) منجر به قطع کلید مربوطه می‌شود. در این حالت LED مربوط روی رله روشن می‌شود.

ب) عملکرد رله ترموکنترلر ترانسفورماتور در صورتیکه دمای هسته از 150° و دمای سیم‌پیچ 140° بیشتر شود رله ترموکنترلر فرمان قطع را به کلید ترانسفورماتور مربوطه صادر می‌کند. در این حالت LED با عنوان .Ext بر روی رله روشن می‌شود.

ج) باز شدن درب محفظه مدار قدرت رکتیفایرهای تراکشن موجب قطع هر دو کلید می‌شود.

د) وقوع برخی خطاها در سوئیچ‌گیر ۷۵۰ ولت و رکتیفایر موجب باز شدن کلید خواهد شد. جهت جزئیات به مدارک سوئیچ گیر ۷۵۰ ولت مراجعه شود.

- ✓ تریپ‌های حفاظتی به کلیدهای کوپلر

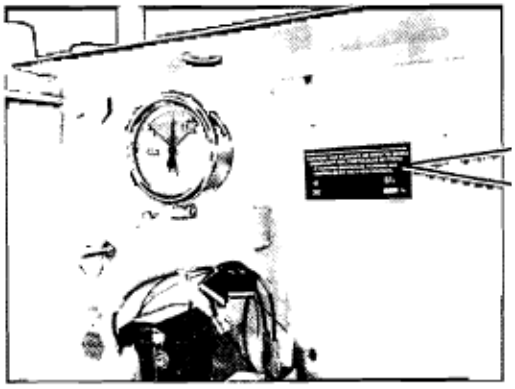
الف) عملکرد حفاظتهای اضافه جریان (50/51) ، خطای زمین (50N/51N) ، منجر به قطع کلید مربوطه می‌شود. در این حالت LED مربوط روی رله روشن می‌شود.

ب) در صورتیکه کلید ترانسفورماتور قادر به قطع جریان خطا نباشد فرمان قطع به کلید کوپلر منتقل می‌شود. (حفاظت CBF)

۸ -عملکرد مانومتر

دستگاه نشان‌دهنده فشار گاز در جلوی پانل وقتیکه عقربه به بخش قرمز برسد نشان‌دهنده کم شدن گاز می‌باشد که از طریق شیر زیر مانومتر پر می‌گردد.در ۲۰ درجه فشار گاز 0.03 Mpa می‌باشد.

مانومتر دارای کنتاکت بوده و در صورت افت فشار (در دو مرحله) موجب آلارم در سیم کنترل می‌شود.



شکل ۲-۱۱۰ نشان‌دهنده فشار گاز

نکات مهم ایمنی:

با توجه به گازی بودن سوئیچ‌گیر ۲۰ کیلوولت RS :

-هرگز تانک را سوراخ نکنید.

-هرگز سعی نکنید در تانک را باز کنید.

- از برخورد اجسام تیز و یا سنگین (مانند آچار، مصالح و ...) به تانک جلوگیری نمائید.

شکل ۴-۱۱۱ نشان‌دهنده فشار گاز

۹- تعمیرات دوره‌ای

✓ سطوح نگهداری

جدول ۴-۴۴ تعمیرات دوره‌ای

توضیحات	سطوح
کلیه مطالبی که در دستورات تعمیر و نگهداری آورده شده است توسط پرسنل آموزش دیده با توجه به افزایش ایمنی قابل اجرا است.	۱
عملیات پیچیده که به تخصص و تجهیزات نیاز دارد توسط تکنسین‌های ماهر آموزش دیده انجام می‌گیرد.	۲
کلیه پیشگیری‌ها و اصلاح در مطالب نگهداری ومسایل جدید وبازسازی توسط تأمین کننده انجام می‌گیرد.	۳

✓ اقدامات پیشگیرانه

موارد پیشگیری	زمان بندی	سطح
کارهای توصیه شده • بازرسی کردن ظاهر تجهیزات مثل اهرم و غیره • بازرسی بیرونی تمیزی و اکسیده نشدن و غیره • پاک کردن موارد بیرونی با پارچه خشک و غیره • بازرسی وضعیت نشان‌دهنده ها (باز و بسته) • بازرسی عملکرد مکانیکی و کنترل مکانیسم توسط فرد ماهر • بازرسی عمومی اتصالات ظاهری	هر ۶ سال	۱
تست‌های رله‌ای حفاظتی: • بازرسی تنظیمات رله‌ها و کلیه فانکشن‌های حفاظتی • تست عملکرد رله با تجهیزات مخصوص تست رله • چک ظاهری کلیه رله‌های کمکی، MCB ، فیوزها و اطمینان از سالم بودن آنها	سالانه	۲

✓ اقدامات اصلاحی

اقدام اصلاحی یا تعویض قطعات معیوب	توضیحات	سطح		
تعویض	مراجعه شود	۱	۲	۳
تعویض فیوز	بخش ۱۰	✓	✓	✓
تعویض لامپهای نشان‌دهنده ولتاژ	بخش ۱۱	✓	✓	✓

۱۰- تعویض فیوز 20KV MV

اینترلاک	باسبار	کابلها	قطع کننده	کلیدزمین
نرمال (توصیه‌شده)	ولتاژ ندارد	ولتاژ ندارد	باز	بسته
ممکن (در صورت اجبار)	ولتاژ دارد	ولتاژ ندارد	باز	بسته

تجهیزات لازم:

-دستکش چرمی

-کلید محفظه

-پیچ گوشتی تخت کوچک

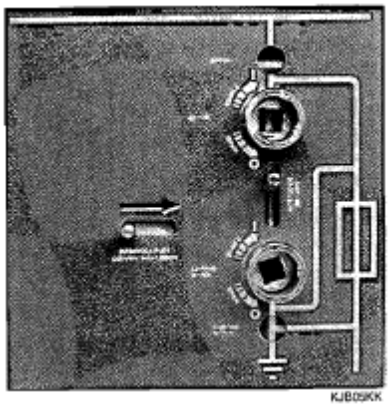
-اهرم تعویض فیوز

-۳عدد فیوز با مشخصات مناسب

توجه:

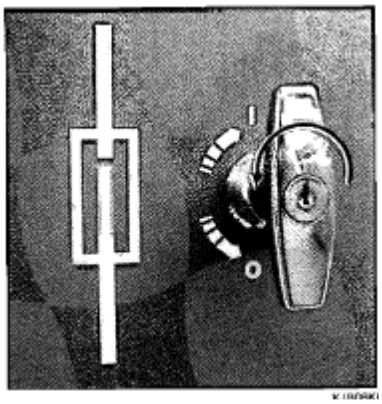
- قبل از برداشتن یا نصب از نبود ولتاژ اصلی (۲۰کیلوولت) یا کمکی در مدار مطمئن شوید.
- وقتی در یکفاز خطا اتفاق می افتد هر سه فیوز MV تعویض گردند.
- بدنه فیوزها ممکن است خیلی داغ باشد قبل از کار دستکش استاندارد بپوشید.
- بلافاصله در محفظه را ببندید تا گردوخاک وارد نشود.

- مطمئن شوید کلید زمین بسته است.
- زبانه اینترلاک در را به سمت راست بکشید.



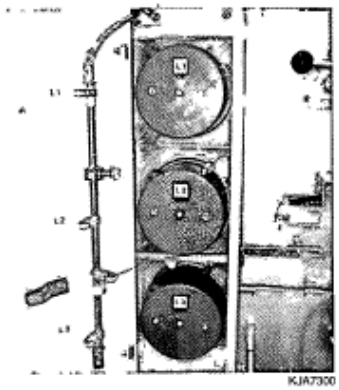
شکل ۲–۱۱۲ مراحل تعویض فیوز

- بعداز باز کردن درمحفظه فیوز باکلید، دستگیره درب را خلاف جهت ساعت بچرخانید.



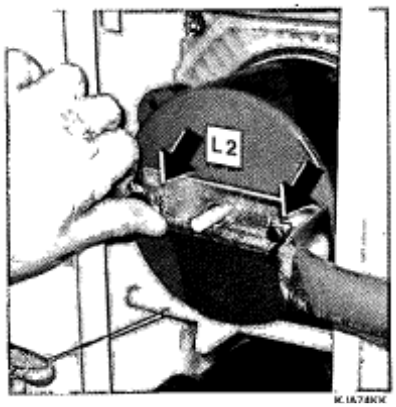
شکل ۲–۱۱۳ مراحل تعویض فیوز

-درمحفظه ر ا جهت اینکه میله نصب شده روی فیوزها سر جایش قرار گیرد به طور کامل باز کنید.



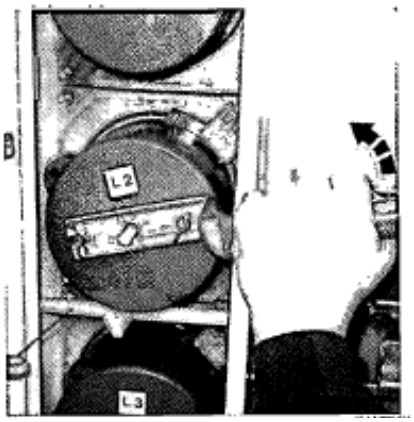
شکل ۲–۱۱۴ مراحل تعویض فیوز

. اهرم دو سوراخه را در دوپیچ روی روکش فیوز بگذارید و پیچ آن را محکم کنید.



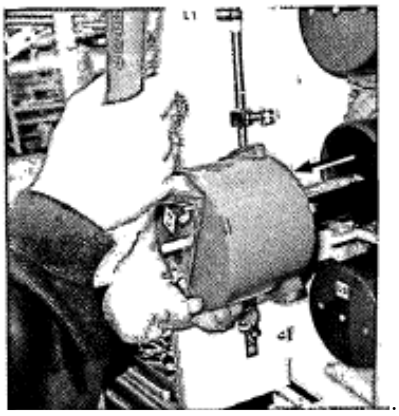
شکل ۲–۱۱۵ مراحل تعویض فیوز

-اهرم را خلاف جهت ساعت ۹۰ درجه بچرخانید.



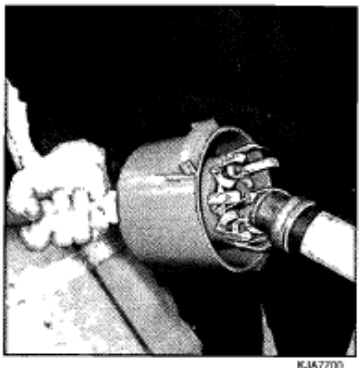
شکل ۲–۱۱۶ مراحل تعویض فیوز

- روکش فیوز وفیوز را خارج کنید.



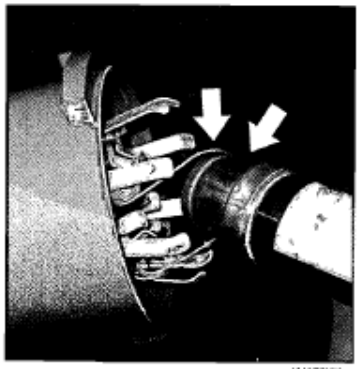
شکل ۲–۱۱۷ مراحل تعویض فیوز

-فیوز را از روکش درآورید.



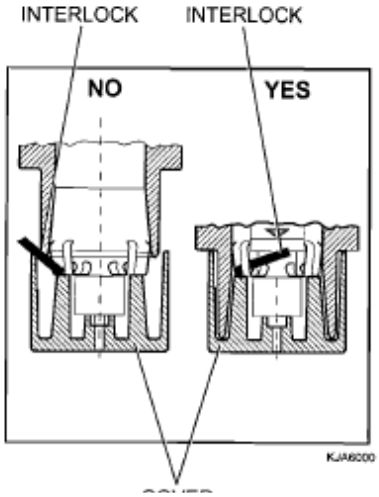
شکل ۲–۱۱۸ مراحل تعویض فیوز

فیوز جدید را از سمت جلو(ضربه زن) (Striker) داخل روکش بگذارید، با توجه به اینکه پایه فیوزعملکرد فنری به عنوان اینترلاک دارد.



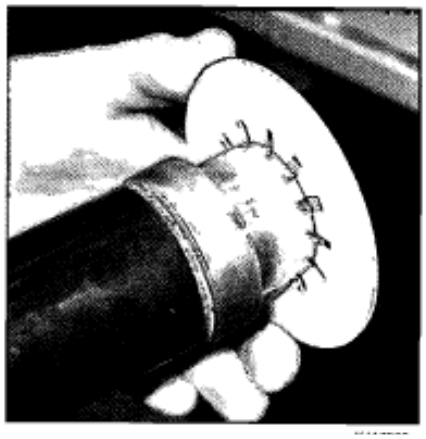
شکل ۲–۱۱۹ مراحل تعویض فیوز

- -تصویر وضعیت صحیح اینترلاک روکش را نشان می دهد..



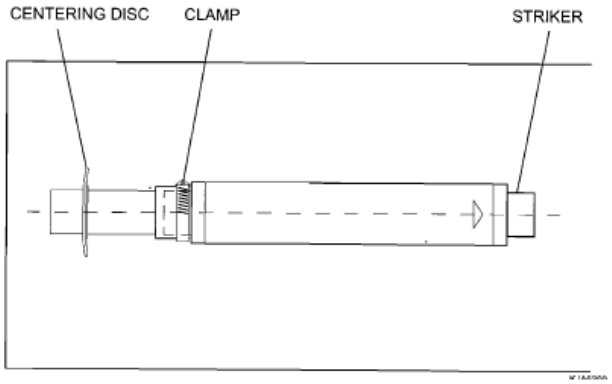
شکل ۲–۱۲۰ مراحل تعویض فیوز

از سمت ضربه‌زن (Striker) صفحه تنظیم فاصله را دور فیوز قرار دهید.



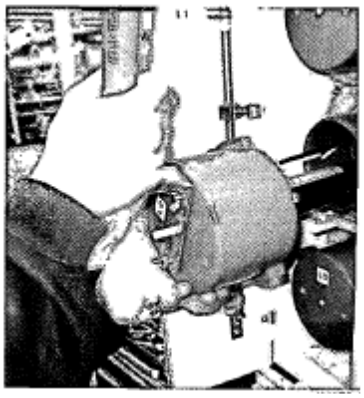
شکل ۲–۱۲۱ مراحل تعویض فیوز

توجه: اگر طول فیوز کمتر از طول موردنیاز بود باید در سمت مقابل ضربه‌زن آداپتور نصب شود.



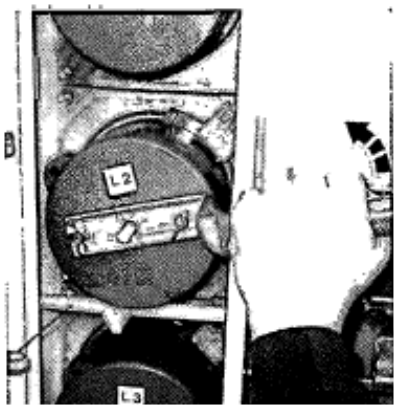
شکل ۲–۱۲۲فیوز

-روکش را همراه فیوز داخل محفظه قرار دهید.



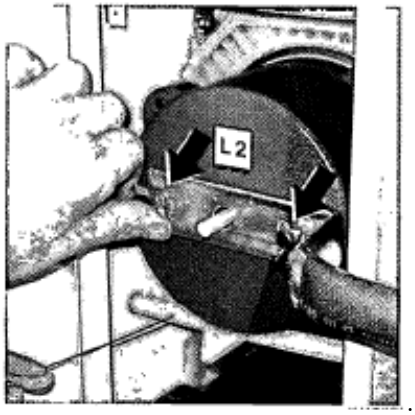
شکل ۲–۱۲۳ مراحل تعویض فیوز

-اهرم را درجهت ساعت بچرخانید و روکش را قفل کنید.



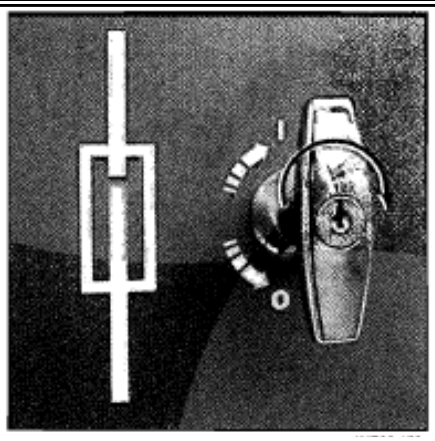
شکل ۴–۱۲۴ مراحل تعویض فیوز

-پیچ تاج خروسی را شل کنید واهرم را از روکش بردارید.



شکل ۴–۱۲۵ مراحل تعویض فیوز

-درب محفظه فیوز را ببندید دستگیره را جهت ساعت بچرخانید وبا کلید قفل کنید.



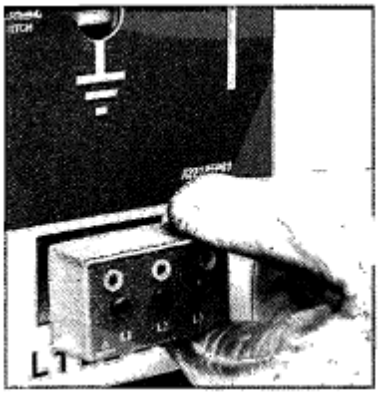
شکل ۲–۱۲۶ مراحل تعویض فیوز

۱۱ - جایگذاری نشان‌دهنده ولتاژ

اقدام	باسبار	کابلها	سوئیچ قطع کننده	تیغه زمین
نرمال(توصیه‌شده)	ولتاژ ندارد	ولتاژ ندارد	باز	بسته
ممکن(در صورت اجبار)	ولتاژ دارد	ولتاژ ندارد	باز	بسته

تجهیز لازم: پایه نشان‌دهنده ولتاژ

توجه: قبل از برداشتن یا نصب از نبود ولتاژ مطمئن شوید.



شکل ۲–۱۲۷نشان دهنده ولتاژ

- برای بیرون آوردن پایه نشان‌دهنده آن را با دودست بگیرید واز سوییچ‌گیر جدا نمایید. برای جایگذاری نشان‌دهنده جدید ترمینال‌ها رادر محل درست منطبق کنید و فشار دهید تا جا بیفتد.

۲- ۹-تابلوهای فشار ضعیف (LV)

۲- ۹- ۱- چکیده

این بخش حاوی مطالبی مقدماتی در مورد نحوه کار با تابلوهای فشار ضعیف AC/DC پست RS و آشنایی با تجهیزات بکار رفته در آن می‌باشد. پیشنهاد می‌شودجهت اطلاعات بیشتر به کاتالوگ ها و مدارک مربوط به هر کدام از پانل ها یا تجهیزات که توسط سازنده ارائه می‌گردد مراجعه نمایید.

۲- ۹- ۲- آشنایی با مقادیر نامی در تابلوهای فشار ضعیف

مقدار شدت جریان نامی تابلوهای برق:

- مقدار شدت جریان کوتاه (Icw) : شدت جریانی می‌باشد که تابلو برق و متعلقات اصلی آن قادر است در مدت معینی (یک یا سه ثانیه) تحمل نماید.
- مقدار جریان اتصال کوتاه حداکثر (Ipeak) : شدت جریان اتصال کوتاه ماکزیمم می‌باشد که تابلو و تجهیزات داخلی آن قادرند که تحمل نمایند.
- مقدار جریان اتصال کوتاه بسته به شرایط (Icc) : مقدار جریان اتصال کوتاه می‌باشد که تابلو قادر است با توجه به خصوصیات حفاظتی و محدود کنندگی جریان کلید ورودی تحمل نماید.
- مقدار ولتاژ نامی تابلوی برق (Ue) : مقدار ولتاژی می‌باشد که تابلوی برق بر اساس کارکرد در آن طراحی شده است و قادر است تحت این شرایط بدون مشکلی بکار عادی بپردازد.
- جریان عملکرد نامی (Ie) :مقدار جریانی می‌باشد که تابلوی برق و تجهیزات آن قادر است با توجه به ولتاژ نامی و شرایط محیطی از خود عبور دهد.
- جریان عملکرد بدون وقفه (Iu) : جریانی می‌باشد که تابلوی برق و تجهیزات آن قادر است در مدت نامحدود تحمل نماید بدون اینکه مشکلی در عملکرد تابلو بوجود بیاید.
- مقدار ولتاژ عایقی (Ui) : این پارامتر مشخص کننده قدرت عایقی تابلوی برق می‌باشد که با توجه به شرایط عملکرد و محیطی نامی تابلو و فواصل خزشی تابلو قادر است تحمل نماید.

۲- ۹- ۳- تابلوهای ثابت فشار ضعیف

تابلوهای ثابت، تابلوهایی هستند که تجهیزات داخل آن به شکل مکانیکی و الکتریکی به شکل ثابت به تابلو متصل می‌باشد و طبعاً در صورت بوجود آمدن یک عیب در بخشی از تابلو لازم خواهد بود. تابلو به شکل کامل یا تقریباً کامل

بی‌برق گردد و از تابلو رفع عیب گردد. و البته این مسئله در خصوص تأسیسات الکتریکی که در تغذیه فرایندهای مهم بکار می‌رود، مطلوب نیست و لازم است شرایطی بوجود آید که کمترین زمان برای تعمیرات و بی‌برقی تابلو پدید آید.

تابلوهای کشویی تابلوهایی می‌باشند که دارای تجهیزات قرار گرفته در مادول‌های کشویی می‌باشند یا خود تجهیزات به شکل کشویی می‌باشند. در این تابلوها براحتی می‌توان هنگام بروز یک خطا در یکی از راه‌اندازها یا فیوزها، براحتی و در حداقل زمان و البته با ابزار و تخصص کمتر مادول‌های کشویی را تعویض نمود به شکل‌هایی که فرآیند مربوطه صدمه نبیند.

تابلوهای کشویی به دو شکل ساخته می‌شوند. یک نوع از این تابلوها، تابلوهایی هستند که در درون آنها مادول‌های کشویی قرار می‌گیرند و در درون مادول‌هایی کشویی تجهیزات الکتریکی مربوط به یک فیدر قرار می‌گیرند. این نوع مادول‌های کشویی معمولاً تا ظرفیت ۶۳۰ آمپر ساخته شده و برای جریانهای بالاتر لازم است از تابلوهای مجهز به کلید کشویی استفاده نمود.

در تابلوهای کشویی مجهز به کلیدهای کشویی از یک کلید خودکار کامپکت یا هوایی از نوع کشویی در تابلوی ثابت استفاده می‌گردد که برای جریانهای تا ۶۳۰۰ آمپر ساخته می‌شوند این نوع تابلوها معمولاً به عنوان فیدرهای ورودی و کوپلر و همچنین فیدرهای خروجی تابلوهای با جریان بیشتر از ۶۳۰ آمپر استفاده می‌کنند.

تابلوهای کشویی فشار ضعیف دارای دو بخش می‌باشند. بخش اول قسمت ثابت تابلو می‌باشد که تجهیزات ثابت تابلو مانند شینه‌های افقی (اصلی) و عمودی (توزیع) و سوکت‌های ثابت قدرت و کنترل را شامل می‌شوند.

بخش کشویی تابلوهای فشار ضعیف کشویی مادول‌هایی می‌باشند که داخل محفظه‌های ثابت تابلو قرار می‌گیرند و اتصالات آنها برقرار می‌گردد و تابلو آماده بهره‌برداری میشود.

۲- ۱۰-تابلوی RS-LVAC (=NF+NE01 (L01-A)DP)

۲- ۱۰- ۱- معرفی

تابلوی RS-LVAC در اتاق RS نصب می‌شود و وظیفه تأمین بارهای زیر را به عهده دارد.

- تغذیه روشنایی و برق هیتر تابلوهای موجود در اتاق RS
- تأمین برق تابلوی باتری شارژر و تابلوی St. CRNT
- تأمین برق فن‌های اتاق RS

اجزای قدرت تابلوی RS- LVAC شامل موارد زیر می‌شود.

- ورودی اول از اتاق LPS1 تابلوی LPS1 LVAC کلید از نوع MCCB دارای عملکرد موتوری.
- ورودی دوم از اتاق LPS2 تابلوی LPS2 LVAC کلید از نوع MCCB دارای عملکرد موتوری .
- ۲۴ فیدر خروجی که شامل ۲۱ عدد کلید مینیاتوری و ۳ عدد کلید MCCB جهت تغذیه فن‌های اتاق RS (یک عدد Spare).

۲- ۱۰- ۲- مدهای عملکرد

بین ورودی اول و ورودی دوم یک اینترلاک یک از دو موجود می‌باشد. به این مفهوم که بار تابلوی RS LVAC در آن واحد توسط یکی از ورودی‌ها تأمین می‌شود این اینترلاک در ۴ حالت توسط سلکتور سوئیچ موجود بر روی درب تابلو بوجود می‌آید.

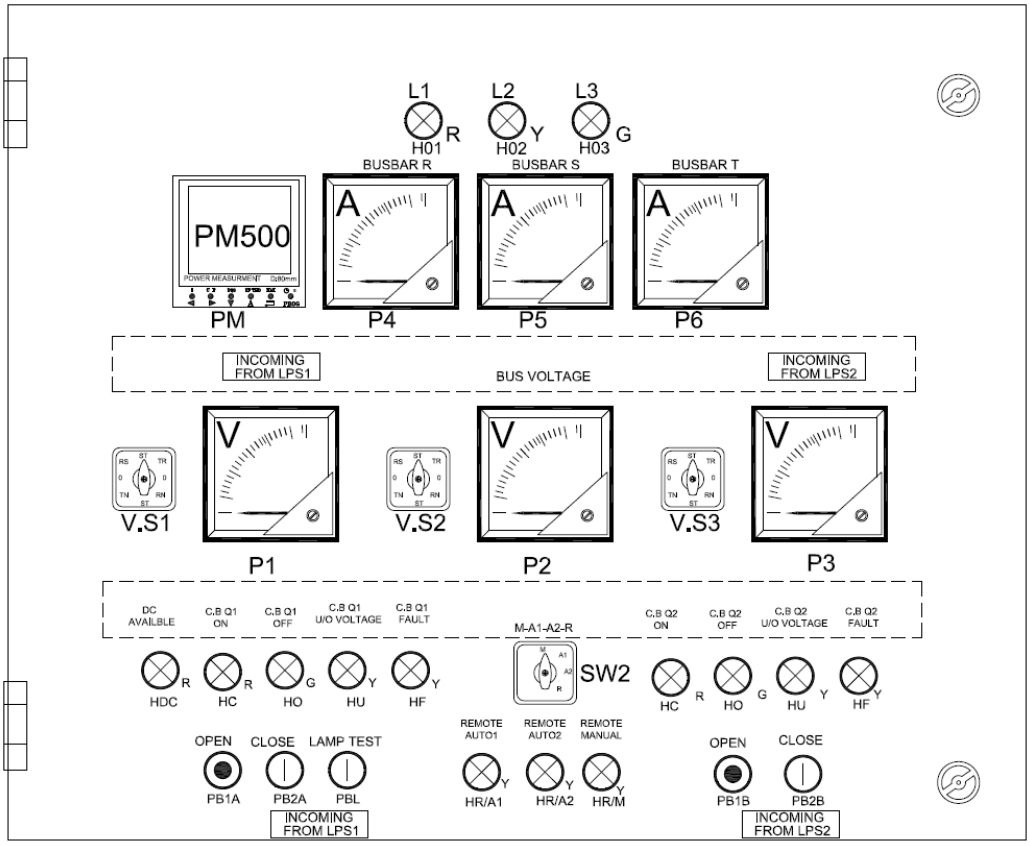
- حالت دستی
- حالت Auto1
- حالت Auto 2
- حالت Remote

- حالت دستی:

در این وضعیت سلکتور در حالت (M) قرار می‌گیرد و اپراتور به صورت دستی نحوه تأمین برق از ورودی یک یا ورودی دو را انتخاب می‌کند جهت انتخاب ورودی یک یا دو، ۴ عدد پوش باتن بر روی درب تابلو قرار گرفته شده است.

- PB1A Open
- PB2A Close
- PB1B Open

PB2B Close –



شکل ۴–۱۲۸نمای درب روبه رو تابلو MAIN LVAC

در صورت اینکه سلکتور در حالت M قرار گرفته شده باشد و هر ۲ کلید در وضعیت open باشند (باز یا بسته بودن هر کلید ورودی توسط چراغ سیگنال بر روی نمای روبرو نمایش داده می‌شود) با انتخاب وضعیت close هر کدام از ورودی‌ها توسط پوش‌باتن مربوطه آن ورودی وصل می‌شود و آن ورودی عهده‌دار تأمین برق باسبار تابلو می‌شود. در صورت اینکه بخواهیم کلید ورودی دیگر را وصل کنیم بدلیل اینترلاک موجود (یک از دو) ابتدا باید کلید در حال وصل در را باز کرده (توسط پوش‌باتن open) و سپس کلید دوم را توسط پوش‌باتن close مربوطه وصل کنیم.

در این حالت در صورت اینکه بر روی هر یک از کلیدها خطایی موجود باشد (تریپ کلید UV/OV یا ...) تا برطرف کردن خطا امکان بستن کلید موجود نمی‌باشد.

- حالت Auto1 :

در صورت اینکه سلکتور در وضعیت Auto1 قرار بگیرد به این مفهوم است که اولویت با ورودی یک می‌باشد. لذا اگر هر ۲ ورودی باز باشند و سلکتور را در حالت Auto1 قرار دهیم، اتوماتیک ورودی یک بسته می‌شود. در صورت اینکه خطایی

بر روی ورودی یک همچون تریپ کلید یا under voltage یا over voltage رخ دهد ورودی بک باز شده ورودی ۲ بسته می‌شود. بدلیل اینکه باز و بسته شدن کلیدها توسط موتور صورت می‌گیرد اگر در وضعیت Auto1 ورودی یک بسته نشود و هیچگونه خطایی نیز مشاهده نگردد احتمال عملکرد معیوب موتور کلید (همچون عیب داخلی موتور، قطع بودن تغذیه و ...) بررسی گردد.

در صورت اینکه در وضعیت Auto1 اگر خطایی بر روی ورودی یک موجود باشد و به همین دلیل کلید ورودی ۲ بسته شده باشد بعد از برطرف کردن خطا به صورت اتوماتیک ورودی ۲ می‌بایست باز و ورودی یک بسته شود.

- حالت Auto 2 :

در صورت اینکه سلکتور در وضعیت Auto2 قرار بگیرد به این مفهوم است که اولویت با ورودی یک می‌باشد. لذا اگر هر ۲ ورودی باز باشند و سلکتور را در حالت Auto2 قرار دهیم، اتوماتیک ورودی یک بسته می‌شود. در صورت اینکه خطایی بر روی ورودی یک همچون تریپ کلید یا under voltage یا over voltage رخ دهد ورودی بک باز شده ورودی ۲ بسته می‌شود.

بدلیل اینکه باز و بسته شدن کلیدها توسط موتور صورت می‌گیرد اگر در وضعیت Auto2 ورودی یک بسته نشود و هیچگونه خطایی نیز مشاهده نگردد احتمال عملکرد معیوب موتور کلید (همچون عیب داخلی موتور، قطع بودن تغذیه و ...) بررسی گردد.

در صورت اینکه در وضعیت Auto2 اگر خطایی بر روی ورودی یک موجود باشد و به همین دلیل کلید ورودی ۲ بسته شده باشد بعد از برطرف کردن خطا به صورت اتوماتیک ورودی ۲ می‌بایست باز و ورودی یک بسته شود.

- حالت Remote :

اگر سلکتور را در وضعیت Remote قرار دهیم این امکان بوجود می‌آید وضعیت تابلو را توسط DCS کنترل کنیم. از حالت Remote در ۳ وضعیت می‌توان استفاده کرد.

۱. Remote- Manual که به صورت دستی فرمان باز و بسته کلیدها را به صورت Remote می‌توانیم صادر کنیم.
۲. Remote- Auto1 به صورت Remote اولویت را به ورودی اول می‌دهیم.
۳. Remote-Auto2 به صورت Remote اولویت را به ورودی دوم می‌دهیم.

۲- ۱۰- ۳- تجهیزات بکاربرده شده بر روی درب

بر روی درب تابلوی RS-LVAC علاوه بر toggle تجهیزات قدرت تجهیزات زیر مشاهده می‌شود.

۱. Meterها: تعداد ۳ عدد آمپرمتر که جریان فازهای مختلف باسبار را نمایش می‌دهند به همراه ۲ عدد ولتمتر که ولتاژ قبل از کلید هر کدام از ورودی‌ها را نشان می‌دهند و یک عدد ولتمتر که ولتاژ باسبار را نمایش می‌دهد موجود است علاوه بر این ولتمتر و آمپرمترها بر روی درب یک Multi function meter به نام PM500 نصب شده است که اطلاعات مربوط به جریان و ولتاژ فیدرهای LV ورودی به Measuring PM500 ارسال می‌شود و این تجهیز توانائی نمایش دادن تمامی اطلاعات ولتاژ جریان ، توان ، انرژی و توان اکتیو و توان راکتیو ... را دارا می‌باشد..

۲. سلکتور: ۴ عدد سلکتور سوئیچ برای تابلوی RS-LVAC درنظر گرفته شده است. ۳ عدد از این سلکتورها (V.S1, V.S2, V.S3) مربوط به ولتاژ خوانده شده توسط ولتمترها می‌باشد بدین صورت که با تغییر وضعیت ولتمتر قابلیت خواندن ولتاژ بین هر کدام از فازها و همچنین قابلیت نمایش ولتاژ بین هر فاز و نول را پیدا می‌کند.

همچنین سلکتور چهارم همانطور که پیشتر معرفی گردید سلکتور سوئیچ جهت تعریف مدهای عملکردی (Remote, Auto2, Auto1, Manual) می‌باشد.

چراغ سیگنال‌ها و پوش‌باتن‌ها: تعداد ۱۴ عدد چراغ سیگنال به همراه ۵ عدد پوش باتن به شرح زیر در تابلوی RS-LVAC موجود است:

- PB1A (open) : در مد عملکرد- دستی فرمان باز شدن کلید ورودی اول را صادر می‌کند.
- PB2A (close) : در مد عملکرد- دستی فرمان بسته شدن کلید ورودی اول را صادر می‌کند.
- PB1B (open) : در مد عملکرد- دستی فرمان باز شدن کلید ورودی دوم را صادر می‌کند.
- PB2B (close) : در مد عملکرد- دستی فرمان بسته شدن کلید ورودی دوم را صادر می‌کند.
- PBL (Lamp test) : برای اطمینان از سالم بودن چراغ سیگنال‌ها قرار داده شده است و با فشار دادن این پوش‌باتن کلیه چراغ سیگنال‌ها می‌بایست روشن شوند.

