

OP318

دستورالعمل طراحی ، نصب و بهره‌برداری

تابلو راه‌انداز در صنعت

آب و فاضلاب کشور



بهار ۱۴۰۵

## سخن آغازین

آب شرب به عنوان یکی از اساسی ترین مؤلفه های تأمین سلامت عمومی و پایداری زیست محیطی، مستلزم بهره برداری ایمن، پایدار و مبتنی بر استانداردهای فنی روز است. بهره برداری مطلوب، بهبود عملکرد، افزایش کارآمدی و تضمین پایداری خدمات رسانی در حوزه آب و فاضلاب را به دنبال دارد. چاه های آب شرب، ایستگاه های پمپاژ و تصفیه خانه ها به عنوان بخش مهمی از زیرساخت های تأمین و انتقال آب و جمع آوری و تصفیه فاضلاب، نقش حیاتی در استمرار خدمت رسانی به شهروندان ایفا می کنند و عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در آن ها، به ویژه تابلوهای راه انداز برق، تأثیر مستقیمی بر ایمنی، راندمان و طول عمر تجهیزات و تأسیسات دارد.

با توجه به شرایط خاص بهره برداری از چاه های آب شرب، ایستگاه های پمپاژ و تصفیه خانه های آب و فاضلاب - از جمله رطوبت بالا، فشار هیدرواستاتیکی، تنش های مکانیکی، نوسانات ولتاژ و الزامات بهداشتی - انتخاب، خرید، نصب و بهره برداری از تابلو راه اندازهای برق مناسب، امری تخصصی و راهبردی محسوب می شود. هرگونه سهل انگاری در این حوزه می تواند منجر به افزایش هزینه های تعمیرات، توقف در بهره برداری، کاهش کیفیت خدمات و بروز مخاطرات ایمنی شود. از این رو، یکسان سازی فرایندها و تبیین الزامات فنی، ضرورتی اجتناب ناپذیر است.

در همین راستا، این دستورالعمل با هدف یکسان سازی، ارتقای کیفیت فنی تجهیزات، کاهش خرابی ها، افزایش قابلیت اطمینان خدمات و صیانت از سرمایه های ملی تدوین گردیده است. در این دستورالعمل، الزامات فنی مربوط به مشخصات تابلو راه اندازها، معیارهای انتخاب و خرید، ضوابط نصب، نکات بهره برداری و نگهداشت و همچنین الزامات کنترلی و نظارتی به صورت جامع تبیین شده است. لازم به ذکر است که رعایت الزامات و مشخصات فنی این دستورالعمل و کلیه پیوست های آن برای کلیه شرکت های آب منطقه ای و شرکت های آب و فاضلاب کشور الزامی است و انتظار می رود کلیه واحدهای اجرایی، بهره برداری، پیمانکاران و مشاوران مرتبط با رعایت دقیق مفاد این دستورالعمل، در جهت ارتقای سطح ایمنی، کاهش ریسک های عملیاتی و بهبود شاخص های عملکردی گام بردارند. همچنین در طول مدت اعتبار این دستورالعمل، چنانچه استانداردها یا ویرایش های جدیدی از آن ها به تصویب برسد، ملاک عمل، استانداردها و معیارهای جدید در ویرایش جاری خواهد بود.

از تمامی همکاران، متخصصان و صاحب نظران که در تدوین این دستورالعمل نقش داشته اند، تشکر و قدردانی می نمایم. امید است با همت و تعهد همه همکاران گرامی صنعت آب و فاضلاب، شاهد ارتقای مستمر کیفیت خدمات رسانی و افزایش پایداری خدمات در این حوزه برای هم میهنان عزیز باشیم.

ذوالفقار مهدی زاده

معاون راهبری و نظارت بر بهره برداری

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

بهار ۱۴۰۵



## پیشگفتار

با توجه به نقش حیاتی تأسیسات و تجهیزات الکتریکی در پایداری، ایمنی و تداوم بهره‌برداری از تأسیسات آب و فاضلاب، تابلوهای راه‌انداز به‌عنوان یکی از اجزای کلیدی در راهبری، کنترل و حفاظت از الکتروموتورها، تجهیزات دوار و پایداری خطوط انتقال و شبکه توزیع، جایگاه ویژه‌ای در فرایند بهره‌برداری دارند. عملکرد صحیح، استاندارد و ایمن این تابلوها تأثیر مستقیم بر کاهش توقف‌های ناخواسته، افزایش طول عمر تجهیزات، ارتقای بهره‌وری و کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات دارد.

با عنایت به گستردگی شبکه‌های آب و فاضلاب، تنوع شرایط اقلیمی، تفاوت سطح بهره‌برداری و لزوم انطباق با فناوری‌های نوین، ضرورت تدوین دستورالعملی جامع، یکپارچه و کاربردی برای طراحی، ساخت، نصب، بهره‌برداری و نگهداشت تابلوهای راه‌انداز بیش از پیش احساس می‌شود. در این راستا، بهره‌گیری از تجربیات اجرایی، الزامات بهره‌برداری، ملاحظات فنی و ایمنی، و همچنین توجه به شرایط واقعی شبکه‌ها و تأسیسات، به‌عنوان رویکرد اصلی مد نظر قرار گرفته تا ضمن تسهیل فرایند تصمیم‌گیری برای مدیران و کارشناسان بهره‌برداری، زمینه بهبود عملکرد و کاهش ریسک‌های عملیاتی فراهم شود. تدوین این دستورالعمل، حاصل بیش از ۳ سال تلاش بی‌وقفه مهندسان باتجربه شرکت‌های آب و فاضلاب کشور بوده است.

لازم به ذکر است که رعایت الزامات و مشخصات فنی این دستورالعمل و کلیه پیوست‌های آن برای کلیه شرکت‌های آب و فاضلاب کشور الزامی است. همچنین در مدت اعتبار این دستورالعمل چنانچه استانداردها و یا ویرایش‌های جدیدی از آن‌ها به تصویب برسد، جایگزین استاندارد و معیارهای مشابه در ویرایش جاری خواهد بود.

در انتها از کلیه مهندسان کارگروه، صاحب‌نظران و تدوین‌کنندگان که از ابتدا در تدوین دستورالعمل تلاش نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. لازم به ذکر است که تهیه اسناد ارزیابی فنی و کیفی نیز در دستور کار کارگروه می‌باشد که پس از تکمیل ابلاغ خواهد شد. همچنین، با توجه به پیشرفت فناوری‌ها و بررسی بیشتر مشکلات صنعت آب و فاضلاب، دریافت نظرات و پیشنهادهای اصلاحی همکاران موجب ارتقای ویرایش‌های بعدی این دستورالعمل خواهد شد. امید است این دستورالعمل، به‌عنوان مرجعی کاربردی، مورد استفاده مدیران، کارشناسان، مشاوران، پیمانکاران و سازندگان تابلوهای برق قرار گرفته و گامی مؤثر در جهت ارتقای سطح بهره‌برداری ایمن، پایدار و بهینه از تأسیسات آب و فاضلاب کشور باشد.

احمد سلامت

مدیرکل دفتر مدیریت انرژی و سامانه‌های کنترل

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

بهار ۱۴۰۵

## اعضای کارگروه تخصصی تدوین دستورالعمل طراحی و ساخت تابلو راه انداز در صنعت آب و فاضلاب کشور

۱. مهندس فرهاد شریفی	رئیس کارگروه	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۲. مهندس ادهم معتمد	دبیر کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان
۳. مهندس داود ارجمند	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی
۴. مهندس جواد اصغری	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان خراسان رضوی
۵. مهندس بهزاد حلی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان خوزستان
۶. مهندس علی اصغر زمانیان	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب مشهد
۷. مهندس مهدی سلیمانی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی
۸. مهندس مجید شفیعی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان زنجان
۹. مهندس میثم صلواتی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان مازندران
۱۰. مهندس نگین عباسی	عضو کارگروه	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۱۱. مهندس صادق غریب حسنی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان خراسان رضوی
۱۲. مهندس کاظمی نسب	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان قزوین
۱۳. دکتر مجیدرضا ناصح	عضو کارگروه	عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد بیرجند
۱۴. مهندس حسن هاشمی	عضو کارگروه	شرکت آب و فاضلاب استان خراسان جنوبی

## فهرست

فصل ۱- مقدمه	۸
۱-۱- نحوه پیدایش پمپ آب	۹
۲-۱- پمپ‌های آب اولیه	۹
۳-۱- سیر تکامل پمپ‌ها	۹
۴-۱- پمپ‌های آب امروزی	۱۰
فصل ۲- معرفی انواع تابلو راه‌انداز برای الکتروپمپ‌ها	۱۶
۱-۲- راه‌انداز تک‌ضرب	۱۷
۲-۲- راه‌انداز ستاره - مثلث	۱۹
۳-۲- سافت‌استارتر	۲۰
۴-۲- درایو کنترل دور	۲۲
۵-۲- مقایسه راه‌اندازها	۲۳
۶-۲- توجیه استفاده از تابلو درایو برای کاربردهای سرعت ثابت	۲۵
فصل ۳- انتخاب نوع مناسب راه‌انداز برای الکتروپمپ	۲۶
۱-۳- مقدمه	۲۷
۲-۳- شرایط غیرمجاز استفاده از راه‌اندازهای مختلف	۲۷
۳-۳- توان‌های غیرمجاز استفاده از تابلو تک‌ضرب و ستاره - مثلث	۲۷
فصل ۴- حفاظت تابلو راه‌انداز	۲۹
۱-۴- اضافه ولتاژ فاز ANSI59	۳۰
۲-۴- افت ولتاژ فاز ANSI27	۳۰
۳-۴- اضافه ولتاژ زمین ANSI59N	۳۰
۴-۴- توالی فاز یا عدم تعادل ولتاژ ANSI47	۳۱
۵-۴- عدم تعادل جریان ANSI46	۳۱
۶-۴- اضافه جریان آنی	۳۱
۷-۴- اضافه بار (مدل حرارتی) ANSI49	۳۱
۸-۴- خطای زمین آنی 50G	۳۲
۹-۴- خطای زمین معکوس 51G	۳۲
۱۰-۴- افت جریان ANSI37	۳۳

۳۳.....	۱۱-۴- پایش راهاندازی موتور CLP.....
۳۳.....	۱۲-۴- تعداد استارت ANSI66.....
۳۴.....	فصل ۵- مشخصات فنی تجهیزات.....
۳۵.....	۱-۵- روشنایی.....
۳۵.....	۲-۵- هیتر (گرم‌کننده).....
۳۵.....	۳-۵- فن.....
۳۶.....	۴-۵- کلید اصلی.....
۳۸.....	۵-۵- کنتاکتورها.....
۳۹.....	۶-۵- خازن و بانک خازنی.....
۳۹.....	۷-۵- رله کنترل سطح.....
۴۰.....	۸-۵- ساعت فرمان.....
۴۱.....	۹-۵- کلید مینیاتوری.....
۴۱.....	۱۰-۵- رله شیشه‌ای.....
۴۲.....	۱۱-۵- چراغ سیگنال.....
۴۳.....	۱۲-۵- رله ناشتی جریان.....
۴۳.....	۱۳-۵- رله حفاظت موتور.....
۴۴.....	۱۴-۵- برق گیر (سرج ارستر).....
۴۵.....	۱۵-۵- پوش باتن (شستی) و کلید.....
۴۵.....	۱۶-۵- کلید گردان (سلکتوری).....
۴۶.....	۱۷-۵- پاور آنالایزر/پاورمتر.....
۵۰.....	۱۸-۵- کنترل فاز.....
۵۰.....	۱۹-۵- نمایشگر و سنسور دما.....
۵۱.....	۲۰-۵- ترموستات.....
۵۱.....	۲۱-۵- ترمینال.....
۵۳.....	فصل ۶- سافت‌استارتر.....
۵۴.....	۱-۶- اندازه‌گیری‌ها.....
۵۴.....	۲-۶- دمای کارکرد.....
۵۴.....	۳-۶- بازدهی.....
۵۴.....	۴-۶- تغذیه کنترلی.....
۵۴.....	۵-۶- تغذیه قدرت.....

۵۴.....	۶-۶- روش‌های راه‌اندازی.....
۵۴.....	۶-۷- روش‌های توقف.....
۵۴.....	۶-۸- توابع حفاظتی.....
۵۵.....	۶-۹- رطوبت محیطی.....
۵۵.....	۶-۱۰- ارتفاع.....
۵۵.....	۶-۱۱- قابلیت پیش‌گرمایش.....
۵۵.....	۶-۱۲- راه‌اندازی سرعت پایین.....
۵۵.....	۶-۱۳- راه‌اندازی ضربه‌ای.....
۵۵.....	۶-۱۴- صفحه نمایش گرافیکی.....
۵۶.....	۶-۱۵- گزارش خطا.....
۵۶.....	۶-۱۶- راه‌اندازی با اتصالات مختلف موتور.....
۵۶.....	۶-۱۷- ورودی‌ها و خروجی‌های کنترلی.....
۵۶.....	۶-۱۸- تابع پاک‌سازی پمپ.....
۵۶.....	۶-۱۹- بای‌پس داخلی.....
۵۶.....	۶-۲۰- قابلیت رمزگذاری.....
۵۶.....	۶-۲۱- سه‌فاز کنترل.....
۵۶.....	۶-۲۲- پروتکل مخابراتی مودباس RTU.....
۵۶.....	۶-۲۳- حفاظت محیطی.....
۵۷.....	۷- فصل ۷- درایو کنترل دور.....
۵۸.....	۷-۱- ولتاژ تغذیه.....
۵۸.....	۷-۲- فرکانس ورودی.....
۵۸.....	۷-۳- فرکانس خروجی.....
۵۸.....	۷-۴- فرکانس کلیدزنی.....
۵۸.....	۷-۵- دمای عملکرد.....
۵۸.....	۷-۶- طراحی ماژولار.....
۵۸.....	۷-۷- صفحه نمایش و رابط کاربری درایو.....
۵۹.....	۷-۸- ورودی و خروجی‌های کنترلی درایو.....
۵۹.....	۷-۹- پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط درایو.....
۶۰.....	۷-۱۰- حفاظت‌های درایو.....
۶۰.....	۷-۱۱- کاربری اختصاصی پمپ.....



۶۰.....	۱۲-۷- حالت کنترل .....
۶۱.....	۱۳-۷- فاصله درایو تا موتور .....
۶۱.....	۱۴-۷- زمان شتاب گیری و کاهش شتاب .....
۶۱.....	۱۵-۷- شتاب گیری نرم S شکل .....
۶۱.....	۱۶-۷- قابلیت اضافه بار .....
۶۱.....	۱۷-۷- قابلیت PID داخلی .....
۶۱.....	۱۸-۷- پروتکل ارتباطی .....
۶۲.....	۱۹-۷- فیلتر EMC .....
۶۲.....	۲۰-۷- کاهنده جریان هجومی .....
۶۲.....	۲۱-۷- قابلیت مولتی پمپ .....
۶۳.....	۲۲-۷- قابلیت مستر- اسلیو .....
۶۳.....	۲۳-۷- کاهش هارمونیک .....
۶۳.....	۲۴-۷- جریان ورودی .....
۶۳.....	۲۵-۷- اسپین استارت .....
۶۳.....	۲۶-۷- دو شتابه .....
۶۳.....	۲۷-۷- ثبت خطا .....
۶۳.....	۲۸-۷- رمزگذاری .....
۶۴.....	۲۹-۷- گروه های تنظیمات .....
۶۴.....	۳۰-۷- ضریب توان .....
۶۴.....	۳۱-۷- رطوبت محیطی .....
۶۴.....	۳۲-۷- ارتفاع کارکرد .....
۶۵.....	فصل ۸- ملاحظات طراحی و ساخت تابلو .....
۶۶.....	۸-۱- الزامات انتخاب سیم و کابل برای قسمت های مختلف تابلو .....
۶۷.....	۸-۲- جدول انتخاب ترمینال برای مدارهای قدرت داخل تابلو .....
۶۸.....	۸-۳- انتخاب شمش تابلو .....
۶۹.....	۸-۴- الزامات عمومی و فنی تابلو برق ها .....
۷۲.....	فصل ۹- سیستم زمین تابلوهای راه انداز .....
۷۳.....	۹-۱- مقدمه .....
۷۳.....	۹-۲- تعاریف و کلیات .....
۷۷.....	۹-۳- الزامات اجرای اتصال زمین در شرکت های آب و فاضلاب .....