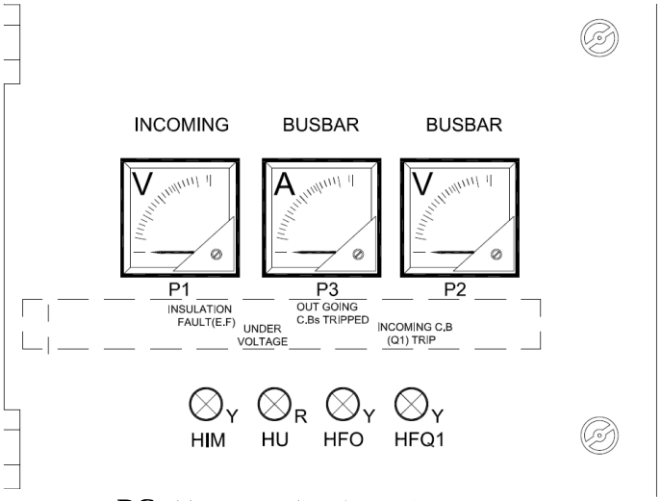
جدول ۴-۴۵ معرفی چراغ سیگنال

چراغ سیگنال	توضیحات
(R) H01	روشن بودن این چراغ سیگنال نمایشگر برقدار بودن باسبار R می‌باشد.
(Y) H02	روشن بودن این چراغ سیگنال نمایشگر برقدار بودن باسبار S می‌باشد.
(G) H03	روشن بودن این چراغ سیگنال نمایشگر برقدار بودن باسبار T می‌باشد.
(R) HC C.B.Q_1 on	اگر ورودی یک بسته شود این چراغ روشن می‌گردد.
(G) HO C.B.Q_1 off	اگر ورودی یک باز شود این چراغ روشن می‌گردد.
(T) HV C.B.Q_1 U/O voltage	اگر ورودی یک دچار افزایش یا افت ولتاژ شود ورودی دچار trip می‌شود و این چراغ نیز روشن می‌شود و تا برطرف کردن این عیب روشن می‌ماند.

چراغ سیگنال	توضیحات
(T) HF C.B.Q_1 Fault	اگر ورودی یک به هر دلیل دچار Fault شود این چراغ روشن و تا برطرف کردن خطا روشن می‌ماند.
(R) HC C.B.Q_2 on	اگر ورودی دو بسته شود این چراغ روشن می‌گردد.
(G) HO C.B.Q_2 off	اگر ورودی دو باز شود این چراغ روشن می‌گردد
(T) HV C.B.Q_2 U/O voltage	اگر ورودی دو دچار افزایش یا افت ولتاژ شود ورودی دچار trip می‌شود و این چراغ نیز روشن می‌شود و تا برطرف کردن این عیب روشن می‌ماند.
(T) HF C.B.Q_2 Fault	اگر ورودی دو به هر دلیل دچار Fault شود این چراغ روشن و تا برطرف کردن خطا روشن می‌ماند.
(W) HR/A1 Remote Auto1	اگر سلکتور در حالت Remote وضعیت Auto1 را انتخاب کند این چراغ روشن و اپراتور متوجه انتخاب این وضعیت توسط Remote می‌شود.
(W) HR/A2 Remote Auto2	اگر سلکتور در حالت Remote وضعیت Auto2 را انتخاب کند این چراغ روشن و اپراتور متوجه انتخاب این وضعیت توسط Remote می‌شود.
(W) HR/M Remote Manual	اگر سلکتور در حالت Remote وضعیت Manual را انتخاب کند این چراغ روشن و اپراتور متوجه انتخاب این وضعیت توسط Remote می‌شود.

۲- ۱۱-تابلوی RS-LVDC ((=NK+NK01(L02-DDP)))

تابلوی RS-LVDC در اتاق RS نصب می‌شود توسط تابلوی شارژر (=NK+U) تغذیه می‌شود و وظیفه تأمین برق DC موردنیاز تجهیزات RS را بر عهده دارد. اجزای قدرت این تابلو شامل یک کلید ورودی از نوع MCCB و ۲۱ فیدر خروجی مینیاتوری می‌باشد.



شکل ۴-۱۲۹نمای روبه رو تابلو DC

بر روی درب تابلوی RS-LVDC ۲ عدد ولتمتر، یک عدد آمپرمتر و ۴ عدد چراغ سیگنال مشاهده می‌شود که در زیر وظیفه هر کدام اشاره شده است.

۱. Meterها

- ولتمتر Incoming (P1) : نمایشگر ولتاژ قبل از کلید ورودی می‌باشد.
- آمپرمتر Busbar (P2) : نمایشگر جریان بعد از کلید ورودی می‌باشد.
- ولتمتر Busbar (P3) : نمایشگر ولتاژ باسبار LVDC می‌باشد.

۲. چراغ سیگنال‌ها

جدول ۲-۴۶ معرفی چراغ سیگنال

چراغ سیگنال	توضیحات
(Y) HIM Insulation Fault	در صورت افت ولتاژ باسبار بیشتر از حد استاندارد این چراغ سیگنال روشن می‌شود و اپراتور متوجه این حالت می‌شود.
(R) HU Under Voltage	در صورت اینکه هر کدام از فیدرهای خروجی دچار trip شوند این چراغ روشن و اپراتور متوجه این وضعیت خواهد شد و لازم است پس از رفع عیب فیدر مربوطه به وضعیت قبلی باز گردد.
(Y) HFO Outgoing CB's trip	در صورت تریپ کلید ورودی این چراغ سیگنال روشن شده و اپراتور موظف است علت این مسئله را بررسی و پس از برطرف نمودن کلید را به حالت گذشته بازگرداند.
(Y) HFQ1 incoming C.B (Q1) Trip	در صورت اینکه کلید ورودی دچار تریپ شود برای برطرف نمودن حالت تریپ ابتدا لازم است taggle کلید را به وضعیت open برده و سپس به حالت close ببریم

در هرکدام از اتاقهای LPS یک تابلوی LPS LVDC نصب می‌گردد. این تابلو توسط تابلوی شارژر موجود در اتاق LPS تغذیه می‌شود و وظیفه تأمین بار DC تجهیزات اتاق LPS را به عهده دارد. این تابلو همچنین برق DC سیستم Fire alarm و روشنایی DC ایستگاه را تأمین می‌کند. اجزای قدرت این تابلو شامل یک کلید ورودی از نوع MCCB و تعدادی فیدر خروجی می‌باشد.

۲- ۱۲-شارژر و باتری ها

با توجه به اینکه مصارف کنترلی و حفاظتی تجهیزات موجود در پست های LPS ،110VDC می‌باشد، لذا مصارف مذکور از طریق شارژر و باتری های منصوبه در پست های LPS تامین می‌گردند. همچنین از دیگر وظایف شارژر های منصوبه در پست‌ها تامین برق DC اینورتر های روشنایی اضطراری می‌باشد. شایان ذکر می‌باشد ظرفیت باتری و شارژر ها بر اساس مصارف موجود در ایستگاه ها طراحی می‌گردد. با توجه به بردها و مدارات کنترلی استفاده شده در شارژر ها و UPS ها انجام پروسه نگهداری می‌بایست براساس دستورالعمل سازنده صورت پذیرد. در خصوص باطری‌ها بازدیدهای دوره‌ای شامل موارد ذیل می‌باشد :

۱. بررسی سطح آب مقطر باطری
۲. بررسی اتصالات فی مابین باطری
۳. نظافت باطری و اتصالات

۲- ۱۳-سیستم زمین

بررسی و بازدیدهای دوره‌ای سیستم زمین در ایستگاه های مترو شامل بررسی موارد به شرح ذیل می‌باشد:

۱. بررسی مقاومت چاه های ارت بصورت دوره‌ای.
۲. بررسی همبندی و اتصالات مابین چاه های ارت.
۳. بررسی اتصالات چاه های ارت و تجهیزات به ترمینال های زمین.
۴. بررسی رطوبت چاه های ارت.

۳- فصل سوم

ضوابط تحویل گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست‌های HVS/BALK

۳- ۱-کلیات

۳- ۱- ۱- مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون کلان شهرها به حمل و نقل آسان، ارزان و سریع و همچنین رشد ترافیک در کلان شهرهای ایران استفاده از حمل و نقل ریلی بسیار حائز اهمیت بوده و با توجه به وضعیت شهرسازی نیاز به خطوط قطارهای شهری زیر زمینی (مترو) ضروری می‌باشد. پس از احداث خطوط مترو و تکمیل تجهیزات آن یکی از مواردی که بسیار حائز اهمیت بوده، مراحل تحویل‌گیری تجهیزات، نگهداری و بهره‌برداری صحیح آن می‌باشد. لذا جهت برآورد نیاز کلیه شرکت‌های فعال در خطوط ریلی و همچنین کارفرمایان خطوط مترو، در این گزارش کلیات پست های (HVS) ایستگاه‌های مترو شرح داده شده و ضوابط کاملا کاربردی جهت تحویل‌گیری، نگهداری و تعمیرات تجهیزات مذکور ارائه خواهد شد.

۳- ۱- ۲- استاندارد ها و مراجع

General ones:
EN 50121-1 Railway applications – electromagnetic compatibility - part 1: general
EN 50122-1 Railway applications - fixed installation - part 1: protective provisions relating to electrical safety and earthing
IEC 60027 Letters Symbols to be used in Electrical Technology
IEC 60038 IEC Standard Voltage
IEC 60050 International Electrotechnical vocabulary
IEC 60071 Insulation co-ordination
IEC 60173 Colours of Cores of Flexible Cables and Cords
IEC 60243 Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Material at Power Frequenies
IEC 60364 Electrical Installation of Buildings
IEC 60446 Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours
IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
IEC 60614 Specification for conduits electrical installations
IEC 61810 Electromechanical elementary relays
IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear
IEC 62040-3 Uninterruptible power sources
IEC-TR-61000-3-6 Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems ANSI/NFPA 130: Fixed Guideway Transit System
Transformers:
IEC 606 Application guide for power transformers
IEC 60076 Power transformers
IEC 60146-1-3 Semiconductor converters – general requirements and line commutated converters – transformers and reactors
IEC 60156 Methods for the determination of the electric strength of insulating oils
IEC 60296 Fluids for electrotechnical applications unused mineral insulating oil for transformers and switchgear

IEC 60214 On load tap changers
IEC 60270 Partial discharge measurements
IEC 60354 Loading guide for oil-immersed power transformers
IEC 60475 New Liquid hydrocarbon dielectrics
IEC 60542 Application guide for on load tap changer
IEC 60551 Sound levels
IEC 60616 Terminal and tapping markings for power transformers
IEC 60631 Sound level meters
IEC 60722 Guide to the lightning impulse and switching impulse testing of power transformers and reactors
IEC 60726 Dry Type Transformers
IEC 61378-1 Converter transformers - part 1 transformers for industrial applications

Cables:

IEC 60028 International Standard of Resistance for Copper
IEC 60183 Guide to the selection of high voltage cables
IEC 60228 Conductors of insulated cables
IEC 60229 Test on cable over sheaths that have a special protective function and applied by extraction
IEC 60230 Impulse tests on cables and their accessories
IEC 60287 Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor)
IEC 60331 Fire resisting characteristics of electric cable
IEC 60332 Test on electric cables under fire conditions
IEC 60376 Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride
IEC 60391 Marking of insulated conductors
IEC 60446 Identification of Conductors by colours or numerals
IEC 60502 Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1kV up to 30 kV
IEC 60517 High voltage metal enclosed switchgear for rated voltage of 72.5kV and above
IEC 60540 Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords
IEC 60724 Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0.6/1.0kV
IEC 60754-1 Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cable
IEC 60811 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables - part 1-1: methods for general application - measurement of thickness and overall dimensions
IEC 60885-1 Electrical test methods for electric cables - electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750V
IEC 60949 Calculation of thermally permissible short circuit currents taking into account non adiabatic heating effects

HV & MV Cells:

IEC 60044-1 Instrument transformers - part 1: current transformers
IEC 60044-2 Instrument transformers - part 2: inductive voltage transformers
IEC 60056 High-voltage alternating current circuit breakers
IEC 60059 IEC standard current ratings

IEC 60060 High-voltage test techniques
IEC 60073 Colour of indicator lights and push buttons
IEC 60099 Lightning arresters (non linear resistor type arresters for AC system)
IEC 60129 Alternating Current Disconnectors and Earthing switches
IEC 60137 Bushing for alternating voltage above 1000V
IEC 60144 Degree of protection of enclosure for low voltage switchgear and controlgear
IEC 60168 Test on indoor and outdoor insulation
IEC 60183 Guide for selection of high voltage cables
IEC 60185 Current Transformers
IEC 60186 Voltage Transformers
IEC 60227 Definitions for Switchgear and Controlgear first Supplement
IEC 60255 Electrical Relays
IEC 60258 Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories
IEC 60265-1 High-voltage switches - switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV
IEC 60266 High voltage switches
IEC 60282 High voltage fuses
IEC 60298 High-voltage metal enclosed switchgear and controlgear
IEC 60420 High Voltage Alternating Current Fuse-Switch Combinations and Fuse-Circuit Breaker Combinations
IEC 60427 Synthetic Testing of High Voltage Alternating Current Circuit Breakers
IEC 60694 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards
IEC 60865 Short Circuit calculations
IEC 61129 Alternating current earthing switches induced current switching
IEC 61259 Requirement for switching of bus charging current by gas insulated switchgear disconnectors
IEC 62271-100 High-voltage switchgear and controlgear - part 100: high voltage alternating-current circuit-breakers
IEC 62271-102 High-voltage switchgear and controlgear - part 102: alternating current disconnectors and earthing switches
IEC 62271-105 High-voltage switchgear and controlgear - part 105: alternating current switch-fuse combinations
IEC 62271-200 High-voltage switchgear and controlgear - part 200: a.c. metal enclosed switchgear kV. and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52

LV cells:

EN 50091-1 Specification for uninterruptible power systems (UPS) - general and safety requirements
EN 50091-2 Specification for uninterruptible power systems (UPS) - part 2: EMC requirements
EN 61000-6-4 Electromagnetic compatibility (EMC) - generic standards - emission standard for industrial environments
IEC 60051 Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories
IEC 60127 Cartridge fuse-links for miniature fuses
IEC 60269 Low-voltage fuses
IEC 60337 Control Switches (Low Voltage Switching Devices for Control and Auxiliary Circuits, including Contractor Relays)

IEC 60439 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
IEC 60664-1 Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems - part1: principles, requirements and tests
IEC 60668 Dimensions of panel areas and cut-outs for panel and rackmounted industrual-process measurement and control instruments
IEC 61000-4 Electromagnetic compatibility (emc)
IEC 61346-1 Industrial systems, installations and equipment and industrial products structuring principles and reference designations - part 1: basic rules.
IEC 60085: Thermal Evaluation and Classification of Electrical Insulation
IEC 60145: Var-hour (Reactive Energy) Meters
IEC 60158: Low Voltage Control Devices
IEC 60211: Maximum Demand indicators
IEC 60341: Push-Button Switches
IEC 60408: Low Voltage Air-Break Switches, Air-Break Disconnectors, Air-Break Switch Disconnectors and Fuse Combination Units
IEC 60414: Safety Requirements for indicating and Recording Electrical Measuring Instruments & their Accessories
IEC 60417: Graphical Symbols for use on Equipment
IEC 60423: Outside Diameters of Conduits for Electrical Installations and Threads for Conduits and Fittings
IEC 60445: Identification of Equipment Terminals and of Terminations of Certain Designated Conductors, including General Rules ox an Alphanumeric System
IEC 60447: Standard Direction of Movement for Actuators which control the Operation of Electrical Apparatus
IEC 60473: Dimensions for Panel-Mounted Indicating and Recording Electrical Measuring instruments
IEC 60479: Effect of Current Passing through the Human Body
IEC 60521: Class 0.5,1 and 2 Alternating Current Watt-hour Meters
IEC 60536: Classification of Electrical and Electronic Equipment with regard to Protection against Electric Shock
IEC 60617: Graphical Symbols for Diagrams
IEC 60684: Specification for Flexible Insulating Sleeving
IEC 60695: Fire Hazard Testing
IEC 60715: Dimensions of Low Voltage Switchgear and Control Devices Standardized Mounting on Rails for Mechanical Support of Electrical Devices in Switchgear and Control Devices Installations
European standards General ones:
EN 50121-1 Railway applications – electromagnetic compatibility - part 1:general
EN 50122-1 Railway applications - fixed installation - part 1: protective
provisions relating to electrical safety and earthing
EN 50122-2 Railway applications - fixed installations - part 2: protective
provisions against the effects of stray currents caused by D.C. traction systems
Earthing:

BS 6651 Code of Practice for Protection of Structures Against Lightning.
BS EN 50 121 Railway Applications Electromagnetic compatibility, Parts 2 & 5.
BS EN 50 122 Railway Applications Fixed Installations, Parts 1 & 2 ANSI IEEE Std 80-1986stallations

۳- ۱- ۳- اصطلاحات

AC: Alternative Current
ACB: Air Circuit Breaker
AIS: Air Insulated Switch
ATS: Automatic Transfer Switch
BCDB: Battery Charger Distribution Board
DC: Direct Current
EDB: Essential Distribution Board
EMC: Electro Magnetic Compatibility
EMI: Electro Magnetic Interference
EN: European Norm
GIS: Gas Insulated Switch
HBC: High Break Capacity
HRC: High Rupturing Capacity
HSCB: High Speed Circuit Breaker
HVS: High Voltage Sub-station
HVA: High Voltage type A (≤ 50kV)
HVB: High Voltage type B (> 50kV)
IEC: International Electrotechnical Commission
I/O: Input / Output
LPS: Lighting and Power Station
LHSF :Low Smoke Halogen Free
LRW : Light Repair Workshop
LV : Low Voltage (≤ 1000V)
MV: Medium Voltage
HV : High Voltage
MCB: Miniature Circuit Breaker
MCCB: Molded Case Circuit Breaker
MLVS: Main Low Voltage Switchboard
MRW: Main Repair Workshop
NEDB: Non-Essential Distribution Board
TREC: Tehran Regional Electric Company
PCP: Power Control Post
PLC: Programmable Logic Controller
OCC: Operating Control Centre
RTU: Remote Terminal Unit

RS: Rectifier Station
SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition
SMO: Station Master Office
SWA: Galvanized Steel wires Armour
UIC: Union International des Chemins de fer
UPS: Uninterruptible Power Supply
UTE: Technical Union of Electricity

۳- ۱- ۴- ساختار پست های (HVS)

تامین برق تمامی مصارف الکتریکی در سیستم مترو شامل مصارف MV پست های RS (جهت تغذیه رکتیفایر ترکشن) و مصارف MV پست های LPS (جهت تغذیه سیستم تهویه، پله برقی و آسانسور، مخابرات، سیگنالینگ، مصارف تاسیساتی و ...) با استفاده از پست های توزیع HVS انجام خواهد شد. پست های HVS از طریق شبکه کابلی 63 کیلو ولت و از طریق پست‌های فشارقوی فوق توزیع (۲۳۰ کیلو ولت)، تغذیه می‌گردند. در هر خط مترو چند پست HVS متناسب با ساختار شبکه فوق توزیع و امکان تغذیه از آن شبکه، طول خط مترو و محاسبات پخش بار AC و نزدیکی به خطوط دیگر مترو جانمایی و نصب می‌گردند. در این گزارش سعی خواهد شد کلیات سیستم مذکور به همراه رویه های تحویل‌گیری و چک‌لیست‌های بازرسی تجهیزات مربوطه، در مرحله راه‌اندازی مطابق با استانداردهای طراحی ارائه گردد.

۳- ۲-شرح تجهیزات تشکیل دهنده پستهای HVS

تجهیزات منصوبه در پست های HVS ایستگاه های مترو شامل:

- ترانسفورماتور قدرت، ترانسفورماتور زمین و تغذیه داخلی.
- سوئیچگیر63kv GIS (در برگیرنده کلیدهای قطع و وصل مثل بریکر و سکسیونر و تجهیزات اندازه‌گیری و حفاظتی مثل CT ، PT).
- سوئیچگیرهای ۲۰kv کیلو ولت (تابلوهای فشار متوسط).
- تابلوهای فشار ضعیف و تجهیزات .AC/DC
- شارژر ، باتری ، اینورتر.
- سیستم زمین.
- کابلهای ۲۰ و ۶۳ کیلو ولت.
- سایر تجهیزات و سیستم ها (شامل تجهیزات حفاظت، کنترل، تابلوهای اتوماسیون، برقگیرها و... می‌باشد).

۳- ۲- ۱- ترانسفورماتور قدرت

ترانسفورماتورهای قدرت نصب شده در پست های HVS از نوع روغنی و کاهنده بوده و مبدل 63 KV به 20 KV می‌باشند و ظرفیت ترانسفورماتورها با توجه به مصارف محاسبه شده مشخص می‌گردند. در هر پست دو دستگاه ترانسفورماتور سه فاز نصب شده است. تمهیدات لازم جهت توسعه آتی پست در نظر گرفته می‌شود و فضای لازم برای نصب ترانسفورماتور قدرت سوم و متعلقات مربوطه نیز در نظر گرفته خواهد شد. ظرفیت هریک از ترانسفورماتور پستهای فشارقوی معمولا ۳۰ MVA در شرایط سیستم خنک کنندگی با فن ONAF و برابر ۲۲,۵ MVA در شرایط خنک کنندگی با هوا ONAN بوده و برای آنها نیز تپچنجرهای اتوماتیک قابل اعمال تحت بار On-Load در نظر گرفته می شود. شایان ذکر است طراحی و سایزینگ تجهیزات و ترانسفورماتورهای پستهای HVS به گونه‌ای می‌باشد که در حالت نرمال بهره‌برداری تنها ۵۰% ظرفیت آنها تحت بار بوده و در صورت بی‌برق شدن و خارج شدن یکی از ترانسفورماتورهای HVS ترانسفورماتور دیگر در ظرفیت ۱۰۰% تحت بار قرار می‌گیرد تا خللی در روند بهره‌برداری از خط یا خطوط مترو صورت نپذیرد. به عبارت دیگر ترانسفورماتورهای پست های HVS بصورت پشتیبان و BACK UP یکدیگر می‌باشند.

قبل از تحویل ترانسفورماتور می بایست تست های لازم مطابق با استانداردهای اشاره شده انجام گردند. (لازم به ذکر است که جزئیات انجام آزمون ها و تحلیل نتایج در ضوابط تعمیر و نگهداری توضیح داده شده است).

جدول ۳-۱ چک‌لیست بازرسی ترانسفورماتور قدرت

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱	Power Transformer			
۱-۱	ترانسفورماتور و متعلقات آن طبق دستورالعمل شرکت سازنده نصب شده است		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۲	خلا قبل از سیرکوله به درستی و طبق استاندارد و دستورالعمل شرکت سازنده انجام شده است		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۳	سیرکوله به درستی و طبق استاندارد و دستورالعمل شرکت سازنده انجام شده است		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۴	هواگیری به درستی و طبق استاندارد و دستورالعمل شرکت سازنده انجام شده است		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۵	از روغن پلمپ و نو برای ترانسفورماتور استفاده شده است		Visual Check	
۱-۶	در هنگام سیرکوله روغن شیرهای رادیاتورها باز است		Visual Check	
۱-۷	در هنگام برقداری شیرهای رادیاتور باز است		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۸	نشتی روغن در هیچ قسمت از ترانسفورماتور وجود ندارد		Visual Check	
۱-۹	با توجه به دمای محیط روغن در سطح مناسبی قرار دارد		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۰	شیرهای مختلفی که طبق دستورالعمل شرکت سازنده باید باز باشند، باز می‌باشند		Power Transformer Installation & Operation Manual	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱-۱۱	شیرهای مختلفی که طبق دستورالعمل شرکت سازنده باید بسته باشند، بسته می‌باشند		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۲	فن ها در جهت صحیح نصب شده اند		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۳	پمپ های روغن در جهت صحیح نصب شده اند		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۴	رله بوخهلتس در جهت و زاویه مناسب نصب شده است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۵	رله جانسون در جهت صحیح نصب شده است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۶	شیر یکطرفه در جهت صحیح نصب شده است (در صورت وجود شیر یکطرفه).		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۱۷	چرخ های ترانسفورماتور باز شده است.		Visual Check	
۱-۱۸	ترانسفورماتور به زمین فیکس شده است.		Visual Check	
۱-۱۹	استحکام کلیه اتصالات توسط ترکمتر تایید گردد.		Visual Check	
۱-۲۰	جهت اتصال بوشینگ ها به کلمپ از بی متال استفاده شده است.		Visual Check	
۱-۲۱	زنگ زدگی بر روی بدنه اصلی وجود ندارد.		Visual Check	
۱-۲۲	زنگ زدگی بر روی ریل ها وجود ندارد.		Visual Check	
۱-۲۳	زنگ زدگی بر روی کنسرواتور وجود ندارد.		Visual Check	
۱-۲۴	رنگ مناسب است.		Power Transformer Installation &	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
			Operation Manual	
۱-۲۵	کلیه بخش های ترانسفورماتور تمیز است.		Visual Check	
۱-۲۶	شکستگی بر روی بوشینگ ها وجود ندارد.		Visual Check	
۱-۲۷	اجرای ارت ترانسفورماتور در چند نقطه و مطابق طرح تایید شده مورد تایید است.		Earthing Detail Drawing	
۱-۲۸	برقگیر در باکس کابل ترانسفورماتور به سیستم ارت وصل گردیده است.		Earthing Detail Drawing	
۱-۲۹	محفظه های سیلیکاژل تمیز است.		Visual Check	
۱-۳۰	محفظه های سیلیکاژل شکستگی ندارد.		Visual Check	
۱-۳۱	روغن داخل محفظه های سیلیکاژل تمیز است.		Visual Check	
۱-۳۲	محفظه های سیلیکاژل نشتی ندارد.		Visual Check	
۱-۳۳	روغن بوشینگ ها در سطح مناسبی قرار دارد.		Visual Check	
۱-۳۴	ترمومترها به طور دقیق تنظیم شده اند (این مورد جهت به مدار آوردن فن ها،پمپ های روغن،اعلام آلارم و تریپ و مطابق با شرایط بهره‌برداری می‌باشد.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۳۵	از زمان سیرکوله روغن ترانسفورماتور تا زمان برقداری بالغ بر ۳ ماه نمی‌باشد.		Visual Check	
۱-۳۶	کلیه اتصالات داخل محفظه کابل MV بدرستی آچار کشی شده است.		Visual Check	
۱-۳۷	محفظه کابل MV بدرستی آب بندی شده است.		Visual Check	
۱-۳۸	برقگیر در محفظه کابل MV نصب شده است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۳۹	محفظه کابل MV تمیز است .		Visual Check	
۱-۴۰	کلیه اتصالات داخل باکس کنترلی به درستی آچار کشی شده است.		Visual Check	
۱-۴۱	باکس کنترلی به درستی آب بندی شده است.		Visual Check	
۱-۴۲	صحت بی متال های مدار فن مورد تایید است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱-۴۳	صحت بی متال های مدار پمپ ها مورد تایید است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۴۴	هیتر داخل باکس کنترلی به صورت صحیح نصب شده است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۴۵	روشنایی داخل باکس کنترلی برقرار است.		Visual Check	
۱-۴۶	وایرینگ داخل باکس کنترلی به صورت صحیح انجام شده است.		Main Power Transformer Wiring Diagram	
۱-۴۷	هیتر داخل باکس کنترلی به صورت صحیح نصب شده است.		Power Transformer Installation & Operation Manual	
۱-۴۸	نقشه مدار داخلی باکس کنترلی در داخل محفظه آن قرار دارد.		Main Power Transformer Wiring Diagram	
۱-۴۹	روشنایی داخل باکس مکانیزم تپ چنجر برقرار است.		Visual Check	
۱-۵۰	نقشه مدار داخلی تپ چنجر در داخل محفظه آن قرار دارد.		Visual Check	
۱-۵۱	ترانسفوراتور پس از برقداری فاقد صدای اضافی است.		Visual Check	
۱-۵۲	اهرم فرمان دستی تپ چنجر موجود است.		Visual Check	
۱-۵۳	برقگیرهای شاخکی نصب شده رو بوشینگ ها باز شده اند.		Visual Check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۲- ترانسفورماتور زمین

جدول ۳-۲ چک‌لیست بازرسی ترانسفورماتور زمین

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۲	EARTHING TRANSFORMER			
۱-۲	ترانسفورماتور و متعلقات آن طبق دستورالعمل شرکت سازنده نصب شده است .		Earthing Transformer Installation, Operation and Manual	
۲-۲	هواگیری رله بوخهلتس بدرستی و طبق استاندارد و دستورالعمل شرکت سازنده انجام شده است.		Earthing Transformer Installation, Operation and Manual	
۳-۲	نشتی روغن در هیچ قسمت از ترانسفورماتور وجود ندارد.		Visual check	
۴-۲	با توجه به دمای محیط روغن در سطح مناسبی قرار دارد.		Earthing Transformer Installation, Operation and Manual	
۵-۲	رله بوخهلتس در جهت و زاویه مناسب نصب شده است.		Earthing Transformer Installation, Operation and Manual	
۶-۲	ترانسفورماتور به ریل و یا فونداسیون فیکس شده است.		Visual check	
۷-۲	استحکام کلیه اتصالات توسط ترکمتر تایید گردد.		Visual Check	
۸-۲	زنگ زدگی بر روی بدنه اصلی وجود ندارد.		Visual Check	
۹-۲	زنگ زدگی بر روی ریل ها وجود ندارد.		Visual Check	
۱۰-۲	زنگ زدگی بر روی کنسرواتور وجود ندارد.		Visual Check	
۱۱-۲	رنگ مناسب است.		Visual Check	
۱۲-۲	کلیه بخش های ترانسفورماتور تمیز است.		Visual Check	
۱۳-۲	شکستگی بر روی بوشینگ ها وجود ندارد.		Visual Check	
۱۴-۲	محفظه های سیلیکاژل تمیز است.		Visual Check	
۱۵-۲	محفظه های سیلیکاژل شکستگی ندارد.		Visual Check	
۱۶-۲	روغن داخل محفظه های سیلیکاژل تمیز است.		Visual Check	
۱۷-۲	محفظه های سیلیکاژل نشتی ندارد.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۲-۱۸	ترمومترها به طور دقیق تنظیم شده اند.		Earthing Transformer Installation, Operation and Manual	
۲-۱۹	ترانسفورماتور پس از برقداری فاقد صدای اضافه است.		Visual Check	
۲-۲۰	برقگیرهای شاخکی نصب شده روی بوشینگ ها باز شده است.		Visual Check	
۲-۲۱	تلق بین محافظ سیلیکاژل و فلنج مربوطه باز شده است.		Visual Check	
۲-۲۲	اتصال نول ترانسفورماتور کمکی و شینه ارت داخل تابلوی AC اولیه از طریق کابل دارای سطح مقطع مناسب برقرار شده است.		Visual Check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۳- ترانسفورماتور تغذیه داخلی

جدول ۳-۳چک‌لیست ترانسفورماتور کمکی انکلوژر

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۳	AUXILIARY TRANSFORMER&ENCLOSURE			
۳-۱	حمل و جابجایی enclosure مطابق با دستورالعمل.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۲	نصب enclosure مطابق با دستورالعمل نصب.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۳	مونتاژ enclosure و ترانسفورماتور در موقعیت صحیح مطابق با نقشه.		Indoor Equipment Layout	
۳-۴	تراز بودن enclosure و ترانسفورماتور نسبت به کف.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۵	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آن.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۶	فیکس بودن enclosure به کف با استفاده از رولبولتهای مورد تایید.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۷	ریگلاژ بودن دربهای enclosure.		Visual Check	
۳-۸	حمل و جابجایی ترانسفورماتور مطابق با دستورالعمل.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۹	قرارگیری ترانسفورماتور در موقعیت صحیح نسبت به ترمینالهای MV و LV در enclosure و مطابق با نقشه ها.		Indoor Equipment Layout	
۳-۱۰	فیکس بودن ترانسفورماتور به enclosure.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۳-۱۱	کنترل ظاهری ترانسفورماتور و تجهیزات مربوط به آن مانند TCR ، باسبار و		Visual Check	
۳-۱۲	فیکس و محکم بودن شمشهای باسبار جهت اتصال به تابلوی LV مطابق با نقشه و ترک اتصالات مکانیکی و مارک کردن آن.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۱۳	چک کردن اتصال ارت .		Earthing Detail Drawing	
۳-۱۴	چک کردن تپ ترانس.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۱۵	تمیزکاری داخل و خارج اینکلوژر و ترانس.		Visual Check	
۳-۱۶	قرارگیری سنسورهای PT100 در محل های خود .		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۱۷	چک کردن اتصال مثلث ترانس.		Auxiliary Transformers & Installation Operation Manuals	
۳-۱۸	در دسترس بودن Accessory های ترانس (کلیدهای درب ترانس و اینترلاکینگ و .....)		Visual Check	
۳-۱۹	کنترل پلاک ترانسفورماتور و Nameplate انکلوژر .		Auxiliary Transformer Name Plate Drawing	

سایر موارد:

۳- ۲- ۴- سوئیچگیرهای 63KV (GIS)

سوئیچگیرهای 63KV (تجهیزات فشار قوی (HV): وظیفه تجهیزات فشار قوی انتقال برق 63KV از خطوط ورودی از شبکه فوق توزیع به سمت اولیه ترانسفورماتور قدرت می‌باشد، که با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می‌گردند. سوئیچگیرهای 63kv معمولا از نوع GIS و indoor (نصب داخلی) بوده و دارای ساختار تک باسبار می‌باشند. با توجه به اینکه مقرر شده است هر یک از پستهای فشار قوی دارای دو ورودی از پست های برق منطقه ای مربوطه باشند، لذا سوئیچگیرها دارای دو بی (BAY) کاملاً مجهز جهت اتصال فیدرهای ۶۳ کیلوولت ورودی از پستهای برق منطقه‌ای می‌باشند.

جدول ۳-۴ چک‌لیست بازرسی سوئیچگیر GIS

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۴	GIS SWITCHGEAR			
۱-۴	نصب کلیه قطعات زیر نظر سوپروایزر مورد تایید شرکت سازنده می‌باشد.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۲-۴	نصب کلیه قطعات مطابق با مشخصات فنی سازنده می‌باشد.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۳-۴	کلیه قسمت های GIS از طریق شینه یا سیم با سطح مقطع مناسب ارت شده است.		TML6-HVS1-Earthing Detail Drawing	
۴-۴	میزان لرزش دستگاه در هنگام اعمال فرمان بریکر مورد تایید سوپروایزر می‌باشد.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۵-۴	میزان لرزش دستگاه در هنگام اعمال فرمان سکسیونر سرعت بالای سر خط مورد تایید سوپروایزر می‌باشد.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۶-۴	بدنه خارجی GIS رنگ پریدگی ندارد.		Visual Check	
۷-۴	بدنه خارجی GIS زنگ زدگی ندارد.		Visual Check	
۸-۴	بدنه خارجی GIS فرسودگی ندارد.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۴-۹	عملکرد سیستم مکانیزم بریکرهای فنری مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۰	عملکرد صحیح سیستم مکانیزم سکسیونرها مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۱	عملکرد صحیح Aux. Switch جهت مشخص شدن وضعیت باز یا بسته بودن کلیدها مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۲	عملکرد صحیح Aux. Switch جهت مشخص شدن وضعیت باز یا بسته بودن سکسیونرها مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۳	عملکرد صحیح هندل های شارژ فنر کلیه بریکرها مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۴	عملکرد صحیح هندل های فرمان دستی کلیه سکسیونرها مورد تایید است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۵	شیلد سرکابل های ورودی به GIS ارت شده است.		Earthing Detail Drawing	
۴-۱۶	سرکابل های ورودی به GIS صحیح نصب شده اند.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۷	سرکابل های ورودی به GIS به طور کامل محصور هستند.		Visual Check	
۴-۱۸	دمای سالن GIS جهت بهره برداری بهینه از GIS مناسب است.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۴-۱۹	کلیه ترمینال های تابلوها آچارکشی شده است.		Visual Check	
۴-۲۰	کلیه ترمینال های باکس تجهیزات آچارکشی شده است.		Visual Check	
۴-۲۱	امکان دسترسی به مکانیزم تجهیزات با نصب سکو، پلکان و پایه فراهم است.		Visual Check	
۴-۲۲	شوک مترهای نصب شده بر روی تجهیزات GIS در وضعیت عادی هستند.		Visual Check	
۴-۲۳	جرثقیل مناسب با GIS در سالن نصب شده است.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۲۴-۴	وکیوم و تزریق گاز SF6 مطابق با مشخصات فنی سازنده می‌باشد.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۲۵-۴	کابل کشی داخل سینی LV از لحاظ نظم و زیبایی بطور صحیح انجام شده است.		Visual Check	
۲۶-۴	اینترلاک های بین تجهیزات بطور کامل و مطابق با طرح تایید شده اجرا شده اند.		GIS Operation & Maintenance Manual	
۲۷-۴	برای هر محفظه مانومتر فشار گاز SF6 بطور مجزا در نظر گرفته شده است.		Visual check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۵- تابلوهای فشار متوسط (MV)

وظیفه تجهیزات و تابلوها فشار متوسط انتقال برق 20KV از سمت ثانویه ترانسفورماتور قدرت به رینگ 20KV خطوط مترو می‌باشد، که با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می‌گردند. سوئیچگیرهای ۲۰kv از نوع کشویی (قابل تعویض) و نصب داخلی indoor می‌باشند و دارای دو باسبار تکی مجزا می‌باشند. این تابلوها مجهز به کلیدهای قطع خلاء یا SF6 می‌باشند.

سوئیچگیرهای ۲۰ کیلوولت شامل تابلوهای ذیل باشند :

- دو تابلوی ورودی (متصل به خروجی ثانویه ۲۰ کیلوولت ترانسفورماتور قدرت).
- تابلوی Coupling .
- تعدادی تابلوهای فیدرهای خروجی تغذیه کننده پستهای رکتیفایر (RS یکسوساز) ایستگاه های پایین دست.
- تعدادی تابلوهای فیدرهای خروجی تغذیه کننده پستهای LPS ایستگاه‌های پایین دست.
- دو فیدر خروجی بعنوان فیدر تغذیه کننده ترانس کمکی ۲۰/۰,۴ کیلو ولت داخل پست که مصارف الکتریکی داخل پست را فراهم می‌کند (درصورتی که در طرح پست تغذیه ترانس کمکی مستقیما از سمت ثانویه ترانس اصلی نباشد.

جدول ۴-۵ چک‌لیست تابلوهای فشار متوسط

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۵	MV PANELS			
۵-۱	تعداد سلولهای تابلو مطابق با نقشه ها .		MV Switchgear View Diagram	
۵-۲	حمل و جابجایی تابلوها مطابق با دستورالعمل.		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۳	نصب تابلوها مطابق با دستورالعمل.		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۴	صحت محل نصب تابلوها مطابق با نقشه ها.		Indoor Equipment Layout	
۵-۵	سالم بودن تابلوها از نظر ظاهری.		Visual Check	
۵-۶	تراز بودن تابلوها و سلولها نسبت به کف.		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۷	دوخته شدن سلولها به صورت کامل و صحیح با نوار درزگیر و با پیچ و مهره های مشخص شده در دستورالعمل.		MV MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۸	فیکس کردن تابلوها به کف با استفاده از رولبولتهای مورد تایید.		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۹	بستن شمشهای باسبار و ارت بار بین سلولها .		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۱۰	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها.		M MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۱۱	ریگلاژ بودن درب سلولها پس از نصب تابلو.		MV Cubicle Installation & Operation Manual	
۵-۱۳	بسته بودن دربها یا ورقهای پشت تابلوها پس از نصب.		Visual Check	
۵-۱۴	اتصال ارت تابلو و تجهیزات مربوطه به سیستم ارت.		Earthing Detail Drawing	
۵-۱۵	اجرای وایرینگ و اتصالات بین سلولهای مختلف تابلو.		LV&Control Termination List	
۵-۱۶	اطراف کابل ورودی به فیدر مسدود باشد.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۵-۱۷	ورود و خروج کابلهای 20kv مطابق با نقشه باشد.		MV Cable List	
۵-۱۸	تمیزکاری داخل و خارج تابلو.		Visual Check	
۵-۱۹	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی.		MV Switchgear View Diagram	
۵-۲۰	در دسترس بودن Accessory های تابلو (کلیدهای درب تابلو،کلیدهای اینترلاکینگ، هندل تابلو و .....).		Visual Check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۶- تابلوی فشار ضعیف (LV)

ولتاژ 400V خروجی ترانسفورماتور تغذیه داخلی پست HVS از طریق کابل به تابلوی فشار ضعیف منتقل شده و به مصرف کننده های موجود در ساختمان و محوطه پست HVS منتقل می‌گردد و با توجه به الزامات و مشخصات موجود در اسناد فنی قرارداد طراحی می‌گردد.

مهمترین این مصرف کننده ها شامل موارد ذیل می‌باشد :

- تغذیه روشنایی و مصارف داخلی پست
- تغذیه شارژر ، اینورتر، (سیستم DC) و ..
- تغذیه فنها ، دمنده ها و سیستم تهویه هوای ایستگاه و تونل
- تغذیه سامانه مخابرات و سامانه های اسکادا
- تغذیه، FAS و...

جدول ۳-۶ چک‌لیست تابلوهای فشار ضعیف

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۶	LV PANELS			
۱-۶	تعداد سلولهای تابلو مطابق با نقشه ها		Main LV switchgear View Diagram	
۲-۶	حمل و جابجایی تابلوها مطابق با دستورالعمل		LV Panels installation & operation manual	
۳-۶	نصب تابلوها مطابق با دستورالعمل		LV Panels installation & operation manual	
۴-۶	صحت محل نصب تابلوها مطابق با نقشه ها		Main LV switchgear View Diagram	
۵-۶	سالم بودن تابلوها و تجهیزات نصب شده روی نمای تابلو (از نظر ظاهری)		Visual Check	
۶-۶	تراز بودن تابلوها و سلولها نسبت به کف		LV Panels installation & operation manual	
۷-۶	دوخته شدن سلولها به صورت کامل و صحیح با نوار درزگیر و با پیچ و مهره های مشخص شده در دستورالعمل		LV Panels installation & operation manual	
۸-۶	فیکس کردن تابلوها به کف با استفاده از رولبولتهای مورد تایید		LV Panels installation & operation manual	
۹-۶	بستن شمشهای باسبار بین سلولها و اتصال صحیح به ترانسفورماتور		LV Panels installation & operation manual	
۱۰-۶	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها		LV Panels installation & operation manual	
۱۱-۶	ریگلاژ بودن درب سلولها پس از نصب تابلو		LV Panels installation & operation manual	
۱۲-۶	ریگلاژ بودن کلیدهای کشویی پس از نصب تابلو		LV Panels installation & operation manual	
۱۳-۶	بسته بودن دربها یا ورقهای پشت تابلوها پس از نصب		LV Panels installation & operation manual	
۱۴-۶	تمیزکاری داخل و خارج تابلو		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۶-۱۵	اتصال ارت تابلوها		Earthing Detail Drawing	
۶-۱۶	انجام وایرینگ و اتصالات بین سلولهای مختلف تابلو		LV&Control Termination List	
۶-۱۷	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی		Main LV switchgear View Diagram	
۶-۱۸	در دسترس بودن Accessory های تابلو (کلیدهای درب تابلو، کلیدهای اینترلاکینگ، هندل تابلو و .....)		Visual Check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۷- شارژر، اینورتر و باتری ها

با توجه به اینکه مصارف کنترلی و حفاظتی تجهیزات موجود در پست های HVS، 110VDC می‌باشد، لذا مصارف مذکور از طریق شارژر و باتری های منصوبه در پست های HVS تامین می‌گردند. همچنین از دیگر وظایف شارژر های منصوبه در پست ها تامین برق DC اینورتر های روشنایی اضطراری می‌باشد. شایان ذکر می‌باشد ظرفیت باتری و شارژرها بر اساس مصارف موجود در پستها طراحی می‌گردد.

جدول ۳-۷ چک‌لیست تابلوهای شارژر، اینورتر و باتری

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱-۷	CHARGER			
۱-۱-۷	حمل و جابجایی تابلو مطابق با دستورالعمل		Battery Charger Installation, Operation and Maintenance Manual	
۲-۱-۷	نصب تابلو در موقعیت صحیح و مطابق با نقشه		Indoor Equipment Layout	
۳-۱-۷	تراز بودن تابلو نسبت به کف		Battery Charger Installation, Operation and Maintenance Manual	
۴-۱-۷	فیکس بودن تابلو به کف با انکر یا رولبولت مورد تایید		Battery Charger Installation, Operation and Maintenance Manual	
۵-۱-۷	کنترل ظاهری تابلو و بازدید از Compartment ها، اجزا و سیم بندی		Visual Check	
۶-۱-۷	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها		Battery Charger Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۱-۷	ریگلاژ بودن درب تابلو و قفل آنها پس از نصب		Visual Check	
۸-۱-۷	اطمینان از نصب کاور و پوشش قسمت های برقدار تابلو		Battery Charger Installation, Operation and Maintenance Manual	
۹-۱-۷	تمیزکاری داخل و خارج تابلو		Visual Check	
۱۰-۱-۷	اتصال ارت تابلو		Earthing Detail Drawing	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۷-۱-۱۱	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی		Charger Panel View Diagram	
۷-۱-۱۲	در دسترس بودن Accessory های تابلو (کلیدهای درب تابلو و .....)		Visual Check	
۷-۲	INVERTER			
۷-۲-۱	حمل و جابجایی تابلو مطابق با دستورالعمل		Inverter Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۲-۲	نصب تابلو در موقعیت صحیح و مطابق با نقشه		Indoor Equipment Layout	
۷-۲-۳	تراز بودن تابلو نسبت به کف		Inverter Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۲-۴	فیکس بودن تابلو به کف با انکر یا رولبولت مورد تایید		Inverter Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۲-۵	کنترل ظاهری تابلو و بازدید از Compartment ها، اجزا و سیم بندی		Visual Check	
۷-۲-۶	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها		Inverter Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۲-۷	ریگلاژ بودن درب تابلو و قفل آنها پس از نصب		Visual Check	
۷-۲-۸	اطمینان از نصب کاور و پوشش قسمت های برقدار تابلو		Inverter Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۲-۹	تمیزکاری داخل و خارج تابلو		Visual Check	
۷-۲-۱۰	اتصال ارت تابلو		Earthing Detail Drawing	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۷-۲-۱۱	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی		Charger Panel View Diagram	
۷-۲-۱۲	در دسترس بودن Accessory های تابلو (کلیدهای درب تابلو و .....)		Visual Check	
۷-۳	BATTERY			
۷-۳-۱	حمل و جابجایی باتریها مطابق با دستورالعمل		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۲	نصب رکها و باتری ها در موقعیت صحیح مطابق نقشه و کنترل ایستایی باتری ها		Indoor Equipment Layout	
۷-۳-۳	تراز بودن رکها نسبت به کف		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۴	فیکس بودن رکها به کف با انکر یا رول بولت تایید شده		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۵	کنترل ظاهری باتریها		Visual Check	
۷-۳-۶	چک کردن سطح محلول باتری مطابق با دستورالعمل		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۷	اتصالات باتریها به یکدیگر مطابق با نقشه (سری باشد)		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۸	جک کردن ورود و خروج کابلهای باتری به شارژر		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۹	شماره گذاری و تعداد صحیح باتریها		Battery Installation, Operation and	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
			Maintenance Manual	
۷-۳-۱۰	اجرای تزریق محلول به باتری مطابق با دستورالعمل		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۱۱	آچار کشی و ترک(گشتاور) کلیه اتصالات باتری		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۱۲	چک کردن غلظت محلول باتری ها مطابق با دستورالعمل		Battery Installation, Operation and Maintenance Manual	
۷-۳-۱۳	اتصال رک باتری به سیستم ارت و کنترل سفتی اتصال آن		Earthing Detail Drawing	
۷-۳-۱۴	تمییز کاری فضای باتری روم و باتریها		Visual Check	
۷-۳-۱۵	در دسترس بودن تجهیزات جانبی (کلیدهای درب اتاق باتری و .....)		Visual Check	
۷-۳-۱۶	بسته بودن درب محل تزریق محلول به باتری		Visual Check	
۷-۳-۱۷	ابزار آلات مربوط به باتری(از قبیل آچار، غلظت سنج الکترولیت، دماسنج و ...)		Visual Check	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۸- سیستم زمین

شبکه زمین در پست های فشار قوی در نظر گرفته شده است. در سیستم تغذیه، سیستم زمین و تجهیزات حفاظتی مناسب برای حفاظت پرسنل تعمیر و نگهداری و بهره‌برداری از جریان‌ها و ولتاژهای خطرناک منظور گردیده است. علاوه بر این، سیستم های حفاظتی برای ایزوله کردن خطاها و کم کردن آسیب دیدگی تجهیزات و جلوگیری از ایجاد وقفه در سرویس دهی آنها طراحی گردیده است. سیستم زمین مطابق با استانداردهای بین المللی طراحی، ساخته و نصب گردیده است. این سیستم دارای مشخصات ذیل می‌باشد:

- حفاظت افرادی که از تجهیزات بهره‌برداری می کنند و یا عملیات تعمیر و نگهداری از آنها را برعهده دارند از ولتاژهای تماسی و گامی و یا افزایش پتانسیل به خصوص در هنگام بروز خطای الکتریکی در سیستم.
- فراهم نمودن مسیر کم امپدانس زمین برای جریان های شدید (صاعقه در صورت وجود و یا مانور).
- فراهم نمودن حفاظت تجهیزات الکتریکی توسط محدود کردن تغییرات ولتاژ برای تجهیزاتی که با شرایط خطا روبه رو هستند.
- طراحی با توجه به تداخلات الکترو مغناطیسی (EMI) و سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)(2-5-IEC1000) می‌بایست انجام شود.

جدول ۳-۸ چک‌لیست بازرسی سیستم زمین

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۸	EARTHING SYSTEM			
۸-۱	شبکه زمین طبق استاندارد و طرح تایید شده اجرا شده است		Earthing Detail Drawing	
۸-۲	میله های زمین مطابق طرح تایید شده اجرا گردیده اند		Earthing Detail Drawing	
۸-۳	بست های نگهدارنده رایزر استحکام لازم را دارند		Visual Check	
۸-۴	رایزر محکم وصل شده و حرکتی ندارد		Visual Check	
۸-۵	کیفیت نقاط جوش خورده مناسب است		Visual Check	
۸-۶	سیم های شبکه زمین دارای سطح مقطع برابر با طرح تایید شده می‌باشد		Earthing Detail Drawing	
۸-۷	رایزرهای شبکه زمین دارای سطح مقطع برابر با طرح تایید شده می‌باشد		Earthing Detail Drawing	
۸-۸	اجرای شبکه زمین مطابق با عمق ذکر شده در طرح تایید شده است		Earthing Detail Drawing	
۸-۹	تعداد رایزرهای هر تجهیز مطابق با طرح تایید شده است		Earthing Detail Drawing	
۸-۱۰	در بست های نگهدارنده از کابلشو ، پیچ و مهره، واشر تخت، واشر فنری مناسب استفاده شده است		Earthing Detail Drawing	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
سایر موارد:				

۳- ۲- ۹- کابلهای ۲۰ و ۶۳ کیلو ولت

- کابلهای ۲۰ کیلوولت

جدول ۳-۹ چک‌لیست بازرسی کابل (فشار متوسط، ضعیف و کنترل) و نگهدارنده کابل

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۹-۱	CABLE SUPPORT			
۹-۱-۱	حمل و جابجایی ساپورتها مطابق با پکینگ لیست		Packing List	
۹-۱-۲	اجرای ساپورتها مطابق با نقشه		Cable Support System	
۹-۱-۳	فیکس و محکم کردن ساپورتها به دیوار یا سقف یا کف با رولبولتهای تایید شده		Cable Support System	
۹-۱-۴	یک راستا بودن ساپورتها در مسیرهای مستقیم در صورت امکان		Visual Check	
۹-۱-۵	فیکس و محکم کردن نردیان ها به ساپورت ها		Visual Check	
۹-۱-۶	تراز بودن ساپورت ها		Visual Check	
۹-۱-۷	تراز مناسب ساپورت ها نسبت به لوله های ورودی به گالری		Visual Check	
۹-۱-۸	اتصال ارت ساپورتها و لدر و سینی		Earthing Detail Drawing	
۹-۲	MV,LV,CONTROL CABLE			
۹-۲-۱	کابل کشی طبق استاندارد و طرح تایید شده انجام شده است.		HVS Termination List	
۹-۲-۲	مقداری کابل اضافه -Spare- جهت حوادث غیر قابل پیش بینی منظور شده است.		Visual Check	
۹-۲-۳	مشخصات کابل مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		HV/MV Cable Data Sheet	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۹-۲-۴	حمل و نقل کابل ها از کارخانه به محل انبار به صورت صحیح انجام شده است		Visual Check	
۹-۲-۵	بست های نگهدارنده کابل از نظر استحکام مورد تایید می‌باشند.		Visual Check	
۹-۲-۶	بست های نگهدارنده کابل از نظر جنس محکم و مرغوب است		Visual Check	
۹-۲-۷	در بست های نگهدارنده کابل از پیچ مناسب استفاده شده است		Visual Check	
۹-۲-۸	فواصل بین بست ها و دستک های نگهدارنده و نبشی های زیر کابل بر اساس نقشه مصوب انجام شده است		Cable Support System	
۹-۲-۹	آرایش وچیدمان کابلها		Cable Support System	
۹-۲-۱۰	چک کردن تگ کابلها		HVS Termination List	
۹-۲-۱۱	چک کردن گلندها و وضعیت ارت آنها		Visual Check	
۹-۲-۱۲	چک کردن کابلشوها، سر سیم ها و قلع اندود بودن سرسیم		Visual Check	
۹-۲-۱۳	چک کردن ارت کابل ها		Visual Check	
۹-۲-۱۴	رعایت شعاع خمش کابل		Visual Check	
سایر موارد:				

- کابلهای ۶۳ کیلوولت

جدول ۴-۱۰ چک‌لیست بازرسی کابل ۶۳ کیلوولت

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۹-۳	63kV Cable			
۹-۳-۱	حمل و نقل کابل ها از کارخانه به محل انبار به صورت صحیح انجام شده است		Visual Check	
۹-۳-۲	مشخصات کابل مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		HV Cable Data Sheet	
۹-۳-۳	ابعاد کانال حفاری شده مطابق با طرح تایید شده است		63kV Cable Laying	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۹-۳-۴	کابل کشی مطابق دستورالعمل اجرای کابل ۶۳ و فیبر نوری و بر اساس طرح تایید شده انجام شده است		دستورالعمل اجرای کابل ۶۳ کیلو ولت و فیبر نوری- Plan & Profile Cable Cutting-	
۹-۳-۵	آرایش و چیدمان کابل ها		63kV Cable Laying	
۹-۳-۶	بست های نگهدارنده کابل از نظر استحکام مورد تایید می‌باشند.		Visual Check	
۹-۳-۷	رعایت شعاع خمش کابل		Visual Check	
۹-۳-۸	انتخاب وسایل مناسب اجرای کابلکشی و تعداد مورد نیاز رولرها(غلتک ها)		Visual Check	
۹-۳-۹	دمای محیط نصب در محدوده -5°C تا +55°C باشد		Visual Check	
۹-۳-۱۰	حریم تاسیسات معارض شهری رعایت شده است		استعلامات، مکاتبات، صورتجلسات و آیین نامه های شرکت ها و سازمان های ذیربط	
۹-۳-۱۱	سازه ها، نقب ها، کانال های بتنی، لوله گذاری ها و ... در امتداد مسیر کابلکشی، مطابق طرح تایید شده اجرا گردیده است		Intersection of 63 kV Cable and Urban Utilities	
۹-۳-۱۲	مقدار کابل اضافه -Reserve- جهت حوادث غیر قابل پیش بینی مطابق طرح منظور شده است.		- Plan & Profile Cable Cutting	
۹-۳-۱۳	استفاده از کلاهک های حرارتی مناسب کابل تا قبل از اجرای مفصل و سرکابل		Visual Check	
۹-۴	CABLE SUPPORT			
۹-۴-۱	حمل و جابجایی ساپورتها مطابق با پکینگ لیست		Packing List	
۹-۴-۲	اجرای ساپورتها مطابق با نقشه		Cable Support System	
۹-۴-۳	فیکس و محکم کردن ساپورتها به دیوار کانال یا کف با رول بولتهای تایید شده		Visual Check	
۹-۴-۴	یک راستا بودن ساپورتها در مسیرهای مستقیم در صورت امکان		Visual Check	
۹-۴-۵	فیکس و محکم کردن نردیان ها به ساپورت ها		Visual Check	
۹-۴-۶	تراز بودن ساپورت ها		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۹-۴-۷	اتصال ارت ساپورتها و لدر و سینی		63kV Cable Canal Drawing	
سایر موارد:				

۳- ۲- ۱۰- سایر تجهیزات و سیستم‌ها

جدول ۳-۱۱ چک‌لیست بازرسی سرکابل (فشار قوی، متوسط)

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱-۱۰	HV&MV CABLE SEALING END			
۱-۱-۱۰	حمل و جابجایی سرکابل مطابق با دستورالعمل		HV AIS CABLE Sealing END Installation & Operation	
۲-۱-۱۰	نصب سرکابل در موقعیت صحیح و مطابق با نقشه		General Layout & Sections	
۳-۱-۱۰	تراز بودن سرکابل نسبت به سازه		Visual Check	
۴-۱-۱۰	فیکس بودن سرکابل به استراکچر		Visual Check	
۵-۱-۱۰	کنترل ظاهری سرکابل و عدم آسیب به اجزا آن		Visual Check	
۶-۱-۱۰	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات		HV AIS CABLE Sealing END Installation & Operation	
۷-۱-۱۰	نصاب سرکابل دارای گواهی نامه مورد تایید توانیر را دارد		Visual Check	
۸-۱-۱۰	نصب سرکابل طبق دستورالعمل شرکت سازنده سرکابل و طرح تایید شده		HV AIS CABLE Sealing END Installation & Operation	
۹-۱-۱۰	نصب سرکابل توسط ابزار مناسب انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۱-۱۰	جهت برداشتن لایه گرافیتی از دستگاه گرافیت بردار استفاده شده (از تیغ کاتر استفاده نشود.)		Visual Check	
۱۱-۱-۱۰	طرح اجرای شیلد کابل مطابق با استاندارد صورت پذیرفته است.		Visual Check	
۱۲-۱-۱۰	شرایط محیطی و جوی جهت نصب سرکابل مناسب است.		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۱-۱۳	سطح سرکابل تمیز می‌باشد		Visual Check	
۱۰-۱-۱۴	در مرحله آخر نصب سرکابل به لایه ترموفیت، حرارت بیش از حد اعمال نشده است.		Visual Check	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۲ چک‌لیست برقگیر

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۲	LIGHTNING ARRESTER			
۱۰-۲-۱	حمل و جابجایی برقگیر مطابق با دستورالعمل		Lighting Arrester Installation, Operation and Manual	
۱۰-۲-۱	نصب برقگیر در موقعیت صحیح و مطابق با نقشه		General Layout & Sections	
۱۰-۲-۲	برقگیر تراز می‌باشد		Lighting Arrester Installation, Operation and Manual	
۱۰-۲-۳	فیکس بودن برقگیر به استراکچر		Visual Check	
۱۰-۲-۴	کنترل ظاهری برقگیر و عدم آسیب به مقره و ترمینال		Visual Check	
۱۰-۲-۵	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات		Lighting Arrester Installation, Operation and Manual	
۱۰-۲-۶	دریچه انفجار برقگیر در جهت صحیح قرار گرفته است		Lighting Arrester Installation, Operation and Manual	
۱۰-۲-۷	کنتور برقگیر به صورت صحیح نصب شده است		General Layout & Sections	
۱۰-۲-۸	کابل ارتباطی بین برقگیر و کنتور صحیح و با مشخصات فنی منطبق می‌باشد		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۲-۹	کابل ارتباطی بین برقگیر و کنتور دارای پوشش عایقی مناسب است		Visual Check	
۱۰-۲-۱۰	ارتباط سیستم زمین به برقگیر و استراکچر (شامل رایزرای ارت و بست های نگهدارنده رایزر) به صورت مناسب برقرار شده است.		Earthing Detail Drawing	
۱۰-۲-۱۱	اتصال برقگیر به شبکه زمین از طریق میله زمین برقرار شده است.		Earthing Detail Drawing	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۳ چک‌لیست بازرسی کلمپ‌ها و اتصالات

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۳	CLAMP&CONNECTORS			
۱۰-۳-۱	اجرای سیم کشی طبق طرح تایید شده است		General Layout&Sections	
۱۰-۳-۲	نصب کلمپ ها طبق طرح تایید شده است		General Layout&Sections	
۱۰-۳-۳	برای کلمپ ها از گریس مناسب استفاده شده است		Visual Check	
۱۰-۳-۴	پیچ و مهره، واشر تخت، واشر فنری استفاده شده جهت تمام اتصالات مناسب است		Visual Check	
۱۰-۳-۵	اتصالات و کلمپ ها آلودگی ندارند		Visual Check	
۱۰-۳-۶	اتصالات و کلمپ ها شکستگی ندارند		Visual Check	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۴ چک‌لیست بازرسی حفاظت از صاعقه

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۴-۱۰	LIGHTNING PROTECTION			
۱-۴-۱۰	طول رادها مطابق با طرح مصوب می‌باشد		Lightning Protection Installation Guide	
۲-۴-۱۰	رادها منطبق با طرح مصوب نصب گردیده اند		Lightning Protection Installation Guide	
۳-۴-۱۰	اتصال رادها به یکدیگر به صورت مناسب انجام شده است		Visual Check	
۴-۴-۱۰	بست های نگهدارنده تسمه های مسی استحکام لازم را دارند		Visual Check	
۵-۴-۱۰	تسمه مسی محکم وصل شده و حرکتی ندارد		Visual Check	
۶-۴-۱۰	تسمه های مسی شبکه حفاظت از صاعقه دارای سطح مقطع برابر با طرح تایید شده می‌باشد		Lightning Protection Installation Guide	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۵ چک‌لیست بازرسی روشنایی محوطه

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۵-۱۰	OUTDOOR LIGHTING			
۱-۵-۱۰	ارتفاع پایه ها مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۵-۲	پایه ها منطبق با نقاط مشخص شده در نقشه مصوب نصب گردیده اند		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۳	مشخصات فنی چراغ ها مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۴	سوراخ جهت نصب رایزر سیستم زمین بر روی پایه تعبیه شده است		Visual Check	
۱۰-۵-۵	سایز کابل ها مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۶	مشخصات فنی کلید های مینیاتوری مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۷	مشخصات فنی کلید های ترمینال ها مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۸	تعداد ترمینال ها مطابق با طرح باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۹	چراغ های روشنایی اضطراری مطابق با طرح اجرا شده لست		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۱۰	محل نصب تابلوهای روشنایی مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۱۱	محل نصب تابلوهای روشنایی اضطراری مطابق با طرح می‌باشد		Outdoor Lighting Detail Drawing	
۱۰-۵-۱۲	سالم بودن تابلوها و تجهیزات نصب شده روی نمای تابلو (از نظر ظاهری)		Visual Check	
۱۰-۵-۱۳	فیکس کردن تابلوها به دیوار با استفاده از رولبولتهای مورد تایید		Visual Check	
۱۰-۵-۱۴	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها		Visual Check	
۱۰-۵-۱۵	ریگلاژ بودن درب سلولها پس از نصب تابلو		Visual Check	
۱۰-۵-۱۶	تمیزکاری داخل و خارج تابلو		Visual Check	
۱۰-۵-۱۷	اتصال ارت تابلو		Earthing Detail Drawing	
۱۰-۵-۱۸	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی		Lighting Panel View Diagram	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۶ چک‌لیست بازرسی NGR

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۶	NGR			
۱۰-۶-۱	حمل و جابجایی تابلوها مطابق با دستورالعمل		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
۱۰-۶-۲	نصب تابلوها مطابق با دستورالعمل		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
۱۰-۶-۳	صحت محل نصب تابلوها مطابق با نقشه ها		General Layout & Sections	
۱۰-۶-۴	سالم بودن تابلوها و تجهیزات نصب شده روی نمای تابلو (از نظر ظاهری)		Visual Check	
۱۰-۶-۵	تراز بودن تابلوها و سلولها نسبت به کف		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
۱۰-۶-۶	فیکس کردن تابلو به کف با استفاده از رولبولتهای مورد تایید		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
۱۰-۶-۷	آچارکشی و ترک کلیه اتصالات مکانیکی و مارک کردن آنها		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
۱۰-۶-۸	ریگلاژ بودن درب سلولها پس از نصب تابلو		Visual Check	
۱۰-۶-۹	بسته بودن دربها یا ورقهای پشت تابلوها پس از نصب		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۶-۱۰	تمیزکاری داخل و خارج تابلو		Visual Check	
۱۰-۶-۱۱	اتصال ارت تابلو		Earthing Detail Drawing	
۱۰-۶-۱۲	تأئید نصب مناسب لیبل تجهیزات تابلویی و تگ کابل های ارتباطی		Installation, Operation & Maintenance For Neutral Ground Resistor	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۷ چک‌لیست بازرسی چاله مفصل، چاله لینک باکس و سیستم ارت

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۷	Joint Pit			
۱۰-۷-۱	ابعاد چاله مفصل مطابق با نقشه تایید شده باشد		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۷-۲	حمل و نقل مفصل کابل ها از کارخانه به محل انبار به صورت صحیح انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۷-۳	مشخصات مفصل کابل ها مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		HV Cable Joint Data Sheet	
۱۰-۷-۴	عملیات اجرای مفصل زنی، مطابق دستورالعمل های کارخانه سازنده انجام شده است		HV Cable Joint Installation & Operation	
۱۰-۷-۵	نصب مفصل کابل ها در موقعیت صحیح و مطابق با نقشه		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۷-۶	کنترل ظاهری مفصل کابل ها و عدم آسیب به اجزا آن		Visual Check	
۱۰-۷-۷	نصاب مفصل کابل گواهی نامه مورد تایید توانیر را دارد		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۷-۸	نصب مفصل کابل ها توسط ابزار مناسب انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۷-۹	شرایط محیطی و جوی جهت نصب مفصل کابل مناسب است.		Visual Check	
۱۰-۷-۱۰	سطح مفصل کابل تمیز می‌باشد		Visual Check	
۱۰-۸	Link Box Pit			
۱۰-۸-۱	ابعاد چاله لینک باکس مطابق با نقشه تایید شده باشد		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۸-۲	حمل و نقل لینک باکس ها از کارخانه به محل انبار به صورت صحیح انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۸-۳	مشخصات لینک باکس ها و SVL ها مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		Link Box Data Sheet	
۱۰-۸-۴	عملیات نصب لینک باکس، مطابق دستورالعمل های کارخانه سازنده انجام شده است		Link Box Installation & Operation	
۱۰-۸-۵	نصب لینک باکس ها در موقعیت صحیح و اتصالات داخلی آنها مطابق با نقشه		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۸-۶	کنترل ظاهری لینک باکس ها و عدم آسیب به اجزا آن		Visual Check	
۱۰-۸-۷	نصاب لینک باکس گواهی نامه مورد تایید توانیر را دارد		Visual Check	
۱۰-۸-۸	نصب لینک باکس توسط ابزار مناسب انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۸-۹	شرایط محیطی و جوی جهت نصب لینک باکس مناسب است.		Visual Check	
۱۰-۸-۱۰	سطح لینک باکس تمیز می‌باشد		Visual Check	
۱۰-۸-۱۱	مشخصات کابل باندینگ مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		Bonding Cable Data Sheet	
۱۰-۸-۱۲	اجرای کابل باندینگ شیلد کابل ۶۳ کیلو ولت مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۹	Earthing System & Well Earth			
۱۰-۹-۱	سیستم ارت داخل چاله مفصل مطابق نقشه اجرا شده است		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۹-۲	کیفیت نقاط جوش خورده مناسب است		Visual Check	
۱۰-۹-۳	سیم های شبکه زمین دارای سطح مقطع برابر با طرح تایید شده می‌باشد		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۹-۴	رادها مطابق طرح تایید شده اجرا گردیده اند		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۹-۵	طول رادها مطابق با طرح مصوب می‌باشد		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۹-۶	اتصال رادها به یکدیگر به صورت مناسب انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۹-۷	ابعاد و تعداد چاه های ارت منطبق با طرح تایید شده هستند		Joint Pit & Link Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۹-۸	اندازه مقدار مقاومت الکتریکی سیستم زمین چاله مفصل، کمتر یا مساوی مقدار محاسبه شده در مدرک محاسبات است		Earthing System Calculation in Joint Pit Location	
سایر موارد:				

جدول ۳-۱۸ چک‌لیست بازرسی کابل فیبر نوری، فیوژن باکس و OCDF

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۱۰	Fiber Optic Cable, Fusion Box and OCDF			
۱۰-۱۰-۱	حمل و نقل کابل های فیبر نوری از کارخانه به محل انبار به صورت صحیح انجام شده است		Visual Check	
۱۰-۱۰-۲	مشخصات کابل فیبر نوری مطابق با طرح تایید شده می‌باشد		Fiber Optic Cable Data Sheet	
۱۰-۱۰-۳	کابل کشی مطابق دستورالعمل اجرای کابل ۶۳ و فیبر نوری و بر اساس طرح تایید شده انجام شده است		دستورالعمل اجرای کابل ۶۳ کیلو ولت و فیبر نوری- Plan & Cable - Profile Cutting	
۱۰-۱۰-۴	رعایت شعاع خمش کابل فیبر نوری		Visual Check	
۱۰-۱۰-۵	انتخاب وسایل مناسب اجرای کابلکشی		Visual Check	

ردیف	مشخصات مورد نیاز	وضعیت	سند مرجع	اقدام اصلاحی مورد نیاز (در صورت وجود)
۱۰-۱۰-۶	دمای محیطی مناسب نصب		Visual Check	
۱۰-۱۰-۷	مقدار کابل اضافه -Reserve- جهت حوادث غیر قابل پیش بینی مطابق طرح منظور شده است.		Plan & Profile Joint Pit & Link - Box Pit Detail Drawing	
۱۰-۱۰-۸	استفاده از لوله پلی اتیلن با سایز و کیفیت مناسب		63kV Cable Laying	
۱۰-۱۰-۹	بررسی تمیزی، مرتب بودن و عدم آسیب‌دیدگی تمامی Fusion های موجود در Fusion Box/ OCDF		Visual Check	
۱۰-۱۰-۱۰	بررسی تمیزی، مرتب بودن و عدم آسیب‌دیدگی تمامی Connector های موجود درOCDF		Visual Check	
۱۰-۱۰-۱۱	بررسی تراز بودن و استحکامOCDF		Visual Check	
۱۰-۱۰-۱۲	بررسی عدم آسیب‌دیدگی کابل‌های کشیده شده در مسیر کابلکشی و داخل OCDF (عدم وجود پارگی و شکستکی یا خمش بیش از حد در ظاهر کابل فیبر نوری)		Visual Check	
۱۰-۱۰-۱۳	در خصوص صحت Fusion ها و Connector های موجود کابلهای فیبر نوری نیاز است تست OTDR روی کلیه تارها انجام شود.		OTDR Test Procedure	

سایر موارد:

نام و نام خانوادگی و امضاء نمایندگان کارفرما	نام و نام خانوادگی و امضاء نمایندگان مشاور	نام و نام خانوادگی و امضاء نمایندگان پیمانکار تجهیزاتی

۳- ۳-مراحل تحویل‌گیری

در قسمت اول کلیات و شرح مختصری از پست های HVS ایستگاه ارائه گردید، پیمانکاران و تامین کنندگان تجهیزات سامانه برق رسانی پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، درخواست تحویل تجهیزات نصب شده پست های HVS را برای کارفرمایان ارسال می نمایند که در ذیل کلیات الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل تجهیزات شرح داده شده است.