فصل ۱۰- چکلیست بازرسی تابلو .....	۷۹
فصل ۱۱- پارت لیست تابلوها .....	۸۱
۱-۱۱- جدول لیست اقلام تابلو درایو .....	۸۲
۲-۱۱- جدول لیست اقلام تابلو سافت استارتر .....	۸۵
۳-۱۱- جدول لیست اقلام تابلو ستاره - مثلث .....	۸۹
۴-۱۱- جدول لیست اقلام تابلو تک ضرب .....	۹۴
فصل ۱۲- نقشه ها .....	۹۹

## فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۲	مقایسه انواع روش‌های راه‌اندازی.....	۲۴
جدول ۱-۳	بازه توانی مجاز استفاده از روش‌های مختلف راه‌اندازی.....	۲۸
جدول ۱-۵	مشخصات کلید ورودی.....	۳۶
جدول ۲-۵	مشخصات فنی الزامی کنتاکتورها.....	۳۸
جدول ۳-۵	مشخصات فنی خازن.....	۳۹
جدول ۴-۵	حداقل مشخصات فنی الزامی کلید مینیاتوری.....	۴۱
جدول ۱-۷	حداقل فاصله قابل بهره‌برداری الزامی از درایو تا موتور.....	۶۱
جدول ۱-۸	سایز کابل برای مدارات قدرت تابلو.....	۶۶
جدول ۲-۸	هادی سایر مدارات تابلو.....	۶۶
جدول ۳-۸	هادی مدارات DC.....	۶۶
جدول ۴-۸	انتخاب کابل‌های نول و ارت تابلو.....	۶۷
جدول ۵-۸	انتخاب هادی ارت اسکلت تابلو.....	۶۷
جدول ۶-۸	انتخاب کابل برای خازن.....	۶۷
جدول ۷-۸	انتخاب ترمینال تابلو.....	۶۷
جدول ۸-۸	انتخاب شمش برای تابلو.....	۶۸
جدول ۹-۸	سوراخ‌کاری و انشعاب شینه‌ها.....	۶۸
جدول ۱-۹	مشخصات فنی سیم گالوانیزه گرم نمره ۵۰.....	۷۷
جدول ۱-۱۱	لیست اقلام تابلو درایو.....	۸۲
جدول ۲-۱۱	پارت لیست تابلو سافت‌استارتر.....	۸۵
جدول ۳-۱۱	پارت لیست تابلو ستاره - مثلث.....	۸۹
جدول ۴-۱۱	پارت لیست تابلو تک‌ضرب.....	۹۴

## فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۲ مدار معادل موتور القایی.....	۱۷
شکل ۲-۲ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با راه‌انداز تک‌ضرب.....	۱۸
شکل ۳-۲ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با راه‌انداز ستاره - مثلث.....	۱۹
شکل ۴-۲ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با سافت‌استارتر.....	۲۱
شکل ۵-۲ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با درایو.....	۲۳
شکل ۶-۲ مقایسه منحنی جریان در روش‌های مختلف راه‌اندازی.....	۲۴
شکل ۱-۸ زاویه خم شمش‌ها.....	۷۰
شکل ۲-۸ تعداد سوراخ‌ها و پیچ‌ها برای اتصال کامل دو شمش به یکدیگر.....	۷۰
شکل ۱-۹ طرحواره سیستم TT.....	۷۳
شکل ۲-۹ طرحواره سیستم IT.....	۷۴
شکل ۳-۹ طرحواره سیستم TN-S.....	۷۵
شکل ۴-۹ طرحواره سیستم TN-C.....	۷۵
شکل ۵-۹ طرحواره سیستم TN-CS.....	۷۶



## فصل ۱- مقدمه



## ۱-۱- نحوه پیدایش پمپ آب

از آغاز تمدن بشر، تأمین آب همواره یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های انسان برای بقا، کشاورزی، دامداری و توسعه شهرها بوده است. در نخستین مراحل، انسان برای انتقال آب از ابزارهای ساده‌ای مانند دلو، سطل، طناب و قرقره استفاده می‌کرد. اما با افزایش نیاز به بهره‌برداری از منابع آبی دور از دسترس، نیاز به ساخت دستگاه‌هایی برای انتقال مکانیکی آب به وجود آمد. این نیاز، زمینه‌ساز اختراع ابتدایی‌ترین شکل پمپ‌ها شد.

پمپ‌ها در حقیقت دستگاه‌هایی هستند که انرژی مکانیکی را به انرژی هیدرولیکی تبدیل می‌کنند تا مایع (در اینجا آب) را از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر منتقل کنند. ایده اولیه پمپ، برداشت یا انتقال آب از سطح پایین‌تر به سطح بالاتر بوده است که در نهایت به صورت تدریجی به پمپ‌های پیشرفته‌تر امروزی تکامل یافته‌اند.

## ۲-۱- پمپ‌های آب اولیه

اولین پمپ‌های مکانیکی آب به تمدن‌های باستانی مصر، یونان، هند و چین بازمی‌گردند. برخی از مهم‌ترین نمونه‌های پمپ‌های ابتدایی عبارت‌اند از:

- **مارپیچ ارشمیدس<sup>۱</sup>:** این ابزار که در قرن سوم پیش از میلاد توسط دانشمند یونانی، ارشمیدس، ابداع شد، یکی از اولین وسایل انتقال آب بود. در این روش، یک مارپیچ درون لوله‌ای شیب‌دار قرار گرفته و با چرخش دستی یا با نیروی حیوانات، آب را از سطحی پایین‌تر به سطح بالاتر منتقل می‌کرد.
- **پمپ‌های پیستونی دستی:** در روم باستان و تمدن‌های اولیه، از پمپ‌های پیستونی چوبی برای کشیدن آب از چاه‌ها استفاده می‌شد. این پمپ‌ها از طریق یک پیستون که درون سیلندر حرکت می‌کرد، با ایجاد فشار منفی، آب را بالا می‌کشیدند.
- **سیفون و سیستم‌های جریان ثقیل:** مصریان باستان و بابلی‌ها از سیستم‌های سیفونی و کانال‌های شیب‌دار برای انتقال آب از رودخانه‌ها به شهرها و مزارع استفاده می‌کردند که در واقع ابتدایی‌ترین مفاهیم هیدرولیک را در خود داشتند.

## ۳-۱- سیر تکامل پمپ‌ها

با گذشت زمان و پیشرفت علوم مهندسی، پمپ‌ها از حالت ابتدایی خارج شده و به سمت طراحی‌های پیشرفته‌تری حرکت کردند:

- **عصر بخار (قرون ۱۷ تا ۱۹ میلادی):** انقلاب صنعتی باعث جهشی عظیم در فناوری پمپ‌ها شد. با اختراع موتور بخار توسط جیمز وات و دیگر مخترعان، پمپ‌های بخار برای تخلیه آب از معادن و تأمین آب شهری رواج یافتند. این پمپ‌ها نخستین نمونه‌های پمپ‌های مکانیزه قدرتمند بودند که وابسته به نیروی انسانی یا حیوانی نبودند.
- **پمپ‌های سانتریفیوژ (قرن ۱۹):** توسعه پمپ‌های سانتریفیوژ که بر اساس نیروی گریز از مرکز کار می‌کنند، یکی از مهم‌ترین نقاط عطف در تاریخ پمپاژ آب است. این نوع پمپ با چرخش پروانه‌ها، سیال را با فشار به خارج پرتاب می‌کند و بسیار کارآمدتر از انواع پیستونی است. کاربرد وسیع آن در مصارف شهری و صنعتی باعث رشد سریع استفاده از پمپ در مقیاس وسیع شد.

<sup>1</sup> Archimedean Screw



- **ورود انرژی الکتریکی (اوایل قرن ۲۰):** با ظهور شبکه‌های برق، استفاده از الکتروموتور به‌عنوان منبع تأمین انرژی پمپ‌ها رواج یافت. این ترکیب که به آن «الکتروپمپ» گفته می‌شود، انقلابی در بهره‌وری، سهولت استفاده و قابلیت اتوماسیون ایجاد کرد.
- **پمپ‌های خاص و کاربردی (اواخر قرن ۲۰ تا کنون):** با پیشرفت‌های متالورژی، مهندسی سیالات و الکترونیک، انواع پیشرفته‌ای از پمپ‌ها مانند پمپ‌های مغناطیسی، پمپ‌های غشایی، پمپ‌های چندمرحله‌ای، پمپ‌های عمودی طبقاتی و پمپ‌های هوشمند به بازار آمدند که در کاربردهای صنعتی حساس، پزشکی، غذایی، فضایی و نظامی استفاده می‌شوند.

## ۴-۱- پمپ‌های آب امروزی

- امروزه پمپ‌های آب به‌عنوان جزء جدایی‌ناپذیر سیستم‌های زیرساختی زندگی مدرن شناخته می‌شوند. این پمپ‌ها در انواع مختلف طراحی و تولید می‌شوند، از جمله:
- **پمپ‌های سانتریفیوژ<sup>۲</sup>:** رایج‌ترین نوع برای مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی.
  - **پمپ‌های جابه‌جایی مثبت<sup>۳</sup>:** مانند پمپ‌های پیستونی، پره‌ای، دنده‌ای و دیافراگمی که در کاربردهای خاص مانند صنایع غذایی، دارویی و نفت و گاز کاربرد دارند.
  - **پمپ‌های شناور:** برای استفاده در چاه‌های عمیق.
  - **پمپ‌های تقویت فشار<sup>۴</sup>:** برای افزایش فشار آب در ساختمان‌ها و برج‌ها.
  - **پمپ‌های هوشمند:** مجهز به کنترل‌های الکترونیکی، حسگرها و اینورتر برای تنظیم فشار و دور موتور، کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر.
- پمپ‌های امروزی از نظر بهره‌وری انرژی، دوام، سازگاری با محیط‌زیست و هزینه‌های نگهداری در سطح بالایی قرار دارند.

<sup>۲</sup> Centrifugal Pumps

<sup>۳</sup> Positive Displacement Pumps

<sup>۴</sup> Booster Pumps

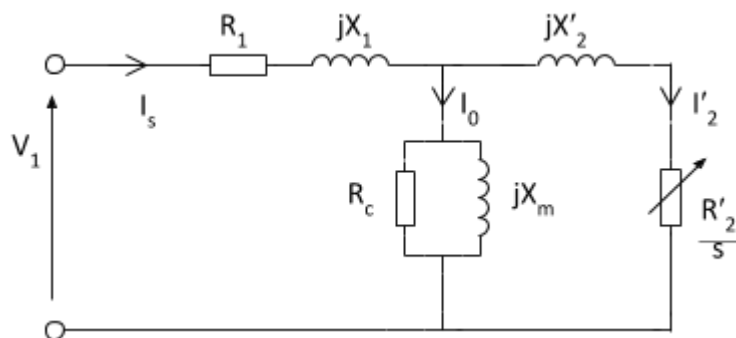




## فصل ۲- معرفی انواع تابلو راه انداز برای الکتروپمپ ها

شاید بتوان گفت عیب اصلی الکتروپمپ‌ها، جریان راه‌اندازی بالای آن‌ها باشد. برای داشتن درکی بهتر از دلیل این جریان راه‌اندازی بالا، باید به مدار معادل یک موتور القایی مراجعه کرد.

موتور القایی را می‌توان به یک ترانسفورماتور الکتریکی تشبیه کرد که ثانویه آن اتصال کوتاه است. سیم‌پیچ استاتور همان سیم‌پیچ اولیه ترانس و سیم‌پیچ روتور نیز سیم‌پیچ ثانویه اتصال کوتاه شده است. مدار معادل موتور القایی با ارجاع به طرف اولیه در شکل ۱-۲ نشان داده شده است:



شکل ۱-۲ مدار معادل موتور القایی

همان‌طور که از شکل پیداست، موتور القایی دارای دو مدار موازی است:

- شاخه مغناطیس‌کننده (که دلیل اصلی مصرف توان راکتیو توسط موتور است)
- شاخه دارای مقاومت و راکتانس (که مصرف‌کننده توان اکتیو در موتور است)

جریان مغناطیس‌کنندگی که از موتور عبور می‌کند با ولتاژ اعمالی به موتور متناسب است و به بار روی موتور بستگی ندارد. مدار مقاومتی و راکتانس نشستی شامل مقاومت‌ها و راکتانس نشستی استاتور و روتور به‌صورت سری است. یک مقاومت بار (متغیر) به‌صورت سری به امپدانس‌های ثابت استاتور و روتور متصل شده است. حین راه‌اندازی موتور، لغزش (S) برابر با ۱ است که منجر به حداقل شدن امپدانس مدار در لحظات اولیه راه‌اندازی می‌شود و در نتیجه جریان راه‌اندازی بسیار بزرگی از مدار می‌گذرد. این جریان‌های راه‌اندازی بالا فاصله هوایی بین استاتور و روتور را مغناطیسی می‌کنند. پس از راه‌اندازی و با سرعت گرفتن موتور، جریان کشیده شده توسط موتور کاهش می‌یابد. مدت زمانی که طول می‌کشد تا موتور به سرعت نامی خود برسد و جریان راه‌اندازی کاهش یابد به طبیعت بار طبیعت بار متصل شده بستگی دارد.

در ادامه به معرفی روش‌های مختلف راه‌اندازی الکتروپمپ‌ها می‌پردازیم.

## ۱-۲- راه‌انداز تک‌ضرب

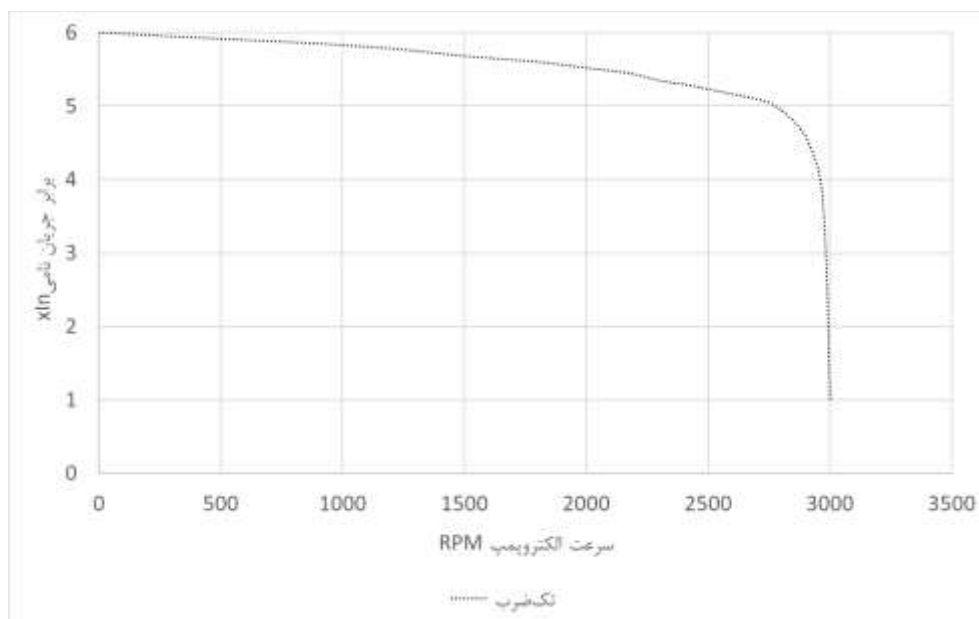
جریان راه‌اندازی تک‌ضرب عموماً تا ۶ الی ۷ برابر جریان نامی الکتروپمپ خواهد بود. منحنی جریان راه‌اندازی تک‌ضرب را در شکل ۲-۲ مشاهده می‌کنید.