۳- ۳- ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری

- ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه‌های ساخت و ریز اقلام تجهیزات.
- ارائه تستهای کارخانه و گواهینامه‌های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات توسط سازندگان استفاده شده است.
- ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت، حمل تجهیزات و نصب آن در سایت.
- ارائه مدارک آموزش تجهیزات مطابق با سرفصل های آموزشی به همراه گواهینامه‌های آموزشهای بهره‌برداری.
- ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری.
- ارائه مدارک نگهداری به همراه چک‌لیستهای دوره‌ای.
- ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک‌لیستهای مرتبط.
- ارائه نقشه های ازبیلت تجهیزات نصب شده.
- ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمانهای EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر گردد).
- ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و کارفرمای آن.

۳- ۳- ۲- مراحل جهت تحویل تجهیزات

- پس از ارائه مدارک بند (۳- ۳- ۱-) توسط پیمانکار و تایید کارفرما و مشاور کارفرما، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می شود.
- انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک‌لیستهای تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده است.
- انجام تستهای عملکردی به همراه چک‌لیستهای مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.

- بازرسی نیازمندیهای اینترفیسی با سیستم‌های دیگر مطابق با چک‌لیستهای کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما.
- ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندیهای هر پروژه و مجموعه کارفرمایی.

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط اعلام شده در بند (۳- ۳- ۱-)و (۳- ۳- ۲-) تحویل‌گیری تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۳- ۴-شرحی از بازرسی و مراحل تحویل گیری

پس از درخواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل تجهیزات در پستهای HVS و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل بر اساس بازرسی‌های ظاهری و تستهای عملکردی در موقعیتهای نصب تجهیزات انجام خواهد شد که کلیات تستها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۳- ۴- ۱- کلیات تستها و رویه آزمونهای پست (HVS)

آزمایشات پست های HVS در دو مرحله انجام می شود:

- آزمایش منفرد تجهیزات : شامل تست یک به یک تجهیزات از لحاظ ظاهر، عملکرد و...
- آزمایش سامانه ای تجهیزات : تست عملکرد یکپارچه مجموعه تجهیزات پست های HVS.

۳- ۴- ۲- سازماندهی

- گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل نمایندگان سازنده تجهیزات و پیمانکار EPC می‌باشد.
- گروه آزمایش سامانه‌ای متشکل از نمایندگان پیمانکار EPC می‌باشد.

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

۳- ۴- ۳- شرایط آزمایش

*جهت برگزاری آزمایشات لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از موارد بازرسی در ذیل بیان شده است.

- بررسی ظاهری چیدمان تجهیزات و مطابق با نقشه های تایید شده (بازرسی ظاهری).

- بررسی نصب ظاهری تجهیزات و رنگ کاری و تمیزکاری و سلامت فیزیکی کامل تجهیزات پست های HVS. (بازرسی ظاهری).
- بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای سامانه برق‌رسانی با بخش ساختمانی (بازرسی ظاهری-اینترفیسی).
- بررسی اینترفیسی اجزای تجهیزات پستهای HVS با سامانه های دیگر به عنوان مثال بررسی اینترفیس‌های مابین تابلوهای فشار ضعیف با سامانه اسکادا (بازرسی اینترفیسی- ظاهری).
- بایستی صحت و تکمیل ارتباطات موجود مابین تجهیزات نصب شده در پست های HVS بررسی گردد به عنوان مثال ارتباط بین ترانسفورماتور و تابلو های فشار ضعیف (بازرسی ظاهری).
- بایستی داخل تمامی تجهیزات تمیز شده و گردگیری شده باشند (بازرسی ظاهری).
- کلیه اتصالات از جمله جوشها و پیچها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد (بازرسی ظاهری).

*موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک‌لیستهای تکمیلی تهیه خواهد شد.

۳- ۴- ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایش ها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایش‌ها فراهم گردد که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران، کارفرمایان و مشاوران هر پروژه ارائه خواهد شد.

- بایستی کپسول آتشنشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل سالن آماده سازی شود.
- تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل عملکردی آماده گردد.
- کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تجهیزات چک گردد (بازرسی ایمنی).
- اطمینان از اتصال سیستم ارت به تجهیزات الکتریکی.
- هماهنگی با کلیه ارکان پروژه در خصوص برگزاری تستهای سامانه برق رسانی پستهای HVS و الزاماتی که دیگر بخشها باید رعایت نمایند.

۳- ۴- ۵- آزمایشات منفرد تجهیزات

۳- ۴- ۵- ۱- شرح آزمایش ترانسفورماتور

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 60076-11:2004-5 Dry-Type Transformer، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

- آزمون های پیش از برق دار کردن ترانسفورماتور

منظور از برق‌دار کردن زمانی است که ترانسفورماتور خشک شده، روغن تزریق گردیده و پس از گذشت زمان کافی آماده تحت تانسیون قرار گرفتن است. این بخش به آزمون‌هایی اختصاص دارد که مربوط به این شرایط هستند.

*آزمون ضریب تلفات عایقی(tanδ) برای هر سیم پیچ نسبت به زمین و برای سیم پیچ ها نسبت به هم.

*آزمون ضریب تلفات عایقی بر روی همه بوشینگ‌هایی که دارای تپ هستند.

* کنترل و اطمینان از صحت عملکرد نشانگر سطح روغن و ترمومتر نقطه داغ (Hot spot) ترانسفورماتور.

*کلیه آزمون های مربوط به روغن: (لازم است که در این مرحله مشخصات اندازه گیری شده روغن به عنوان مرجع برای مقایسه در آینده استفاده گردد).

لازم به ذکر است که جزئیات انجام آزمون‌ها و تحلیل نتایج در آزمون‌های ضوابط تعمیر و نگهداری توضیح داده شده است.

۱- نسبت تبدیل سیم پیچ بایستی در تپ های مختلف مورد آزمون قرار گیرد.

۲- تست گروه برداری ترانس ترانسفورماتور (بایستی با ولتاژهای پایین ارزیابی شود).

۳- مقاومت عایقی بین سیم‌پیچها با هم و بین هر سیم پیچ با زمین.

۴- اندازه‌گیری مقاومت اهمی سیم‌پیچها در همه تپ‌ها.

۵- تست جریان بی باری.

۶- کنترل و بازبینی ظاهری.

۷- آزمون عملکرد سایر تجهیزات.

باید توجه کرد که پیش از برق‌دار کردن ترانسفورماتور همه آزمون‌های فوق و مطابقت آنها با مقادیر کارخانه‌ای انجام شده و وضعیت عادی ترانسفورماتور محرز شود.

۱. بررسی نسبت تبدیل (Ratio Measurement test)

چک‌لیست:

جدول ۴-۱۹ چک‌لیست بررسی نسبت تبدیل

	primary side Rated Voltage: 63 kV Connection Type:			secondary side Rated Voltage: 20 kV Connection Type:					
TAP	VAB (v)	VBC (v)	VAC (v)	Vab (v)	Vbc (v)	Vac (v)	Tolerance (%)		
							U	V	W
1									

2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

۲. تست گروه برداری ترانس (Vector Group Test)

چک‌لیست :

جدول ۴-۲۰ چک‌لیست تست گروه‌برداری ترانس

MEASURED VOLTAGE (YNd1,YNd5,YNd7,YNd11)											
VA B	VB C	VC A	V Aa	V Ab	V Ac	V Ba	V Bb	V Bc	V Ca	V Cb	V Cc

۳. تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۱ چک‌لیست تست مقاومت عایقی

DESCRIPTION	VOLTAGE TEST	RESULT
HV WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
LV WINDING TO EARTH	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	
HV WINDING TO LV WINDING	5000 ☐ 1000 ☐ 500 ☐	

۴. اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها (Measurement of Winding Resistance)

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۲ چک‌لیست اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچها

		Tap 1	Tap 2	Tap 3	Tap 4	Tap 5
HV WINDING	VAB (v)					
	IAB (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VBC (v)					
	IBC (v)					
	R(Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VCA (v)					
	ICA (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					

		Tap 6	Tap 7	Tap 8	Tap 9	Tap 10
HV WINDING	VAB (v)					
	IAB (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VBC (v)					
	IBC (v)					
	R(Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VCA (v)					
	ICA (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					

		Tap 11	Tap 12	Tap 13	Tap 14	Tap 15
HV WINDING	VAB (v)					
	IAB (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VBC (v)					
	IBC (v)					
	R(Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					
	VCA (v)					
	ICA (A)					
	R (Ω)					
	R 25^0 C (Ω)					

		Tap 16	Tap 17	Tap 18	Tap 19
HV WINDING	VAB (v)				
	IAB (A)				
	R (Ω)				
	R 25^0 C (Ω)				
	VBC (v)				
	IBC (v)				
	R(Ω)				
	R 25^0 C (Ω)				
	VCA (v)				
	ICA (A)				
	R (Ω)				
	R 25^0 C (Ω)				

	LV Winding 1	
VAB (v)		
IAB (A)		
R (Ω)		
R 25^0 C (Ω)		
VBC (v)		
IBC (v)		
R(Ω)		
R 25^0 C (Ω)		
VCA (v)		
ICA (A)		
R (Ω)		
R 25^0 C (Ω)		

۵. تست جریان بی باری (Measurement of No – Load Loss and Current)

چک‌لیست :

جدول ۴-۲۳ چک‌لیست تست جریان بی‌باری

TAP	Primary Voltage(v)			Primary Current(mA)		
	U1-V1	V1-W1	U1-W1	A	B	C
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						

۶. کنترل و بازبینی ظاهری (بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه و ثبت مشخصه های عمومی (General Information)

چک‌لیست:

جدول ۳-۲۴ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات ترانسفورماتور

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: GIS Station
Transformer Information:			
Serial Number:		Transformer Rated Power:	Transformer Rated Voltage:
Transformer Rated Current:		Transformer Cooling Method:	Transformer Vector Group:
Test Devices			
No.	Device Name and Code	Serial Number	Calibration Expiry Date
1			
2			

۳- ۴- ۵- ۲- سوئیچگیرهای 63KV (GIS)

قبل از تحویل سوئیچگیرهای GIS می‌بایست تستهای لازم مطابق با استانداردهای اشاره شده انجام گردند (لازم به ذکر است که جزئیات انجام آزمون‌ها و تحلیل نتایج در ضوابط تعمیر و نگهداری توضیح داده شده است).

۳- ۴- ۵- ۳- تابلوهای فشار متوسط (MV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرد.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه
۲. بررسی نظافت تابلوها
۳. ثبت مشخصه های عمومی (General Information)

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۵ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات تابلوهای فشار متوسط

تاریخ انجام تست:		
مشخصات محل نصب		
کد پست:	نام پست:	نوع پست: ☐GIS Station ☐ AIS Station
مشخصات تابلوی فشار متوسط		
شماره سریال تابلو:		محل قرار گیری تابلو:
رنج کلید قدرت:		سطح اتصال کوتاه کلید:
نسبت تبدیل ترانس جریان :		نسبت تبدیل ترانس ولتاژ :

مشخصات دستگاه های تست			
ردیف	نام و مدل دستگاه	شماره سریال	تاریخ انقضای کالیبراسیون

- تست کلید های قدرت
- اطلاعات عمومی کلید:

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۶ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات عمومی کلیدهای فشار متوسط

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
سازنده/ مدل کلید					
شماره سریال					
جریان نامی کلید					
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
سازنده/ مدل کلید					
شماره سریال					
جریان نامی کلید					
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه					

- تست زمان باز و بست کلید (Timing Test)

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۷ چک‌لیست تست زمکان باز و بسته شدن کلیدهای فشار متوسط

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
زمان بسته شدن (ms)					
زمان باز شدن (ms)					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
زمان بسته شدن (ms)					
زمان باز شدن (ms)					

- تست مقاومت کنتاکت

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۸ چک‌لیست تست مقاومت کنتاکت کلیدهای فشار متوسط

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	J104	J103	J102	J101	J+J01
فاز L1						
فاز L2						
فاز L3						

Contact Resistance	میزان جریان تزریقی	J204	J203	J202	J201	J+J02
فاز L1						
فاز L2						
فاز L3						

- تست مقاومت عایقی کلید

چک‌لیست :

جدول ۳-۲۹ چک‌لیست تست مقاومت عایقی کلیدهای فشار متوسط

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)					

- تست عملکردی کلید

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۰ چک‌لیست تست عملکرد کلیدهای فشار متوسط

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
Indication (Open/Close)					
Interlock (Electrical/Mechanical)					
Anti-pumping and Blocking Relay Check					
Motor Charging Current					
Motor Charging Time					
Spring Charge Current					
Spring Charge Time					
Counter Operation					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
Indication (Open/Close)					
Interlock (Electrical/Mechanical)					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
Anti-pumping and Blocking Relay Check					
Motor Charging Current					
Motor Charging Time					
Spring Charge Current					
Spring Charge Time					
Counter Operation					

- تست کلید های(Load Breaker (Disconnector
- اطلاعات عمومی کلید

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۱ چک‌لیست اطلاعات عمومی کلیدها (Load Breaker (Disconnector

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
سازنده/ مدل کلید					
شماره سریال					
جریان نامی کلید					
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
شماره سریال					
جریان نامی کلید					
جریان اتصال کوتاه یک ثانیه					

- تست مقاومت عایقی Load Breaker (Disconnector)

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۲ چک‌لیست تست مقاومت عایقی Load Breaker (Disconnector)

J+J01	J101	J102	J103	J104	نام فیدر
					مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)
J+J02	J201	J202	J203	J204	نام فیدر
					مقادیر اندازه گیری شده (TΩ)

- تست مقاومت کنتاکت Load Breaker (Disconnector)

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۳ چک‌لیست تست مقاومت کنتاکت Load Breaker (Disconnector)

J+J01	J101	J102	J103	J104	میزان جریان تزریقی	Contact Resistance
						فاز L1
						فاز L2
						فاز L3
J+J02	J201	J202	J203	J204	میزان جریان تزریقی	Contact Resistance
						فاز L1
						فاز L2
						فاز L3

- تست عملکردی Load Breaker (Disconnector)

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۴ چک‌لیست تست عملکردی Load Breaker (Disconnector)

J+J01	J101	J102	J103	J104	نام فیدر
					Anti-pumping and Blocking Relay Check
					Motor Charging Current
					Motor Charging Time
					Spring Charge Current
					Spring Charge Time
					Counter Operation

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
Anti-pumping and Blocking Relay Check					
Motor Charging Current					
Motor Charging Time					
Spring Charge Current					
Spring Charge Time					
Counter Operation					

- تست ترانس جریانی
- اطلاعات عمومی ترانس جریان

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۵ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس جریان

نام فیدر	J104	J103	J102	J101	J+J01
سازنده					
شماره سریال					
نسبت تبدیل					
Burden (VA)					
ALF					

نام فیدر	J204	J203	J202	J201	J+J02
سازنده					
شماره سریال					
نسبت تبدیل					
Burden (VA)					
ALF					

- تست نسبت تبدیل

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۶ چک‌لیست نسبت تبدیل ترانس جریان

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
J+J01	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J101	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J102	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J103	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J104	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
	L3	1					
		2					

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
J+J02	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J201	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J202	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J203	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

Feeder Name	Phase	Core	Rated Ratio	Injected Current	Secondary Current	ratio (mA)	Tolerance %
J204	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

- تست منحنی مغناطیس کنندگی (Magnetizing Curve)

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۷ چک‌لیست تست منحنی مغناطیس کنندگی

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
J+J01	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J101	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J102	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J103	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						

Feeder Name	Core	PHASE	L1		L2		L3	
		V / I(mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
		5						
		6						
J104	NO. 1	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						

Feeder Name	Core U(V)	PHASE	L1		L2		L3	
		I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
J+J02	**NO. 1**	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J201	**NO. 1**	**1**						
		2						

Feeder Name	Core U(V)	PHASE	L1		L2		L3	
		I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J202	**NO. 1**	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
J203	**NO. 1**	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	**1**						
		2						

Feeder Name	Core U(V)	PHASE	L1		L2		L3	
		I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)	U(V)	I (mA)
		3						
		4						
		5						
		6						
J204	**NO. 1**	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
	NO. 2	**1**						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						

- تست مقاومت عایقی

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۸ چک‌لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Position	Voltage Test	L1	L2	L3
J+J01	P-E				
	S1-S2				
J101	P-E				
	S1-S2				
J102	P-E				
	S1-S2				
J103	P-E				
	S1-S2				
J104	P-E				
	S1-S2				

Feeder	Position	Voltage Test	L1	L2	L3
J+J02	P-E				
	S1-S2				
J201	P-E				
	S1-S2				
J202	P-E				
	S1-S2				
J203	P-E				
	S1-S2				
J204	P-E				
	S1-S2				

- تست پلاریته

چک‌لیست :

جدول ۳-۳۹ چک‌لیست تست پلاریته

	Feeder Name	J+J01		J101		J102		J103		J104	
	Core No.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PHASE	L1										
	L2										
	L3										

	Feeder Name	J+J02		J201		J202		J203		J204	
	Core No.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PHASE	L1										
	L2										
	L3										

- تست Burden

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۰ چک‌لیست تست Burden

Feeder Name	Core No.	Phase L1	Phase L2	Phase L3	Ambient Air – temp (C)
J+J01	1				
	2				
J101	1				
	2				
J102	1				
	2				
J103	1				
	2				
J104	1				
	2				

Feeder Name	Core No.	Phase L1	Phase L2	Phase L3	Ambient Air – temp (C)
J+J02	1				
	2				
J201	1				
	2				
J202	1				
	2				
J203	1				
	2				
J204	1				
	2				

- تست پیوستگی مسیر جریانی

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۱ چک‌لیست تست پیوستگی مسیر جریانی

Feeder	Phase	Core	PRIMERY INJECTION CURRENT	MESURING SECONDARY	MESURING CENTER	MESURING AMMETR	MESURING RELAY
J+J01	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					

Feeder	Phase	Core	PRIMERY INJECTION CURRENT	MESURING SECONDARY	MESURING CENTER	MESURING AMMETR	MESURING RELAY
	L3	1					
		2					
J101	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J102	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J103	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J104	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

Feeder	Phase	Core	PRIMERY INJECTION CURRENT	MESURING SECONDARY	MESURING CENTER	MESURING AMMETR	MESURING RELAY
J+J02	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J201	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J202	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J203	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					
J204	L1	1					
		2					
	L2	1					
		2					
	L3	1					
		2					

❖ تست ترانس ولتاژی

- اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۲ چک‌لیست اطلاعات عمومی ترانس ولتاژی

نام فیدر	JP1	JP2
سازنده		
شماره سریال		
نسبت تبدیل		
تعداد سیم پیچ		
Burden (VA)		
کلاس		

- تست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۳ چک‌لیست نسبت تبدیل ترانس ولتاژی

Feeder Name		JP1	JP2
Test Voltage			
L1 (V)	Winding 1		
	Winding 2		
	Winding 3		
L2 (V)	Winding 1		
	Winding 2		
	Winding 3		
L3 (V)	Winding 1		
	Winding 2		
	Winding 3		

- تست پلاریته

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۴ چک‌لیست تست پلاریته

Feeder Name	PHASE	L1	L2	L3
JP1	WINDING 1			
	WINDING 2			
	WINDING 3			
JP2	WINDING 1			
	WINDING 2			
	WINDING 3			

- تست مقاومت عایقی

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۵ چک‌لیست تست مقاومت عایقی

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
JP1	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		

Feeder	Phase	Measuring Point	Voltage Test	Resistance @ 60 Sec (MΩ)
		Wind 3 to Wind 1		
JP2	L1	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L2	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		
	L3	Wind 1 to Earth		
		Wind 2 to Earth		
		Wind 3 to Earth		
		Wind 1 to Wind 2		
		Wind 2 to Wind 3		
		Wind 3 to Wind 1		

- تست پیوستگی ولتاژی

چک‌لیست :

جدول ۳-۴۶ چک‌لیست تست پیوستگی ولتاژی

Feeder	Phase	PRIMERY Voltage	MESURING SECONDARY	MESURING CENTER	MESURING AMMETR	MESURING RELAY
JP1	L1					
	L2					
	L3					
JP2	L1					
	L2					
	L3					

- تست مقاومت عایقی شینه های برق

چک‌لیست :

جدول ۳–۴۷ چک‌لیست تست مقاومت عایقی شینه های برق

	BUS A	BUS B	BUS C
L1-E			
L2-E			
L3-E			

۳- ۴- ۵- ۴- تابلوهای فشار ضعیف (LV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IEC 61439-1:2011 ، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرید.

۳. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه
۴. بررسی نظافت تابلوها
۵. ثبت مشخصه های عمومی (General Information)

چک‌لیست :

جدول ۳–۴۸ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات تابلوهای فشار ضعیف

<table>
<tr><td colspan="4">Date of Test:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Station Information:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Code:</td><td>Name:</td><td>Type:
☐GIS Station
☐ AIS Station</td></tr>
<tr><td colspan="4">LV Switchgear Information:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Serial Number:</td><td>HVS Name:</td><td>Transformer Sizing:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Incoming CB Rating:
3200 A ☐ 2500 A ☐
2000 A ☐ 1600 A ☐</td><td>Coupler CB Rating:
2500 A ☐ 2000 A ☐
1600 A ☐</td><td>Capacitor Bank Config:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Test Devices</td></tr>
<tr><td>No.</td><td>Device Name and Code</td><td>Serial Number</td><td>Calibration Expiry Date</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

۱. بررسی اینترلاک مکانیکی

۲. تست مقاومت ACB ها (Contact Resistance Test of ACBs)

چک‌لیست :

جدول ۳–۴۹ چک‌لیست تست مقاومت ACB ها

	ACB Rating	Phase L1	Phase L2	Phase L3
Incoming CB	3200 A ☐ 2500 A ☐ 2000 A ☐ 1600 A ☐			
Coupler CB	2500 A ☐ 2000 A ☐ 1600 A ☐			

- تست مقاومت عایقی (Insulation Resistance Test)

چک‌لیست :

جدول ۳–۵۰ چک‌لیست تست مقاومت عایقی

Phase - Earth	Voltage (V)	Resistance (MΩ)	Phase-Phase	Voltage (V)	Resistance (MΩ)
L1-E	500 ☐ 1000 ☐		L1-L2	500 ☐ 1000 ☐	
L2-E	500 ☐ 1000 ☐		L2-L3	500 ☐ 1000 ☐	
L3-E	500 ☐ 1000 ☐		L3-L1	500 ☐ 1000 ☐	

- تست تداوم مداری (Continuity Check)

چک‌لیست:

جدول ۳-۵۱ چک‌لیست تست تداوم مداری

Phase Name	Voltage	Multifunction Meter	Analogue Voltmeter	SCADA/BMS
L1				
L2				
L3				

Current Continuity Check:

Phase Name	Current	Multifunction Meter	Analogue Ampere-meter	SCADA/BMS
L1				
L2				
L3				

- دقت اندازه گیری (Measurement Accuracy)

چک‌لیست :

جدول ۳-۵۲ چک‌لیست های دقت اندازه گیری

Voltage Measurement Accuracy

	Input Voltage			Measured Voltage					
	V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}	V_{L1L2}	V_{L2L3}	V_{L3L1}	V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}
Incoming									
Coupler									
Capacitor Bank									

Current Measurement Accuracy:

	Input Current			Measured Current		
	I_A	I_B	I_C	I_A	I_B	I_C
Incoming						
Coupler						

Capacitor Bank						

Power and Energy Measurement Accuracy:

Input Voltage			Input Current		
V_{L1-E}	V_{L2-E}	V_{L3-E}	S	P	Q
Measured Power Factor:					
Calculated Powers			Calculated Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Measured Powers			Measured Energy		
kVA	kW	kVAR	kVAH	kWH	kVARH
Incoming Measuring Center			Incoming Measuring Center		
Coupler Measuring Center			Coupler Measuring Center		

- بررسی لاجیک دیاگرام

چک‌لیست :

جدول ۳-۵۳ چک‌لیست بررسی لاجیک دیاگرام

	Manual Position	**Auto Position**	**Remote Position**
Closing Inc. CB			
Opening Inc. CB			
Closing Coupler CB			
Opening Coupler CB			

- عملکرد کلید ها (MCCB Protection Test)

جدول ۳-۵۴ چک‌لیست عملکرد کلید ها (MCCB Protection Test)

MCCB Rating	**Availability**	**Injecting Current**	**Test Result***
25 A	YES ☐ NO ☐		
32 A	YES ☐ NO ☐		

MCCB Rating	Availability	Injecting Current	Test Result*
40 A	YES ☐ NO ☐		
50 A	YES ☐ NO ☐		
63 A	YES ☐ NO ☐		
80 A	YES ☐ NO ☐		
100 A	YES ☐ NO ☐		
125 A	YES ☐ NO ☐		
160 A	YES ☐ NO ☐		
200 A	YES ☐ NO ☐		
250 A	YES ☐ NO ☐		
320 A	YES ☐ NO ☐		
400 A	YES ☐ NO ☐		
630 A	YES ☐ NO ☐		

۳- ۴- ۵- ۵- شرح آزمایش سیستم زمین

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد های IEC، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرد.

۱. بررسی تداوم و یکپارچگی سیستم زمین.
۲. بررسی کابل های سیستم زمین.
۳. اندازه گیری مقاومت الکترودهای زمین.

۳- ۴- ۵- ۶- شرح آزمایش کابل های فشار قوی و متوسط (20KV)

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استانداردهای IEC، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرد.

۱. آزمایش مقاومت عایق و اندازه گیری مقدار بر حسب KM/MΩ.
۲. آزمایش مقاومت هادی و اندازه گیری مقدار بر حسب mΩ/km.
۳. megger test
۴. تست توالی فاز.

۳- ۴- ۵- ۷- شرح آزمایش باتری

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استاندارد IECC60623-2017 ، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرد.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.

۲. بررسی نظافت باتری‌ها.

۳. بررسی ارتباطات میان باتری‌ها.

۴. ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک‌لیست :

جدول ۳-۵۵ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات باتری ها

Date of Test:			
Station Information:			
Code:		Name:	Type: GIS Station ☐ AIS Station ☐
Battery Type:		cell in HVS....Battery Quantities:	
Test Equipment List and Specifications:			
Item	Model	Serial Number	Calibration Expiry Date

- تست های اندازه گیری (Measurement Tests)

چک‌لیست:

جدول ۳-۵۶ چک‌لیست تست های اندازه گیری (Measurement Tests)

A....Charging Record - Constant Current :			
....KPL	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			
Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
5						
6						
7						
8						
9						
...						
…						
…						

A...Discharging Record - Constant Current :

KPL700	Time(hh:mm)	Ambient Temperature(℃)	Whole of Voltage(V)
Test Start			
Test End			

Cell No	Start of Test			End of Test		
	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)	Voltage Cell(V)	Temp Electrolyte(℃)	Density (gr/cm^3)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
...						
…						
…						

۳- ۴- ۵- ۸- شرح آزمایش شارژر

آزمایش عملکردی سایت بر اساس استانداردهای IEC، طراحی‌های صورت پذیرفته برای پروژه و دستورالعمل تست ارائه شده توسط سازنده به شرح ذیل انجام می‌گیرد.

۱. بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات درج شده در NamePlate دستگاه با اطلاعات پروژه.
۲. بررسی نظافت تابلوها.
۳. ثبت مشخصه های عمومی (General Information).

چک‌لیست :

جدول ۳-۵۷ چک‌لیست بررسی ظاهری و مطابقت اطلاعات شارژرها

تاریخ انجام تست:		
مشخصات محل نصب		
کد ایستگاه:	**نام ایستگاه:**	**نوع ایستگاه:** ☐ **GIS Station** ☐ **AIS Station**
مشخصات تابلوی رکتیفایر		
شماره سریال دستگاه:	**میزان جریان خروجی:** **..... آمپر ☐ ..... آمپر ☐**	**محل قرار گیری تابلو:**

مشخصات دستگاه های تست			
ردیف	**نام و مدل دستگاه**	**شماره سریال**	**تاریخ انقضای کالیبراسیون**

۱. بررسی صحت عملکرد نمایشگرهای دستگاه.
۲. بررسی روشن شدن ماژول‌ها و مدارات و بردهای کنترل مرکزی.
۳. بررسی عدم وجود آلارم.
۴. بررسی عملکرد لامپ تست.
۵. بررسی عملکرد فن.
۶. بررسی ولتاژ ترمینال باتری.

۷. بررسی عملکرد ولتاژ ترمینال بار.

۳- ۵-بهره‌برداری و نگهداری پست های (HVS)

یکی از مهمترین وظایف شرکت‌های بهره‌برداری قطارهای شهری، بهره‌برداری مطلوب از شبکه برق تحت پوشش بوده که در دستور کار معاونت قرار گرفته است. شاخص‌هایی چون کاهش حوادث کاهش تلفات، کاهش انرژی توزیع نشده، افزایش عمر مفید تجهیزات و افزایش پایداری، رابطه مستقیمی با نگهداری و تعمیر و آماده سازی تجهیزات منصوبه در شبکه برق دارد. در این خصوص نقش برنامه ریزی سالیانه برای تعمیر و نگهداری تجهیزات و نظارت بر اجرای برنامه های مذکور اهمیت بسزایی دارد. به منظور انجام برنامه‌های تعمیر و نگهداری و دوره تناوب کار روی تجهیزات در دسترس بودن دستورالعمل و استانداردها الزامی است. این دستورالعمل‌ها با توجه به کاتالوگ و پیشنهادات کارخانجات سازنده و تجربه پرسنل مجرب و متخصص که طی سالیان متمادی کارهای اجرایی انجام داده اند تهیه شده است. دستورالعمل‌ها شامل روشهای انجام کار، دوره تناوب تعمیرات، چک لیست‌ها، تست شیت‌ها بوده که با توجه به تخصص افراد در اختیار تکنسین‌ها و کارشناسان قرار گرفته تا بر اساس فرمت‌های تهیه شده اقدامات لازم را بعمل آورند.

نسخه تهیه شده با توجه به گستردگی مطالب بدون نقص نخواهد بود که نقطه نظرات و پیشنهادات همکاران در جهت اصلاح، تکمیل و بروزرسانی دستورالعمل های مذکور موثر خواهد بود.

۳- ۶-عنوان بخش

۱. ضوابط نگهداری و آزمایش ترانسفورماتورهای قدرت، مصرف داخلی، زمین و متعلقات آنها.
۲. ضوابط نگهداری و آزمایش کلیدهای قدرت (بریکرها و سکسیونرها).
۳. ضوابط نگهداری و آزمایش پستهای GIS
۴. ضوابط نگهداری و آزمایش باطری شارژر.
۵. ضوابط نگهداری و آزمایش سیستم زمین.
۶. ضوابط نگهداری و آزمایش تابلوهای AC - DC

۳- ۶- ۱- ضوابط تعمیر و نگهداری و آزمایش ترانسفورماتورهای قدرت، مصرف داخلی، زمین و متعلقات آنها

هدف: سرویس و نگهداری و آماده سازی ترانسفورماتورهای قدرت براساس رویه ها و ایجاد یکپارچه سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه های بهره‌برداری می باشد.

شرح اقدامات : تعمیر و نگهداری و آماده سازی ترانسفورماتورهای قدرت بر اساس دستورالعمل‌هاو فرمتها و استانداردهای موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه‌های تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. همچنین رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزش‌های مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص‌های مختلف و مورد نیاز الزامی هست.

الف) لیست عناوین تعمیر ونگهداری ترانسفورماتورها

- جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری.
- آزمایش فرامین کلیه رله های الکترومکانیکی.
- رله بوخهلتز.
- NON RETURN VALVE.
- رله کنترل سطح روغن.
- رله پریشرریلایف.
- رله جانسون.
- ترمو متر حرارتی روغن و سیم پیچ.
- شار پسماند و ترتیب تست ها.
- آزمایش نسبت تبدیل.
- آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور.
- آزمایش اندیس پلاریزاسیون.
- مقاومت عایقی برقگیر.
- آزمایش تعیین گروه برداری.
- آزمایش ظرفیت خازنی ترانسفورماتور.
- آزمایش تلفات عایقی بوشینگ های خازنی.
- اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ.
- آزمایش پیوستگی تپ چنجر.
- آزمایش جریان بی باری.
- اندازه گیری امپدانس مولفه صفر.
- آزمایش بی باری توسط دیزل ژنراتور.
- آزمایش تقسیم شار ترانسفورماتور.

- تست پاسخ فرکانسی ترانسفورماتور.
- تست پاسخ دی الکتریک عایق کاغذی.
- تعمیر اساسی تپچنجر.
- تصحیح سطح روغن کنسرواتور.
- تابلوکنترل موتور درایو تپچنجر.
- دستگاه کنترل رشد گاز در ترانسفورماتور.
- دستگاه رطوبت گیر.
- تانک رزیستانس.
- چک لیست سرویس و تعمیرات دوره ای ترانسفورماتور ها و راکتور.
- دستورالعمل فیلتراسیون روغن.
- آزمایش گاز کروماتور گرافی روغن.
- فرم آزمایش فرامین رله های مکانیکی.
- فرم آزمایش نسبت تبدیل.
- فرم آزمایش مقاومت عایقی.
- فرم آزمایش تلفات عایقی.
- فرم آزمایش تلفات عایقی بوشینگ.
- فرم آزمایش تلفات عایقی.
- فرم آزمایش مقاومت اهمی سیم‌پیچ.
- فرم آزمایش ترمومتر روغن و سیم‌پیچ.
- فرم آزمایش تقسیم شار.
- فرم آزمایش گروه برداری.

جدول ۳-۵۸ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری ترانسفورماتورهای قدرت، مصرف داخلی، زمین و...

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	سرویس وآچارکشی ترانسفورماتورهای قدرت،راکتورها، ترانسهای مصرف داخلی و زمین براساس برنامه ریزی سالیانه PM	۱ سال	
۲	آزمایش فرامین رله‌های مکانیکی همزمان با برنامه های سالیانه PM	۱ سال	در صورت نیاز
۳	اندازه‌گیری مقاومت عایقی ترانسفورماتورها و راکتورها و ترانس مصرف داخلی و برقگیرهای مربوطه	۳ سال	در صورت نیاز

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۴	اندازه‌گیری نسبت تبدیل ترانسفورماتور و ترانس مصرف داخلی و ترانس زمین	۳ سال	د صورت تعمیرات روی تبچنجر
۵	اندازه‌گیری مقدار، تانژانت دلتا ترانس و ظرفیت خازنی بوشینگ و جریان تحریک	۳ سال	در صورت نیاز
۶	اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ و پیوستگس تبچنجر	۳ سال	
۷	آزمایش رله‌های حرارتی روغن و سیم‌پیچ	۳ سال	ارائه گزارش عملکرد صحیح سالیانه بهره برداری
۸	آزمایش جریان بی‌باری و تقسیم شار مکانیکی	۳ سال	در صورت نیاز
۹	آزمایش آنالیز گازهای محلول در روغن (ترانسفورماتورهای فوق توزیع سالی یکبار و انتقال سالی دو بار)	۱ سال	با توجه به آزمایشات قبلی یا لزوم تحت مراقبت بودن ترانس
۱۰	سایر آزمایشات مربوط به روغن، دی‌الکتریک، تانژانت دلتا، رطوبت عدد اسیدی...	۱ سال	با توجه به آزمایشات قبلی یا لزوم تحت مراقبت بودن ترانس

- شرح اقدامات
- سرویس و آچارکشی ترانسفورماتور، راکتور، ترانس های مصرف داخلی و زمین

بازدید فنی، سرویس و آچارکشی محل اتصالات و کانکتورهای الکتریکی N HV LV و CT بوشینگ‌ها در صورت نیاز باز نمودن اتصالات مذکور و تمیزکاری نقاط، خصوصاً محل‌هایی که توسط ترموویژن گزارش شده‌اند، آچارکشی و رفع نشتیهای احتمالی از متعلقات ترانسفورماتورها و نهایتاً بر اساس ردیف‌های مندرج در چک لیست کنترل و اقدام لازم صورت گیرد.