این جریان راه‌اندازی بالا دو آسیب اصلی الکتریکی و مکانیکی را در پی دارد:

### ۱- آسیب الکتریکی

جریان راه‌اندازی موتورها در لحظه اولیه بین ۶ تا ۷ برابر جریان نامی آن‌هاست. این جریان راه‌اندازی بالا منجر به شوک الکتریکی در تغذیه موتور و افت ولتاژ تغذیه می‌شود. همچنین این جریان راه‌اندازی بالا در بسیاری از موارد می‌تواند موجب عملکرد نامناسب رله‌های حفاظتی بالادست شود که هزینه‌های جانبی بالایی را در پی خواهد داشت.





شکل ۲-۲ منحنی جریان راه اندازی الکتروپمپ با راه انداز تک ضرب

علاوه بر آن، در مورد موتورهای توان بالا، این مشکل بسیار پررنگ تر خواهد شد چرا که در این موارد، طراحی و پیاده سازی سیستم تغذیه ای که بتواند تا ۶ برابر جریان نامی چنین موتورهایی را تأمین کند پیچیده و هزینه بر است.

## ۲- آسیب مکانیکی

موتورها به دلیل جریان راه اندازی بالا در لحظه استارت گشتاور و توان قابل توجهی دریافت می کنند که این گشتاور بالا منجر به حرکت ناگهانی موتور می شود. از آنجایی که خود موتور از قسمت های مکانیکی مختلفی همچون بلبرینگ ها تشکیل شده و در تمامی کاربردهای مختلف نیز اجزای مکانیکی همچون پمپ ها بخش اصلی تشکیل دهنده راه اندازی بارها هستند، اعمال گشتاور بالای ناگهانی موجب آسیب های جدی مکانیکی و کاهش عمر قابل توجه این تجهیزات می شود.

## ۲-۱-۱- معایب راه انداز تک ضرب

معایب راه انداز تک ضرب عبارت است از:

- جریان راه اندازی بالا تا ۶ برابر جریان نامی
- ایجاد افت ولتاژ در راه اندازی
- آسیب به موتور در صورت راه اندازی در افت ولتاژ شبکه
- عدم کارایی در شرایط تغییر دینامیک سطح آب
- عدم امکان تغییر سرعت
- عدم امکان تغییر جهت
- استهلاک و آسیب مکانیکی به کوپلینگ و پمپ به خصوص در زمان تغییر آرایش
- عدم ارائه توقف نرم و مشکلاتی همچون ضربه قوچ<sup>۵</sup> و کاویتاسیون<sup>۶</sup>
- نیازمند تعمیر و نگهداری قابل توجه
- نیازمند حفاظت های جداگانه به دلیل عدم عملکرد مناسب و قابلیت اطمینان پایین بی متال

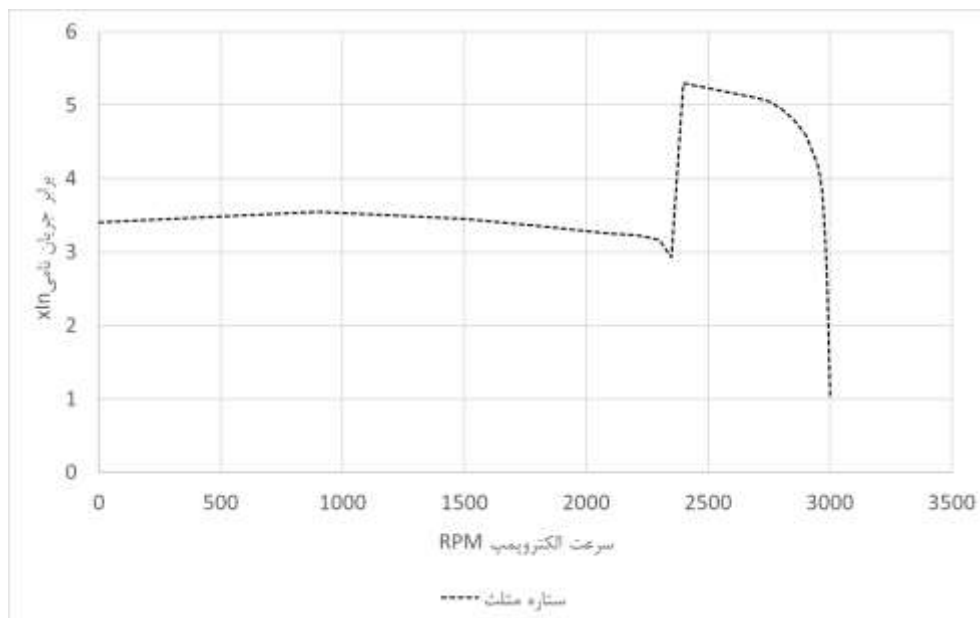
<sup>۵</sup> Water Hammer

<sup>۶</sup> Cavitation

- عدم برنامه‌پذیری
- نیاز به نصب تجهیزات اضافی جهت اندازه‌گیری و حفاظت
- عدم استفاده کامل از ظرفیت برق اضطراری (دیزل ژنراتور)
- عدم وجود قابلیت‌های هوشمند همچون ثبت رخدادها و خطاها
- عدم کارایی برای چاه‌های دارای دیواره سست و ماسه‌دهی (شولاتی)
- نیاز به خازن‌گذاری برای جبران توان راکتیو

## ۲-۲- راه‌انداز ستاره - مثلث

همان‌طور که از نام روش راه‌اندازی ستاره - مثلث بر می‌آید، در ابتدای راه‌اندازی کلاف‌های موتور دارای آرایش ستاره هستند. در آرایش ستاره، ولتاژ اعمالی به کلاف موتور با ضریب  $\sqrt{3}$  نسبت به ولتاژ خطی<sup>۷</sup> کاهش می‌یابد. در نتیجه، جریان در حالت ستاره به حدود ۳۳ درصد جریان در حالت مثلث کاهش می‌یابد. اما در نهایت و در لحظه تغییر از آرایش ستاره به مثلث، همچنان جریان‌های بالا برابر با جریان تک‌ضرب عبور خواهد کرد. جریان راه‌اندازی یک الکتروپمپ با استفاده از راه‌انداز ستاره - مثلث را در شکل ۲-۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۳ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با راه‌انداز ستاره - مثلث

از آنجایی که گشتاورهای تولید شده در روش ستاره - مثلث در زمان راه‌اندازی همچنان بالا است، برای بارهایی همچون پمپ و فن به دلیل اعمال فشارهای مکانیکی قابل توجه هم در حالت ستاره و هم در زمان تغییر آرایش از ستاره به مثلث، چندان توصیه نمی‌شود.

## ۲-۲-۱- مزایای راه‌انداز ستاره - مثلث

مزایای راه‌انداز ستاره - مثلث عبارتند از:

- سهولت در نصب و بهره‌برداری
- راه‌حل ارزان در توان‌های پایین و فواصل زیر ۵۰ متر بین تابلو و الکتروپمپ

<sup>7</sup> Phase-Phase Voltage



- کاهش جریان راه اندازی نسبت به روش تک ضرب

## ۲-۲-۲- معایب راه انداز ستاره - مثلث

معایب راه انداز ستاره - مثلث عبارتند از:

- جریان راه اندازی بالا تا  $\frac{3}{5}$  برابر جریان نامی
- وقوع پیک شدید جریان در هنگام تغییر آرایش راه اندازی
- ایجاد افت ولتاژ در راه اندازی
- آسیب به موتور در صورت راه اندازی در افت ولتاژ شبکه
- عدم کارایی در شرایط تغییر دینامیک سطح آب
- عدم امکان تغییر سرعت
- عدم امکان تغییر جهت
- استهلاک و آسیب مکانیکی به کوپلینگ و پمپ به خصوص در زمان تغییر آرایش
- عدم ارائه توقف نرم و مشکلاتی همچون ضربه قوچ<sup>۸</sup> و کاویتاسیون<sup>۹</sup>
- نیازمند شش رشته کابل (هزینه قابل توجه برای فواصل زیاد بین تابلو و الکتروپمپ)
- نیازمند تعمیر و نگهداری قابل توجه
- نیازمند حفاظت‌های جداگانه به دلیل عدم عملکرد مناسب و قابلیت اطمینان پایین بی‌متال
- عدم برنامه‌پذیری
- نیاز به نصب تجهیزات اضافی جهت اندازه‌گیری و حفاظت
- عدم استفاده کامل از ظرفیت برق اضطراری (دیزل ژنراتور)
- عدم وجود قابلیت‌های هوشمند همچون ثبت رخدادها و خطاها
- عدم کارایی برای چاه‌های دارای دیواره سست و ماسه‌دهی (شولاتی)
- نیاز به خازن گذاری برای جبران توان راکتیو

## ۲-۳- سافت‌استارتر<sup>۱۰</sup>

سافت‌استارترها از ادوات الکترونیک قدرت مانند تریستورها برای کنترل اعمال ولتاژ به موتور بهره می‌برند. اساس عملکرد سافت‌استارترها مبتنی بر این اصل است که گشتاور متناسب است با مربع جریان که با ولتاژ رابطه مستقیم دارد؛ بنابراین با کنترل ولتاژ موتور در زمان راه اندازی گشتاور و جریان موتور را می‌توان کنترل کرد.

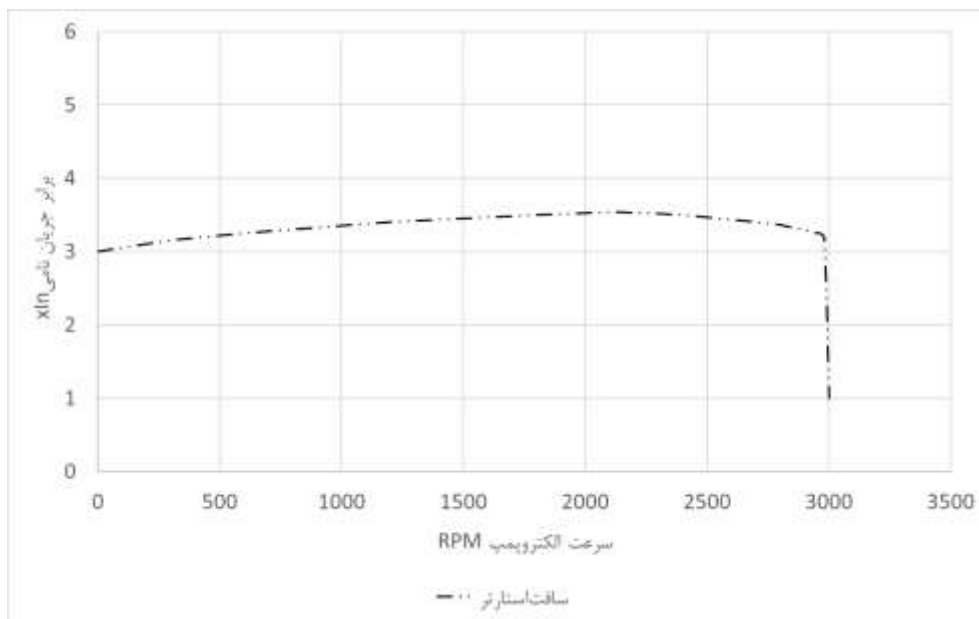
در یک سافت‌استارتر، پارامترهای وارده به موتور همچون جریان و سرعت به صورت لحظه‌ای پایش می‌شوند تا ولتاژ راه اندازی متناسب با شرایط به موتور اعمال شود. این امر به واسطه کنترل زاویه هدایت تریستورهای قدرت میسر می‌شود.

در این ادوات الکترونیک قدرت برای کاهش جریان راه اندازی از روش‌های مختلفی همچون شیب جریان، شیب ولتاژ شیب گشتاور یا راه اندازی تطبیقی استفاده می‌شود به شکلی که جریان راه اندازی در این روش تقریباً با ستاره - مثلث برابر و حدود ۳ تا  $\frac{3}{5}$  برابر جریان نامی است، با این تفاوت که به دلیل راه اندازی نرم‌تر، آسیب‌های کمتری نسبت به تک ضرب و ستاره - مثلث به همراه دارد. با این تدبیر، منحنی جریان راه اندازی یک الکتروپمپ با سافت‌استارتر را در شکل ۲-۴ مشاهده می‌کنید.

<sup>8</sup> Water Hammer

<sup>9</sup> Cavitation

<sup>10</sup> Softstarter



شکل ۴-۲ منحنی جریان راه‌اندازی الکتروپمپ با سافت استارتر

### ۱-۳-۲ مزایا راه‌انداز سافت استارتر

مزایای راه‌انداز سافت استارتر عبارت است از:

- وجود حفاظت‌های پیشرفته
- کاهش جریان راه‌اندازی نسبت به روش تک‌ضرب
- بهبود آسیب‌های الکتریکی و مکانیکی نسبت به روش ستاره - مثلث
- بهبود مشکلاتی همچون ضربه قوچ و کاویتاسیون

### ۲-۳-۲ معایب راه‌انداز سافت استارتر

معایب راه‌انداز سافت استارتر عبارت‌اند از:

- جریان راه‌اندازی بالا تا  $3/5$  برابر جریان نامی
- ایجاد افت ولتاژ در راه‌اندازی
- عدم امکان راه‌اندازی در زمان افت ولتاژ شبکه
- عدم کارایی در شرایط تغییر دینامیک سطح آب
- عدم امکان تغییر سرعت
- عدم امکان تغییر جهت
- استهلاک کوپلینگ و پمپ
- عدم استفاده کامل از ظرفیت برق اضطراری (دیزل ژنراتور)
- نیاز به خازن‌گذاری برای جبران توان راکتیو



## ۲-۴- درایو کنترل دور<sup>۱۱</sup>

درایو (از این پس این تجهیز را به اختصار درایو می‌نامیم) مدرن‌ترین روش راه‌اندازی و کنترل الکتروپمپ‌هاست. نحوه عملکرد درایو به این شکل است که برق ۴۰۰ ولت متناوب ۵۰ هرتز در ورودی توسط مازول یکسوساز به برق مستقیم تبدیل شده و روی خازن‌هایی ذخیره می‌شود و نوسانات آن نیز گرفته می‌شود. سپس با استفاده از کلیدهای الکترونیک قدرت IGBT این برق مستقیم، مجدداً به برق متناوب با ولتاژ و فرکانس دلخواه تبدیل می‌شود. به این شکل، می‌توان سرعت چرخش الکتروپمپ را بین صفر تا سرعت نامی به طور کاملاً نرم کنترل کرد.

درایوها علاوه بر کنترل دور، مشکل راه‌اندازی را بسیار بهتر از سایر روش‌ها و حتی سافت‌استارترها حل می‌کنند. منحنی جریان راه‌اندازی یک الکتروپمپ با استفاده از درایو را در شکل ۲-۵ مشاهده می‌کنید. همان‌طور که واضح است، درایو راه‌اندازی کاملاً تحت کنترل و نرمی را ایجاد می‌کند به شکلی که طی هیچ یک از عملیات راه‌اندازی، کار و توقف الکتروپمپ، جریان الکتروپمپ از مقدار نامی آن فراتر نمی‌رود. این موضوع بخش عمده مشکلات ناشی از جریان‌های بالای راه‌اندازی الکتروپمپ را مرتفع می‌سازد.

در برخی درایوهای مدرن مخصوص سیستم‌های پمپاژ، علاوه بر حفاظت‌های رایج ولتاژی و جریانی و حرارتی، حفاظت‌های پیشرفته‌ای برای تشخیص گیرکردگی پمپ و تجمع رسوبات، کارکرد خشک پمپ، فرایند پیش‌گرمایش برای جلوگیری از تجمع رطوبت در موتور، تشخیص ترکیب لوله و توبعی چون چرخش دوره‌ای وجود دارد که تمامی نیازهای یک سیستم پمپاژ را برطرف می‌کند.

### ۲-۴-۱- مزایای راه‌انداز درایو

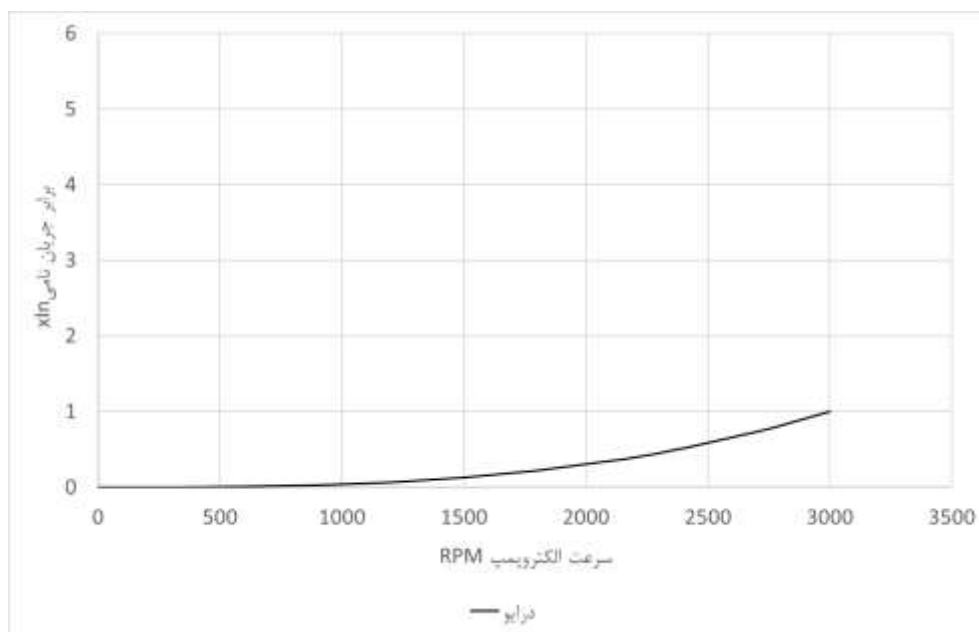
مزایای راه‌انداز درایو عبارت است از:

- وجود حفاظت‌های پیشرفته
- حذف کامل جریان راه‌اندازی
- حذف کامل آسیب‌های الکتریکی و مکانیکی ناشی از راه‌اندازی
- حل کامل مشکلاتی همچون ضربه قوچ و کاویتاسیون
- عدم ایجاد افت ولتاژ در راه‌اندازی
- امکان راه‌اندازی در زمان افت ولتاژ شبکه
- حل مشکل تغییر دینامیک سطح آب
- امکان تغییر سرعت
- امکان تغییر جهت
- افزایش عمر کوپلینگ و پمپ
- استفاده کامل از ظرفیت برق اضطراری (دیزل ژنراتور)
- جبران توان راکتیو بدون نیاز به خازن

با توجه به مزایای فوق، توصیه می‌گردد شرکت‌های آب و فاضلاب سراسر کشور راه‌انداز درایو را به‌عنوان بهترین روش راه‌اندازی در اولویت نصب و بهره‌برداری قرار دهند.

<sup>11</sup> Variable Frequency Drive





شکل ۲-۵ منحنی جریان راهاندازی الکتروموتور با درایو

## ۲-۴-۲- معایب راهانداز درایو

درایو آخرین نسل راهانداز ارائه شده در دنیاست. این راهانداز به نحوی طراحی شده است که در صورت رعایت استانداردهای بین‌المللی در ساخت آن، صرف‌نظر از هزینه تعمیرات نسبتاً بالاتر، تقریباً تمامی معایب و مشکلات راهاندازهای قبلی را حل کرده و علاوه بر آن، مزایای منحصر به فردی به خصوص برای کاربری الکتروموتورها ارائه می‌کند.

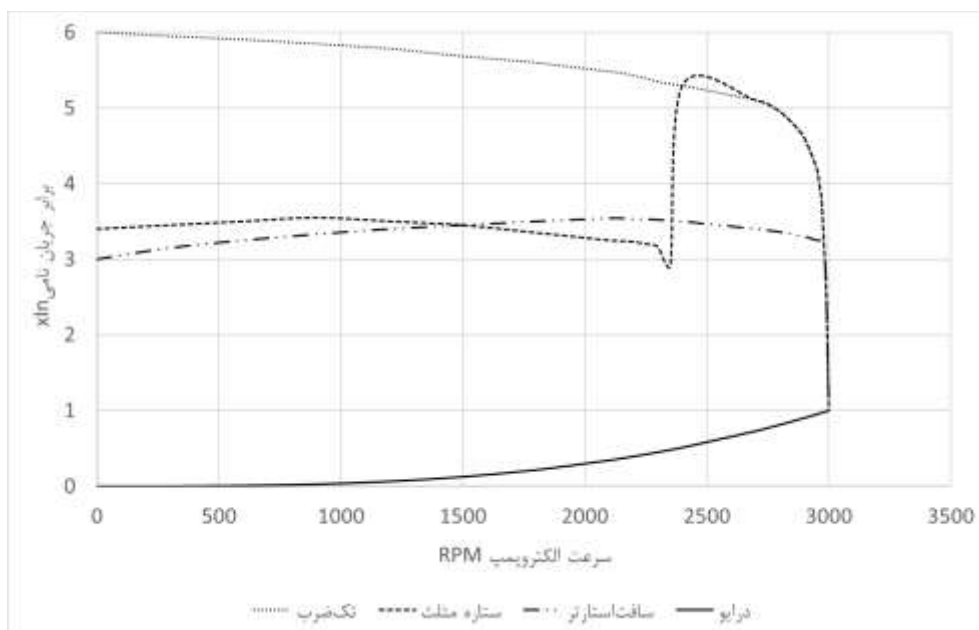
با این حال همچون هر تجهیز دیگری، در صورتی که از درایوهای بی‌کیفیت یا فاقد استانداردهای لازم استفاده شود، این تجهیز نیز می‌تواند آسیب‌هایی همچون نویز و هارمونیک را به دنبال داشته باشد.

در نتیجه، همان‌طور که به تجربه در شرکت‌های مختلف آب و فاضلاب سراسر کشور مشاهده شده است، انتخاب نام‌های تجاری و مدل‌هایی که مطابق با مشخصات فنی ذکر شده در این دستورالعمل هستند می‌تواند علاوه بر حل بسیاری از مشکلات بهره‌برداری، عمر الکتروموتور و سیستم پمپاژ را به طور قابل‌توجهی افزایش دهد.

## ۲-۵- مقایسه راهاندازها

در حالی که راهاندازهای سنتی تک‌ضرب و ستاره - مثلث مشکلات متعدد الکتریکی و مکانیکی دارند، راهانداز سافت‌استارتر این مشکلات را تا حد خوبی بهبود می‌دهد و راهانداز درایو تمامی این مشکلات را مرتفع می‌سازد. تفاوت منحنی جریان راهاندازی روش‌های مختلف را می‌توانید در شکل ۲-۶ مشاهده کنید.

همچنین، خلاصه مقایسه این راهاندازها را می‌توانید در جدول ۲-۱ مشاهده کنید. در این جدول، چالش‌های مختلف سیستم‌های پمپاژ ذکر شده‌اند و در مقابل هر روش، علامت‌های X به معنی عدم حل چالش، ! به معنی بهبود چالش و ✓ به معنی حل کامل مشکل یا چالش قرار داده شده است.



شکل ۲-۶ مقایسه منحنی جریان در روش‌های مختلف راه‌اندازی

جدول ۲-۱ مقایسه انواع روش‌های راه‌اندازی

چالش	تک‌ضرب	ستاره - مثلث	سافت‌استارتر	درایو
نیاز به خازن‌گذاری	X	X	X	✓
نیاز به کنتاکتور	X	X	X	✓
نیاز به ۶ رشته سیم	✓	X	✓	✓
جریان راه‌اندازی	X	X	!	✓
حفاظت دقیق	X	X	✓	✓
ایجاد افت ولتاژ در راه‌اندازی	X	X	X	✓
راه‌اندازی در افت ولتاژ شبکه	X	X	X	✓
آسیب به اتصالات و لوله‌ها	X	X	!	✓
مشکل ضربه قوچ	X	X	!	✓
مشکل کاپیتاسیون	X	X	!	✓
مشکل ماسه‌دهی	X	X	!	✓
نیاز به تغییر جهت	X	X	X	✓
تعمیر و نگهداری تابلو	X	X	X	✓
حل مشکل تغییرات دینامیک	X	X	X	✓
حل مشکل دل زدن	X	X	X	✓
قابلیت تغییر سرعت	X	X	X	✓
کاهش انرژی و آب مصرفی	X	X	X	✓
کاهش هزینه دیزل	X	X	X	✓

## ۲-۶- توجیه استفاده از تابلو درایو برای کاربردهای سرعت ثابت

علاوه بر کاربرد الزامی تابلو درایو برای ایستگاه‌های نیازمند کنترل دور، امروزه با توجه به شرایط شبکه برق و آبرسانی کشور، و همچنین پیشرفت فناوری درایو، این نوع راه‌انداز به بهترین گزینه برای راه‌اندازی تمامی الکتروپمپ‌ها، از جمله مواردی که با سرعت ثابت کنترل می‌شوند بدل شده است. به همین منظور، این نوع راه‌انداز به عنوان بهترین گزینه برای راه‌اندازی تمامی الکتروپمپ‌ها، از جمله موارد سرعت ثابت همچون حلقه چاه‌ها توصیه می‌شود.

دلایل این توصیه عبارت‌اند از:

### ۲-۶-۱- توجیه اقتصادی تابلو درایو

در گذشته قیمت درایو از روش‌های دیگر همچون سافت‌استارتر به مراتب بالاتر بود و این موضوع دلیل اصلی اقبال به راه‌اندازی با سافت‌استارتر بود. امروزه با پیشرفت فناوری و ارزان‌تر شدن درایوها، با وجود اینکه همچنان دستگاه درایو از دستگاه سافت تا حدودی گران‌تر است، اما هزینه تمام شده تابلو درایو تقریباً برابر با تابلو سافت‌استارتر می‌شود. این اختلاف هزینه به دلیل حذف ادواتی همچون خازن، بانک خازنی، ترانس ایزوله، کلید خازنی، کنتاکتور و... در تابلو درایو است.

### ۲-۶-۲- افت ولتاژ شبکه

با توجه به نوسانات شدید ولتاژ شبکه در کشورمان به خصوص طی فصل تابستان، و به خصوص در مواردی که راه‌انداز در نقطه‌ای دوردست از شبکه نصب می‌گردد، افت ولتاژ شبکه همواره گریبان‌گیر سیستم‌های راه‌انداز سنتی است. هیچ‌کدام از روش‌های سنتی مثل تک‌ضرب و ستاره - مثلث و همچنین روش سافت‌استارتر امکان راه‌اندازی در افت ولتاژهای شدید را ندارند و کاربر را با خطاهای متعدد، آسیب به الکتروپمپ، خاموشی و اختلال در آبرسانی مواجه می‌کنند.

این در حالی است که درایوهای مدرن به دلیل حذف کامل جریان راه‌اندازی می‌توانند در افت ولتاژهای شدید نیز بدون قطع آبرسانی یا بروز خطا، نسبت به راه‌اندازی ایمن الکتروپمپ اقدام کنند.

### ۲-۶-۳- صرفه‌جویی در مصرف برق و آب

درایوها با دارا بودن حالت صرفه‌جویی انرژی، می‌توانند بسته به کاربرد مورد نظر، بین ۱۵ تا ۴۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب و برق به ارمغان بیاورند.

### ۲-۶-۴- راه‌اندازی با برق اضطراری

برای کاربردهایی که قرار است از طریق برق اضطراری دیزل ژنراتور هم راه‌اندازی شوند، ظرفیت دیزل موردنیاز برای درایو حدوداً نصف ظرفیت موردنیاز برای راه‌انداز سافت‌استارتر است که این موضوع کاهش هزینه بسیار چشمگیری را به دنبال خواهد داشت.

### ۲-۶-۵- عدم نیاز به خازن

خازن‌ها یکی از اولین نقاط آسیب در تابلوهای راه‌انداز هستند. با استفاده از تابلو درایو خازن و تمامی مدارات مربوطه از تابلو راه‌انداز حذف خواهد شد.

### ۲-۶-۶- حذف کامل چالش‌های بهره‌برداری

در حالی که سافت‌استارتر باعث بهبود بسیاری از مشکلات ناشی از جریان راه‌اندازی بالا می‌شود، درایو باعث حل کامل این مشکلات از قبیل ضربه قوچ، کاویتاسیون، ماسه‌دهی و... می‌شود.



### فصل ۳- انتخاب نوع مناسب راه‌انداز برای الکتروپمپ

### ۳-۱- مقدمه

استفاده از هر نوع تابلو راهاندازی در هر شرایطی مجاز نیست. در توان‌های بالا، آسیب‌های الکتریکی و مکانیکی راهاندازی به صورت تک‌ضرب یا ستاره - مثلث بسیار شدید است. علاوه بر این، وجود برخی از شرایط خاص مثل تغذیه از برق اضطراری، متراژ بالای خروجی تا الکتروپمپ و... نیز استفاده از روش‌های سنتی توجیه فنی و اقتصادی ندارد.

با توجه به تفاوت‌ها و مزایای راهاندازها نسبت به یکدیگر، بسته به توان و شرایط بهره‌برداری الکتروپمپ برخی از راهاندازها عملکرد بهتری داشته، از این رو در این بخش نحوه انتخاب راهانداز مناسب مورد بحث قرار می‌گیرد.

### ۳-۲- شرایط غیر مجاز استفاده از راهاندازهای مختلف

- در صورت عدم وجود مخزن دفع ضربات سیال<sup>۱۲</sup> و وجود ضربه قوچ در سیستم استفاده از راهانداز تک‌ضرب و ستاره - مثلث مجاز نیست
- ماسه‌دهی و فروریزی قابل توجه دیواره چاه استفاده از راهانداز تک‌ضرب و ستاره - مثلث مجاز نیست.
- در صورت متراژ بالای ۵۰ متر بین تابلو و الکتروپمپ استفاده از راهانداز تک‌ضرب و ستاره - مثلث مجاز نیست<sup>۱۳</sup>.
- در ایستگاه‌ها یا حلقه چاه‌هایی که تزریق مستقیم الکتروپمپ به شبکه یا فشار کاری متغیری در طول شبانه‌روز دارند، یا به برق اضطراری دیزل ژنراتور مجهز خواهند شد، در تمامی توان‌ها تنها استفاده از تابلو درایو مجاز است.

### ۳-۳- توان‌های غیر مجاز استفاده از تابلو تک‌ضرب و ستاره - مثلث

هر چه توان الکتروپمپ بالاتر باشد، میزان جریان راهاندازی در حالت ستاره - مثلث و تک‌ضرب نیز قابل توجه‌تر خواهد شد. این جریان‌های راهاندازی به طور مستقیم روی پدیده‌هایی همچون کاویتاسیون، فروریزی دیواره چاه‌ها، استهلاک مکانیکی پمپ‌ها و افت ولتاژ خط مؤثر هستند. از سوی دیگر رخداد پدیده‌هایی همچون ضربه قوچ در سیستم‌هایی با الکتروپمپ‌های قدرتمندتر، شدیدتر است.