- آزمایش فرامین کلیه رله های الکترومکانیکی

رله‌های حفاظتی از نوع الکترومکانیکی مانند کنترل سطح روغن، رله بوخهلتز، NON RETURN VALVE ، پریشرریلایف، جانسون و سایر رله‌های مشابه، را می‌توان با فشردن شستی مربوطه فرمان داد و فرآمین آلارم و تریپ آنها را مستقیماً به کلید مربوطه ارسال و از صحت عملکرد آنها اطمینان پیدا نمود. در مواردی که لازم باشد علاوه بر ارسال سیگنال تریپ به کلیدها عملکرد رله Lock Out نیز کنترل گردد. رله‌های مذکور به جهت ارتباط با محیط بیرونی احتمال نفوذ آب و رطوبت در آنها وجود دارد که در این خصوص نیز در هنگام سرویس، تمهیدات لازم صورت گیرد.

- رله‌های بوخهلتز

در ترانسفورماتورهای روغنی در صورت وجود خطاهای نه چندان شدید مثل داغ شدن قطعات فلزی یا وجود نقاط داغ در ترانسفورماتور به صورت موضعی نقاط داغ به وجود می‌آیند که این نقاط داغ باعث تجزیه مواد عایقی جامد و مواد

سلولزی می‌شوند و تولید حباب‌های گاز در ترانسفورماتور می‌کنند و با نصب این رله در مسیر لوله رابط بین منبع انبساط و مخزن ترانسفورماتور این حباب‌ها در محفظه رله بوخهلتز جمع شده و موجب جابجایی روغن درون رله می‌گردد و همین امر باعث پایین افتادن گوی بالایی و تحریک کنتاکت آلارم شده و با تشدید عیب و افزایش حجم حباب‌هایا حرکت سریع روغن، موجب پایین افتادن گوی دوم و تحریک رله و صدور فرمان تریپ به کلیدهای طرفین ترانسفورماتور می‌گردد ضمناً در حالتی که نشت شدید روغن در ترانسفورماتور وجود داشته باشد محفظه رله بوخهلتز از روغن تخلیه شده و باعث قطع ترانس می‌گردد. نکات تأثیرگذار در عملکرد صحیح این رله شیب لوله رابط تانک به منبع انبساط و حداقل زاویه یا انحراف از خط عمود در نصب این رله می‌باشد و جهت فلش بر روی بدنه یا درب ترمینال رله بوخهلتز همیشه باید به سمت کنسرواتور باشد. جهت تست عملکرد بسته به نوع و تایپ رله باید عمل شود. به عنوان مثال در نوعی از این رله‌ها با فشردن ۵۰ ٪ شستی تعبیه شده گوی شناور بالائی رله تحریک شده و فرمان آلارم صادر می شود و با فشردن ۱۰۰ ٪ شستی تعبیه شده گوی شناور پائینی رله هم نیز تحریک شده و فرمان تریپ به کلیدهای طرفین ترانسفورماتور صادر می‌گردد. در رابطه با عملکرد مکانیزم رله بوخهلتز بهتر است به کاتالوگ ترانسفورماتور در حال تست مراجعه و با استفاده از افراد مجرب نسبت به آزمایش آن اقدام نمود .

- مشخص کردن نوع گاز رله بوخهلتز درون سایت

در رله بوخهلتز از طریق رنگ گاز و تست گاز جمع شده در محفظه می‌توان به نوع اشکال ترانسفورماتور پی برد از آنجایی که گاز تولید شده در مدت زمان بسیار کوتاهی رنگ خود را از دست می‌دهد باید بدون از دست دادن وقت اقدامات لازم جهت شناسایی نوع گاز انجام گیرد. میزان حجم گاز موجود در محفظه رله بوخهلتز نشان دهنده شدت خطای به وجود آمده در ترانسفورماتور می‌باشد. با استفاده از شیر تعبیه شده برای نمونه‌گیری گاز و هواگیری بر روی رله بوخهلتز و استفاده از یک سرنگ مقداری از گاز را از طریق شیر تخلیه گاز بیرون کشیده و با شعله تست می‌کنیم. قابلیت اشتعال گاز نشان دهنده تجزیه شدن عایق و یا وجود بخار روغن در آن می‌باشد. گازی که در محفظه رله جمع می شود می‌تواند برای تعیین وجود استیلن هیدروژن و مونواکسید کربن مورد آزمایش قرار گیرد عدم وجود مونواکسید کربن و هیدروژن نشانگر وجود هوا است در چنین حالتی پس از تعیین منشاء ورود هوا و از بین بردن آن و با توجه به نتایج تستهای الکتریکی می‌توان ترانسفورماتور را مجدداً زیر بار برد. ضمناً اگر رله بوخهلتز ترانسفورماتور مجهز به دستگاه نمونه‌گیری گاز باشد می‌توان در حالت برقدار بودن نیز اقدام به نمونه‌گیری گاز نمود.

- Non return valve

رله‌ای مکانیکی است و در ترانسفورماتورهای روغنی مابین کنسرواتور و رله بوخهلتز قرار دارد و در هنگام وقوع حوادثی مانند سوراخ شدن مخزن یا عملکرد رله پریشرریلایف و در مواقعی که روغن ترانسفورماتور سریعاً در حال تخلیه می‌باشد عمل کرده و مسیر لوله ارتباطی کنسرواتور به رله بوخهلتز و تانک ترانسفورماتور را می‌بندد و از سرازیر شدن و هدر رفتن روغن موجود در کنسرواتور به مخزن جلوگیری بعمل می‌آید. این رله نیاز به سرویس خاصی ندارد و دارای یک کنتاکت در

زمان عملکرد جهت فرستادن فرمان تریپ به کلیدهای طرفین ترانسفورماتور می‌باشد. تنها در زمان سرویس ترانسفورماتور ضمن تست عملکرد رله و صدور فرمان تریپ از باز بودن دریچه آن باید اطمینان حاصل شود که با حرکت اهرمی که بر روی این رله نصب شده است این عمل انجام می شود.

- رله کنترل سطح روغن

این نوع رله مکانیکی دارای مکانیزم شناور و مغناطیسی بوده و با استفاده از شناور متصل به صفحه مغناطیسی و چسباندن یک صفحه مدرج مغناطیسی عقربه دار بر روی آن، سطح روغن کنسرواتور کنترل می‌گردد که با استفاده از دو سری کنتاکت آلارم MIN - MAX ناشی از افزایش و کاهش سطح روغن بسته به دمای محیط، کنترل و اعلام می‌گردد. صحت عملکرد کنترل سطح را می‌توان با استفاده از یک صفحه مدرج مغناطیسی دیگر و جایگزینی آن با صفحه نصب شده امتحان نمود. یا اینکه با تخلیه و تزریق مقدار مشخصی روغن به صحت عملکرد آن پی برد و در مواردی که سطح روغن کنسرواتور توسط صفحه مدرج مغناطیسی بدون کنتاکت می‌باشد نیز می‌توان با روش بالا از صحت عملکرد آن اطمینان پیدا نمود.

- رله پریشرریلایف

به منظور جلوگیری از انفجار ترانسفورماتور، در هنگام بروز حادثه‌ای در داخل ترانسفورماتور این رله بر روی تانک ترانسفورماتور تعبیه شده است که با توجه به نوع و ساختار آن در یک فشار معینی دریچه آن باز و پس از کاهش فشار داخلی ترانسفورماتور مجدداً بسته می‌شود و به همین خاطر در هنگام حادثه و افزایش فشار داخلی ترانسفورماتور مانع از انفجار یا ترکیدن بدنه ترانسفورماتور می‌شود. این رله فقط فرمان تریپ ارسال می‌کند و سرویس خاصی ندارد و درهنگام تست توسط اعمال فشار به بازویی میکروسوئیچ فرمان تریپ صادر می‌شود. در بعضی از ترانسفورماتورها بعلت حجم زیاد روغن دو دستگاه رله پریشرریلایف نصب شده است.

- رله جانسون

رله جانسون مربوط به حفاظت تپ چنجر Onload بوده، در صورتیکه داخل محفظه دایورتر سوئیچ به هر دلیلی فشار روغن بالا رفته و روغن به سرعت (و با فشار معینی حدود ۱/۵ متر برثانیه) به سمت کنسرواتور تپ چنجر حرکت نماید باعث عملکرد رله شده، و فرمان تریپ را به کلیدهای طرفین ترانسفورماتور اعمال می‌کند. در حالت عادی گاز جمع شده در رله مربوط به میزان گازهای تولید شده در دایورتر بوده که حالت عادی عملکرد می‌باشد.

- ترمومتر حرارتی روغن و سیم پیچ

به منظور کنترل درجه حرارت دمای روغن و سیم‌پیچ‌ترانسفورماتور استفاده شده و با توجه به تنظیمات که از دفتر فنی انتقال ارائه می‌شود جهت در مدار قرار دادن فن‌ها، پمپ‌ها و خروج آنها از مدار و همچنین ارسال سیگنال آلارم و تریپ به کلیدهای طرفین ترانسفورماتور تنظیم می‌شوند. جهت اطمینان از صحت عملکرد این رله‌ها، با استفاده از ترمومتر مرجع و گرم نمودن تدریجی مقدار روغن در ظرف مخصوص و قرار دادن سنسورها در روغن گرم شده می‌توان جریان آلارم و تریپ و یا در مدار آوردن فنها و پمپها را نیز کنترل نمود.

این آزمایش در صورت نیاز و عدم اطمینان از عملکرد دستگاه‌های مذکور انجام می‌گیرد. ولی اعمال تنظیمات رله‌های فوق با نظر دفتر فنی انتقال باید صورت گیرد. میزان روغن داخل محفظه رله‌هادر عملکرد صحیح آنها تأثیر دارد و سطح این روغن و آب بند بودن درب این محفظه ها جهت اطمینان از صحت عملکرد ترمومترها باید کنترل گردد.

جدول ۳–۵۹ جدول تنظیمات ترموترهای روغن و سیم پیچ

نوع ترمومتر	استارت فن مرحله اول	خاموش شدن فن مرحله اول	استارت فن مرحله دوم	خاموش شدن فن مرحله دوم	استارت پمپ	خاموش شدن پمپ	فرمان آلارم	فرمان تریپ
روغن	۶۰	۵۵	۶۵	۶۰	۷۰	۶۵	۹۰	۱۰۵
سیم پیچ	۷۰	۶۵	۷۵	۷۰	۷۵	۷۰	۱۰۰	۱۱۵

- شار پسماند بر روی هسته ترانس

اهمیت صحت نتایج بدست آمده در تستهای عیب‌یابی ترانسفورماتور آنقدر زیاد است که به جهت جلوگیری از تأثیر نتایج یک تست بر روی نتایج تستهای دیگر لازم است تستهای عیب‌یابی به صورت تک فاز و با ترتیب خاصی انجام گردد و در صورت نیاز و در مواردی که ترانسفورماتور بعد از وقوع خطای فاز به زمین و اضافه ولتاژ از مدار خارج شده یا در زمانی که صحت نتایج تست جریان بی باری مورد نظر باشد لازم است قبل از انجام تست ابتدا نسبت به حذف شار پسماند هسته اقدام نمود.

- ترتیب تستهای ترانسفورماتور

جهت جلوگیری از تأثیر تست های الکتریکی بر یکدیگر ترتیب تستها به صورت زیر انجام می‌گردد:

۱- جریان و تلفات بی باری.

۲- نسبت تبدیل ترانسفورماتور و پیوستگی تپچنجر.

۳- تقسیم شار.

۴- گروه برداری.

۵- اندازه گیری مقاومت عایقی.

۶- اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ.

۷- ضریب تلفات عایقی tgδ .

۸- تلفات بار و امپدانس.

۹- امپدانس نقطه صفر(در صورت لزوم).

۱۰- تست پاسخ فرکانسی FRA .

۱۱- تست گاز کروماتو گرافی روغن.

(نکته : تمامی تست های عیب یابی ترانسفورماتور بصورت تکفاز و با ولتاژ و جریان کم انجام می‌شود تا غیر مخرب باشند.)

- آزمایش نسبت تبدیل transformer test ratio

نسبت تبدیل عبارت است از نسبت ولتاژ موثر rms سمت فشار قوی به نسبت ولتاژ موثر rms سمت فشارضعیف به گونه‌ای که با اعمال ولتاژ به سیم‌پیچ‌فشارقوی یا اولیه ترانسفورماتور و اندازه‌گیری ولتاژ فشار ضعیف یا ثانویه ترانسفورماتور توسط ولت مترهای دقیق و درتپهای مختلف به صورت تکفاز اندازه‌گیری می شود. تلرانس نسبت تبدیل در فازهای مختلف یک ترانسفورماتور بایستی کمتر از ٪۰,۵ در مقایسه با مقدار بیان شده در پلاک نامی ترانسفورماتور باشد. در هنگام تست باید دقت شود مقدار k از تقسیم شدن ولتاژهای خط و با در نظر گرفتن گروه برداری ترانسفورماتور تحت تست بدست می‌آید. ولی بهتر است از دستگاه نسبت دور سنج سیم‌پیچ‌که هم به صورت دیجیتال و هم به صورت آنالوگ طراحی و ساخته شده‌اند استفاده نمود. دستگاه تست طراحی و ساخته شده با دقت و ایمنی بیشتری وجود دارد که در اولویت می‌باشند. در این خصوص مقدار K بدست آمده در هر فاز با فازهای بعدی مقایسه می‌گردد. و در مجموع با تست کارخانه‌ای نیز قابل مقایسه است. حداکثر خطای قابل قبول ٪۰,۵ می‌باشد. در حالت عادی انجام تست نسبت تبدیل ضروری نمی‌باشد. ولی در صورتیکه در ترانسفورماتور حادثه‌ای رخ دهد به منظور اطمینان از عدم اتصال حلقه در سیم‌پیچ‌هایا در صورتیکه روی تپچنجر کار تعمیراتی صورت گیرد. یا چنانچه تعمیرات اساسی بر روی بوبین‌ها انجام گیرد، تست نسبت تبدیل الزامی است. البته در دستورالعمل‌های بهره‌برداری چنانچه رله دیفرانسیل باعث خروج ترانسفورماتور گردد جهت اطمینان، تست نسبت تبدیل انجام گرفته تا از صحت و سلامت سیم‌پیچ‌هامطمئن گردند.

- آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور

اندازه‌گیری مقاومت عایقی جهت بررسی مقدار عایق بین سیم‌پیچ‌هاو هسته و سیم‌پیچو بدنه و سیم‌پیچ‌هانسبت به یکدیگر انجام می‌گیرد. در تحلیل نتایج آزمایش مقاومت عایقی امکان مشاهده عدم تطابق نتایج آزمایش‌ها در تجهیزات مختلف و در شرایط مختلف وجود دارد لذا برای نتیجه گیری و تحلیل صحیح نتایج آزمایش بایستی آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌ها بر روی تجهیزات مشابه و در شرایط مشابه صورت گیرد. اندازه‌گیری مقاومت عایقی در ترانسفورماتورها با ولتاژ DC و دامنه تا ۵۰۰۰ ولت صورت می‌گیرد. یکی از عوامل بسیار مهم در مقدار مقاومت عایقی دمای عایق در حین

آزمایش می‌باشد. مقاومت عایقی نسبت به دما بسیار حساس بوده و رابطه عکس با آن دارد. در اندازه‌گیری مقاومت عایقی معمولاً دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به عنوان مرجع در نظر گرفته شده و با استفاده از یک جدول یا منحنی اصلاح مقدار مقاومت عایقی در این دمای مرجع بدست می‌آید تا برای کاربردهای بعدی و یا مقایسه مورد استفاده قرار گیرد. هیچ مقدار استانداردی برای قابل قبول بودن مقدار مقاومت عایقی موجود نمی‌باشدو به جهت مقایسه مقادیر قبلی مقاومت عایقی بوده و روند تغییر تدریجی کیفیت و وضعیت عایق را بیان می‌کند. جهت تست با توجه به دمای عایق با استفاده از ولتاژ ۵۰۰۰ ولت مقدار مقاومت را در دو زمان ۱۵ ثانیه و ۶۰ ثانیه ثبت می‌کنیم و با تقسیم این دو عدد ۶۰/۱۵ به یکدیگر ضریب مقاومت عایقی بدست می‌آید که این تست بین سیم پیچ های ترانس و سیم‌پیچ با زمین و سیم‌پیچ با هسته و هسته با زمین گرفته می‌شود و هر المانی که در تست نیست را به گارد دستگاه اتصال می دهیم.

- اندازه‌گیری مقدار اندیس پلاریزاسیون

آزمایش اندیس پلاریزاسیون آزمایش اندازه‌گیری یک نسبت می‌باشد. یکی از مهمترین شاخصه‌های این آزمایش عدم حساسیت آن نسبت به دما می‌باشدو در نتیجه نیازی به اصلاح مقدار بدست آمده در دمای مرجع نمی باشد. در این آزمایش مقاومت عایقی پس از یک دقیقه بعد از شروع آزمایش ثبت شده و مجدداً پس از گذشت ده دقیقه مقدار مقاومت عایقی ثبت می‌گرددو نسبت حاصل از مقدار مقاومت عایقی در ده دقیقه به مقدار مقاومت در یک دقیقه می باشد.

PI=R10/R1

جهت تکرار تست نیاز می‌باشدحداقل به مدت ۴ برابر زمان اعمال ولتاژ DC به عایق آنرا اتصال کوتاه نموده و دیپلاریزاسیون عایق انجام شود.

- مقاومت عایقی برقگیرها

توسط میگر با ولتاژ تست ۵۰۰۰ ولت صورت می‌گیرد و با توجه به نتایج تست کارخانه ای برقگیرها می‌توان مقایسه لازم را بین فازها و تست مذکور انجام داد. البته به دلیل امکان وجود جریان خزشی لازم است سطح مقره برقگیرها نیز تمیز گردد.

- آزمایش تعیین گروه برداری

اختلاف فاز بین ولتاژهای اولیه و ثانویه بستگی به ساختار سیم‌پیچ‌ها دارد. در هنگام طراحی و ساخت ترانسفورماتورها گروه‌برداری را در نظر می‌گیرند. ولی در صورتیکه ترانسفورماتوری فاقد نیم پلیت باشد یا به هر دلیل در سیم‌پیچ‌داخلی ترانسفورماتور از نظر نوع اتصالات تغییراتی حاصل گردد. می‌بایست گروه‌برداری آن مشخص گردد. به همین دلیل این آزمایش برای بهره‌برداریا ز ترانسفورماتور اهمیت دارد. زیرا یکی از شرایط پارالل نمودن ترانسفورماتورها هم خوانی گروه‌برداری آنها می‌باشد.

نحوه آزمایش : چنانچه بوشینگ‌ها U و V و W فازهای HV و بوشینگ‌های u و v و w فازهای LV نامگذاری شوند می‌توان بوشینگ فاز U قسمت HV و بوشینگ فاز u قسمت LV را اتصال کوتاه و ولتاژ سه فاز به ورودی ترانسفورماتور

اعمال نمود. سپس طبق جدول ذیل ولتاژهای القاء شده را با ولتمتر دقیق قرائت نمود. با ترسیم دیاگرام ستاره - مثلث با در نظرگرفتن یک مقیاس برحسب ولت مقدار زاویه چرخش ثانویه به اولیه را بدست آورد. در روش دیگر به شرح ذیل نیز گروه برداری بدست می‌آید.

جدول ۳-۶۰ جدول ثبت نتایج آزمایش گروه‌برداری

	U	V	W
u			
v			
w			

دراین روش با توجه به نتایج قرائت شده روابط زیر برقرار می‌باشد.

۱- در اتصال ستاره - مثلث $Vv < Wv$ و $Ww = Vw$ ◄ Ynd11

۲- در اتصال ستاره – مثلث $Wv < Vv$ و $Ww = Vw$ ◄ Ynd5

۳- در اتصال ستاره – مثلث $Vw < Ww$ و $Wv = Vv$ ◄ Ynd7

۴- در اتصال ستاره – مثلث $Vv < Vw$ و $Wv = Ww$ ◄ Ynd1

- آزمایش تانژانت دلتا و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور

علاوه بر انجام آزمایش مقاومت عایقی ، به منظور اطمینان از وضعیت و کیفیت روغن‌های ترانسفورماتور آزمایش ضریب تلفات عایقی تانژانت دلتا انجام می‌گیرد. این آزمایش مقدار ظرفیت خازنی عایق بین سیم‌پیچ‌ها با بدنه را نشان می‌دهد که به کمک دستگاه اندازه‌گیری تانژانت دلتا (پل شرینگ) مقدار آن سنجیده و مشخص می‌گردد مقدار ضریب عایقی برای ترانسفورماتورهای نو باید کمتر از حدود ۰/۵ ٪ باشد. ولی در بعضی موارد بر اثر پیری ترانسفورماتور این عدد بیشتر می‌شود که لازم است با انجام تمهیدات لازم نسبت به افزایش کیفیت عایق اقدام گردد. وجود ذرات معلق در روغن یا وجود رطوبت در روغن باعث افزایش ضریب پلاریزاسیون شده و نهایتاً وقتی عایق تحت میدان متناوب قرار گیرد انرژی که صرف پلاریزه شدن می‌گرددنیز افزایش می‌یابد. بنابراین عایق ترانسفورماتورهایی که دارای ضریب تلفات عایقی تانژانت دلتا بالاتر از حد مجاز می باشد. باید تحت عملیات سیرکلاسیون روغن و وکیوم قرار گیرد تا میزان رطوبت و ناخالص ها از روغن و عایق‌های جامد جدا گردد.

- آزمایش ضریب تلفات عایقی برای بوشینگ های خازنی

بوشینگ های خازنی ترانسفورماتور دارای نقطه TAP TEST بوده که از آن محل نسبت به اندازه‌گیری مقدار ظرفیت خازنی بین عایق بوشینگ وکانکتور نوک بوشینگ بدست می آید. برای انجام آزمایش می‌بایست کاتالوگ شرکت سازنده بوشینگ و تست‌های کارخانه‌ای را مشاهده و مورد مقایسه قرار داد. آزمایش تلفات عایقی بوشینگ، زمانی انجام می‌شود

که حادثه‌ای روی بوشینگ بوجود آید یا اینکه نشتی در بوشینگ مشاهده شود یا افزایش یا کاهش سطح روغن بوشینگ صورت گیرد در خصوص بوشینگ‌های که حادثه داشته یا موجب ترکیدن شده‌اند، نیز اصولاً باید تحت مراقبت و کنترل به کمک آزمایش مذکور قرار گیرند. در هنگام آزمایش تانژانت دلتای بوشینگ ضروری است سطح مقره‌های بوشینگ تمیز و عاری از آلودگی باشد و در انتها اورینگ آب بندی TAP TEST کنترل و نسبت به سفت کردن ترمینال TAP TEST اقدام شود.

- اندازه‌گیری مقاومت اهمی سیم‌پیچ

علت اندازه‌گیری مقاومت اهمی سیم‌پیچ ترانسفورماتور در سایت‌ها، بررسی شرایط غیرطبیعی سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور به دلیل عدم استحکام اتصالات، شکستگی هادی‌ها و مقاومت بالا در کنتاکتهای تپچنجر و محل‌های اتصالات که جوشکاری شده‌اند می‌باشد. تحلیل نتایج این آزمایش براساس مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در فازهای مختلف یا مقایسه با مقدار کارخانه‌ای و یا نتایج تستهای قبلی ترانس مورد آزمایش می باشد. از آنجائیکه آزمایش‌های صورت گرفته بر مبنای دمای محیطی ۲۰ درجه سانتی گراد می‌باشد لذا برای اصلاح مقادیر اندازه‌گیری شده در دماهای دیگر می‌توانا ز رابطه زیر استفاده کرد:

$$R = r (1+ 0/004(75-T))$$

R مقاومت سیم‌پیچ‌در ۷۵ درجه سانتی گراد

r مقاومت اندازه‌گیریشده در دمای T

T دمای سیم‌پیچ‌در هنگام آزمایش

روش آزمایش: به کمک استفاده از باطری با توان مناسب و یک دستگاه ولتمتر و آمپرمتر دقیق و استفاده از رئوستا انجام می‌گیرد. ولی دستگاه مخصوص اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ نیز وجود دارد که از کیفیت بالایی برخوردار است. در روش استفاده از باطری و مدار DC ، هنگام قطع و جدا کردن اتصالات به علت وجود اندکسیون بزرگ مربوط به سیم‌پیچ، جرقه شدیدی حاصل می‌گردد که لازم است قبل از جداسازی، بوبین را زمین نمود.

ولی بهتر آن است که از دستگاه مخصوص WINDING RESISTANCE TEST جهت اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ‌ها استفاده نمود. درصد خطای مجاز اندازه‌گیریک متر از ۰/۵ ٪ در فازهای مختلف مورد تائید است.

- پیوستگی تپچنجر

تپچنجرهای onload طوری طراحی شده‌اند که با تغییر تپ، نوسانی در ولتاژ و جریان بوجود نیاید و مصرف کننده تغییرات را حس نکند. بنابراین جهت اطمینان از پیوستگی تپچنجر تست پیوستگی به دو روش صورت می‌گیرد که یکی روش جریانی و دیگری روش ولتاژی می باشد.

روش جریانی: با استفاده از یک آمپر متر آنالوگ و قرار دادن آن بصورت سری در مسیر کابل های اتصال تست نسبت تبدیل به اولیه ترانس با تغییر تپ و بالا رفتن تپ هیچگونه قطع شدگی نباید در آمپر متر عقربه‌ای دیده شود ولی مقداری افزایش جریان در یک لحظه در آمپر متر باید مشاهده گردد.

روش ولتاژی: با استفاده از یک ولت متر عقربه‌ای و قرار دادن آن به صورت موازی مابین بوشینگ‌های ثانویه ترانسفورماتور با تغییر تپ و بالابردن آن هیچگونه قطع شدگی یا دلزدگی در ولتمتر عقربه‌ای نباید دیده شود.

- آزمایش جریان بی‌باری

این آزمایش جهت تعیین عیب‌هایی همچون خرابی در ساختمان هسته مغناطیسی ترانسفورماتور، تغییر مکان سیم‌پیچ‌ها و اتصال حلقه انجام می‌گیرد. شرایط فوق باعث تغییر در رلوکتانس مدار مغناطیسی ترانسفورماتور گردیده و در نتیجه موجب افزایش جریان مورد نیاز جهت ایجاد فلوی مغناطیسی می‌گردد. جهت انجام این تست به سمت فشار قوی ترانسفورماتور ولتاژ القاء می‌کنیم و جریان اولیه را در حالی که سمت ثانویه باز می‌باشد اندازه می‌گیریم. در ترانسفورماتورهای سه فازه ولتاژ تکفاز برای هر سیم‌پیچ بصورت جداگانه اعمال شده و جریانها اندازه‌گیری و ثبت می‌گردند. جهت مقایسه جریانهای اندازه‌گیری شده در فازهای مختلف بایستی ولتاژ اعمالی و شرایط اتصالات برای کلیه فازها یکسان در نظر گرفته شود. تست جریان بی‌باری همیشه از سمت فشار قوی ترانس انجام می‌گیرد و در اتصال ستاره جریان بی‌باری دو فاز کناری کمی بیشتر از جریان بی باری فاز وسط ترانسفورماتور می‌باشد و در اتصال مثلث جریان بی‌باری دو فاز کناری کمتر از فاز وسط می‌باشند. در ترانسفورماتورهای سه فاز سه پارچه اختلاف جریان بی‌باری بین هر واحد نبایستی از ۱۰ درصد بیشتر باشد. اختلاف مقادیر بدست آمده با تست‌های قبلی و کارخانه ای نباید بیشتر از ۵٪ اختلاف داشته باشد و آنرا با تستهای گذشته مقایسه نمود.

- اندازه‌گیری امپدانس مولفه صفر

در ترانسهای زمین و راکتورها برای بدست آوردن امپدانس مولفه صفر، سه فاز سیم‌پیچ‌اولیه را اتصال کوتاه کرده و ولتاژ تکفاز را به سیم‌پیچ اتصال کوتاه شده و نوترال یا نقطه صفر اعمال می‌کنیم و جریان نقطه صفر یا نوترال ترانس را یادداشت می‌کنیم و با استفاده از رابطه زیر امپدانس نقطه صفر بدست می آید.

$Z0 = U0Mean / I0Mean$

این تست تنها در اتصالات ستاره و زیگزاگ انجام می شود. جهت بدست آوردن مقدار اهمی در فاز ، مقدار بدست آمده در عدد سه ضرب می شود.

- آزمایش تقسیم شار مغناطیسی ترانسفورماتور

مهمترین بخش از ترانسفورماتور اکتیو پارت می‌باشد که شامل هسته وسیم‌پیچ‌ها است، توزیع شار مغناطیسی بر اثر اعمال ولتاژ و شار پراکندگی از موارد مهم در هسته بوده بنابراین به منظور بررسی وضعیت هسته از نظر توزیع شار و نحوه تقسیم شار متقارن در ساقهای هسته ترانسفورماتور به وسیله این آزمایش انجام می‌گردد. ولتاژ متناوب ۲۲۰ ولت را به یکی از سیم‌پیچ‌های اولیه اعمال می‌کنند و توسط ولت متر دقیق، ولتاژ ایجاد شده روی دو ساق دیگر را اندازه‌گیری می‌کنند این کار برای فازهای دیگر نیز تکرار شده و نتایج در جدول ثبت می‌شود با مشاهده ولتاژها باید رابطه منطقی بین قرائت

در فازها وجود داشته باشد. هنگام اعمال ولتاژ به فاز وسط، دو ساق دیگر هسته از نظر ولتاژی، یکسان خواهند بود یا هنگام اعمال ولتاژ به یکی از فازهای کناری A یا C مجموع ولتاژ دو ساق دیگر برابر ولتاژ اعمالی خواهد شد.

- تست اندازه‌گیری پاسخ فرکانسی سیم‌پیچ FRA

روش تابع انتقال که عموماً در صنعت به نام آنالیز پاسخ فرکانسی FRA شناخته شده است. یکی از تکنیک‌های نیرومند در عیب‌یابی ترانسفورماتورها می‌باشدکه به منظور آشکار سازی صدمات و عیوب فیزیکی وارده به اجزای ترانسفورماتور می‌باشد. اساس کار این روش آن است که تابع انتقال مفروض از ترانسفورماتور در محدوده وسیع فرکانسی اندازه‌گیری شده و این اندازه‌گیری‌ها با یک تابع انتقال مرجع مقایسه می‌گردد. این آزمایش بایستی قبل و بعد از حمل و نقل ترانسفورماتور یا بعد از هر بار اعمال جریان بالا برروی ترانسفورماتور یا در صورتی که DGA دماهای داخلی بالا را نشان داد بایستی صورت گیرد. در حال حاضر این تست به صورت روتین و pm انجام نمی‌گردد و تنها در شرایط خاص انجام می‌گردد.

- اندازه‌گیری پاسخ دی‌الکتریک عایق کاغذی FDS

از آنجائیکه رطوبت در عایق‌های روغن و کاغذ ترانسفورماتورها می‌تواند در تشدید پیر سازی ترانسفورماتور یا به طور دقیق پیری سلولز نقش داشته باشد. لذا اندازه‌گیری و تعیین میزان رطوبت از اهمیت بسزایی برخوردار است با استفاده از روش غیرمسقیم تعیین رطوبت به کمک منحنی‌های تعادل می‌توان اطلاعات مفیدی را در خصوص انجام یا عدم انجام عملیات فیلتراسیون روغن ترانسفورماتور در حین کار جهت کاهش رطوبت سیستم عایقی در اختیار بهره‌بردار قرار دهد. در حال حاضر این تست به صورت روتین و pm انجام نمی‌گردد و تنها در شرایط خاص انجام می‌گردد.

- تعمیر اساسی تپچنجر ON LOAD

علاوه بر کارهای جاری و معمول که در برنامه های تعمیر و نگهداری روی تپچنجرها صورت می‌گیرد مانند رفع نشت روغن، بازدید اهرمها، سطح نشان دهنده روغن، کنترل اینترلاکها، آزمایش جریان موتور و بررسی تعداد عملکرد و سرویس کیوبیکل (چک لیست کماندها) براساس تعداد عملکرد تپ یا گذشت مدت زمان ۵ تا ۶ سال از سرویس و نگهداری تپچنجر ON LOAD(باتوجه به کاتالوگ شرکت سازنده) ضروری است دایورتر سوئیچ از محل خود خارج گردد تا علاوه بر تعویض روغن و شستشوی قطعات داخلی، ضمن بازدید از کنتاکتهای ثابت و متحرک، آکومولاتور مقاومت‌های گذرا و اتصالات داخلی شامل ارتباطات الکتریکی فلاکسیبل، پیچ و مهره ها، بازدید از داخل تانک دایورتر و کنتاکت‌های آن و در صورت نیاز به تعویض قطعه نیز اقدام لازم صورت گیرد. آزمایش مقاومت‌های گذرا توسط اهم چک انجام می‌شود. بازدید داخل تانک دایورتر و اهرم محل ارتباط آن با روغن ترانسفورماتور و اطمینان از عدم نشتی بین هر دو تانک اصلی ترانس و دایورتر از موارد دیگر می‌باشد.

پس از سرویس اساسی تپچنجر و نصب مجدد دایورتر در محل خود و تزریق روغن جدید و انجام هواگیری، لازم است تست نسبت تبدیل و مقاومت سیم‌پیچو تست پیوستگی تپ چنجر روی کلیه تپها انجام شود و در انتها کورسگیری از مکانیزم موتور درایو انجام گردد و صحت عملکرد الکتریکی و مکانیکی لاکهای ابتدا و انتهای موتور درایو کنترل گردد.

- تصحیح سطح روغن کنسرواتور اصلی و تپچنجر ترانسفورماتور

سطح روغن نمایش داده شده توسط گیجها با دمای روغن ارتباط دارد. درصورتی که سطح روغن خیلی پائین باشد عامل کاهش دهنده سطح روغن باید شناسایی و برطرف شده و ترانسفورماتور توسط روغن نو پر شود. درجه استاندارد روغن مورد استفاده ، باید براساس کاتالوگ ترانس مورد نظر باشد و در مواقعی که نیاز به افزایش یا کاهش سطح روغن کنسرواتور باشد این افزایش یا کاهش سطح روغن باید با توجه به رابطه زیر باشد.

$$V\Delta = G/\delta \qquad Y\Delta T$$

ΔV (L یا dm^3) مقدار تصحیح که بسته به دمای مایع داخل ترانسفورماتور که بالا یا پایین مقدار مشخص شده در نشان دهنده سطح روغن باشد ، افزوده و یا کاسته می شود.

G (Kg) وزن مایع درون ترانسفورماتور که روی صفحه مقادیر مجاز نوشته شده است .

δ ($\frac{Kg}{dm3}$) چگالی مایع داخل ترانسفورماتور در دمای 20 c برای روغن = 0/88

Y(K) ضریب انبساط مایع ترانسفورماتور برای روغن = $0/78\times10^{-3}$

$\Delta T(K)$ اختلاف دمای بین مایع درون ترانسفورماتور و دمای ثابتی که روی نشان دهنده سطح روغن مشخص شده است.