با توجه به توضیحات فوق، بازه توانی مجاز جهت استفاده از راهاندازهای مختلف به شرح ذیل است (توان‌های ذکر شده مربوط به الکتروپمپ هستند):

#### ۳-۳-۱- تا توان ۷/۵ کیلووات

تا توان ۷/۵ کیلووات استفاده از انواع روش‌های راهاندازی (راهاندازی مستقیم (تک‌ضرب)، ستاره - مثلث، سافت‌استارتر و درایو) مجاز است.

#### ۳-۳-۲- از ۷/۵ تا ۲۲ کیلووات

از توان ۷/۵ تا ۲۲ کیلووات استفاده از روش راهاندازی ستاره - مثلث در صورت رعایت بند ۳-۲- مجاز است. همچنین استفاده از سافت‌استارتر و درایو بدون محدودیت مجاز است.

<sup>۱۲</sup> Surge Tank

<sup>۱۳</sup> صرفاً برای راهانداز ستاره - مثلث، با توجه به هزینه قابل توجه کابل و نیاز به شش رشته سیم تک رشته یا دو کابل سه رشته در تابلوهای ستاره - مثلث، در هر توانی هزینه تابلو ستاره مثلث از متراژ معینی، بیش از هزینه تابلو راهاندازهای پیشرفته‌تر همچون تابلو سافت‌استارتر یا تابلو درایو خواهد بود. طبق محاسبات صورت پذیرفته، استفاده از تابلو ستاره - مثلث برای متراژ بالای ۵۰ متر مقرون به صرفه نخواهد بود در نتیجه با توجه به کاستی‌های فنی قابل توجه این نوع تابلو و مباحث اقتصادی مطرح شده، استفاده از تابلو ستاره - مثلث برای راهاندازی الکتروپمپ‌هایی با فاصله کابل از تابلو تا الکتروموتور حداکثر ۵۰ متر مجاز می‌باشد.

### ۳-۳-۳- از ۲۲ تا ۵۵ کیلووات

از توان ۲۲ تا ۵۵ کیلووات استفاده از روش‌های راه‌اندازی سافت‌استارتر و درایو بدون محدودیت مجاز است و استفاده از روش راه‌اندازی ستاره - مثلث منوط به تبصره ذیل می‌باشد:

**تبصره ۱.** با انتخاب مدیران انرژی و به شرط رعایت دستورالعمل‌های طراحی، ساخت و بهره‌برداری، و توجیه فنی و اقتصادی و اقتضا شرایط فعلی شرکت‌ها و محدودیت‌های بهره‌برداری برای تأسیس مورد نظر، و همچنین رعایت تمامی شرایط بند ۳-۲-، استفاده از تابلو ستاره - مثلث تا توان ۵۵ کیلووات مجاز می‌باشد.

### ۳-۳-۴- از ۵۵ کیلووات به بالا

از توان ۶۲/۵ کیلووات و بالاتر صرفاً استفاده از روش‌های راه‌اندازی سافت‌استارتر و درایو مجاز است.

**تبصره ۲.** شرکت‌های آبفا بر اساس اقتضا شرایط بهره‌برداری می‌توانند در صورت رعایت بند ۳-۲-، و پس از مکاتبه رسمی با کارگروه، به طور خاص مجوز موقت برای استفاده از تابلو ستاره - مثلث را دریافت کنند.

به منظور سهولت در انتخاب بازه توانی مجاز برای راه‌اندازهای مختلف، جدول ۳-۱ خلاصه‌ای از روش‌های راه‌اندازی مجاز را برای توان‌های مختلف الکتروپمپ نمایش می‌دهد.

جدول ۳-۱ بازه توانی مجاز استفاده از روش‌های مختلف راه‌اندازی

شرایط بهره‌برداری	$P \leq 7/5 \text{ kW}$	$7/5 \text{ kW} < P \leq 22 \text{ kW}$	$22 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$	$P > 55 \text{ kW}$
تک‌ضرب	✓	ممنوع	ممنوع	ممنوع
ستاره - مثلث	✓	✓ - مشروط بند ۳-۲-	ممنوع - مشروط تبصره ۱ و بند ۳-۲-	ممنوع - مشروط تبصره ۲ و بند ۳-۲-
سافت‌استارتر	✓	✓	✓	✓
درایو	✓	✓	✓	✓



## فصل ۴- حفاظت تابلو راه انداز



مجموع تجهیزات حفاظتی مورد استفاده در تابلو باید به گونه‌ای باشند که تمامی توابع حفاظتی با ویژگی‌های مطرح شده در این فصل را به طور کامل پوشش دهند؛ لذا توصیه می‌گردد جهت یکسان‌سازی کنترل و تنظیم توابع حفاظتی، از یک رله حفاظتی به همراه سوپر کنترل فاز استفاده شود. در صورتی که از تابلو راه‌اندازی درایو یا سافت‌استارتر با مشخصات مطرح شده در فصل ۷ و فصل ۶ استفاده گردد، نیازی به استفاده از تجهیزات حفاظتی تکمیلی نیست.

## ۴-۱- اضافه ولتاژ فاز ANSI59

### ۴-۱-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر اضافه ولتاژ در نظر گرفته شده است. اتصال ورودی‌های ولتاژ باید به صورت ستاره صورت پذیرد و حفاظت ولتاژی به صورت تک‌فاز انجام شود به صورتی که با تخطی ولتاژ از مقدار مجاز حتی در یک فاز نیز تریپ صادر شود. رله باید دو مرحله حفاظت اضافه ولتاژ ارائه دهد.

### ۴-۱-۲- تنظیمات

پارامترهای ذیل باید مطابق با مقادیر مذکور در رله تنظیم شوند. عدم وجود هر یک از پارامترها یا منطقی‌های عملکردی مطرح شده در این بخش به معنی عدم تأیید رله حفاظتی توسط این دستورالعمل است.

- تنظیم اضافه ولتاژ مجاز: ۱۱۰٪ و ۱۲۰٪ برای مرحله اول و دوم
- تنظیم زمان تریپ: ۴ ثانیه و ۵/۰ ثانیه برای مرحله اول و دوم

## ۴-۲- افت ولتاژ فاز ANSI27

### ۴-۲-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر افت ولتاژ در نظر گرفته شده است. اتصال ورودی‌های ولتاژ باید به صورت ستاره صورت پذیرد و حفاظت ولتاژی به صورت تک‌فاز انجام شود به صورتی که با تخطی ولتاژ از مقدار مجاز حتی در یک فاز نیز تریپ صادر شود. رله باید دو مرحله حفاظت افت ولتاژ ارائه دهد.

### ۴-۲-۲- تنظیمات

پارامترهای ذیل باید مطابق با مقادیر مذکور در رله تنظیم شوند. عدم وجود هر یک از پارامترها یا منطقی‌های عملکردی مطرح شده در این بخش به معنی عدم تأیید رله حفاظتی توسط این دستورالعمل است.

- تنظیم افت ولتاژ مجاز: ۹۰٪ و ۸۵٪ برای مرحله اول و دوم
- تنظیم زمان تریپ: ۴ ثانیه و ۱ ثانیه برای مرحله اول و دوم (در صورتی که افت ولتاژ در زمان راه‌اندازی بیشتر از مقادیر فوق بود، می‌تواند زمان‌های فوق را تا ۱ ثانیه افزایش داد).

## ۴-۳- اضافه ولتاژ زمین ANSI59N

### ۴-۳-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر اضافه ولتاژ زمین در نظر گرفته شده است. در سیستم‌های سه‌فاز در حالت عادی ولتاژ زمین صفر است، اما با رخداد خطای زمین ولتاژ زمین افزایش می‌یابد. این تابع پوشش مناسبی برای تابع خطای زمین جریانی می‌باشد که در خطاهای مقاومتی که جریان آن‌ها پایین است و توابع جریانی امکان تشخیص مناسبی ندارند، عملکرد مطلوبی دارد. اتصال ورودی‌های ولتاژ باید به صورت ستاره صورت پذیرد و حفاظت ولتاژی به صورت تک‌فاز انجام شود به صورتی که با تخطی ولتاژ از مقدار مجاز حتی در یک فاز نیز تریپ صادر شود. رله باید دو مرحله حفاظت اضافه ولتاژ زمین ارائه دهد.



#### ۴-۳-۲- تنظیمات

- تنظیم اضافه ولتاژ زمین مجاز: ۱۰ ولت و ۲۰ برای مرحله اول و دوم
- تنظیم زمان تریپ: ۰/۲ ثانیه و ۰/۰۵ ثانیه برای مرحله اول و دوم

#### ۴-۴- توالی فاز یا عدم تعادل ولتاژ ANSI47

##### ۴-۴-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر قطع فاز، عدم تعادل ولتاژ و توالی فاز در نظر گرفته شده است. توالی فاز اشتباه منجر به چرخش معکوس موتور می‌گردد. قطع فاز موجب آسیب جدی الکتریکی و مکانیکی به الکتروپمپ می‌شود. عدم تعادل ولتاژ نیز موجب لرزش شدید الکتروپمپ می‌شود. اتصال ورودی‌های ولتاژ باید به صورت ستاره صورت پذیرد.

##### ۴-۴-۲- تنظیمات

- تنظیم اضافه ولتاژ مجاز: ۱۵ درصد
- تنظیم زمان تریپ: ۳ ثانیه

#### ۴-۵- عدم تعادل جریان ANSI46

##### ۴-۵-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر عدم تعادل جریان‌ها در نظر گرفته شده است. عدم تعادل جریان منجر به آسیب‌های الکتریکی و مکانیکی به الکتروموتور می‌گردد. منطق عملکرد این تابع می‌تواند به صورت درصد اختلاف جریان هر فاز نسبت به میانگین جریان سه فاز یا اضافه جریان توالی منفی باشد.

##### ۴-۵-۲- تنظیمات

- درصد عدم تعادل: ۲۵٪ جریان نامی
- زمان تریپ: ۲ ثانیه

#### ۴-۶- اضافه جریان آنی

##### ۴-۶-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر لاک روتور یا گیر کردن پمپ در نظر گرفته شده است. اضافه جریان‌های رخ داده در این خطاها بسیار شدید هستند و این دو تابع اهمیت بالایی دارند.

##### ۴-۶-۲- تنظیمات

- تنظیم جریان: ۲۰۰٪ و ۴۰۰٪ جریان نامی برای مرحله اول و دوم
- تنظیم زمان تریپ: ۰/۱ و صفر ثانیه برای مرحله اول و دوم

#### ۴-۷- اضافه بار (مدل حرارتی) ANSI49

##### ۴-۷-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروپمپ در برابر اضافه بارهای بین ۱٪ تا ۱۰۰٪ بیشتر از جریان نامی در نظر گرفته شده است. عملکرد این تابع باید بر اساس اندازه‌گیری حرارتی بر اساس رابطه ذیل باشد:



$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \theta = \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \left( \left( \frac{I}{k \cdot I_{Nom \ Obj.}} \right)^2 + \theta_v' \right)$$

که می توان به طور خلاصه آن را به صورت  $\theta = I^2 t$  مطرح کرد. منطق عملکرد این تابع باید بر حسب محاسبه دما بر اساس درجه دوم جریان در زمان عبور جریان باشد.

در صورت وجود ترمیستور (PTC یا PT100) نیازی به این تابع نیست.

#### ۴-۷-۲- تنظیمات

- ضریب گرمایش: بر اساس دیتاشیت موتور. در صورت عدم دسترسی، برابر با ۵ دقیقه
- ضریب سرمایش: بر اساس دیتاشیت موتور. در صورت عدم دسترسی، برابر با ۵ دقیقه
- درصد تریپ: ۱۰۱٪
- درصد آلام: ۸۵٪
- ضریب سرویس موتور: بر اساس دیتاشیت موتور. در صورت عدم دسترسی، برابر با ۱۰۰٪
- حداکثر جریان موتور: جریان نامی موتور
- ضریب K: ۱/۰۵

### ۴-۸- خطای زمین آنی 50G

#### ۴-۸-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروموتور در برابر خطاهای شدید زمین در نظر گرفته شده است. رله حفاظتی باید برای این تابع دارای ورودی ترانس جریان زمین باشد، لذا رله باید مجموعاً دارای ۴ ترانس جریان بوده و اجرای این تابع حفاظتی به صورت محاسباتی ۵۰ N مورد قبول نیست. دقت عملکرد این تابع باید بسیار بالا باشد تا بتواند نشتی های کوچک را نیز تشخیص دهد، لذا حداقل مقدار قابل تنظیم این تابع باید از ۰/۰۱ آمپر قابل تنظیم باشد. در صورت عدم وجود این مقدار حساسیت در رله حفاظتی، باید از رله نشتی جریان جدا به همراه کوربالانس برای حفاظت زمین بهره برد.

#### ۴-۸-۲- تنظیمات

- تنظیم جریان: ۲۰٪ جریان نامی موتور
- تنظیم زمان: صفر ثانیه

### ۴-۹- خطای زمین معکوس 51G

#### ۴-۹-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروموتور در برابر خطاهای زمین در نظر گرفته شده است. رله حفاظتی باید برای این تابع دارای ورودی ترانس جریان زمین باشد، لذا رله باید مجموعاً دارای ۴ ترانس جریان بوده و اجرای این تابع حفاظتی به صورت محاسباتی ۵۱ N مورد قبول نیست. دقت عملکرد این تابع باید بسیار بالا باشد تا بتواند نشتی های کوچک را نیز تشخیص دهد، لذا حداقل مقدار قابل تنظیم این تابع باید از ۰/۰۱ آمپر قابل تنظیم باشد. در صورت عدم وجود این مقدار حساسیت در رله حفاظتی، باید از رله نشتی جریان جدا به همراه کوربالانس برای حفاظت زمین بهره برد.

#### ۴-۹-۲- تنظیمات

- تنظیم جریان: ۱۰٪ جریان نامی موتور
- تنظیم TMS/Dial: ۰/۰۵

• منحنی: IEC Standard Inverse

#### ۴-۱۰- افت جریان ANSI37

۴-۱۰-۱- کاربرد

این تابع به منظور حفاظت از الکتروموتور در برابر کارکرد خشک الکتروپمپ در نظر گرفته شده است.

۴-۱۰-۲- تنظیم

- تنظیم جریان: بسته به جریان بی‌باری الکتروپمپ. در صورت عدم دسترسی به جریان بی‌باری، برابر با ۶۰٪ جریان کاری واقعی تنظیم شود.
- زمان عملکرد: ۵ ثانیه

#### ۴-۱۱- پایش راه‌اندازی موتور CLP

۴-۱۱-۱- کاربرد

این تابع حفاظتی به منظور پایش شرایط الکتروموتور و تشخیص شرایط راه‌اندازی از شرایط کار عادی در نظر گرفته شده است. منطق عملکرد این تابع باید به صورت تشخیص راه‌اندازی به واسطه پایش تغییر ناگهانی مقدار جریان باشد. بدین صورت، رله باید راه‌اندازی الکتروموتور را تشخیص دهد و مقادیر توابع حفاظتی را از گروه دیگری دریافت نماید یا به واسطه ضرابی افزایش دهد تا موجب تریپ بی‌مورد کاربرد نشود؛ لذا رله باید حداقل دارای دو گروه تنظیمات باشد.

۴-۱۱-۲- تنظیم

- زمان راه‌اندازی بار سرد: ۳ ثانیه
- زمان توقف بار سرد: ۱ ثانیه

#### ۴-۱۲- تعداد استارت ANSI66

۴-۱۲-۱- کاربرد

این تابع به منظور کنترل تعداد استارت‌ها در یک بازه زمانی مشخص در نظر گرفته شده است.

۴-۱۲-۲- تنظیم

- تعداد استارت مجاز در هر ساعت: ۵ بار



## فصل ۵- مشخصات فنی تجهیزات

## ۵-۱- روشنایی

### ۵-۱-۱- تعریف و کاربرد

مقدار نور داخل تابلوهای برق باید حداقل ۲۰۰ لوکس باشد. مقدار پیشنهادی نور برای این تابلوها ۳۰۰ لوکس است. شدت روشنایی موردنیاز باید در حد امکان بر حسب مقدار پیشنهادی انتخاب شود. اگر شرایط فنی و اقتصادی ایجاب کند، می‌توان شدت روشنایی را بیشتر از مقدار پیشنهادی انتخاب کرد؛ اما به هیچ عنوان نباید از مقدار حداقل کمتر باشد.

### ۵-۱-۲- مشخصات فنی الزامی

- برای تابلویی با ابعاد  $1 \times 1 \times 2$  m لامپ LED حداقل ۱۲ وات مناسب است.
- در تابلو رعایت حداقل ۲۵۰ لوکس الزامی می‌باشد.

## ۵-۲- هیتر (گرم‌کننده)

### ۵-۲-۱- تعریف و کاربرد

هیتر تابلویی به نوعی بخاری برقی تابلویی شناخته می‌شود که به طور خاص برای گرم شدن سریع قطعات داخلی طراحی شده‌اند. این ابزارها در صورت نیاز به گرمای بیشتر به تعداد بیشتری در تابلو برق‌ها باید مورد استفاده قرار گیرند.

### ۵-۲-۲- مشخصات فنی الزامی

- دمای هوای محیط تابلو در داخل ساختمان باید حداکثر  $40^{\circ}\text{C}$  و حداقل  $5^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد باشد و رطوبت نسبی در دمای حداکثر نباید از ۵۰٪ بیشتر شود؛ بنابراین جلوگیری از تعریق تابلوها، باید تمهیدات لازم (استفاده از هیتر و هیدروستات) پیش‌بینی گردد.
- گرم‌کننده‌های ضد رطوبت، باید جهت ظرفیت کارکرد دائمی طراحی و از نوع تک‌فاز  $V 230$ ،  $50\text{ Hz}$  انتخاب شوند.
- گرم‌کننده‌ها در هر سلول باید به وسیله کلید مینیاتوری با حفاظت نشتی به زمین یا قطع‌کننده جریان باقی‌مانده که حساسیت  $30\text{ mA}$  را داشته باشد، حفاظت شود.
- در هر سلول یک هیدروستات (رطوبت‌سنج) باید جهت عملکرد گرم‌کننده‌ها تعبیه شود. توصیه می‌گردد چراغ نشان‌دهنده (ترجیحاً آبی) روی تابلو در نظر گرفته شود که نشان‌دهنده در حال سرویس بودن گرم‌کننده مرتبط است.
- ترمینال‌های گرم‌کننده‌ها باید پوشش حفاظتی داشته باشند.
- برای تابلویی با ابعاد  $1 \times 1 \times 2$  m هیتر رطوبت‌گیر تابلویی با توان حداقل  $100\text{ W}$  وات مناسب است.

## ۵-۳- فن

### ۵-۳-۱- تعریف و کاربرد

جهت خنک کردن قطعات الکتریکی و بالا بردن عمر مفید و محافظت از محصولات الکتریکی از فن تابلویی استفاده می‌شود. فن‌های تابلویی بر اساس کاربرد دارای قاب با سایزهای مختلف و نیز پروانه‌هایی با جنس‌های متنوع می‌باشند. فن تابلویی برق معمولاً در یک قاب مربع شکل در ابعاد و جنس‌های مختلف تولید می‌شود.

### ۵-۳-۲- مشخصات فنی الزامی

- فن مجهز به ترموستات در محلی نصب شود که قسمت‌های برق‌دار تابلو در مقابل نفوذ آب محافظت شده و تابلو دارای درجه حفاظت مناسب در محل نصب آن باشد.
- به علت وجود گردوغبار و نفوذ آن به تابلو در زمان تعبیه فن حتماً از فیلتر مناسب استفاده شود.



- فن و محاسبات آن بر عهده‌ی تابلوساز می‌باشد که مواردی نظیر دمای محیط، رطوبت، گردوغبار و دیگر متغیرها را بررسی کند و مطابق با آن تعداد فن‌ها (بدون فن، یک فن، دو فن و...) و محل ورودی و خروجی هوا و همچنین تعداد ورودی‌های هوا و خروجی‌های هوا (نظیر دو خروجی در بالا یک ورودی در پایین و...) و در نهایت نوع آن‌ها (با فیلتر، بدون فیلتر، بلبرینگی و...) را مشخص کند.
- فن مناسب برای هر سلول حداقل ۵۰ W و دور موتور ۲۷۰۰ دور در دقیقه مناسب است.
- در صورتی که سازنده درایو گردش هوای موردنیاز درایو را در راهنمای کاربری تجهیز مشخص کرده باشد، انتخاب فن باید متناسب با الزامات مطرح شده صورت بگیرد.

## ۵-۴- کلید اصلی

### ۵-۴-۱- تعریف و کاربرد

در تابلوی فشارضعیف، برای ورودی‌ها و اتصال بین دو شینه باید از کلید قطع قدرت خودکار<sup>۱۴</sup> یا هوایی<sup>۱۵</sup> استفاده کرد.

### ۵-۴-۲- مشخصات فنی الزامی

- کلیدها باید سه‌فاز و با فرکانس کاری ۵۰ Hz باشند.
- لازم است کلیدهای ورودی اصلی برای تابلوهای تک‌ضرب و ستاره - مثلث به‌صورت قابل تنظیم حرارتی و مغناطیسی، و برای تابلوهای سافت‌استارتر و درایو به‌صورت قابل تنظیم حرارتی و ثابت مغناطیسی باشند.
- در تابلو راه‌اندازهای دارای رله حفاظتی، کلید ورودی تابلو باید به‌صورت شنت‌دار باشد و خروجی تریپ رله حفاظتی باید جهت قطع خطا به شنت کلید متصل گردد. همچنین رله‌ی شنت کلید ورودی تابلو باید در داخل کلید اصلی نصب شود و نصب این رله در کنار و یا خارج از کلید اصلی قابل قبول نمی‌باشد.
- دمای عملکردی کلید باید از ۲۵- تا ۷۰+ درجه سانتی‌گراد باشد و کلید باید دارای استانداردهای سرد و خشک IEC68-2-1، گرمای خشک IEC68-2-2، گرمای مرطوب IEC68-2-30 (رطوبت ۹۵٪ در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد) و گرد غبار IEC-68-2-52 باشد. کلید ورودی تا جریان ۸۰۰ آمپر باید از نوع اتوماتیک MCCB باشد و از ۸۰۰ آمپر به بالا باید به‌صورت کلید هوایی ACB انتخاب گردد.
- به دلیل سطح اتصال کوتاه بالاتر ادوات کلید و کنتاکتور در زمان خطا، مشخصات ذکر شده در جدول ۵-۱ باید الزاماً به‌صورت حداقلی برای تابلو راه‌اندازهای تک‌ضرب، ستاره - مثلث و سافت‌استارتر رعایت گردند.

جدول ۵-۱ مشخصات کلید ورودی

بازه جریان کلید (A)	تا ۲۵۰ آمپر	۲۵۱-۴۰۰	۴۰۱-۶۳۰	۶۳۱-۸۰۰	۸۰۱-۱۲۵۰	۱۲۵۱-۴۰۰۰
ولتاژ عملکرد نامی Ue (V)	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰
ولتاژ عایقی نامی Ui (V)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
ولتاژ تحمل ضربه نامی Uimp (kV)	۸	۸	۸	۸	۱۲	۱۲
ظرفیت قطع نهایی Icu و سرویس Ics (kA) در ۴۰۰ ولت	۵۰	۶۵	۶۵	۶۵	۸۵	۱۰۰
تعداد چرخه قطع و وصل مکانیکی	۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰
تعداد چرخه قطع و وصل الکتریکی	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰	۳۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰

- سازنده کلیدهای ورودی باید قادر به ارائه تست‌های کارخانه‌ای مطابق با استاندارد IEC 60947 باشد.
- با توجه به عدم وجود آزمایشگاه معتبر داخلی دارای قابلیت اجرای بندهای تایپ تست کلید منطبق با استاندارد IEC 60947، تولید/تأمین‌کننده موظف به ارائه تایپ تست استاندارد از یکی از آزمایشگاه‌های رسمی CESI/KEMA

<sup>۱۴</sup> MCCB

<sup>۱۵</sup> ACB

است. در صورت عدم ارائه تایپ تست منطبق بر استاندارد، ارائه تست‌های شبیه‌سازی شده یا ارائه تست‌هایی منطبق بر بخشی از استاندارد مذکور مورد قبول نمی‌باشد.

- ظرفیت جریان نامی کلیدهای قدرت باید با در نظر گرفتن شرایط محیطی درج شده در داده‌برگ، انتخاب گردند. کلیدهای قدرت ورودی باید طوری طراحی شوند که تمام بار ارائه شده در نقشه تک خطی شامل بار فیدرهای رزرو و فیدرهایی که در آینده در قسمت‌های خالی نصب خواهند شد را تأمین کنند.
- کلیدهای قدرت باید قادر به قطع جریان اتصال کوتاه بدون استفاده از محدودکننده‌های جریان و یا فیوزها باشند.
- در صورتی که کلید برای کنترل چند سلول استفاده می‌شود و یا احتمال توسعه مجموعه وجود دارد، حداقل دو عدد کنتاکت در حالت عادی باز<sup>۱۶</sup> و حداقل دو عدد کنتاکت در حالت عادی بسته<sup>۱۷</sup> مشابه کنتاکت کمکی باید تعبیه و تا سر ترمینال سیم‌کشی شده باشد.
- کلید و پوشش آن باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در برابر تنش‌های وارده در هنگام نصب و بهره‌برداری عادی مقاوم بوده و مضافاً در برابر حرارت و آتش غیرعادی تا حدود مشخص شده ایستادگی نماید.

- کلیدهای کشویی باید مجهز به سیستم هم‌قفلی (Interlock) به شرح ذیل باشد؛
  - کنتاکت‌های جداکننده کلید هنگامی مجاز به جدا شدن یا دوباره بسته شدن باشد که کنتاکت‌های اصلی کلید خودکار در وضعیت باز قرار گرفته باشد.
  - کنتاکت‌های اصلی باید تنها در یکی از حالت‌های زیر قابل بسته شدن باشند:
    - در صورتی که کنتاکت‌های جداکننده کلید کاملاً بسته شده باشد؛
    - در صورتی که فاصله جدایی مشخص شده بین قسمت ثابت و متحرک کنتاکت‌های جداکننده تأمین شده باشد؛
    - در صورتی که کلید خودکار در وضعیت جدا شده باشد و تدابیر به کار رفته این اطمینان را ایجاد کند که امکان کاهش سهوی فواصل جدایی مشخص شده بین کنتاکت‌های جداکننده وجود ندارد.
- کلید باید به نحوی طراحی شده باشد که نصب افقی یا عمودی تأثیری بر عملکرد الکتریکی آن نداشته باشد.
- به منظور سهولت در عملکرد، دستگیره عمل‌کننده باید دارای طول کافی بوده و محل آن قابل‌دسترس و در مقابل کلید باشد.
- پس از وقوع حالت خطا، دستگیره باید بین نشانگرهای ON و OFF قرار گیرد و در این حالت نباید امکان بازگشت کلید به حالت ON بدون برگرداندن به موقعیت OFF وجود داشته باشد.
- پلاک کلیدهای خودکار پس از نصب حتماً خوانا باشد.
- در مواردی که در تابلوهای توزیع اصلی از کلید جداگانه استفاده می‌شود، کلید می‌بایست به نحوی قبل از فیوز قرار گیرد که با خاموش کردن کلید، برق فیوز نیز قطع شود.
- کلید اصلی در تابلو فرمان وسایل موتوری باید از نوع خودکار حفاظت موتوری و مجهز به سه دستگاه آمپر متر و یک دستگاه ولت‌متر باشد. همچنین کلید تبدیل ولت‌متر نیز باید از نوع هفت حالتی باشد.

<sup>16</sup> Normally Open

<sup>17</sup> Normally Close



- برای آگاهی از روشن یا خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها در تابلو فرمان وسایل موتوری باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به رنگ‌های قرمز، سبز و زرد (قرمز برای حالت روشن، سبز برای حالت خاموش و زرد برای حالت خطا) پیش‌بینی شود.

## ۵-۵- کنتاکتورها

### ۵-۵-۱- تعریف و کاربرد

یک کلید کنترل‌شونده (الکترومغناطیسی) به‌صورت الکتریکی است که برای کلیدزنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرد یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین تجهیزات در برق صنعتی و سیستم‌های قدرت، کنتاکتور است. این تجهیز با تحریک بوبین داخل کنتاکتور از طریق ولتاژ AC یا DC، جهت قطع و وصل کردن مدارهای قدرت از راه دور به کار گرفته می‌شود. کنتاکتور برق نوعی کلید الکترومغناطیسی است که جهت قطع و وصل کردن مدار از طریق یک سیم‌پیچ مغناطیسی به کار برده می‌شود.

### ۵-۵-۲- مشخصات فنی الزامی

- کنتاکتورها باید سه‌فاز و با فرکانس کاری ۵۰ Hz باشند.
- مشخصات ذکر شده در جدول ۵-۲ باید الزاماً به‌صورت حداقلی رعایت گردند.

جدول ۵-۲ مشخصات فنی الزامی کنتاکتورها

بازه جریان کنتاکتور (A) $I_e$	کمتر از ۱۰۰	۱۰۱-۴۰۰	۴۰۱-۸۰۰
ولتاژ عملکرد نامی (V)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
ولتاژ تحمل ضربه نامی (kV) $U_{imp}$	۸	۸	۸
ظرفیت قطع اتصال کوتاه (x $I_e$ ) AC3	مطابق پارت لیست		
تعداد چرخه قطع و وصل مکانیکی (میلیون بار)	۱۲	۵	۲.۵
تعداد چرخه قطع و وصل الکتریکی (میلیون بار)	۲	۱	۰.۵

- سازنده کنتاکتورها باید قادر به ارائه تست‌های کارخانه‌ای مطابق با استاندارد IEC 60947 باشد.
- با توجه به عدم وجود آزمایشگاه معتبر داخلی دارای قابلیت اجرای بندهای تایپ تست کنتاکتور منطبق با استاندارد IEC 60947، تولید/تأمین‌کننده موظف به ارائه تایپ تست استاندارد از یکی از آزمایشگاه‌های رسمی CESI/KEMA است. در صورت عدم ارائه تایپ تست منطبق بر استاندارد، ارائه تست‌های شبیه‌سازی شده یا ارائه تست‌هایی منطبق بر بخشی از استاندارد مذکور مورد قبول نمی‌باشد.

### ۵-۵-۲-۱- کنتاکتور اصلی، مثلث و ستاره

- کنتاکتور اصلی و مثلث باید از رده کاربری AC-3 باشد.

### ۵-۵-۲-۲- کنتاکتور خازنی

کنتاکتور خازنی کنتاکتوری است که برای راه‌اندازی خازن‌های قدرت که برای اصلاح ضریب قدرت استفاده می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً این خازن‌ها در بانک خازن استفاده می‌شود.

کنتاکتورهای خازنی از یک کنتاکتور معمولی، کنتاکت کمکی مخصوص کنتاکتور خازنی و ۶ تکه سیم با مقاومت بالاتر از سیم‌های افشان معمولی ساخته می‌شوند. ساختار این کنتاکتورها به این گونه است که کنتاکت کمکی و کنتاکتور اصلی از لحاظ مکانیکی به هم متصل هست و از لحاظ الکتریکی هم به وسیله سیم به‌صورت موازی به هم اتصال دارند.

- سازنده کنتاکتورهای خازنی باید قادر به ارائه تست‌های کارخانه‌ای مطابق با استاندارد IEC 60947 باشد.