درخصوص محفظه کلیدهای تنظیم ولتاژ، بگونه‌ای مناسب عمل نموده و وزن مایع تمام سوئیچهای فوق را در میزان G محاسبه شده برای ترانسفورماتور اعمال نمایید.

- تابلو کنترل موتور درایو تپچنجر

سرویس تابلو موتور درایو و بازدید از وضعیت اتصالات و بررسی فرامین کنترلی شامل:

LOWER ، RISE، EMERGENCY STOP و... در حالت LOCAL و REMOT بررسی نشان دهنده تپ و مقایسه با نشان دهنده شماره تپ در موتور درایو ، کنترل و بررسی اینترلاک های NO OTHER ،END TAP - FIRST TAP TAP - TAPCHENGER IN PROGRESS و... انجام گردد. کنترل سطح روغن گیربکس موتور درایو و در مواردی که انتقال نیرو از طریق تسمه می‌باشد اطمینان از سلامت تسمه و میزان کشش آن و بررسی و اطمینان از صحت عملکرد نمراتور تپچنجر و نشان دهنده شماره تپ در کماند موتور درایو با داخل ترانس و اتاق فرمان.

- دستگاه کنترل کننده رشد گاز در ترانسفورماتور HIDRAN

جهت اطلاع از وضعیت داخل ترانسفورماتور قدرت و مشاهده ONLINE رشد مجموع گازهای تولید شده در روغن ترانسفورماتورها از دستگاه مذکور متصل به ترانس استفاده می‌شود این دستگاه به دلیل داشتن سنسور در تماس با روغن از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است و ضروری است بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده جهت تعمیر و نگهداری آن اقدام نمود. در بخش ارسال DATA به کامپیوتر مستقر در اتاق فرمان تنظیمات لازم با توجه به سوابق و گازهای قبلی موجود

در ترانس صورت می‌گیرد. موارد به شرح ذیل در خصوص این دستگاه ها باید رعایت شود. در هنگام مراجعه به پست نقطه نظرات بهره‌برداری از نظر عملکرد نرم افزاری شامل آلارم‌ها و صفحه نمایش نیز سوال شود و از وضعیت نرم افزار و سخت افزار اطمینان حاصل گردد، در صورتیکه درجه حرارت ترانسفورماتور خیلی بالا رود (بیش از ۹۰ درجه سانتیگراد) احتمال صدمه زدن به سنسور وجود دارد. در هنگام تعمیر و نگهداری اساسی ترانسفورماتور و انجام فیلتراسیون و وکیوم به خاطر حساسیت سنسور، ضروری است محل ارتباط سنسور با روغن بسته شود و یا حتی الامکان دستگاه جدا گردد. بازه زمانی بازدید و نگهداری از این دستگاه‌ها حداکثر یکسال می‌باشد ولی با توجه به اینکه بعضی از ترانسفورماتورها به دلیل رشد گاز تحت مراقبت می‌باشند بازدید و نظارت درحالت خاص با نظر کارفرما نیز صورت می‌گیرد.

- دستگاه رطوبت گیر

وجود رطوبت در روغن باعث کاهش استقامت الکتریکی آن می‌گردد و در ترانسهای روغنی که دارای منبع انبساط می‌باشند، سیلیکاژل به منظور ورود هوای خشک هنگام تنفس به داخل ترانسفورماتور نصب می‌گرددو لازم است به طور دوره ای هر سه ماه یکبار بازدید گردد. در حالت عادی رنگ سیلیکاژل باید آبی تیره باشد که پس از اشباع با رطوبت به رنگ صورتی روشن تغییر رنگ داده و در این صورت باید مواد سیلیکاژل را با مواد نو و خشک تعویض نمود. بهتراست هنگام تعویض سیلیکاژل نسبت به تعویض روغن محفظه روغن سیلیکاژل نیز اقدام نمود و بعد از تعویض سیلیکاژل و روغن سیلیکاژل نسبت به صحت واشرهای آب بندی اطمینان پیدا نمود و در صورت لزوم نسبت به تعویض واشرها اقدام نمود.

- آزمایش مقاومت NGR (NEUTRAL GROUNDING RESISTOR)

سرویس وضعیت ظاهری، رفع هرگونه آسیب دیدگی و جلوگیری از زنگ زدگی و پوسیدگی و هم چنین اطمینان از صحت عملکرد هیتر در صورت وجود از اقدامات تعمیر و نگهداری NGR می باشد. آزمایش مقاومت اهمی NGR بر اساس برنامه تعمیرات پیشگیرانه و درصورت نیاز انجام می‌گیرد. مقدارمقاومت برابر با نسبت ولتاژ نامی بر جریان نامی بوده و این نسبت ملاک طراحی در دمای C° ۲۰ می‌باشد. مقاومت DC اندازه‌گیری شده در دمای محیط، برای دمای C° ۲۰ تصحیح می‌گردد و حداکثر تلرانس مجاز مطابق استاندارد ٪ ۱۰± می‌باشد. همچنین مدت زمانی که تجهیز در طی آن، جریان نامی را تحت شرایط مشخص و با در نظـــر گرفتن محدودیت‌های حرارتی مطابق با استاندارد عبور می‌دهد را زمان نامی می‌نامند. براساس استاندارد، زمان‌های نامی توصیه شده ۱۰ ثانیه، ۱ دقیقه، ۱۰ دقیقه، زمان بلند مدت (Extended Time) می‌باشد. معمولا در عمل با توجه به تنظیم تجهیزات حفاظتی، مدت زمان عبور جریان خطا از NGR بسیار کمتر از مدت زمان نامی است. در تعیین زمان نامی می بایست امکان وقوع خطاهای اتصال کوتاه پی در پی نیز در نظر گرفته شود.

جدول ۴-۶۱ چک‌لیست سرویس و تعمیرات دوره‌ای ترانسفورماتورهای قدرت، راکتور، مصرف داخلی و زمین

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	سطح ولتاژ	ظرفیت MVA	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری

درجه حرارت روغن:	درجه حرارت سیم پیچ:

ترانس قدرت ☐ ترانس زمین ☐ ترانس کمباین ☐ راکتور ☐

متعلقات ترانسفورماتور	شرح کار	وضعیت: انجام شد	وضعیت: انجام نشد	توضیحات
بوشینگ ها	بازدید مقره ها از لحاظ آلودگی ، نشتی و لب پریدگی و ترک خوردگی			
	استفاده از رنگ مخصوص مقره (جهت رنگ آمیزی نقاط مورد نیاز)			
	بررسی وکنترل سطح روغن بوشینگها و نشان دهنده های آن			
	بررسی و تنظیم شاخک های جرقه گیر (در صورت وجود)			
	بررسی اورینگ آب بندی و محکم بودن ترمینال تپ تست در بوشینگ های خازنی			
تپچنجر	گریسکاری چرخ دنده ها ی انتقال نیرو			
	فرمان دستی والکتریکی به تپچنجر در حالت local و remote			
	کنترل محورهای انتقال حرکت و پین های اتصال			
	انجام یک عملیات رفت و برگشت تپچنجر به منظور جرم زدایی سلکتور و پری سلکتور			
	بررسی یکی بودن عدد تپ در موتور درایو و داخل ترانس و اتاق فرمان			
موتور درایو	کنترل لاکهای ابتدا و انتها و کنترل حرکت کامل تغییر تپ (کورس گیری)			
	بازدید و تنظیم کشش تسمه انتقال نیروی موتور درایو (در صورت وجود)			
	کنترل سطح روغن جعبه دنده ورفع هرگونه نشتی (در صورت وجود)			
	اطمینان از سالم بودن و صحت عملکرد مجموعه موتور درایو و متعلقات آن			
	گریسکاری و روان کاری مکانیزم (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
ترمومترها	تمیز کردن صفحه نشان دهنده ترمومتر			
	بررسی مدارات ct مربوط به ترمومتر سیم پیچ			
	انجام تنظیمات بر اساس جدول کارفرما			
	صحت عدد ترمومتر روغن و روغن حوضچه ترمومتر و تصحیح سطح روغن آن			
	صحت عدد ترمومتر سیم پیچ و روغن حوضچه ترمومتر و تصحیح سطح روغن آن			
رادیاتور ــ فن پمپ	بازدید ظاهری و تمیز نمودن رادیاتورها			
	کنترل جهت گردش فن ها و رفع لرزش و بازدید توری آنها			
	کنترل سالم بودن پمپ ها و FLOW METER (در صورت وجود)			
	بررسی وضعیت شیرها و باز بودن شیرها و رفع نشتی از لوله ها			
	راه اندازی گروه فن ها و پمپ ها به صورت دستی و اتوماتیک			
	رفع نشتی از شیرها و فلنج ها			
	رفع نشتی وتمیز نمودن رله بوخهلتز و جانسون و پریشرریلایف			

کنسرواتور اصلی و تپچنجر	بررسی وضعیت کابلهای متصل به بدنه ترانس و مرتب نمودن آنها			
	بررسی وضعیت اتصال زمین و آچارکشی اتصالات زمین			
	بررسی سطح روغن کنسرواتور اصلی و روغن نمای آن			
	بررسی سطح روغن کنسرواتور تپچنجر و روغن نمای آن			
	بازدید چشمی ایربگ کنسرواتور و اطمینان از سلامت ایربگ (در صورت وجود)			
	بررسی و اطمینان از باز بودن شیر های ارتباطی کنسرواتور اصلی			
	بررسی و اطمینان از باز بودن شیر های ارتباطی کنسرواتور تپچنجر			
محفظه های سیلیکاژل	کنترل سیلیکاژل و روغن سیلیکاژل مربوط به کنسرواتور اصلی			
	کنترل سیلیکاژل و روغن سیلیکاژل مربوط به کنسرواتور تپچنجر			
	بازدید شیشه ها و اطمینان از عدم شکستگی و ترک خوردگی			
	کنترل واشر آب بندی مابین طبقات سیلیکاژل و روغن سیلیکاژل			
دستگاه نشان دهنده رشد گاز هیدران یا هیدروکال	تمیز نمودن وضعیت ظاهری دستگاه			
	کنترل وضعیت اتصالات ورفع نشتی			
	اطمینان از باز بودن شیر ارتباطی			
	اطمینان از سلامت سنسور			
	بررسی تنظیمات نرم افزار در صورت نیاز			
	بررسی ارسال DATA توسط کابلهای ارتباطی			
	نمونه گیری روغن جهت آنالیز گازهای محلول در روغن			
	بررسی وضعیت نرم افزار و سخت افزار و صفحات نشان دهنده			
تانک رزیستانس	بررسی وضعیت ظاهری و سرویس آن			
	بررسی نقاط زنگ زده و رفع عیب زنگ زدگی			
	بازدید سطح آب مقطر و اضافه نمودن آب مقطر در صورت کمبود			
	بررسی وضعیت اتصال زمین و اتصالات			
	آزمایش مقدار مقاومت اهمی طبق پلاک مشخصات و بر طبق منحنی دما			
	بررسی وضعیت فنداسیون			
	بررسی عملکرد هیتر و ترموستات تانک رزیستانس			
عمومی	بررسی قفل چرخ های ترانس و ترمز چرخها (در صورت وجود)			
	بررسی اتصالات زمین وصل به ترانس و آچارکشی آنها			
	بررسی وضعیت فنداسیون (ارائه گزارش در صورت وجود عیب)			
	شستشوی کلیه متعلقات ترانسفورماتور			
	تکمیل فرم های بازدید و نگهداری براساس چک لیست برقگیر			
	تکمیل فرمهای بازدید و نگهداری براساس چک لیست تابلوهای AC و DC			
	تکمیل فرمهای بازدید و نگهداری و به روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

دستورالعمل عملیات فیلتراسیون روغن ترانسفورماتور

۱- ابتدا برای تخلیه روغن در مخزن جداگانه از تمیز بودن و عاری از هرگونه روغن قبلی و سیلد بودن مخزن اطمینان کامل حاصل گردد.

۲- همزمان با تخلیه روغن از ترانس گاز نیتروژن یا هوای کاملاً خشک به اندازه لازم به ترانس تزریق گردد.

۳- پس از تخلیه روغن، فشارگاز نیتروژن را به مقدار ۰/۳ bar بالا برده و با کف صابون درزهای ترانس را چک کنید.

۴- پس از تخلیه کامل روغن در مخزن جداگانه، فیلتر پرس را بازرسی نموده، و از فیلترهای جدید استفاده گردد همچنین مخزن خلاء نیز تخلیه شده باشد و پس از رساندن دمای روغن به دمای ۷۵ الی ۸۰ درجه سانتی گراد، روغن در سه گردش کامل توسط دستگاه فیلتر پرس در مخزن سیرکوله گردد.

جدول ۳—۶۲ زمان انتظار و حداکثر ولتاژ ترانس

زمان انتظار (بین شکستن خلاء و راه‌اندازی ترانس)	حداکثر ولتاژ ترانس
۱۶≤ ساعت	UM ≤72.5 KV ولتاژ ترانس
۳۶≤ ساعت	72.5≤ UM ≤ 145
۴۸≤ ساعت	UM≥ 145

۵- دستگاه وکیوم پس از تخلیه کامل روغن به ترانس وصل شده و زمانی که عدد وکیوم به مقدار کمتر از 1 mbar رسید و ثابت شد با توجه به ماکزیمم ولتاژ ترانس طبق استاندارد زیر عمل می‌کنیم.

۶- ترانسهایی که تپ چنجر on load دارند مخزن تپ چنجر و تانک ترانس را هم فشار نمایید.

۷- تزریق به تانک ترانس.

۷-۱- نمونه گیری از روغن و قبل از تزریق به ترانس صورت گیرد و آزمایشات زیر صورت گرفته و مقادیر با توجه به دستورالعمل شرکت توانیردرخصوص آزمایشات زیر رعایت گرد.

جدول ۳—۶۳ آزمایشات نمونه گیری از روغن

نام آزمایش	مقدار توصیه شده
ولتاژ شکست روغن تزریق	**≥ ۵۰ kv**
دمای روغن تزریق	**≥ ۴۰c°**
میزان آب در روغن	**< ۱۰PPM**
آزمایش گاز کروماتوگرافی و نام گاز	**مقدار توصیه شده**
H2	**< ۵PPM**
CO	**< ۵۰PPM**
CO2	**< ۲۵۰PPM**
CH4	**< ۱PPM**
C2H4	**= ۰PPM**
C2H6	**= ۰PPM**
C2H2	**= ۰PPM**

C3H6	< ۵PPM
C3H8	< ۵PPM
O2	< ۱۰۰۰PPM
N2	< ۱۰۰۰۰PPM

۷-۲- نرخ پر شدن روغن را به گونه‌ای تنظیم کنید که فشار مخزن تغییری نکند.

۸- در ترانسفورماتورهایی که آب در روغن به مقدار زیاد وجود دارد بعد از سه بار سیرکوله کامل روغن با دمای ۷۵ الی ۸۰ درجه سانتی گراد، میزان آب درون روغن اندازه‌گیری گردد.

۹- خلاء را بوسیله گاز نیتروژن یا هوای خشک بشکنید.

این ضوابط حالت ایده ال انجام کار می‌باشد. خصوصاً در رابطه با مدت زمان وکیوم نمودن ترانسفورماتور های قدیمی یا تعمیری به دلیل وجود رطوبت در روغن و اکتیو پارت مدت زمان بیشتری صرف وکیوم می‌گردد که این به نتایج تست قبلی و تشخیص متخصص تعمیرات ترانسفورماتور متفاوت خواهد بود.

جدول ۴-۶۳ زمان انتظار بین شکستن خلاء پس از پر کردن روغن و راه اندازی ترانسفورماتور طبق استاندارد

زمان انتظار (بین شکستن خلاء و راه‌اندازی ترانس)	حداکثر ولتاژ ترانس
۱۶≤ ساعت	UM ≤72.5 KV ولتاژ ترانس
۳۶≤ ساعت	72.5≤ UM ≤ 145
۴۸≤ ساعت	UM≥ 145

۱۰- ظرف سیلیکاژل را در جای خود بسته و از سیلیکاژل نو استفاده گردد.

۱۱- ترانسفورماتور را هواگیری نمایید (کلیه نقاط که دارای پیچ هواگیری می باشند را هوا گیری نمائید).

۱۲- آزمایشات low voltage را انجام دهید.

۱۳- ترانسفورماتور آماده بهره‌برداری می باشد. (Bottom of Form)

- آزمایش گاز کروماتوگرافی روغن

یکی از بهترین آزمایشات پیشگیرانه که امروزه در صنعت برق جای خود را باز نموده است آزمایش گاز کروماتوگرافی روغن ترانسفورماتورها می‌باشد. این آزمایش تاکنون تعداد زیادی از ترانسفورماتورهای قدرت و با ارزش در سطح شبکه را از خطر سوختن نجات داده و باعث پایداری شبکه شده است. حداقل سالی یک بار برای ترانسفورماتورهای 63KV، نمونه‌گیری روغن و انجام آزمایش فوق صورت گیرد، برای ترانسفورماتورهایی که نتایج آزمایشات قبلی آنها مطلوب نیست، دوره آزمایش کوتاهتر می‌گردد بطوری که برای ترانسفورماتورهای تحت مراقبت، آزمایشات سه ماهه نیز صورت می‌پذیرد تا میزان رشد گاز آن تحت کنترل و نظارت قرار گیرد.

روش آزمایش: براساس دستورالعمل آزمایشگاه روغن بوده ونتایج مقدار گازهای محلول در روغن بر حسب ppm به کمک جداول استاندارد مانند IEC ، IEEE، روش راجرز و.... که جزء الزامات هر آزمایشگاه می‌باشد، تشخیص عیب امکان پذیر است. تجربه تحلیلگر آزمایش و داشتن سوابق تعمیراتی ترانسفورماتور نقش مهمی نیز در تشخیص عیب دارد. مسئول آزمایشگاه در خصوص نتیجه هر آزمایش لازم است نقطه نظرات تحلیلی خود را در تست شیت اعلام نماید.

کالیبره بودن دستگاه گاز کروماتوگرافی و اطمینان از صحت اطلاعات استخراج شده از دستگاه نیز از مواردی است که امروزه در آزمایشگاه‌های مذکور مورد توجه قرار گرفته و به منظور برطرف نمودن این شبه یک نمونه روغن را توسط دستگاه‌های تست آزمایشگاه دیگری تست و مورد مقایسه قرار می‌دهند. در هرکدام از مراحل نمونه‌گیری، انجام آزمایش و تحلیل آزمایش خللی ایجاد شود روی نتیجه‌گیری تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین درخصوص گاز کروماتوگرافی روغن که مبنای تصمیم‌گیری کارهای بزرگی روی ترانسها می‌باشد باید نهایت دقت و جدیت را بکار گرفت. اصولاً نتایج آزمایشها در فایلهای نرم افزاری و دسته‌بندی شده جهت سوابق و نظارت در مرکز آزمایشگاه و یک نسخه نیز در دفاتر مطالعاتی باید وجود داشته باشد. در مورد سایر آزمایشات روغن مانند عدد اسیدی، تانژانت دلتای روغن، میزان رطوبت و سایر پارامتر های استاندارد روغن به حساسیت تست گاز کروماتوگرافی نمی‌باشد ولی در صورتی که یک بار اقدام به این آزمایشات شده است. با توجه به نتیجه آزمایش و تشخیص کارفرما در برنامه ریزی های PM دوره تناوب برای این قبیل آزمایشات نوشته خواهد شد. یا به صورت موردی و به تشخیص متخصص مربوطه هرکدام از آزمایشات مذکور جهت اطمینان از وضعیت ترانسفورماتور و روغن آن انجام خواهد شد.

جدول ۳-۶۴ فرم آزمایش فرامین رله‌های مکانیکی ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	سطح ولتاژ	ظرفیت MVA	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری

درجه حرارت روغن:				درجه حرارت سیم پیچ:			
ردیف	نام رله	آلارم	تریپ	قطع بریکر			توضیحات
				HV	Midle	LV	
۱	رله بوخهلتز ترانسفورماتور						
۲	رله جانسون تپچنجر	–					
۳	رله بوخهلتز ایربگ کنسرواتور		–				
۴	پرشرریلایف ترانسفورماتور (۱)	–					
۵	پرشرریلایف ترانسفورماتور(۲)	–					
۶	پرشرریلایف تپچنجر	–					
۷	رله off load تپچنجر	–					
۸	رله شیر یک‌طرفه Non return valve	–					
۹	رله سطح روغن کنسرواتور ترانسفورماتور		–				
۱۰	رله سطح روغن کنسرواتور تپچنجر		–				
۱۱	رله حرارتی روغن						
۱۲	رله حرارتی سیم‌پیچ اولیه						
۱۳	رله حرارتی سیم‌پیچ ثانویه						
۱۴	رله حرارتی سیم‌پیچ ثالثیه						
۱۵	سایر رله‌ها						

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۶۵ فرم آزمایش نسبت ترانسفورماتور و جریان بی‌باری و پیوستکی تپچنجر

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری	تعداد تپ	نوع تپچنجر	شرکت سازنده دایورتور سوئیچ

درجه حرارت روغن: درجه حرارت سیم پیچ: تست پیوستگی تپچنجر ON LOAD ☐ OK ☐ NOT OK ☐

☐ تایپ دستگاه نسبت تبدیل..... ☐ توسط برق ۲۲۰ ولت انجام شده است.

شماره تپ	مقدار ثابت K	V in	$\frac{1U-1N}{2u-2w}$	IA1 (mA)	V in	$\frac{1V-1N}{2v-2u}$	IA2 (mA)	V in	$\frac{1W-1N}{2w-2v}$	IA3 (mA)
۱										
۲										
۳										
۴										
۵										
۶										
۷										
۸										
۹										
۱۰										
۱۱										
۱۲										
۱۳										
۱۴										
۱۵										
۱۶										
۱۷										
۱۸										
۱۹										
۲۰										
۲۱										
۲۲										
۲۳										
۲۴										
۲۵										
۲۶										
۲۷										

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۶۶ فرم آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور (مقادیر برحسب GΩ)

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری

درجه حرارت روغن:	درجه حرارت سیم پیچ:

☐ آزمایش مقاومت عایقی بوسیله دستگاه میگر با تایپ ..... ولت انجام شده است.

Connection	Voltage test	R 60 sec	R15 sec	R(R60/R15)	10 MIN	1 MIN	PI(10 MIN /1 MIN)
HV - LV							
HV - G							
LV -G							
HV - TR							
LV -TR							
TR - G							
HV - CORE							
LV - CORE							
TR- CORE							
CORE - G							

آزمایش مقاومت عایقی برقگیرها: مقادیر برحسب GΩ

-	Phase A	Phase B	Phase C
HV			
LV			
TV			

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۶۷ فرم آزمایش تلفات عایقی tgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری

درجه حرارت روغن:	درجه حرارت سیم پیچ:

تایپ دستگاه تست (Three winding)

Mods Pos	Measures cap	Test lead			KV(N)	C(N)	%DF(N)	Cap(AVR) Pf	Pf(AVR) %
		Black	Red	Blue	KV(R)	C(R)	%DF (R)		
3	HL	H	L						
6	HL+ HG	H	L						
5	HG	H	L						
3	LT	L	T						
6	LT+LG	L	T						
5	LG	L	T						
3	HT	T	H						
6	HT+TG	T	H						
5	TG	T	H						
4	HG+ LG+TG	H+L+T	-						

جدول اعمال جریان تحریک

Pos	KV	mA
$H_1 H_0$		
$H_2 H_0$		
$H_3 H_0$		

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۶۸ فرم آزمایش تلفات عایقی tgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور- عمومی

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:		درجه حرارت سیم پیچ:				

تایپ دستگاه تست

Mods Pos	KV	tgδ	Cap(Pf)	Tgδ(20 .c)
USTA: CH-L				
GST GA : CH-G				
GSTA+B:CH-L+CH-G				
USTA: CL-H				
GST GA : CL-G				
GSTA+B:CL-H+CL-G				

اندازه‌گیری ظرفیت خازنی بوشینگها

Bushing Test	KV	tgδ	Cap(Pf)	Tgδ (20 .c)
H1				
H2				
H3				
H0				
L1				
L2				
L3				

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۶۹ فرم آزمایش تلفات عایقی tgδ و ظرفیت خازنی بوشینگ ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:		درجه حرارت سیم پیچ:				

تایپ دستگاه تست

Mods Pos	Measures cap	Test lead			KV(N) KV(R)	C(N) C(R)	Cap(AVR) Pf	Pf(AVR) %
		Black	Red	Blue				
3	H1	H1	TAP					
3	H2	H2	TAP					
3	H3	H3	TAP					
3	H0	H0	TAP					
3	X1	X1	TAP					
3	X 2	X 2	TAP					
3	X 3	X 3	TAP					
3	X 0	X 0	TAP					

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۰ فرم آزمایش تلفات عایقیtgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور Auto-two winding

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:		درجه حرارت سیم پیچ:				

تایپ دستگاه تست (Auto-two winding)

Mods Pos	Measures cap	Test lead			KV(N)	C(N)	%DF(N)	Cap(AVR) Pf	Pf(AVR) %
		Black	Red	Blue	KV(R)	C(R)	%DF (R)		
3	HT	H	T						
4	HT+ HG	H	T						
5	HG	H	T						
3	HT	L	H						
4	HT+ TG	L	H						
5	TG	L	H						
4	HG+ TG	H+L	-						

آزمایش بی باری جریان تحریک

Pos	KV	mA
H1 H0		
H2 H0		
H3 H0		

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۱ فرم آزمایش تلفات عایقیtgδ و ظرفیت خازنی ترانسفورماتور Two winding

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:		درجه حرارت سیم پیچ:				

Mods Pos	Measures cap	Test lead			KV(N)	C(N)	%DF(N)	Cap(AVR) Pf	Pf(AVR) %
		Black	Red	Blue	KV(R)	C(R)	%DF (R)		
3	HL	H	L						
4	HL+ HG	H	L						
5	HG	H	L						
3	HL	L	H						
4	HL+ HG	L	H						
5	LG	L	H						
4	HG+ LG	H+L	-						

تایپ دستگاه تست (Two winding)

آزمایش جریان تحریک

Pos	KV	mA
H1 H0		
H2 H0		
H3 H0		

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳–۷۲ فرم آزمایش مقاومت اهمی سیم‌پیچ ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری

درجه حرارت روغن:	درجه حرارت سیم پیچ:

شماره تپ	W1 – N			V1 - N			U1 – N		
	IA	R	R'	IA	R	R'	IA	R	R'
۱									
۲									
۳									
۴									
۵									
۶									
۷									
۸									
۹									
۱۰									
۱۱									
۱۲									
۱۳									
۱۴									
۱۵									
۱۶									
۱۷									
۱۸									
۱۹									
۲۰									
۲۱									
۲۲									
۲۳									
۲۴									
۲۵									
۲۶									
۲۷									

تایپ دستگاه تست ☐ توسط مدار DC ، ولت‌متر و آمپرمتر انجام شده است.

برحسب mΩ.

U2W2	V2W2	U2V2	Connection	LV

توضیحات.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳—۷۳ فرم آزمایش ترمومتر روغن ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:		درجه حرارت سیم پیچ:				

کنترل صحت عملکرد ترمومتر	دمای ترمومتر مرجع c.	۲۵ .c	۵۰ .c	۷۵ .c
	دمای ترمومتر تحت تست c.			
	درصد خطا			

Oil Temp . guge	فن‌ها			پمپ‌ها			ملاحظات
	عملکرد	Set 1	Set 2	عملکرد	Set 1	Set 2	
تنظیمات ترمومترها c.	وصل			وصل			
	قطع			قطع			
نتایج آزمایش	وصل			وصل			
	قطع			قطع			

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۴ فرم تقسیم شار مغناطیسی ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:			درجه حرارت سیم پیچ:			

سیم‌پیچ	ولتاژ تزریق‌شده (V)	جریان مغناطیس کننده mA	ولتاژ سیم‌پیچی‌های مقابل V		
			Phase a	Phase b	Phase c
Phase A					
Phase B					
Phase C					

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۵ فرم آزمایش گروه برداری سیم پیچ ترانسفورماتور

امور	سریال ترانسفورماتور	شماره ترانسفورماتور	ظرفیت	کارخانه سازنده	سال ساخت	گروه برداری
درجه حرارت روغن:			درجه حرارت سیم پیچ:			

جدول اعمال ولتاژ و قرائت ولتاژ در سایر ترمینالها

	u	v	w
U			
V			
W			

برای ترانسفورماتورهای ستاره مثلث : برای انجام تست ابتدا سرهای U و u باهم اتصال کوتاه می‌شوند و ولتاژ سه فاز به بوبین‌های HV اعمال می‌گردد.

در اتصال ستاره ـ مثلث Ww-Vw و Wv > Vv ⟸ Ynd11

در اتصال ستاره ـ مثلث Vw - Ww و Vv > Wv ⟸ Ynd5

در اتصال ستاره ـ مثلث Wv - Vv و Ww > Vw ⟸ Ynd7

در اتصال ستاره ـ مثلث Ww - Wv و Vw > Vv ⟸ Ynd1

توضیحات.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

۳- ۶- ۲- ضوابط سرویس ، تعمیر و نگهداری و آزمایش کلیدهای قدرت (بریکرها ، سکسیونرها)

هدف : سرویس ونگهداری و آماده سازی کلیدهای قدرت براساس رویه ها و ایجاد یکپارچه سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

شرح اقدامات: تعمیر و نگهداری و آماده سازی کلیدهای قدرت براساس دستورالعمل‌ها و فرمت‌ها و استانداردهای موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه ها ی تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. همچنین رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزش‌های مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص های مختلف و مورد نیاز الزامی هست.

هدف : سرویس و نگهداری و آماده‌سازی ترانسفورماتورهای قدرت بر اساس رویه‌ها و ایجاد یکپارچه سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

- عنوان

- جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری.
- آزمایشات کلیدهای قدرت.
- آزمایش های گاز SF6 .
- آزمایش سکسیونر و اورهال.
- بریکر SF6 با مکانیزم فنر (OUT DOOR).
- فیدر SF6 با مکانیزم فنر (IN DOOR).
- فیدر خلاء با مکانیزم فنر (IN DOOR) .
- سکسیونر (OUT DOOR).
- فرم آزمایشات.

جدول ۳-۷۶ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری کلیدهای قدرت

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	کلیدهای با محفظه گاز SF6 با مکانیزم فلزی (OUT DOOR)	۱ سال	
۲	کلیدهای با محفظه گاز SF6 با مکانیزم فلزی (IN DOOR)	۱ سال	
۳	کلیدهای با محفظه خلاء با مکانیزم فلزی (OUT DOOR)	۱ سال	
۴	کلیدهای با محفظه خلاء با مکانیزم فلزی (IN DOOR)	۱ سال	
۵	سکسیونر (IN DOOR)	۱ سال	
۶	سکسیونر زمین (IN DOOR)	۱ سال	
۷	سکسیونر (OUT DOOR)	۱ سال	
۸	سکسیونر زمین (OUT DOOR)	۱ سال	
۹	آزمایش فرامین از محل اتاق فرمان	۱ سال	

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱۰	آزمایش تایمینگ تست (زمان قطع و وصل)	۵ سال	در صورت نیاز کارفرما
۱۱	آزمایش مقاومت عایقی اینتراپتر	۳ سال	در صورت نیاز کارفرما
۱۲	آزمایش کنتاکت رزیستانس	۵ سال	در صورت نیاز کارفرما
۱۳	آزمایش نقطه شبنم گاز SF6 در کلیدهای گازی	۵ سال	در صورت نیاز کارفرما
۱۴	آزمایش خلوص گاز sf6 در کلیدهای گازی		در صورت نیاز کارفرما
	اورهال یا تعمیرات اساسی	دستورالعمل سازنده	در صورت نیاز کارفرما

الف) کلیات

تست و سرویس و آچارکشی تجهیزات، بررسی و سرویس کلیه متعلقات با توجه به فرمت (چک لیست) و رفع عیب از اشکالاتی که مشاهده شده است و انجام آزمایشات لازم بر اساس دوره تناوب تعمیرات، اطمینان از وضعیت هرگونه نشتی گاز SF6 ، هوا، روغن و سرویس و روانکاری قطعات متحرک در مکانیزم بریکر از مهمترین مواردی است که هنگام تعمیر و نگهداری با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده باید در نظر گرفته شود. قسمتهای ظاهری بریکر شامل ترمینالها، کیوبیکل (کماندها) و استراکچر بطور کامل بازدید، سرویس و از اشکالات احتمالی رفع عیب بعمل آید.

- آزمایش تایمینگ تست

زمان‌های بدست آماده در نتایج تست باید با مقادیر کارخانه‌ای مقایسه گردد و مقدار زمان تایمینگ هر فاز با سایر فازها نباید بیشتر از ۵ میلی ثانیه اختلاف داشته باشد. بدیهی است زمان قطع بریکرها کمتر از زمان وصل آنها است. (برای مثال زمان قطع کلیدهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت ساخت شرکت پارس سوئیچ حدود ۲۰ میلی ثانیه است و زمان وصل آنها حدود ۷۰ میلی ثانیه می باشد).

آزمایشات، زمان قطع O و زمان وصل C و زمان قطع و وصل OC و زمان قطع، وصل، قطع OCO معمولاً انجام می‌شود و به درخواست کارفرما یا نظر کارشناس متخصص انجام می‌گردد.

- آزمایش کنتاکت رزیستانس

مقادیر حاصله از نتایج تست با مقادیر کارخانه‌ای و دستورالعمل کارخانه سازنده مقایسه می‌شود. کلیدهایی که دارای خازن موازی با کنتاکت اصلی هستند طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، مقادیر آنها نیز اندازه‌گیری‌می شود.

- تست مقاومت عایقی

بین کنتاکتهای بریکر به منظور اطمینان از وضعیت عایق دی‌الکتریک و عدم وجود جریان نشتی در هنگام باز بودن کلید انجام می‌گرددکه این تست بین کنتاکتها و زمین نیز صورت می‌گیرد.

- تست حداقل ولتاژ اعمالی به تریپ کوئل و کلوزینگ کوئل

جهت اطمینان از سالم بودن تریپ کوئل و کلوزینگ کوئل کلیدها انجام می شود که اصولاً فرمان تریپ می‌بایست با حداقل ۴۰ ٪ ولتاژ DC پست وفرمان کلوز با حداقل ۵۰ ٪ ولتاژ DC پست قادر به تحریک کوئل مربوطه باشد.

روش انجام : جریان را به صورت تدریجی به تریپ کوئل و کلوزینگ کوئل تزریق یا اعمال کرده تا به آستانه عملکرد کلید قدرت برسیم و مقدار حداقل ولتاژی که باعث تحریک کوئل‌ها می‌گرددرا به عنوان حداقل ولتاژ عملکرد تریپ کوئل و کلوزینگ کوئل یادداشت می‌کنیم. این تست جزء تستهای سالیانه نمی باشد.

- فرمان از راه دور و نزدیک

در هنگام تعمیرات دوره‌ای کلید ها به عنوان آزمایش مسیر مدارات تریپ و کلوزینگ (و بطور کلی عملکرد کلید) انجام می‌گیرد.

ب)آزمایش دی الکتریک روغن

سیستم خاموش کننده جرقه در برخی از بریکرها روغن عایقی می‌باشد. روغن را قبل از تزریق به محفظه قطع باید تست نمود. بطور معمول مقاومت عایقی روغن قبل از تزریق به کلید باید یادداشت و در چک لیست نوشته شود، مقاومت عایقی باید بیش از 50 کیلو ولت، قدرت دی الکتریک داشته باشد (50KV در فاصله ۲,۵ میلی متر) .