- کنتاکتور خازنی باید دارای تایپ تست معتبر منطبق با استاندارد IEC 60947 از یکی از آزمایشگاه‌های رسمی CESI/KEMA باشد. در صورت عدم ارائه تایپ تست منطبق بر استاندارد، ارائه تست‌های شبیه‌سازی شده یا ارائه تست‌هایی منطبق بر بخشی از استاندارد مذکور مورد قبول نمی‌باشد.
- تعداد چرخه قطع و وصل الکتریکی کنتاکتورهای خازنی برای ولتاژهای ۴۰۰ ولت متناوب باید ۲۵۰۰۰۰ بار یا بهتر باشد.
- تعداد چرخه قطع و وصل الکتریکی کنتاکتورهای خازنی برای ولتاژهای ۶۹۰ ولت متناوب ۱۰۰۰۰۰ بار یا بهتر باشد.
- کنتاکتورهای خازنی باید دارای فرکانس قطع و وصل حداقل ۲۴۰ چرخه در ساعت یا بهتر باشند.
- در صورت استفاده از میکرو خازن، الزامی به استفاده از کنتاکتور با واحد خازنی نیست.

## ۵-۶- خازن و بانک خازنی

### ۵-۶-۱- تعریف و کاربرد

خازن وظیفه جبران توان راکتیو مدار دارد که سبب کاهش هزینه‌های برق شده و شبکه برق نیز فشار کمتری را متحمل می‌شود. بهترین روش برای محاسبه ظرفیت خازن استفاده از منحنی تغییرات توان اکتیو و ضریب توان بر حسب زمان است. در شرایطی که چنین منحنی‌هایی در دست نباشد، معمولاً با استفاده از میزان قدرت قراردادی و ضریب توان نامی می‌توان مقدار راکتیو موردنیاز را به دست می‌آورند.

### ۵-۶-۲- مشخصات فنی الزامی

مشخصات فنی الزامی خازن به شرح جدول ۳-۵ است.

جدول ۳-۵ مشخصات فنی خازن

ردیف	عنوان	واحد	مقدار
۱	استاندارد		IEC/EN 60831/ 1 and 2
۲	ولتاژ خطی	ولت	450
۳	تولانس مقدار خازن	-	-5% +10%
۴	حداکثر اضافه جریان	%	150%
۵	حداکثر اضافه ولتاژ	%	150%
۶	دمای محیط (دائمی)	سانتی‌گراد	-25° C to 65° C
۷	حداکثر رطوبت	%	95
۸	جریان هجومی	%	20000%
۹	حفاظت محیطی	-	IP 50, indoor mounting
۱۰	اضافه ولتاژ مجاز		1.2 x UN, 8 h every 24 h 1.3 x UN, 30 min every 24 h 1.4 x UN, 5min 1.5 x UN, 1min 2.5 x UN for 10 s (type test)
۱۱	واحد تخلیه		to 50 V in 7 S or less
۱۲	اتصال داخلی		Grounded Star
۱۳	سطح عایقی		0.78 kV withstand 50 Hz, 1 min: 2.5 kV
۱۴	حداکثر ارتفاع	متر	4,000 meters above sea level
۱۵	عمر مورد انتظار	ساعت	180,000 hours (at max voltage, current, ambient)

## ۵-۷- رله کنترل سطح

### ۵-۷-۱- تعریف و کاربرد

با توجه به اینکه مایعات مختلف مانند آب، فاضلاب، محلول‌های اسیدی و قلیائی، کم و بیش هادی الکتریسیته می‌باشند، رله الکترونیکی کنترل سطح مایعات (فلوتر الکترونیکی) با عبور جریان بسیار ناچیزی که از بین الکترودهای معلق در محلول



می‌تواند به تشخیص سطح مایع و کنترل آن اقدام نماید. واضح است که این جریان باید کاملاً ایزوله از برق شبکه باشد و بهتر است که برای جلوگیری از خوردگی الکترودها از جریان متناوب استفاده نمود.

این رله برای کنترل پمپ‌ها جهت پر کردن اتوماتیک مخازن آب و حفاظت پمپ از کارکرد خشک و بدون آب و به حداکثر رساندن راندمان چاه و همچنین تشخیص سطح مایع بکار می‌رود.

#### ۵-۷-۲- مشخصات فنی الزامی

- ولتاژ تغذیه رله باید  $50 \text{ Hz} - 180/250 \text{ VAC}$  باشد.
- رله باید قابلیت تنظیم حساسیت دستگاه با توجه به مقاومت مایع را داشته باشد.
- رله باید قابلیت تنظیم زمان قطع و وصل متغیر بین  $10^{-1}$  s یا بیشتر را داشته باشد.
- رله باید دارای حساسیت  $10^{-1} \text{ K}$  اهم یا بهتر باشد.
- مصرف داخلی رله باید  $0.2 \text{ VA}$  یا کمتر باشد.
- شرایط محیطی سازگار با رله باید در دمای بین رنج  $20^{\circ}\text{C}$  تا  $50^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد و حداقل رطوبت  $70\%$  و یا بهتر باشد.
- دارای ۴ نشانگر اعلان باشد
- سنسورها دارای حفاظت در برابر خوردگی کلر آب و غوطه‌وری دائم در آب باشند.
- اتصال تیغه‌ها باید آب‌بند کامل باشند.

#### ۵-۸-۱- ساعت فرمان

##### ۵-۸-۱-۱- تعریف و کاربرد

ساعت فرمان یا تایمر دیجیتال هوشمند دستگاهی است که در ساعت مشخص و مورد نظر کاربر فرمان را به خروجی ارسال می‌نماید و خروجی را فعال می‌نماید. این فرمان به صورت قطع و وصل جریان برق از طریق رله (خروجی) امکان‌پذیر بوده که منجر به روشن یا خاموش شدن دستگاه مصرف‌کننده می‌شود.

#### ۵-۸-۲- مشخصات فنی الزامی

- توصیه می‌شود بجای ساعت فرمان دیجیتال در صورت دسترسی به نیروی متخصص از نوع آنالوگ استفاده گردد.
- ولتاژ تغذیه ساعت فرمان باید  $50 \text{ Hz} - 180/230 \text{ VAC}$  باشد.
- دمای عملکردی ساعت فرمان باید از  $10^{\circ}\text{C}$  تا  $55^{\circ}\text{C}$  باشد.
- ساعت فرمان باید توانایی ذخیره تنظیمات در مواقع قطع برق تا  $100$  ساعت داشته باشد.
- ساعت فرمان باید قابلیت نصب بر رو DIN ریل داشته باشد.
- ساعت فرمان باید قابل برنامه‌ریزی برای هر  $15$  دقیقه باشد.
- درجه‌ی حفاظت محیطی ساعت فرمان باید IP20 باشد و باید مقاوم در برابر حرارت و ترموپلاستیک خود خاموش شونده باشد.
- دارای باتری زمان واقعی لیتیوم با عمر بالای  $5$  سال و قابل تعویض جهت ذخیره تاریخ، ساعت و کلیه تنظیمات در زمان قطع برق ورودی باشد.
- قابلیت نمایش وضعیت رله
- در نوع دیجیتال بایستی دارای نمایشگر برای نمایش برنامه‌های مختلف باشد.
- در نوع دیجیتال بایستی قابلیت تغییر ساعات تابستانه و زمستانه باشد.
- دارای حافظه برای برنامه‌ریزی حداقل  $30$  برنامه  $24$  ساعته، هفتگی و ماهانه

## ۵-۹- کلید مینیاتوری

### ۵-۹-۱- تعریف و کاربرد

کلید مینیاتوری یا همان MCB مخفف واژه Miniature Circuit Breaker یک کلید الکترومکانیکی خودکار می‌باشد و تجهیز است که مصرف‌کننده را هم در برابر خطای اتصال کوتاه و هم جریان اضافه بار حفاظت می‌کند. کلیدهای مینیاتوری غیرقابل تنظیم بوده و می‌توانند هم به صورت مغناطیسی و هم به صورت حرارتی عمل کنند.

### ۵-۹-۲- مشخصات فنی الزامی

- کلیدهای مینیاتوری باید از نوع حرارتی - مغناطیسی باشد و بدنه آن استقامت حرارتی و مکانیکی کافی برای تحمل مداوم جریان نامی قید شده آن را داشته باشد.
- کلیدهای مینیاتوری باید بتوانند جریان اضافه بار و اتصال کوتاهی را که کلید عامل حفاظتی آن است در شرایط کاری قید شده تحمل نمایند.
- محفظه دربرگیرنده جزء عمل‌کننده حفاظتی، باید به منظور جلوگیری از تماس شخص با مکانیزم مزبور کاملاً مهر و موم شده باشد.
- اجزای فلزی مکانیزم عمل‌کننده کلید باید از جنس مقاوم باشد تا در شرایط آب و هوایی نامساعد فرسوده نشود. ترمینال‌های کلید باید به گونه‌ای باشد که از پراکنده شدن سیم و کابل متصل به آن جلوگیری شود. رزوه‌های پیچ ترمینال‌ها باید در فلز محکم شود. انتهای آچارخور پیچ‌ها باید گرد باشد تا از صدمه رساندن به سیم‌ها جلوگیری نماید.
- فیوزهای مینیاتوری به کار رفته برای مدارات مربوط به روشنایی، چراغ سیگنال‌ها و بارهای مقاومتی و پریز باید از نوع تندکار نوع B باشند و تمامی سایر فیوزهای مینیاتوری باید از نوع کندکار از نوع C باشند.
- کلیدهای مینیاتوری باید دارای استاندارد IEC60947 جهت کاربرد صنعتی باشند. همچنین باید دارای تأییدیه پژوهشگاه نیرو باشد که موارد آزمون کلید مینیاتوری مطابق استاندارد ملی، آزمون حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی، مقاومت در برابر ضربه و تکان‌های مکانیکی، افزایش دما و اندازه‌گیری اتلاف توان، مقاومت در برابر گرمای غیرعادی و آتش می‌باشد.
- کلید مینیاتوری باید حداقل مشخصات فنی جدول ۴-۵ را پوشش دهد.

جدول ۴-۵ حداقل مشخصات فنی الزامی کلید مینیاتوری

ردیف	مورد	مقدار
۱	ظرفیت قطع	۶ کیلوآمپر
۲	نوع تریپ	حرارتی مغناطیسی
۳	تعداد عملکرد مکانیکی	حداقل ۲۰۰۰۰ بار
۴	تعداد عملکرد الکتریکی	حداقل ۱۰۰۰۰ بار

## ۵-۱۰- رله شیشه‌ای

### ۵-۱۰-۱- تعریف و کاربرد

رله‌های کمکی، وسیله‌ای هستند که مشابه کنتاکتورها یک بوبین و تعدادی کنتاکت دارند. با برق‌دار شدن بوبین کنتاکت‌ها تحریک شده و تغییر وضعیت می‌دهند؛ لذا در حالت کلی عملکردی مشابه کنتاکتورها دارند. از این رله‌ها برای قطع و وصل بارهای کوچک در مدارهای فرمان استفاده می‌شود. از ویژگی‌های رله شیشه‌ای که آن را در صنعت محبوب کرده قیمت بسیار پایین، ابعاد کوچک و طول عمر بالای آن‌ها می‌باشد. این نوع رله‌ها در صنعت با نام‌های رله شیشه‌ای، رله کمکی یا رله الکترومکانیکی شناخته می‌شوند.



این نوع رله‌ها در دو مدل قابل نصب روی برد یا قابل نصب روی پایه سوکت ساخته می‌شوند.

اجزای تشکیل‌دهنده رله‌های شیشه‌ای عبارت‌اند از:

**بوبین:** بوبین سیم‌پیچ یا کوئل که با برق‌دار شدن دو سر مثبت و منفی آن تبدیل به آهنربا می‌شود.

**کنتاکت‌ها:** کنتاکت‌ها شامل چند ورودی و خروجی می‌شوند که سیم‌بندی‌های مدار با وصل شدن سیم ورودی و سیم خروجی به آن‌ها انجام می‌شود.

**تیغه مشترک:** این تیغه محل وصل سیم برق ورودی مشترک می‌باشد.

**تیغه‌های معمولاً باز:** این نوع تیغه‌ها که محل نصب سیم‌های خروجی مدار هستند در صورتی که بوبین رله شیشه‌ای برق‌دار باشد بسته می‌شود و اگر بوبین برق‌دار نباشد این کنتاکت باز می‌ماند.

**تیغه‌های معمولاً بسته:** این نوع تیغه‌ها محل نصب سیم‌های خروجی مدار فرمان می‌باشد. اگر بوبین رله شیشه‌ای برق‌دار باشد این کنتاکت باز می‌شود و در صورتی که بوبین بدون برق باشد این کنتاکت بسته خواهد بود.

#### ۵-۱۰-۲- مشخصات فنی الزامی

- جریان قابل تحمل کنتاکت‌های کمکی حداقل ۱۰ آمپر باشد.
- کنتاکت‌ها از جنس نیکل نقره باشند.
- رله قابل نصب روی سوکت و ریلی باشد.
- دارای دکمه تست قفل‌شونده و چراغ LED باشد.
- دارای درجه حفاظت محیطی حداقل IP 40 باشند.
- پایه‌های رله شیشه‌ای باید از نوع سوزنی ۱۰ پایه باشند و پایه‌های تیغه‌ای مورد قبول نیستند و پایه و رله باید از یک برند باشند.

### ۵-۱۱- چراغ سیگنال

#### ۵-۱۱-۱- تعریف و کاربرد

چراغ سیگنال یا لامپ سیگنال به عنوان یک تجهیز هشداردهنده در تابلو برق استفاده می‌شود. هر چراغ سیگنال از یک بدنه پلاستیکی، یک درپوش رنگی و یک لامپ تشکیل شده است. لامپ در نمونه‌های قدیمی به صورت لامپ رشته‌ای و در نمونه‌های جدید لامپ LED است. بدنه پلاستیکی همانند پیچ طراحی می‌شود که توسط مهره روی در تابلو برق یا بدنه ماشین‌آلات صنعتی نصب می‌گردد. ولتاژ کار آن‌ها از ۳ ولت تا ۳۸۰ ولت است. درپوش رنگی باعث تغییر رنگ چراغ سیگنال در زمان روشن شدن خواهد شد و در رنگ‌های سفید، آبی، قرمز، زرد و سبز تولید می‌شوند که هر رنگ معنای خاصی دارد.

#### ۵-۱۱-۲- مشخصات فنی الزامی

- چراغ سیگنال به صورت الزامی LED باشد
- استفاده از حداقل سه چراغ سیگنال سبز، قرمز و زرد برای وضعیت برق ورودی در تابلوها الزامی می‌باشد.
- برای نمایش سه فاز بر اساس رنگ شینه‌بندی، کنار هم استفاده می‌شود. چراغ سیگنال‌های سرهم RST مورد قبول نیستند و برای نمایش سه فاز باید از سه چراغ سیگنال تکی جدا استفاده نمود.
- برای هر چراغ سیگنال داشتن لیبل لیزری که نوع سیگنال را مشخص نماید الزامی می‌باشد.
- کیفیت وضوح دید و روشنایی چراغ سیگنال به گونه‌ای باشد که در نور روز از فاصله ۵ متر به راحتی قابل رؤیت باشد.
- حفاظت شده در برابر نفوذ گرد و خاک و پاشش آب (IP65) باشد. (مطابق با استاندارد IEC60529)

- کیفیت رنگ رویه چراغ سیگنال به گونه‌ای باشد که در برابر اشعه‌های نور طبیعی و ماورا بنفش مقاوم بوده و دچار رنگ‌پریدگی نگردد.
- حفاظت شده در برابر حداقل ۱۰ درصد تغییرات ولتاژی باشد.
- دمای کارکرد حداقل ۲۵- الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد.