- آزمایش میزان خلوص گاز SF6

به درخواست کارفرما انجام می‌گیرد که این کار به کمک آزمایشگاه‌های معتبر داخلی یا دستگاه‌های پرتابل قابل انجام است. در بعضی موارد به منظور اطمینان از سلامت گاز SF6 خریداری شده و در شرایطی که مدت زمان زیاد از بهره‌برداری کلید می‌گذرد یا به دلیل عملکردهای اتصال کوتاه غیر متعارف میزان خلوص گاز لازم است بررسی شود.

- آزمایش نقطه شبنم گاز (PPM) SF6

اندازه‌گیری میزان رطوبت گاز SF6 توسط دستگاه رطوبت سنج الکترولیتی صورت می‌گیرد. این دستگاه ممکن است نقطه شبنم آب موجود در گاز SF6 را برحسب تعداد ذرات در میلیون بر حسب حجم (PPM.V) یا تعداد ذرات در میلیون بر حسب وزن (PPM.W) را اندازه‌گیری کند یک PPM.W وزنی رطوبت در گاز SF6 معادل با 8/15 PPM.V حجمی رطوبت می‌باشد این آزمایش در زمانی که تجهیزات در حال بهره‌برداری می‌باشد نیز انجام پذیر است.

ج) سکسیونریا کلید غیرقابل قطع زیر بار

- سرویس و آچارکشی سکسیونر

بر اساس دوره تناوب سرویس و تعمیر و نگهداری انجام می‌گیرد و باز وبسته کردن سکسیونر، روانکاری آن به کمک روغن یا گریسکاری نقاط گریس‌خور (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده) تمیزکاری محل اتصالات شامل نری و مادگی (تیغه متحرک وثابت) و استفاده از گریس سیلیکون (گریس کنتاکت) در محل اتصالات، تمیز نمودن تابلو و در نهایت کلیه اقدامات مندرج در چک لیست در هنگام تعمیرات پیشگیرانه باید انجام شود.

- آزمایش کنتاکت رزیستانس

بر اساس برنامه و یا نیاز موردی لازم الاجرا است و مقادیر اندازه‌گیری شده باید با مقادیر کارخانه‌ای مقایسه گردد. البته درهنگام آزمایش محل اتصال به دستگاه تست و محکم بودن اتصال اهمیت دارد و قبلاً باید محل‌های مذکور تمیز گردند در هنگام سرویس و تعمیرات دوره‌ای نقاطی را که قبلاً توسط دوربین ترموویژن اعلام شده‌اند باید با دقت بررسی و رفع عیب نمود.

- تعمیرات اساسی بریکرها (اورهال)

در کلیدهای نسل قدیم مانند تمام روغن و نیمه روغنی به منظور بازدید از داخل تانک و کنتاکتها و تعویض روغن و در مورد کلیدهای از نوع بادی که معمولاً سیستم خاموش کننده جرقه و مکانیزم آنها از هوای فشرده استفاده می‌شود لزوم باز نمودن تمام قطعات کلید و بازدیدهای سالیانه از کنتاکتها و تعویض اورینگ و گاسگت‌ها بدیهی است ولی در مورد کلیدهای که سیستم خاموش کننده آنها از گاز SF6 می‌باشد این اتفاق به ندرت صورت می‌گیرد و براساس دستورالعمل کارخانجات سازنده پس از مدت زمان بیش از ۲۵ سال یا بعلت عملکرد بسیار بالا تحت جریانهای اتصال کوتاه نسبت به باز نمودن اینتراپتر اقدام می‌کنند، در صورتی که نشت گاز SF6 از کلید به حدی باشد که نتوان به روشهای ساده آن را رفع نمود ناچاراً اینتراپتر را باز نموده وگاسکت و اورینگ‌ها را تعویض می‌کنند. در بعضی موارد مکانیزم دچار مشکل اساسی می‌شود . این مکانیزم ممکن است از نوع فنری مانند BLGیا از نوع هیدرولیک مانند FR یا از نوع پنوماتیک مانند ELF با کمپرسور مربوطه باشد. اصولاً هر کاری که منجر به باز نمودن تعداد زیادی از قطعات کلید و همراه با تعویض و جایگزینی آنها باشد که مطمئناً تنظیمات مجدد کلید و آزمایشات تکمیلی را به دنبال دارد از نوع اورهال می‌باشد که در این خصوص لازم است از افراد مجرب و آموزش دیده و با استفاده از کاتالوگ ودستورالعمل کارخانه سازنده بریکر اقدام گردد. بعضی از قطعات مکانیزم مانند دشپاتها و تریپ و کلوزینگ یونیت‌ها در مکانیزم‌های فنری و درایو و سلونوئید و پایلوت ولوها وسیت ولوها در مکانیزم‌های پنوماتیک به علت کارکرد بالا زودتر فرسوده و دچار عیب می شوند لذا توجه به این بخش از کلیدها از اهمیت بیشتری برخوردار است.

جدول ۳-۷۷ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (Sf6 با مکانیزم فنر) Out Door

امور	پست	سطح ولتاژ	شماره بریکر	تایپ بریکر	تایپ مکانیزم	سریال مکانیزم	کارخانه سازنده

	شرح کار	وضعیت: انجام شد	وضعیت: انجام نشد	ملاحظات
اینترایترها	بررسی میزان فشار گاز SF6 و تنظیم آن و عدم نشتی در کلیه نقاط (گیج ، لوله ها و ...)			
	بازدید مقره ها از لحاظ آلودگی و نشتی و لب پریدگی			
	بررسی وضعیت نشان دهنده پل ها از نظر باز و بسته بودن			
	آچارکشی اتصالات HV ترمینال های ورودی و خروجی و کلمپ ها			
	شستشو و نظافت ظاهری			
مکانیزم و کماند	بازدید وبررسی دشپاتها از نظر عملکرد و عدم نشتی روغن و تنظیم بودن آن			
	بررسی و اطمینان از صحت کامل شدن کورس شارژ فنر و نشان دهنده آن			
	کنترل لینک ارتباطی مکانیزم به راد بریکر و اطمینان از محکم بودن مهره قفل کننده آن			
	کنترل نمراتور و تعداد قطع و وصل			
	بررسی روشنایی کماندها و میکروسوئیچ مربوطه			
	بررسی صحت عملکرد اینترلاکهای الکتریکی ومکانیکی			
	غبار روبی و تمیز کردن کماندها و مارشالینگ باکس با دمنده هوا			
	کلیه کنتاکتورها ، پوش باتون ها و متعلقات داخل کماند ، بررسی وسرویس شود			
	بررسی کماند از نظر فاقد زنگ زدگی ، آچارکشی ترمینال های داخل کماند و مارشالینگ باکس			
	بررسی وضعیت وصحت سوئیچ های کمکی ، میکروسوئیچ و لیمیت سوئیچ ها (آگزیلاری)			
	تریپ یونیت و کلوزینگ یونیت بررسی ،سرویس و در صورت نیاز تنظیم گردد			
	بررسی ترموستات و هیتر از نظر عملکرد صحیح و تنظیم ترموستات (در صورت نیاز)			
	انجام روان کاری و گریس کاری نقاط گریس خور (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
	بازدید و اطمینان از صحت آب بندی مارشالینگ باکس و کماند و گلند کابل ها			
	بررسی قفل و لولای کماند و جک درب در صورت وجود و کنترل اتصالات سیستم زمین			
	بازدید و آچارکشی اتصالات استراکچرها و زنگ زدگی و زمین متصل به آنها			
آزمایشات	آزمایش فرمان از راه دور ونزدیک به بریکر			
	آزمایش آلارم های spring charge ، indicition و.....			
	آزمایش اینترلاک قطع موتور بین شارژ دستی و موتوری (در صورت وجود)			
	آزمایش کنتاکت رزیستانس			
	آزمایش تایمینگ زمان قطع و وصل بریکر			
	آزمایش حداقل ولتاژ اعمالی به تریپ و کلوزینگ کوئل ها و جریان موتور شارژ فنر			
	تکمیل فرم های بازدید و نگهداری و به روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۸ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (Sf6 با مکانیزم فنر) IN Door

امور	پست	سطح ولتاژ	شماره بریکر	تایپ بریکر	تایپ مکانیزم	سریال مکانیزم	کارخانه سازنده

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
اینترلاپترها	بررسی میزان فشار گاز SF6 و تنظیم آن و عدم نشتی در کلیه نقاط (گیج ، لوله ها و ...)			
	بازدید مقره ها از لحاظ آلودگی و نشتی و لب پریدگی (نظافت ظاهری)			
	بررسی وضعیت نشان دهنده پل ها از نظر باز و بسته بودن			
	آچارکشی اتصالات HV ترمینال های ورودی و خروجی			
مکانیزم و کماند	بازدید وبررسی دشپاتها از نظر عملکرد و عدم نشتی روغن و تنظیم بودن آن			
	بررسی و اطمینان از صحت کامل شدن کورس شارژ فنر و نشان دهنده آن			
	کنترل نمراتور و تعداد قطع و وصل			
	بررسی روشنایی کماند و میکروسوئیچ مربوطه (در صورت وجود)			
	بررسی صحت عملکرد اینترلاکهای الکتریکی ومکانیکی			
	غبار روبی و تمیز کردن کماند با مکنده هوا			
	کلیه کنتاکتورها ، پوش باتون ها و متعلقات داخل کماند ، بررسی وسرویس شود			
	بررسی کماند از نظر فاقد زنگ زدگی وآچارکشی ترمینال های داخل کماند			
	بررسی وضعیت وصحت سوئیچ های کمکی ، میکروسوئیچ و لیمیت سوئیچ ها (آگزیلاری)			
	تریپ یونیت و کلوزینگ یونیت بررسی ،سرویس و در صورت نیاز تنظیم گردد			
	بررسی ترموستات و هیتر از نظر عملکرد صحیح و تنظیم ترموستات (در صورت وجود)			
	انجام روان کاری و گریس کاری نقاط گریس خور (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
	بررسی قفل و لولای کماند و جک درب در صورت وجود و کنترل اتصالات سیستم زمین			
	بازدید و آچارکشی اتصالات نگهدارنده و ریل و چرخها و قفل چرخها و روان کاری (در صورت وجود)			
آزمایشات	آزمایش فرمان از راه دور ونزدیک (در صورت وجود)			
	آزمایش آلارم های spring charge ، indicition و.....			
	آزمایش اینترلاک قطع موتور بین شارژ دستی و موتوری (در صورت وجود)			
	آزمایش کنتاکت رزیستانس			
	آزمایش تایمینگ زمان قطع و وصل بریکر			
	آزمایش حداقل ولتاژ اعمالی به تریپ و کلوزینگ کوئل ها و جریان موتور شارژ فنر			
	تکمیل فرم های بازدید و نگهداری و به روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۷۹ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (خلاء با مکانیزم فنر) IN Door

امور	پست	سطح ولتاژ	شماره بریکر	تایپ بریکر	تایپ مکانیزم	سریال مکانیزم	کارخانه سازنده

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
اینترلاپ ها	آچارکشی سلول و بررسی کپسول خلاء (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
	بازدید مقره ها از لحاظ آلودگی و نشتی و لب پریدگی (نظافت ظاهری)			
	بررسی وضعیت نشان دهنده پل ها از نظر باز و بسته بودن			
	آچارکشی اتصالات HV ترمینال های ورودی و خروجی			
مکانیزم و کماند	بازدید وبررسی دشپاتها از نظر عملکرد و عدم نشتی روغن و تنظیم بودن آن			
	بررسی و اطمینان از صحت کامل شدن کورس شارژ فنر و نشان دهنده آن			
	کنترل نمراتور و تعداد قطع و وصل			
	بررسی روشنایی کماند و میکروسوئیچ مربوطه (در صورت وجود)			
	بررسی صحت عملکرد اینترلاکهای الکتریکی ومکانیکی			
	غبار روبی و تمیز کردن کماند با مکنده هوا			
	کلیه کنتاکتورها ، پوش باتون ها و متعلقات داخل کماند ، بررسی وسرویس شود			
	بررسی کماند از نظر فاقد زنگ زدگی وآچارکشی ترمینال های داخل کماند			
	بررسی وضعیت وصحت سوئیچ های کمکی ، میکروسوئیچ و لیمیت سوئیچ ها (آگزیلاری)			
	تریپ یونیت و کلوزینگ یونیت بررسی ،سرویس و در صورت نیاز تنظیم گردد			
	بررسی ترموستات و هیتر از نظر عملکرد صحیح و تنظیم ترموستات (در صورت وجود)			
	انجام روان کاری و گریس کاری نقاط گریس خور (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
	بررسی قفل و لولای کماند و جک درب در صورت وجود و کنترل اتصالات سیستم زمین			
	بازدید و آچارکشی اتصالات نگهدارنده و ریل و چرخها و قفل چرخها و روان کاری (در صورت وجود)			
آزمایشات	آزمایش فرمان از راه دور ونزدیک (در صورت وجود)			
	آزمایش آلارم های spring charge ، indicition و.....			
	آزمایش اینترلاک قطع موتور بین شارژ دستی و موتوری (در صورت وجود)			
	آزمایش کنتاکت رزیستانس			
	آزمایش تایمینگ زمان قطع و وصل بریکر			
	آزمایش حداقل ولتاژ اعمالی به تریپ و کلوزینگ کوئل ها و جریان موتور شارژ فنر			
	تکمیل فرم های بازدید و نگهداری و به روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۸۰ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره‌ای کلیدهای قدرت (سکسیونر)

امور	پست	سطح ولتاژ	جریان نامی	شماره سکسیونر	تایپ مکانیزم	سریال مکانیزم	کارخانه سازنده

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
اینترلاپر	بازدید مقرها از لحاظ شکستگی و آلودگی و جدا سازی لانه پرنده ها			
	آچارکشی اتصالات HV ترمینال های ورودی و خروجی و کلمپ ها			
	سرویس و تمیزکاری تیغه های سکسیونر (نری ومادگی یا ثابت ومتحرک)			
	بررسی وضعیت نشاندهنده پل ها از نظر باز و بسته بودن			
	بازدید و بررسی صحت درگیر بودن کنتاکت ها در حالت بسته			
	شستشو و نظافت ظاهری			
مکانیزم و کماند	بررسی ترموستات و هیتر از نظر عملکرد صحیح و تنظیم ترموستات (در صورت وجود)			
	بررسی محورها ، مفاصل ، گیربکس و پیچ محدود کننده کورس حرکتی			
	بررسی روشنایی کماند و میکروسوئیچ مربوطه (در صورت وجود)			
	غبار روبی و تمیز کردن کماند با دمنده هوا			
	بررسی وضعیت وصحت سوئیچ های کمکی ، میکروسوئیچ و لیمیت سوئیچ ها (آگزیلاری)			
	کلیه کنتاکتورها ، پوش باتون ها و متعلقات داخل کماند ، بررسی وسرویس شود			
	بررسی کماند از نظر فاقد زنگ زدگی ، آچارکشی ترمینال های داخل کماند			
	بررسی قفل و لولای کماند (در صورت وجود)			
	کنترل اتصالات سیستم زمین به سکسیونر			
	انجام روان کاری و گریس کاری نقاط گریس خور (طبق دستورالعمل کارخانه سازنده)			
	اینترلاکهای الکتریکی ومکانیکی بررسی و کنترل شود			
	بازدید و اطمینان از صحت آب بندی کماند و گلند کابل ها			
	بازدید و آچارکشی اتصالات استراکچرها و زنگ زدگی و زمین متصل به آنها			
آزمایشات	آزمایش فرمان از راه دور ونزدیک به سکسیونر (در صورت وجود)			
	آزمایش کنتاکت رزیستانس			
	بررسی صحت عملکرد اینترلاک الکتریکی ما بین بریکر و سکسیونر			
	تکمیل فرم های بازدید و نگهداری و به روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات : .....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۸۱ فرم آزمایشات کلیدهای قدرت (بریکر و سکسیونر)

خط	پست	سطح ولتاژ	جریان نامی	شماره تجهیز	تایپ مکانیزم	سریال مکانیزم	کارخانه سازنده

بریکر	نوع خاموش کننده	SF6.....	خلاء .....
	نوع مکانیزم	فنری	
سکسیونر		سکسیونر.....	سکسیونر زمین.....

تایپ دستگاه تست Time TES (ms)

PHASE	OPEN 1	OPEN 2	CLOSE	CLOSE- OPEN
A				
B				
C				

تایپ دستگاه تست Contact Resistance

(μΩ)

PHASE	با اتصال کلمپ With Conevction	بدون اتصال کلمپ With Conevction
A		
B		
C		

تایپ دستگاه تست Megger test (MΩ)

PHASE	در حالت بسته به زمین phase to earth	پل در حالت باز IN TRUTER
A		
B		
C		
توضیحات:...		
نام و نام خانوادگی مسئول انجام کار: ساعت : تاریخ: امضاء:		

۳- ۶- ۳- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش پستهای GIS

هدف : سرویس و نگهداری و آماده سازی پستهای GIS بر اساس رویه‌ها و ایجاد یکپارچه‌سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌باشد.

شرح اقدامات : سرویس و نگهداری و آماده سازی پستهای GIS بر اساس دستورالعمل‌ها و فرمت‌ها و استاندارد های موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه‌های تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزش‌های مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص های مختلف و مورد نیاز شبکه تامین برق مترو خواهد بود.

جدول ۳–۸۲ جدول دوره تناوب سرویس ، تعمیر و نگهداری پستهای GIS

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	سرویس و آچارکشی تجهیزات پستهای GIS براساس برنامه ریزی سالیانهPM	یکسال	
۲	آزمایش فرامین رله‌های مکانیکی همزمان با برنامه‌های سالیانه PM	پنج سال	درصورت نیاز
۳	سایر آزمایشات مربوطه، دی الکتریک، رطوبت و خلوص گاز SF6	درصورت نیاز	

الف) کلیات

در این پستها به جای هوا، از گاز SF6 بعنوان عایق استفاده می‌شود. اینگونه پستها در همه سطوح ولتاژی ساخته می شوند. دراین پستها برخلاف پستهای معمولی جهت عایقی بین فازها و تجهیزات از گاز هگزا فلوئورید گوگرد (SF6) استفاده به عمل می‌آید که دارای خاصیت عایقی بهتری نسبت به هوا می‌باشد. وجود این عایق سبب می‌گردد تجهیزات پست بتوانند در فاصله اندک در کنار یکدیگر و در فضای بسته در یک کمپارت یا محفظه فلزی قرار گرفته که این امر سبب صرفه جویی قابل توجه در فضای اشغالی پست می‌گردد. عدم تاثیر پذیری تجهیزات پست از آلودگی‌های خارجی به دلیل قرار گرفتن هادی‌ها و سایر تجهیزات در داخل محفظه های بسته از مزایای این پستها می‌باشد. قابلیت اطمینان بالا، ایمنی در برابر ولتاژ تماس، نیاز به تعمیرات کم و عمر طولانی، کوتاه بودن زمان نصب و راه اندازی، قابلیت استقامت مکانیکی بالا در برابر زلزله، سرو صدای کمتر کلید قدرت به هنگام قطع و وصل از مزایای عمده این پست‌ها می‌باشد.

- گاز هگزا فلوئورید گوگرد (SF6)

به علت ساختار ویژه این گاز در صورتی که یک عمل تخلیه یا قوس الکتریکی در تجهیزات الکتریکی حاوی این گاز رخ دهد در اثر افزایش دما و انرژی آزاد شده در طول این پدیده، گاز SF6 مقدار زیادی از انرژی را جذب نموده و هرکدام از اتم های فلوئور موجود در گاز یک الکترون جذب نموده و از مولکول جدا می‌شوند بعد از اطفاء قوس الکتریکی مولکول تجزیه شده گاز به علت داشتن خاصیت بازگشت پذیری، مجدداً به حالت اولیه باز می‌گردد. این گاز یک گاز قوی گلخانه‌ای می‌باشد و مانند دیگر گازهای گلخانه‌ای برای محیط زیست مضر است.

توجه: به علت وزن بیشتر از هوا در صورتی که در یک محیط بسته رها شود در ارتفاع پایین قرار گرفته و اکسیژن را به بالا می‌راند و میتواند باعث خفگی شود.

با توجه به مطالب بالا برای جلوگیری از نشتیهای احتمالی باید فشار گاز SF6 تجهیزات پستها دائما کنترل شوند. تمام محفظه‌ها یک بار در زمان نصب با این گاز در فشار مشخص ۳ تا ۵ اتمسفر پر می شوند. در صورت افت فشار بیش از حد (بیش از ۱٪ در سال) احتمال وقوع شکست عایقی در محفظه‌ها بالا می رود. از این رو می‌توان با فشارسنج هایی که برای هر کمپارت در این پست‌ها نصب می شود به نشت این گازها پی برد. ضمناً برای یافتن محل نشتی نیز میتوان از روش سنتی (کف و صابون) و یا دوربین‌های لیزری به نام UVE استفاده کرد. میزان رطوبت قابل قبول در تجهیزات GIS برای بریکرها حداکثر تا 50 PPM وزنی و در سایر کمپارت‌ها تا 200 PPM وزنی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

- آزمایش میزان خلوص گاز SF6

به درخواست کارفرما انجام می‌گیرد که این کار به کمک آزمایشگاه های معتبر داخلی یا دستگاه‌های پرتابل قابل انجام است. در بعضی موارد به منظور اطمینان از سلامت گاز SF6 خریداری شده و در شرایطی که از زمان بهره‌برداری از تجهیزات یا کلید مدت زیادی می گذرد یا به دلیل عملکرد های اتصال کوتاه غیر متعارف میزان خلوص گاز لازم است بررسی شود.

- آزمایش نقطه شبنم گاز SF6 _ PPM

اندازه‌گیری میزان رطوبت گاز SF6 توسط دستگاه رطوبت سنج الکترولیتی صورت می‌گیرد. این دستگاه ممکن است نقطه شبنم آب موجود در گاز SF6 را برحسب تعداد ذرات در میلیون بر حسب حجم (PPM.V) یا تعداد ذرات در میلیون بر حسب وزن (PPM.W) را اندازه‌گیری کند یک (PPM.V) وزنی رطوبت در گاز SF6 معادل با 8/15 PPM.V حجمی رطوبت می‌باشد این آزمایش در زمانی که تجهیزات در حال بهره‌برداری می‌باشد نیز انجام پذیر است.

جدول ۳-۸۳ چک لیست سرویس و نگهداری پستهای GIS

خط	پست	شماره سریال	شماره تجهیز	کشور سازنده	کارخانه سازنده	سال ساخت
درجه حرارت محیط:				فشار گاز تجهیز:		

شرح کار			توضیحات		ملاحظات
			انجام شده	انجام نشده	
شستشو و نظافت ظاهری تجهیزات و بازدید مقره‌ها از لحاظ آلودگیف نشتی و لب‌پریدگی					
آچارکشی بوشینگ‌ها و ترمینالهای HV و کلمپها					
کنترل اتصالات سیستم اتصال زمین به تمامی قسمتهای GIS-GIB					
کنترل آگژیلاری و سرویس آنها و کنترل نمراتور و تعداد قطع و وصل بریکر					
فرمان از راه دور و نزدیک عملکرد الکتریکی و دستی سکسیونر و بریکر (در صورت وجود)					
بررسی اینترلاکهای الکتریکی و مکانیکی و روانکاری بازوهای متحرک سکسیونر و سکسیونر زمین					
تمیزکردن و غبار روبی کماندها و مارشلینگ باکسها با دستگاه مکنده هوا (جاروبرقی)					
کنترل عملکرد کلیه فیلترها و ترموستات ها و تنظیم ترموستات (در صورت نیاز)					
آچارکشی ترمینالهای داخل کماند کلید قدرت و مارشلینگ باکسها					
گریسکاری و روانکاری نقاط گریس خور (طبق دستورالعمل کاارخانه سازنده)					
کنترل عملکرد صحیح دنسیتی مونیتورها و کننترل فشار گاز SF6 و بازدید دریچه های انفجار					
بازدید اتصالات استراکچرها زنگ زدگی و زمین متصل به آنها					
تکمیل فرمهای بازدید و نگهداری بروز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات					
مکانیزه	فنر	بازدید دشبات از نظر عملکرد و نشتی روغن			
		بازدید کلاچ از نظر عملکرد			
توضیحات :...					
نام و نام خانوادگی مسئول انجام کار:		ساعت:	تاریخ:	امضاء:	

۳- ۶- ۴- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش باطری شارژر

هدف : سرویس و نگهداری و آماده سازی شارژر و باطری‌ها بر اساس رویه‌ها و ایجاد یکپارچه سازی در سرویس های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

شرح اقدامات : تعمیر و نگهداری و آماده سازی شارژر وباطری‌ها براساس دستورالعمل‌ها وفرمت‌ها و استانداردهای موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه‌های تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزشهای مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص‌های مختلف و مورد نیاز شبکه برق منطقه ای تهران.

جدول ۳-۸۴ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری شارژر و باطری

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	سرویس، تعمیر و نگهداری باطری‌ها	۳ ماه	
۲	آزمایش غلظت و ولتاژگیری باطری‌ها	۶ ماه	
۳	آزمایش جداسازی شارژر و پایداری باطری‌ها	۱ سال	
۴	آزمایش آلارم‌ها و سیگنال‌ها	۳ ماه	
۵	سرویس، تعمیر ونگهداری شارژرها	۶ ماه	

الف) کلیات

سیستم‌های ac و dc پستهای برق علی‌الخصوص باطری و شارژر نقش اساسی را در حفاظت وکنترل و پایداری شبکه به عهده دارند. یکی ازحساس ترین المانهای پستها، رله‌های حفاظتی بوده که مدار تغذیه آنها dc می‌باشد و اگر به هر دلیلی، حتی برای لحظه‌ای بسیار کوتاه مدار تغذیه آنها قطع گردد، احتما ل بروز حادثه‌ای جبران ناپذیر به دنبال خواهد داشت.

علی رغم تجهیز مدارات رله‌های حفاطتی به سیستم آلارم، لزوم تعمیر و نگهداری و نظارت مستمر بر این سیستم‌ها امری بدیهی است. (چک لیست تعمیر و نگهداری)

سرویس شارژرها و باطری‌ها جهت جلوگیری از کاهش عمر این تجهیزات و اطمینان از سلامت آنها براساس چک لیست تهیه شده و یا دستورالعمل شرکت سازنده انجام می‌گیرد.

آزمایشات: باطری و شارژر مانند غلظت سنجی سلها ، ولتاژگیری آنها، جدا سازی باطری‌ها از شارژر جهت اطمینان از پایداری آنها، جابجایی شارژر ۱ و ۲ و چنج آور و کنترل آلارم‌ها و سیگنال‌ها نیز با توجه به دوره تناوب سرویس و نگهداری و یا دستورالعمل شرکت سازنده انجام می‌گیرد.

جدول ۳-۸۵ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای شارژرها

امور	پست	شماره شارژر	تایپ شارژر	ولتاژخروجی	جریان خروجی	کارخانه سازنده

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
تابلو شارژر	بررسی و بازدید تهویه ، روشنایی ، هیترها فیوزها و نشان دهنده ها و سیستم زمین			
	بررسی سیستم آب بندی تابلو جهت جلوگیری از ورود گردوغبار			
	سرویس و نظافت کارتهای مربوط به شارژر و تابلو شارژر			
	کنترل دستگاه های اندازه گیری ورودی وخروجی و میترهای نشان دهنده			
	بررسی عملکرد شارژر در حالت شناور وسریع boost –flot			
	کنترل جریان بار و باطری ها			
	تست و کنترل آلارمهای شارژر			
آزمایشات	بررسی و امکان پارالل نمودن شارژرهای ۱و۲ و cheng over swith			
	ایزوله نمودن شارژر و کنترل ولتاژ خروجی			
	آزمایش آلارم ها وسیگنا لها			
	تکمیل فرم های بازدید ونگهداری وبه روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات:.....
.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۸۶ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای باطری ها

امور	پست	شماره ست باطری	ظرفیت (آمپرساعت)	ولتاژباطری	کارخانه سازنده
نوع باطری	اسیدی ☐	بازی ☐	سیلدی ☐		

	شرح کار	وضعیت: انجام شد	وضعیت: انجام نشد	ملاحظات
باطریها	بررسی تهویه اتاق ، روشنایی ، وسایل ایمنی(لوله آب ، دستکش ، روپوش ، چکمه)			
	بازدید ظاهری باطری ها از نظر سالم بودن و سرویس آنها وعاری از هرگونه سولفاته			
	آچارکشی اتصالات و استفاده از گریس یا وازلین در محل اتصالات			
	تعویض سل معیوب			
	کنترل سیستم حرارتی باطریخانه			
	بررسی محکم بودن مجموعه باطریها جهت تمهیدات زلزله و کنترل سیستم اتصال زمین			
	کنترل شماره باطریها (نصب شماره در صورت نیاز)			
	کنترل منافذ درب هر باطری جهت خروج گازهای داخل باطری			
	کنترل آب باطریها (الکتولیت) و درصورت نیاز اضافه نمودن آب باطری			
آزمایشات	آزمایش و کنترل غلظت یا چگالی باطریها			
	آزمایش و کنترل ولتاژ باطریها			
	ایزوله نمودن باطریها جهت اطمینان از پایداری باطریها			
	تکمیل فرم های بازدید ونگهداری وبه روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات:.....

.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۸۷ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای باطری - آزمایش غلظت / ولتاژ

امور	پست	شماره ست باطری	ظرفیت (آمپرساعت)	ولتاژ باطری	کارخانه سازنده

دمای محیط	ساعت	جریان شارژ	جریان دشارژ

نوع آزمایش: شارژ اولیه ☐ کنترل ظرفیت ☐ کنترل ظرفیت ۶۰٪ ☐ مرحله شارژ ☐ مرحله دشارژ ☐ اندازه گیری مقادیر ☐

نوع باطری اسیدی ☐ بازی ☐ سیلدی ☐

ردیف	ولتاژ	غلظت	ردیف	ولتاژ	غلظت	ردیف	ولتاژ	غلظت	ردیف	ولتاژ	غلظت
۱			۳۲			۶۳			۹۴		
۲			۳۳			۶۴			۹۵		
۳			۳۴			۶۵			۹۶		
۴			۳۵			۶۶			۹۷		
۵			۳۶			۶۷			۹۸		
۶			۳۷			۶۸			۹۹		
۷			۳۸			۶۹			۱۰۰		
۸			۳۹			۷۰			۱۰۱		
۹			۴۰			۷۱			۱۰۲		
۱۰			۴۱			۷۲			۱۰۳		
۱۱			۴۲			۷۳			۱۰۴		
۱۲			۴۳			۷۴			۱۰۵		
۱۳			۴۴			۷۵			۱۰۶		
۱۴			۴۵			۷۶			۱۰۷		
۱۵			۴۶			۷۷			۱۰۸		
۱۶			۴۷			۷۸			۱۰۹		
۱۷			۴۸			۷۹			۱۱۰		
۱۸			۴۹			۸۰			۱۱۱		
۱۹			۵۰			۸۱			۱۱۲		
۲۰			۵۱			۸۲			۱۱۳		
۲۱			۵۲			۸۳			۱۱۴		
۲۲			۵۳			۸۴			۱۱۵		
۲۳			۵۴			۸۵			۱۱۶		
۲۴			۵۵			۸۶			۱۱۷		
۲۵			۵۶			۸۷			۱۱۸		
۲۶			۵۷			۸۸			۱۱۹		
۲۷			۵۸			۸۹			۱۲۰		
۲۸			۵۹			۹۰			۱۲۱		
۲۹			۶۰			۹۱			۱۲۲		
۳۰			۶۱			۹۲			تست پایداری ولتاژ باطری ها		
۳۱			۶۲			۹۳				ولتاژ	زمان(دقیقه)
											۰
											۵
											۱۰
											۱۵
											۲۰
											۲۵
											۳۰

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار :

ساعت : تاریخ : امضاء :

۳- ۶- ۵- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری سیستم زمین

هدف : سرویس و نگهداری و آماده سازی سیستم زمین بر اساس رویه‌ها و ایجاد یکپارچه‌سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

شرح اقدامات : تعمیر و نگهداری و آماده سازی سیستم زمین بر اساس دستورالعمل‌ها و فرمت‌ها و استانداردهای موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه‌های تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزشهای مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص‌های مختلف ومورد نیاز شبکه برق منطقه ای تهران.

الف) کلیات

یکی از پارامترهای مهم در هنگام طراحی پستهای برق، سیستم زمین می‌باشدکه برای حفاظت از جان و سلامت پرسنل وکارکرد صحیح تجهیزات در نظر گرفته می شود. محاسبه و طراحی سیستم مش و بدست آوردن مقاومت اهمی زمین در حد استاندارد جهت کاهش مقدار ولتاژ تماس و قدم و همچنین کاهش مقاومت اهمی زمین پست در دستور کار طراحان و مشاورین است. اما انجام آزمایشات دوره‌ای برای اطمینان از پایدار بودن شبکه زمین و اطمینان از پیوستگی زمین تجهیزات و استراکچرها قسمتی از برنامه های تعمیر و نگهداری می باشد. پس از گذشت چند سال از نصب پست و تغییرات رطوبت و دما و اجزاء تشکیل دهنده خاک و همچنین امکان بوجود آمدن آثار جرقه و ذوب شدگی اتصالات، احتمال اینکه مقاومت اهمی شبکه زمین و یا محل اتصال تجهیزات به شبکه زمین افزایش یابد وجود دارد. بنابر این بازدید فنی از کلیه اتصالات و آچارکشی آنها طی یک دوره تعمیراتی برای هر پست الزامی است. انجام آزمایش مقاومت اهمی شبکه (مش) توسط دستگاه مخصوص و براساس برنامه های دوره ای تعمیرات نیز باید انجام گیرد. اطمینان از پیوسته بودن اتصال زمین هر تجهیز نیز بسیار اهمیت داشته و گروه‌های اجرایی باید به این موضوع توجه نمایند. فرمت و تست شیت مربوط به تعمیر و نگهداری سیستم زمین پست و تجهیزات نیز باید تکمیل و برای سوابق نگهداری گردد.

جدول ۳–۸۸ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری سیستم زمین

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	سرویس، تعمیر ونگهداری سیستم زمین	۱ سال	
۲	آزمایش مقاومت اهمی و اطمینان از پیوستگی زمین	۵ سال	در صورت نیاز

جدول ۳-۸۹ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای سیستم زمین

امور	پست	آرایش زمین	سطح ولتاژ	مساحت تقریبی زمین

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
بازدید و آچارکشی	بازدید واطمینان از محکم بودن اتصالات تجهیزات به شبکه زمین وآچار کشی نقاط اتصال			
	بازدید اتصالات استراکچرها و زنگ زدگی و زمین متصل به آنها			
	رفع آثار هرگونه جرقه یا ذوب شدگی از محل اتصالات			
	رفع هرگونه پوسیدگی یا لاشگی سیم از کلیه اتصالات (قابل روئیت)			
	کنترل اتصالات زمین ترانسها و CVT – PT – CT وبرقگیرها به طورخاص			
آزمایش	آزمایش مقاومت سیستم زمین (مش)			
	اطمینان از پیوستگی الکتریکی اتصالات تجهیزات به زمین			
	تکمیل فرم های بازدید ونگهداری وبه روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات:.....
.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

جدول ۳-۹۰ نگهداری و تعمیرات دوره ای سیستم زمین - آزمایش شبکه زمین

امور	پست	آرایش زمین	سطح ولتاژ	شرایط جوی	مساحت تقریبی زمین

آزمایش مقاومت شبکه زمین با دستگاه تایپ..... انجام شده است.

ردیف	محل اندازه گیری	مقاومت زمین mΩ
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		
۹		
۱۰		

توضیح: روش اندازه گیری بر اساس دستورالعمل وکاتالوگ دستگاه تست انجام شود.

توضیحات:.....
.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : **ساعت :** **تاریخ :** **امضاء :**

۳- ۶- ۶- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری و آزمایش تابلوهای AC – DC

- ضوابط سرویس، تعمیر و نگهداری تابلوهای AC – DC

هدف : سرویس و نگهداری و آماده سازی سیستم زمین بر اساس رویه ها و ایجاد یکپارچه سازی در سرویس‌های دوره‌ای و به طبع آن افزایش قابلیت اطمینان، بالا بردن عمر تجهیزات و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می باشد.

شرح اقدامات : تعمیر و نگهداری و آماده سازی سیستم زمین بر اساس دستورالعمل‌ها و فرمت‌ها و استانداردهای موجود و ضرورت در نظر گرفتن الزاماتی مانند دستگاه‌های تست، تعداد پرسنل مجرب (با تایید کارفرما یا مشاور) و با در نظر

گرفتن بازه‌های زمانی انجام بازدید و سرویس و آزمایشات و پس از آن نیز ارزیابی مجدد بر مبنای نیازهای بهره‌برداری، تغییرات لازم در برنامه های PM نیز اعمال گردد. رعایت اصول ایمنی، حفاظت و بهداشت کار تحت نظر کارشناس ایمنی توأم با آموزش‌های مستمر در خصوص اصول ایمنی و تخصص های مختلف و مورد نیاز شبکه برق منطقه ای تهران.

کلیات تابلوهای AC – DC وظیفه تقسیم و تأمین برق را به قسمتهای کنترلی و حفاظتی دارند. این تابلوها که در اتاق فرمان نصب هستند دارای شمش، کلید، رله و سایر متعلقات بوده و ضروری است سالیانه ضمن بازدید از وضعیت داخل آنها تحت سرویس، تعمیر و نگهداری قرار گیرند. مسیرهای ورودی و خروجی کابل‌ها که محل عبور و نفوذ گرد خاک حیوانات موذی می‌باشند، روشنایی تابلو، آب‌بندی درب تابلو، قفل و لولا و آب‌بند بودن گلندها، کلیدهایAC – DC ، فیوزها و کلیه متعلقات درون تابلو باید سالیانه بررسی، سرویس، کنترل و در صورت نیاز آزمایش شوند.

جدول ۳–۹۱ جدول دوره تناوب تعمیر و نگهداری تابلو های AC – DC

ردیف	شرح فعالیت	دوره تناوب	ملاحظات
۱	سرویس، تعمیر ونگهداری تابلوهایAC-DC	۶ ماه	
۲	آزمایش فیوزهای حفاظتی مدارات AC-DC	۱ سال	
۳	بررسی و کنترا دستگاه‌های اندازه‌گیری AC-DC	۱ سال	

جدول ۳–۹۲ چک لیست نگهداری و تعمیرات دوره ای تابلو های AC–DC

امور	پست	شماره یا نام تابلو	شماره سریال	کارخانه سازنده

نوع تابلو			محل نصب تابلو	
	☐DC	☐ AC	☐OUT DOOR	☐IN DOOR

	شرح کار	وضعیت		ملاحظات
		انجام شد	انجام نشد	
تابلوها	بررسی وضعیت ظاهری ، سرویس و غبار زدایی			
	سرویس و روانکاری کلیدهای مصرف داخلی (در صورت وجود)			
	آچار کشی اتصالات و ترمینال ها وبررسی عدم هرگونه سوختگی سیم یا فیوز			
	بررسی عملکرد صحیح کلیدها وفیوزهای تامین کننده مدارات و نشان دهنده ها			
	صحیح بودن توالی فاز جهت تغذیه تجهیزات با مصرف کننده سه فاز			
	بررسی اینترلاکها ، آلارمها (در صورت وجود)			
	بررسی اتصال زمین تابلوها ، آب بندی و زنگ زدگی تابلو			
	بررسی مدار روشنایی و کلید مربوطه و هیتر و ترموستات تابلو			
	بررسی آب بندی گلند کابلها و منافذ کف تابلو و رفع منافذ			
	تمیزکاری و غبار روبی تابلوها با دمنده هوا (OUTDOOR)			
	تمیزکاری و غبار روبی تابلوها با مکنده هوا (INDOOR)			
	بررسی ولتمتر، آمپرمتر تابلو وصحت عملکرد میترهای آن (در صورت وجود)			
آزمایش	آزمایش رله های حفاظتی (در صورت وجود)			
	تکمیل فرم های بازدید ونگهداری وبه روز رسانی نقشه ها در صورت تغییرات			

توضیحات:.....
.....

نام ونام خانوادگی مسئول انجام کار : ساعت : تاریخ : امضاء :

۳- ۶- ۷- ضوابط سرویس ، تعمیر و نگهداری و آزمایش رله های حفاظتی

هدف: حفاظت سریع و مطمئن شبکه برق مترو، نه تنها از منظر حداقل نمودن خسارت به تجهیزات موجود بلکه از نظر پایداری تامین برق مترو نیز حائز اهمیت است. عدم عملکرد صحیح رله های حفاظتی و یا وجود نقص و ضعف در منطق عملکرد آنها می تواند منجر به بروز حادثه شود. عدم شناسایی موارد ضعف و عیوب نهان رله های حفاظتی و ضعف در عملکرد آنها در زمان بروز حوادث میتواند باعث گسترش تبعات حادثه و در مواردی به مخاطره افتادن امنیت و پایداری شبکه گردد. برای جلوگیری از این موضوع می‌بایست عملکرد رله های حفاظتی با انجام تست‌های متفاوتی در طول مراحل توسعه، راه اندازی و تعمیر و نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفته تا بتوان اطمینان حاصل کرد که رله های موجود الزامات عمومی مانند تشخیص صحیح خطا، سرعت پاسخ و حداقل نمودن اختلالات در سیستم قدرت را دارا می باشند.
شرح اقدامات : تعیین تست های مدنظر جهت انجام در دوره های زمانی مشخص شده برای رله های خطوط 63KV شبکه و یکسان سازی و استاندارد نمودن روش انجام تست های مدنظر.
کلیات)

انجام تستهای حفاظت دیستانس و واحدهای جانبی آن نظیر SOTF ، VTF، AR و غیره.

انجام تستهای حفاظت اضافه جریان و ارت فالت غیر جهتی و جهتدار.

انجام تستهای حفاظت اضافه/ کاهش ولتاژ.

انجام تستهای حفاظت دیفرانسیل امپدانس پایین و امپدانس بالا.

انجام تستهای حفاظت CBF.

انجام ایجاد تست شیتهای استاندارد برای رله های حفاظتی دیستانس، دیفرانسیل، اضافه جریان.

تعاریف)

الف- حفاظت اصلی : (Main Protection) حفاظتی است که برای پاک نمودن خطا دارای تقدم است.

ب- حفاظت پشتیبان : (Backup Protection) حفاظتی است که در صورت عدم موفقیت حفاظت اصلی یا کلید قدرت مربوطه در پاکسازی خطا، وظیفه پاک نمودن خطا را برعهده دارد. حفاظت پشتیبان معمولاً دارای تأخیر زمانی نسبت به حفاظت اصلی می باشد.

ت- زون حفاظتی : (Protecton Zone) ناحیهای از شبکه یا تجهیزات است که حفاظت از آن به رله واگذار شده است.

ث- زمان پاک شدن خطا :(Clearance Time) فاصله زمانی از لحظه وقوع خطا تا لحظه نهایی قطع جریان خطا توسط کلید قدرت است. این زمان شامل زمان عملکرد رله، زمان عملکرد رلههای تریپ و کمکی و زمان باز شدن کلید قدرت است.

ج- زمان عملکرد رله: به فاصله زمانی بین لحظه وقوع خطا تا بسته شدن کنتاکتهای تریپ رله اطلاق میشود.

ح- زمان عملکرد رلههای تریپ و کمکی: زمانی که طول میکشد تا رلههای کمکی و تریپ سیگنال تریپ را از رله اصلی دریافت نموده و سیگنال لازم جهت باز نمودن کلید قدرت را ارسال نمایند.

خ- زمان باز شدن کلید قدرت: عبارت است از کل زمانی که صرف میشود تا مکانیزم عمل کننده، کنتاکت های کلید را باز کند و جرقه خاموش شود.

د- قابلیت اتکا : (Dependability) سیستم حفاظتی در زمانی که به آن نیاز است، عملکرد مناسب و صحیح داشته باشد.

ذ- امنیت : (Security) سیستم حفاظتی در زمانی که به آن نیاز نیست، عمل نکند.

ر- قدرت تمایز : (Selectivity) توانایی سیستم حفاظتی در تشخیص ناحیه معیوب و جداسازی حداقل ناحیه از شبکه به طوری که خطا پاک شود. به عبارت دیگر قدرت تمایز به معنای عدم عملکرد به ازای خطای خارج از زون حفاظتی رله است.

ز- انتقال تریپ : (Transfer Trip) یک طرح حفاظتی است که یک سیگنال منطقی را از یک محل دوردست دریافت میکند و کلید محلی را تریپ میدهد.

س- سیگنال بلاککننده : (Blocking Signal) سیگنالی که از عملکرد رله ممانعت مینماید. به عنوان مثال، در هنگام وصل مجدد تکفاز باید عملکرد حفاظت عدم هماهنگی پلهای (Pole Discordance) بلاک گردد.

ش- حفاظت در مقابل بسته شدن کلید قدرت روی خطا : (Switch On To Fault) یک طرح حفاظتی است که کلید قدرت را در صورت بسته شدن روی خطای اتصال کوتاه به صورت آنی تریپ می دهد.

ص- وصل مجدد تکپل : (Single Pole Reclosing) یک طرح منطقی است که به سیستم حفاظت اجازه میدهد که هر یک از پلهای کلید قدرت را جداگانه قطع و وصل نماید، به نحوی که در مواقع بروز خطاهای اتصال کوتاه تکفاز به زمین در خط انتقال، فقط فاز دچار خطا برای مدت زمان کوتاهی (زمان مرده ۱) ایزوله گردد.

ض- وصل مجدد سهپل : (Three Pole Reclosing) در این طرح، قطع و وصل کلید قدرت به صورت سهپل انجام میشود. وصل مجدد سهپل میتواند برای انواع خطاهای اتصال کوتاه اعم از تکفاز و چند فاز صورت پذیرد. اما، در شبکه انتقال ایران، به طور کلی وصل مجدد فقط برای خطای اتصال کوتاه تکفاز به زمین مجاز است.

ط- به روز رسانی (Firmware) : جایگزین نمودن Firmware فعلی رله با نسخه جدیدتر که توسط کارخانه سازنده ارائه شده است.

ظ- زمان : Pre-Fault مدت زمان تزریق سیگنالهای ولتاژ و جریان قبل از اعمال شرایط خطا میباشد.

ع- زمان : Post-fault مدت زمان تزریق سیگنالهای ولتاژ و جریان بعد از اعمال شرایط خطا میباشد.

غ- مجری تست: کارشناس یا تکنسین حرفه ای آموزش دیده در رشته برق که مسئولیت اجرای تست رله های حفاظتی را بر عهده دارد.

ف- ناظر تست: فردی با تحصیلات دانشگاهی در رشتهٔ برق، خبره و باتجربه که مسئولیت نظارت بر تمامی مراحل تست را بر عهده دارد.

اختصارات)

جدول ۳-۹۳ جدول اختصارات در سیستم های حفاظتی

AR	Auto Recloser
CB	Circuit Breaker
CBF	Circuit Breaker Failure
CT	Current Transformer
CVT	Capacitive Voltage Transformer
DC	Direct Current
DEF	Directional Earth Fault
DTT	Direct Transfer Trip
FL	Fault Locator
PD	Pole Discordance
POTT	Permissive Over reaching Transfer Trip
PSB	Power Swing Blocking
PT	Potential Transformer
PUTT	Permissive Under reaching Transfer Trip
REF	Restricted Earth Fault
SOTF	Switch on to Fault
TOR	Trip on Reclose
TMS	Time Multiplier Setting
VT	Voltage Transformer
VTS	Voltage Transformer Supervision
VTFF	VT Fuse Failure

جدول ۳-۹۴ فاصله زمانی تست های دوره ای بر حسب نوع رله حفاظتی

نوع رله	دوره زمانی تست	شرح موارد کلی تست
الکترومکانیکی و استاتیکی	- در زمان نصب و راه‌اندازی - در اولین سال پس از نصب و راه‌اندازی - پس از اولین سال، هر ۲ سال یک‌بار - پس از تغییر در مدارات رله، تعمیرات اساسی رله و اصلاح تنظیمات	- تست صحت تنظیمات - تست توابع رله (Function Test) - تست کلیه مدارات سیستم حفاظتی از محل رله تا کلید و تجهیزات مرتبط - تست اینترلاک‌ها به‌صورت کامل - تست سیستم تله‌پروتکشن به صورت کامل
نیومریکال (میکروپروسسوری)	- در زمان نصب و راه‌اندازی - در اولین سال پس از نصب و راه‌اندازی - پس از اولین سال، هر ٤ سال یک‌بار - در رله‌های نیروگاهی پس از انجام تعمیرات اساسی (اورهال) هر واحد - پس از تغییر در مدارات رله، تعمیرات اساسی رله، اصلاح تنظیمات و پیکره‌بندی رله	

۴- فصل چهارم

معیارهای تحویل گیری، بهره‌برداری و نگهداری پست‌های SCADA/PCC

۴- ۱-مقدمه

این مدرک به عنوان ضوابط تحویل‌گیری و نگهداری سیستم POWER SCADA در پروژه های قطار شهری به منظور ارائه مبانی و الزامات اولیه تحویل‌گیری و نگهداری سیستم POWER SCADA تهیه گردیده است. این مدرک بایستی در کنار شرایط عمومی و خصوصی پیمان، مشخصات فنی و خواسته های کارفرما بکارگرفته شود. بدیهی است انجام فرآیند تحویل و نیز فرایند نگهداری سیستم اسکادا با توجه به کلیت موارد یاد شده انجام می‌پذیرد.

با توجه به ماهیت سیستم هایی نظیر اسکادا دارای تنوع تجهیزات و تنوع فناوری و نیز نقش محوری نرم افزار در کنار سخت افزار می‌باشد سعی گردیده است که موارد اصلی و پایه در این مدرک مورد اشاره قرار گیرد و چارچوبی برای تدوین و رسیدگی به اسناد کامل و فرآیند های مورد نیاز برای تامین کنندگان، پیمانکاران، مهندسین مشاور و کارفرمایان ارائه گردد.

۴- ۲-اختصارات

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	***سیستم نظارت ، کنترل و جمع آوری داده***
DCS (Discrete Control System)	***سیستم کنترل توزیع شده***
PLC (Programmable Logic Controller)	***کنترل کننده با منطق برنامه پذیر***
HMI (Human Machine Interface)	***واسطه بین انسان و ماشین***
BAS (Building Automation System)	***سیستم اتوماسیون ساختمان***
FAS (Fire Alarm System)	***سیستم اعلام حریق***
DCU (Direct control Unit)	***واحد کنترل مستقیم***
RTU (Remote Terminal Unit)	***واحد کنترل از راه دور***
GUI (Graphical User Interface)	***واسط کاربر گرافیکی***
E&M (ELECTRICAL & MECHANICAL)	***تجهیزات الکتریکی و مکانیکی***
LPS (Lighting & Power Substation)	***پست روشنایی و توان***
TPS (Traction Power Substation)	***پست توان کشش***
RS (Rectifier Substation)	***پست یکسوساز (مترادف TPS)***
RIC	***جداکننده کنترل شده از راه دور***
HVS (High Voltage Substation)	***پست ولتاژ بالا***
GIS (Gas Insolation Substation)	***پست با عایق گازی***
I/O (Input / Output)	***ورودی / خروجی***

MSN (Multi Service Network)	***شبکه مخابراتی با سرویس دهی چندگانه***
OCC (Operation Control Center)	***مرکز کنترل عملیات***
TCC (Traffic Control Center)	***مرکز کنترل ترافیک***
AFC (Automatic Faire Collection)	***سیستم کسب درامد اتوماتیک (بلیط فروشی)***
EMC (Electro Manganic Compatibility)	***سازگاری الکترو مغناطیسی***

۴- ۳-استانداردها

استانداردهای مورد استفاده در خصوص سیستم SCADA که مشتمل بر مشخصات فنی تجهیزات از نظر شرایط محیطی، ایمنی ، EMC پروتکل‌های ارتباطی و کنترل کیفی است در جدول ۲ آورده شده است.

Reference	Title
EN 50126	Railway Applications – The Specifications and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).
EN 50128	Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems.
EN 50159	Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Safety– related Communication in Transmission Systems.
IEC 61508	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems (E/E/PE, or E/E/PES)
IEC 60870-5	Tele control equipment and systems - Part 5: Transmission protocols.
IEC 60870-6	Tele control equipment and systems - Part 6: Tele control protocols compatible with
IEC 61131	Programmable Logic Controllers (PLC).
EN 60721	Classification of Environmental Conditions.
EN 61000-6-2	Electromagnetic Compatibility, Part 6-2: Generic Standards, immunity for Industrial Environments.
EN 61000-6-4	Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards: Emission Standards for Industrial Environments.
IEC 60529	Degree of Protection Provided by Enclosures – IP Code

Reference	Title
IEC 61000-4-5	Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4: Testing and Measurement Techniques, Section 5: Surge Immunity Test.
ISO/IEC 11801	Information Technology – Generic cabling for customer premises.
EN 50174 Part 1	Information Technology – Cabling Installation – Specification and Quality Assurance.
EN 50174 Part 2	Information Technology – Cabling Installation – Installation, Planning and Practices
EN 50310	Application of Equipotent Bonding and Earthing in Buildings with Information
EN ISO 9000-3	Quality management and quality assurance standards- Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
ISO 10007	Quality management – Guidelines for configuration management.

۴- ۴-بررسی اجمالی سیستم Power SCADA

۴- ۴-۱- عملکرد سیستم Power SCADA

سیستم های SCADA به منظور نظارت، جمع آوری دادها و کنترل از راه دور بر سایر سیستم ها و تجهیزات بکار گرفته می‌شوند. و باعث تسهیل عملیات بهره برداری، مدیریت، تشخیص و رفع خرابی بخصوص در شرایطی که تجهیزات و اجزای سیستم دارای پراکندگی جغرافیایی بوده ولی عملکرد یکپارچه آنها مورد نظر است، می‌گردد.

در حمل نقل ریلی شهری با توجه به اهمیت حیاتی سیستم تامین توان، سیستم SCADA به طور اختصاصی برای نظارت و کنترل سیستم تامین توان بکار گرفته و بطور معمول تجهیزات فرمان محلی که در محل پست ها قراردارد نیز بعنوان بخشی از این سیستم در نظر گرفته می‌شود و همچنین برای عملیات نظارت و کنترل سایر تجهیزات در مترو از سیستم BAS یا BMS استفاده می‌گردد. از این رو این سیستم در واقع Power SCADA و یا Power DCS نامیده می‌شود.

سیستم Power SCADA برای تامین اهداف و خواسته های ذیل بکار گرفته می‌شود؛

- مشاهده وضعیت اجزای مختلف شبکه تامین توان.
- مشاهده تمامی اتفاقات سیستم تامین توان (تاخروجی پست ها).
- ذخیره سازی اتفاقات شبکه برق.
- امکان صدور فرامین مورد نیاز به تجهیزات.

- ذخیره سازی و گزارش‌گیری از اتفاقات و فرامین و وضعیت تجهیزات.
- ذخیره سازی و گزارش‌گیری عملیات انجام شده توسط اپراتور های سیستم.

۴- ۴- ۲- ساختار و اجزای اصلی سیستم Power SCADA

محدوده تجهیزات تحت پوشش سیستم SCADA بطور معمول عبارت است از؛

- تجهیزات پست های فشار قوی (HVS) شامل تمامی تجهیزات و تابلو های فشار قوی، فشار متوسط، فشار ضعیف، رکتیفایر، شارژر، اینورتر و ... می‌باشد.
- تجهیزات پست های LPS شامل تجهیزات و تابلو های فشار متوسط، فشار ضعیف داخل پست (تابلو توضیع اصلی و بانک خازنی)، رکتیفایر، شارژر، اینورتر و ... (تابلو های توزیع فرعی توسط سیستم BAS کنترل می‌گردند.)
- تجهیزات پست های کشش (TPS , RS , RIC) شامل تجهیزات و تابلو های فشار متوسط، رکتیفایر، تابلو های DC، رکتیفایر، شارژر، اینورتر و ...می‌باشد.

اهم وضعیت ها و فرامین تحت پوشش توسط سیستم SCADA در مواضع فوق عبارتند است؛

- وضعیت کلیدها، فرامین کلیدها، وضعیت ترانسفورماتورها، مقادیر ولتاژ، جریان و ضریب توان پست، وضعیت تجهیزات حفاظتی (رله های مختلف)، وضعیت تجهیزاتی مانند رکتیفایر، شارژر، باتری ها و ...

سیستم SCADA در مواضع فوق از طریق سیگنال های ورودی دیجیتال و آنالوگ، خروجی‌های دیجیتال و پرت های ارتباطی با پرتکل های استاندارد (RS485 , MODBUS, …) به تجهیزات فوق متصل می‌گردد.

۴- ۴- ۳- پیکربندی سیستم SCADA

سیستم اسکادا بطور معمول در سه سطح پیاده سازی می‌شود،

- سطح OCC.
- سطح اتاق فرمان ایستگاه.
- سطح پست.

تجهیزات OCC بطور معمول شامل سرورها و کامپیتورها، نمایشگرها سوییچ شبکه و نرم افزارهای مربوطه می‌باشد که امکان مشاهده وضعیت و صدور فرآمین برای کل شبکه برق خط مترو را فراهم می‌آورد. بستر ارتباطی بین تجهیزات مرکز فرمان و ایستگاه‌ها بطور معمول سیستم MSN می‌باشد. در اتاق کنترل هر ایستگاه بطور معمول یک کامپیوتر مجهز به نرم افزار HMI به همراه یک سوییچ شبکه استقرار دارد که ازیک سو به شبکه MSN و از سوی دیگر به تجهیزات کنترل داخل پست ها متصل می‌باشد. در هر پست کنترلگر با ورودی، خروجی‌های دیجیتال و آنالوگ و پرت‌های ارتباطی است که مجهز

به برنامه کنترل متناسب با عملکرد هر پست می‌باشد. این کنترلگرها از طریق سوییچ شبکه ایستگاه به HMI ایستگاه و OCC متصل می‌باشند.

۴- ۵-تحویل‌گیری سامانه SCADA

مراحل آزمایش وتحویل‌گیری تجهیزات با توجه به شرایط پیمان و نیز شرایط اجرایی می‌تواند شامل تاییدات مدارک مهندسی، تایید تامین کننده و مشخصات فنی تجهیزات، آزمایشات کارخانه و بازرسی تجهیزات، گواهی تکمیل نصب مکانیکی و آزمایشات سایت باشد که کارفرما و مهندس مشاور فرایند انجام موارد فوق را حسب محدوده کاری، شرایط عمومی و خصوصی و پیوست‌های پیمان (مشخصات فنی، لیست تجهیزات، لیست تامین کنندگان مجاز و ...) و شرایط اجرایی پروژه و توافقات انجام شده با پیمانکار و یا تامین کننده به انجام می‌رساند، تحویل تجهیزات حسب شرایط اجرایی می‌تواند در چند مرحله انجام پذیرد ولی نبایستی یکپارچگی و عمکرد کلی سیستم مغفول گردد. در جدول فوق چک لیست پیشنهادی برای کنترل و تحویل‌گیری تجهیزات ارائه گردیده است. همچنین حسب شرایط پیمان و یا تشخیص کارفرما می‌توان موارد دیگری هم برای تحویل‌گیری مورد توجه قرارگیرد.

جدول ۴-۱ چک‌لیست تحویل‌گیری سیستم Scada

ردیف	موارد بررسی	قبول	N/A
۱	سیم های دیتا و فرمان و کنترل تابلوها از نوع نسوز مقاوم در برابرآتش با مشخصه کم دود و بدون هالوژن	□	□
۲	سیم های تغذیه برق ورودی به تابلو ها و کامپیوترها، سوییچ، ریپترها، سنسور ها از نوع نسوز مقاوم در برابرآتش با مشخصه کم دود و بدون هالوژن	□	□
۳	تغذیه از یوپی اس محلی یا تغذیه از یوپی اس مرکزی برای تابلو ها و کامپیوترها، سوییچ ها، ریپترها، سنسور ها	□	□
۴	اتصال ارت به تابلوها و درب تابلوها	□	□
۵	کیفیت رنگ تابلوها یکنواخت و بدون برجستگی و بدون خوردگی و دارای حداقل ضخامت رنگ استانداردی	□	□
۶	مستحکم بودن اتصال تابلو به دیوار	□	□
۷	بدنه تابلوها صاف و بدون برجستگی و فرورفتگی و آثارضربه	□	□
۸	انطباق نقشه های طراحی با تابلوها	□	□
۹	تامین تجهیزات داخل تابلو از برند معتبر و ارائه اصالت تجهیزات	□	□
۱۰	استفاده از هیتر و ترموستات در تابلوهای دارای روطوبت	□	□
۱۱	استفاده از ایزولاسیون سیگنال نظیر رله برد در ورودی و خروجی	□	□
۱۲	عملکرد چراغ تابلویی در تابلوهای	□	□
۱۳	استفاده از فن های IP54 به همراه فیلتر مناسب	□	□
۱۴	تست عملکرد ورودی و خروجی براساس سیگنال و سناریو های طراحی شده در هر بخش از HMI روی تابلو	□	□

ردیف	موارد بررسی	قبول	N/A
۱۵	تست عملکرد ورودی و خروجی براساس سیگنال و سناریو های طراحی شده در هر بخش از کامپیوتر اپراتوری	□	□
۱۶	تست عملکرد ورودی و خروجی براساس سیگنال و سناریو های طراحی شده هر بخش از مرکز فرمان	□	□
17	تست عملکرد سیستم در خصوص Redundancy	□	□
18	ارائه نرم افزارهای اصلی ، مکمل و پشتبان سامانه SCADAبه همراه سورس کد ها	□	□
19	ارائه لایسنس های نرم افزاری	□	□
20	ارائه نقشه های ازبیلت	□	□
21	لیست تجهیزات نصبی به همراه کاتالوگ و دیتا شیت و دستورالعمل ها	□	□

۴- ۶-نگهداری از سامانه SCADA

۴- ۶- ۱- تابلو ها و ادوات سامانه SCADA

آب، لرزش، رطوبت بالا، گردوغبار از مواردی هستند که بیشترین آسیب‌ها را به تابلوهای برق وارد می‌کنند. عملکرد تخریبی رطوبت و گردوغبار به روی تابلوهای برق به این شکل است که این عوامل مانند لایه‌های عایق روی سطوح که وظیفه انتقال حرارت را به عهده دارند می‌نشینند و با کاهش یا افزایش درجه حرارت باعث بروز اختلال در سیستم می‌شوند. برای رعایت اصول نگهداری درست از تابلوهای برق باید حداقل یک‌بار در سال تمام اجزای تابلوهای برق بررسی شوند و از عدم وجود عواملی که باعث خرابی تابلوها می‌شوند اطمینان حاصل کرده و اقدام به غبارروبی از روی تجهیزات کرد.

بهتراست با داشتن برنامه‌ای منظم برای تمیز کردن تجهیزات تابلو برق از آلودگی آن جلوگیری کنید. اگر هرگونه گردوغبار و یا حتی بخار و حشرات موذی وارد تجهیزات برقی و تابلو برق بشوند می‌توانند عملکرد این تجهیزات را به‌شدت با اختلال روبه‌رو کنند. البته باید توجه کنید که بعد از هر بار اقدام به تمیز کردن و یا تعمیر و نگهداری تابلو برق، پس از اتمام کار، بازرسی نهایی را انجام دهید و نسبت به قفل بودن درب تابلو برق نیز اطمینان کسب کنید. باید هنگام تمیز کردن دستگاه دقت نموده و تمام درپوش‌ها را برداشته و اقدام به غبارروبی از آن‌ها نمایید. البته توجه کنید که درپوش‌ها را به‌درستی در جایگاه مناسب قرار دهید و قطعات شل شده را نیز محکم کنید. برای تمیز کردن آلودگی‌های تابلو برق می‌توان از هرگونه وسیله مکشی استفاده کرد ولی باید توجه کرد که هنگام تمیز کردن تابلو برق تمامی برق‌ها قطع هستند و باید از وسایل شارژی استفاده کرد.

مسئول نگهداری باید کاملا به نحوه استفاده و جزئیات فنی آگاه بوده و تجربه کار با تابلو برق‌های صنعتی را داشته باشد. توصیه می‌شود اقدامات اولیه از قبیل نکات زیر انجام شود؛

- **اقدامات اولیه از لحاظ مکانیکی**

- هر نشانه‌ای از پوسیدگی به دقت بررسی و در صورت لزوم قطعه تعویض گردد.
- تمام اجزا ثابت مانند پیچ و مهره ها، پیچ تنظیم ، پین ها و ... باید بازرسی گردد.

اقدامات اولیه از لحاظ الکتریکی

- مدارات سیم بندی و ترمینال ها کنترل و قسمت های معیوب تعویض و یا تعمیر گردد.
- تست مقاومت عایقی روی مدارات کنترل صورت گیرد.

۴- ۶- ۲- کابل ها و رابط‌ها

در نگهداری از کابل‌ها باید نهایت دقت را اعمال نمود. کابل ها ممکن است در اثر عوامل مختلفی دچار آسیب شوند به طوری که حتی دیگر قابل استفاده نباشند. این عوامل متعدد می‌توانند ناشی از ضربه مکانیکی، اضافه ولتاژ یا جریان، تخریب عایق و تخریب حفاظ کابل توسط موجودات جونده و ... باشند که در اثر این عوامل مختلف از جمله قطع شدن یک یا چند رشته هادی در کابل، اتصال رشته ها به همدیگر، اتصال رشته های هادی به زمین و ... ممکن است ایجاد شود. یکی از آسانترین راهها برای پیشگیری از این مشکلات این است که یک بررسی اجمالی و چشمی از تمام کابل ها به عمل آورید. در این مرحله، باید موارد ذیل را مورد بررسی اجمالی قرار دهید؛

- فرسایش مس
- ترک عایق‌ها
- کابل‌های نم کشیده

سینی‌های کابل، نردبان ها و کانال ها در شرایط عادی تقریباً نیاز به تعمیر و نگهداری ندارند. بازرسی دوره‌ای سیستم‌های کابلی همچنین می‌تواند در طول برنامه نگهداری معمول تأسیسات انجام شود. برای اطمینان از سالم بودن اتصالات، باید همه نقاط سینی کابل و اتصالات آن بررسی شود. و قطعاتی که مشکوک هستند باید تعمیر یا تعویض شوند. برای بروز رسوبات و فشار اشیای خارجی و خطرات آوار نیز باید دقیق بررسی‌ها انجام شود. هر شی مشکوک و مشتعل که باعث ایجاد مشکل می‌شود باید از منطقه دور شود. یکی دیگر از کاربردهای تست کابل، هنگام بروز مشکل در عملکرد یکی از اجزای شبکه است. اولین اقدامی که در هنگام مشاهده‌ی چنین مشکلاتی می‌توان انجام داد، مراجعه به پچ پنل و بررسی کابل و پچ کورد مربوط به آن دستگاه با استفاده از تستر کابل شبکه است. با این اقدام مشخص می‌گردد که ایراد به وجود آمده از دستگاه، سوییچ یا کابل بوده است.

در ذیل جدول بازرسی دوره‌ای کابل و تابلوها بیان گردیده شده است.

جدول ۴-۲ جدول بازرسی دوره ای کابل و تابلوها

جدول بازرسی دوره‌ای				
ردیف	موارد مورد بازرسی	فاصله زمانی	تجهیزات لازم	بازرسی
۱	پاک کردن گرد و خاک از روی کارت های PLC	سالی یکبار یا بعد از حادثه خاص	با پارچه و تجهیزات مکشی	تمیز شدن تجهیزات
۲	سفت کردن پیچ‌های اولیه و ثانویه اتصالات الکتریکی.		آچار	مطابق دستور العمل سازنده
۳	سفت کردن قسمتهای مکانیکی پیچ‌ها، کلمپ اتصال زمین.		آچار ترکمتر	مطابق دستور العمل سازنده
۴	بازرسی رله ها		مولتی متر و منبع ولتاژ ۲۴ ولت	تزریق ولتاژ آستانه رله و اندازه گیری ولتاژ خروجی
۵	بازرسی دقت سنسور ها		مولتی متر و منبع ولتاژ ۲۴ ولت	مطابق دستور العمل سازنده
۶	بازرسی منابع تغذیه		مولتی متر	مطابق دستور العمل سازنده
۷	بررسی عملکرد HMI		-	مطابق دستور العمل سازنده
۸	تست پوش باتن ها		بیزر	بررسی اتصال خروجی
۹	فن تابلو		-	بازرسی ظاهری ، و بدون صدا
۱۰	بازرسی کابل تغذیه و کابل سنسورها	دو سال یکبار یا بعد از حادثه خاص	دستگاه تست مگر	مطابق دستور العمل سازنده
۱۱	بازرسی کابل دیتا	دو سال یکبار یا بعد از حادثه خاص	دستگاه تستر کابل شبکه	مطابق دستور العمل سازنده

۴- ۶- ۳- کامپیوترها و تجهیزات شبکه

تعمیر و نگهداری کامپیوتر شامل تمامی وظایف و سیستم‌های موجود برای نظارت، به سلامت سخت افزار و اجرای درست نرم‌افزار کامپیوتری قبل از بروز مشکلات است. شبکه خود شامل مجموعه‌ای از تجهیزات فیزیکی مانند؛ سخت افزار و سوئیچ ها، و اجزای غیر فیزیکی مانند؛ نرم افزار است. رعایت موارد امنیتی مانند وجود پسورد برای ممانعت از دسترسی افراد غیرمسئول به سامانه، و همچنین عدم اتصال به اینترنت از الزامات مهم نگهداری تجهیزات کامپیوتری سامانه SCADA می‌باشد همچنین بر روی این سیستم نرم افزار یا فایل‌های غیر مرتبط نباید نصب گردد. یکی از خرابی‌های رایج کامپیوترها،

خرابی فن سیستم و منبع تغذیه و هارد بوده که می‌بایست از نظر صدای عملکردی تجهیز بازدید ظاهری نمود. همچنین نرم افزارهای داخلی سیستم در صورت وجود نقص به صورت هشدار ظاهر می‌گردد که نیاز به رسیدگی می‌باشد.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از پنجاه سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان ضابطه و نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست ضوابط منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Delivery, Operation and Maintenance Principles for Urban and Suburban Rail Transportation

Power Supply System
(Special Equipment)

IR-Code 903

Last Edition: 26-02-2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Department of Technical & Executive Affairs

nezamfanni.ir

2025

این ضابطه

با عنوان «مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری در پروژه های حمل و نقل ریلی شهری و حومه» در راستای تحویل و بهره‌برداری ایمن و همچنین نگهداری از تجهیزات و ساختمان ایستگاه‌ها و دپو و محوطه مترو تدوین شده و شامل: تعاریف، اصطلاحات، ضوابط تحویل‌گیری و روشهای نگهداری می‌باشد.