## ۱۲-۵- رله نشتی جریان

### ۱-۱۲-۵- تعریف و کاربرد

یکی از خطاهای رایج در تجهیزات برقی، وقوع اتصال بدنه به فاز یا فاز به زمین می‌باشد که بسته به نوع سیستم زمین (TT-TN-IT) منجر به عبور جریان از زمین می‌گردد. جریان عبوری از زمین در واقع همان جریان توالی صفر بوده که علاوه بر احتمال بروز برق‌گرفتگی برای کارکنان باعث استهلاک تجهیزات به خصوص الکتروموتورها می‌گردد.

در حقیقت مجموع جریان‌های سه‌فاز در حالت عادی و ایده‌آل بایستی برابر صفر باشد، در صورت وقوع اتصال بدنه به فاز و یا فاز به زمین مجموع جریان‌ها عددی غیر از صفر خواهد شد؛ بنابراین نیاز به نوعی حفاظت برای پایش پیوسته مجموع سه‌فاز جریانی، اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. برای پایش برآیند برداری جریان سه‌فاز از ترانس‌های جریان کوربالانس با دقت بالا استفاده می‌گردد.

### ۲-۱۲-۵- مشخصات فنی الزامی

- رله نشتی جریان قابلیت تنظیم جریان قطع از ۰/۰۲۵ تا ۲۵ آمپر را داشته باشد.
- مدت زمان قطع رله نشتی جریان باید قابل تنظیم در رنج ۵-۰/۰۲ ثانیه باشد.
- شرایط محیطی سازگار با رله حفاظت جریان باید در دمای بین ۱۰- تا ۶۰+ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰٪ و یا بیشتر باشد.

**تبصره:** در صورتی که کلید حفاظتی مورد استفاده در تابلو دارای تابع نشتی جریان باشد، نیازی به استفاده از رله نشتی جریان جداگانه نیست.

## ۱۳-۵- رله حفاظت موتور

### ۱-۱۳-۵- تعریف و کاربرد

رله‌های حفاظت موتور، هم برای موتورهای سنکرون و هم موتورهای آسنکرون مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین مدارهایی که موتور توسط کنتاکتور و یا کلید اتوماتیک کنترل می‌شود، کاربرد دارند و نیز قابل استفاده برای موتور در انواع کاربری‌ها نظیر پمپ، فن، کمپرسور، بال میل، خردکننده‌ها و غیره هستند.

سطح حفاظتی که برای موتورها در نظر گرفته می‌شود با توجه به کیلووات و سطح ولتاژ موتور متفاوت است؛ چرا که عملکرد موتور در سطوح کیلوواتی و ولتاژی مختلف، متفاوت می‌باشد؛ لذا رله‌های حفاظت موتور نیز بر اساس سطح عملکردشان دسته‌بندی شده و در جهت اقتصادی بودن پروژه، باید رله حفاظتی در سطح مناسب برای موتور در نظر گرفته شود.

### ۲-۱۳-۵- مشخصات فنی الزامی

- مجموع تجهیزات حفاظتی مورد استفاده در تابلو باید به گونه‌ای باشند که تمامی توابع حفاظتی با ویژگی‌های مطرح شده در فصل ۴ را به طور کامل پوشش دهند؛ لذا توصیه می‌گردد جهت یکسان‌سازی کنترل و تنظیم توابع حفاظتی، از یک رله حفاظتی واحد استفاده شود. در صورتی که از تابلو راه‌اندازی درایو یا سافت‌استارتر با مشخصات مطرح شده در فصل ۶ و فصل ۷ استفاده گردد، نیازی به استفاده از تجهیزات حفاظتی تکمیلی نیست.



- رله‌های حفاظتی دیجیتال با فناوری میکروپروسسوری مورد تأیید می‌باشند و رله‌های حفاظتی دیپ سوئیچی، مکانیکی یا آنالوگ مورد تأیید نیستند.
  - خروجی تریپ رله حفاظتی باید به شنت کلید ورودی تابلو متصل گردد.
  - تغذیه رله حفاظت موتور باید به صورت مولتی رنج VAC/DC ۹۰-۲۵۰ باشد.
  - باید حداقل سه کنتاکت خروجی با تحمل ۲۵۰ VAC/۴ A قابل تنظیم به صورت چنج‌اور داشته باشد.
  - باید حداقل سه ورودی دیجیتال قابل برنامه‌ریزی داشته باشد.
  - باید حداقل ۵ عدد LED قابل تنظیم داشته باشد.
  - باید دارای کیپد و HMI جهت تنظیمات باشد.
  - قابلیت اتصال ترانس‌های جریان ۱ و ۵ آمپر را به صورت قابل تنظیم داشته باشد.
  - باید قابلیت بسته نگه داشتن کنتاکت تریپ تا زمان ریست شدن (Latch) داشته باشد.
  - باید دارای پروتکل مخابراتی Modbus باشد.
  - باید نرم‌افزار اختصاصی تنظیم و پایش از طریق رایانه داشته باشد و دارای پورت RS485 یا USB جهت اتصال و انجام تنظیمات باشد.
  - دارای نرخ نمونه‌برداری حداقل ۱۸۰۰ هرتز باشد.
  - قابلیت ثبت گزارش ۲۰ خطای آخر به همراه مقادیر جریان و ولتاژ خطا را داشته باشد.
  - قابلیت کار در دمای منفی ۲۰ تا مثبت ۶۰ درجه سانتی‌گراد الزامی می‌باشد.
  - دارای تأییدیه تست معتبر آزمایشگاه پژوهشگاه نیرو یا آزمایشگاه خارجی CESI/KEMA باشد.
  - ورودی ولتاژ باید قابلیت اندازه‌گیری ولتاژ خطی تا ۴۰۰ VAC بدون نیاز به ترانس ولتاژ را داشته باشد.
  - رله باید حداقل ۴ ورودی جریان و ۴ ورودی ولتاژ داشته باشد.
  - رله باید حداقل دارای دو گروه تنظیمات باشد.
- توصیه می‌شود برای تغذیه رله حفاظتی از ترانس ایزوله یا محافظ ولتاژ استفاده شود.

## ۵-۱۴- برق‌گیر (سرج‌ارستر)

### ۵-۱۴-۱- تعریف و کاربرد

سرج‌ارستر یا برق‌گیر (Surge Arrester) قطعه الکتریکی است که به منظور حفاظت تجهیزات الکتریکی در مقابل صدمات ناشی از صاعقه و امواج کلیدزنی (باز و بسته شدن کلیدها و کنتاکتورهای قدرت) در تابلوهای برق نصب می‌گردد.

### ۵-۱۴-۲- مشخصات فنی الزامی

- برق‌گیر تابلویی باید از نوع زینک اکساید و spark gap باشد.
- برق‌گیر باید حداقل از نوع ترکیبی کلیدزنی و صاعقه I+II یا B+C باشد.
- برق‌گیر باید بعد از کلید اصلی ورودی نصب گردد.
- در صورتی که آمپر کلید اصلی بالاتر از مقدار اتصال کوتاه مجاز ذکر شده در داده‌برگ برق‌گیر است، یک فیوز با جریان ذکر شده باید به طور مستقل در ورودی مدار برق‌گیر تعبیه گردد.
- ولتاژ نامی هریک از ماژول‌های فاز و NPE باید ۲۳۰ VAC باشد.
- حداکثر ولتاژ کار دائم ماژول‌های فاز باید حداقل برابر با ۲۷۵ VAC برای ماژول‌های فاز و ۲۵۵ VAC برای ماژول‌های NPE باشد.

- قدرت تخلیه نامی  $I_n$  موج ۸/۲۰ باید حداقل ۳۰ کیلوآمپر باشد.
  - قدرت تخلیه حداکثر  $I_{max}$  موج ۸/۲۰ باید حداقل ۵۰ کیلوآمپر باشد.
  - ولتاژ حفاظتی تخلیه  $U_p$  باید کوچک‌تر از ۱/۵ KV باشد.
  - زمان پاسخگویی تجهیز  $t_a$  باید کمتر از ۲۵ ns باشد.
  - کابل‌های مورد استفاده برای اتصال قدرت برق‌گیر باید حداقل دارای سایز ۱۶ میلی‌متر مربع باشند.
  - بسته به نوع سیستم زمین باید از برق‌گیر مناسب استفاده گردد:
۱. برای سیستم‌های زمین TN-S که ارت و نول در محل تابلو مشترک نیستند؛ اما در محل تغذیه بالادست ترانسفورماتور قدرت مشترک شده‌اند: برق‌گیر چهار پل با ۴ ماژول فاز یا برق‌گیر سه پل با سه ماژول فاز + یک ماژول NPE
  ۲. برای سیستم‌های زمین TN-C که ارت و نول در محل تابلو مشترک هستند: برق‌گیر سه پل با سه ماژول فاز
  ۳. برای سیستم‌های زمین TT که ارت و نول نه در محل تابلو نه در محل تغذیه بالادست ترانسفورماتور قدرت مشترک نیستند: برق‌گیر سه پل با سه ماژول فاز + یک ماژول NPE

## ۵-۱۵- پوش باتن (شستی) و کلید

### ۵-۱۵-۱- تعریف و کاربرد

پوش‌باتن یا شستی، وسیله‌ای است با مکانیزم ساده سوئیچی که برای کنترل کردن پروسه یک سیستم عملیاتی و یا یک دستگاه به کار می‌رود. جنس بدنه و قسمت‌های مختلف پوش‌باتن معمولاً از پلاستیک یا فلز یا باکالیت مقاوم و سخت و پلاستیک ساخته می‌شود. پوش‌باتن‌های فلزی و پلاستیکی دارای کنتاکت کمکی هستند.

### ۵-۱۵-۲- مشخصات فنی الزامی

- شستی اضطراری باید از نوع قارچی (دارای جنس آلیاژ نقره) جهت قطع اضطراری و دارای یک کنتاکت کمکی NO و IP66 و جنس بدنه فلزی باشد.
- عمر مکانیکی و الکتریکی تجهیز در حدود ۱۰.۰۰۰.۰۰۰ بار باشد.
- جنس کنتاکت‌ها، آلیاژ نقره (Ag/Ni) در نظر گرفته شود.
- دمای کارکرد تجهیز ۴۰- الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد باشد.
- تجهیز فاقد فلزات سنگین سمی باشد.

## ۵-۱۶- کلید گردان (سلکتوری)

### ۵-۱۶-۱- تعریف و کاربرد

کلید گردان عمدتاً در محدوده ولتاژ پایین استفاده می‌شود. در یک شفت، کلیدهای گردان از مواد رسانای مقاوم در برابر سایش ساخته شده‌اند. با چرخاندن شفت، تماس‌ها توسط کام‌ها باز یا بسته می‌شوند. اغلب تعدادی از کام‌ها بر روی یک شفت نشسته‌اند که به طور هم‌زمان چندین جفت تماس را تغییر یا تعویض می‌کنند.

### ۵-۱۶-۲- مشخصات فنی الزامی

- دارای عمر مکانیکی و الکتریکی ۱۰۰۰۰.۰۰۰ بار باشد (مطابق استاندارد IEC 60947-5-1).
- جنس پلاتین‌ها آلیاژ نقره (Ag/Ni) در نظر گرفته شود.
- دمای کارکرد تجهیز ۴۰- الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد باشد.



- فاقد فلزات سنگین سمی باشد.

## ۵-۱۷- پاور آنالایزر/پاورمتر

### ۵-۱۷-۱- تعریف و کاربرد

دستگاه آنالیز انرژی در تابلوهای راهانداز، یک دستگاه حائز اهمیت بوده که وظیفه پایش پارامترهای قدرت و انرژی را برعهده دارد. پاور آنالایزرها نسبت به پاورمترها دارای قابلیت‌های بیشتری هستند و تحلیل‌های گسترده‌تری را می‌توانند ارائه نمایند. با توجه به اهمیت بالای این تجهیز در تابلوهای راهانداز می‌بایست تجهیز انتخابی از نوع پاور آنالایزر بوده تا بتواند در خصوص تحلیل‌های موردنیاز و پایش صحیح رفتار تجهیز فعالیت نماید.

پاور آنالایزرها به‌عنوان یکی از ابزارهای اندازه‌گیری در ساختارهای اسکادا در نظر گرفته می‌شوند و می‌بایست دارای قابلیت ارتباط با سامانه اسکادا باشند. این ارتباط می‌تواند به دو صورت ارتباط لایه فیلد و ارتباط لایه پروسس در نظر گرفته شود. از آنجایی که ارتباط با سامانه‌های اسکادا نیازمند رعایت حداقل استانداردهای ارتباطی می‌باشد، لذا پاور آنالایزر نیز می‌بایست این استانداردهای ارتباطی را به شکل صحیح پشتیبانی نموده تا خللی در عملکرد سامانه وارد نشود. همچنین این تجهیز می‌تواند به نحوی پیاده‌سازی شود تا پایش آلارم‌های تابلو، ارتباط با داده‌ها، یونیت راهانداز و همچنین ارسال فرامین به‌صورت محدود را نیز انجام دهد.

### ۵-۱۷-۲- مشخصات فنی الزامی پاور آنالایزر

در صورت عدم وجود تابلو تله‌متری در ایستگاه، باید الزاماً از پاور آنالایزر با مشخصات ذیل بهره برد.

پارامتر	اندازه‌گیری‌ها
ولتاژ	فازی، خطی، میانگین
جریان	فازی، میانگین، نول، نول محاسباتی
ضریب توان PF	فازی، میانگین
توان اکتیو P	فازی، کل
توان راکتیو Q	فازی، کل
توان ظاهری S	فازی، کل
فرکانس F	
کیفیت توان	
هارمونیک کل THD	ولتاژ فازی، ولتاژ خطی، جریان
هارمونیک بار کل TDD	فازی
ضریب توان خالص	فازی، میانگین
هارمونیک‌ها	درجه ۲ تا ۴۰ - زوج و فرد - ولتاژ فازی، ولتاژ خطی، جریان
عدم تعادل	ولتاژ فازی، جریان
ضریب KF	جریان
ضریب CF	ولتاژ، جریان
شمارنده‌ها و گزارش‌دهی	
انرژی‌متر	کیلووات ساعت، کیلووات ساعت ۴ محوره
دیماند	پنجره ثابت، محرک، حرارتی حداکثر، آخرین مقدار، مقدار پیش‌بینی شده تگ زمانی ریست فرمانی: دستی، ریموت (Modbus, Dnp3.0) ریست برنامه‌ریزی شده: روزانه، هفتگی، ماهانه، سالانه پارامترها: جریان فازی کل توان اکتیو وارد شده/صادر شده کل توان راکتیو خازنی/سلفی کل توان ظاهری لحظه‌ای یک ثانیه میانگین ۱ تا ۶۰ دقیقه قابل تنظیم پارامترها: ولتاژ فاز ولتاژ خط فاز، جریان نول
ثبت وقایع	



<p>فاز، توان اکتیو کل فاز، توان راکتیو کل فاز، توان ظاهری کل ضریب توان حقیقی فاز THD ولتاژ فاز THD ولتاژ خط جریان فاز نامتعادلی ولتاژ نامتعادلی جریان وارد کردن، صادر کردن توان اکتیو القایی، خازنی، توان راکتیو فرکانس دما</p>	
<p>حداقل ۱۰۰۰۰ رکورد بازه قابل تنظیم ۱ تا ۶۰ دقیقه</p>	ثبات داده
<b>هشدارها</b>	
<p>افزایش بار اضافه بار توان اکتیو ورودی اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان اکتیو ورودی اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان اکتیو خروجی اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان اکتیو خروجی اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان راکتیو اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان راکتیو اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان راکتیو اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان راکتیو اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان راکتیو اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان ظاهری اضافه بار افزایش بار پیش‌بینی‌کننده توان ظاهری اضافه بار افزایش بار دما اضافه بار</p>	<p>مقدار/تاخیر دریافت مقدار/تاخیر اکت خروجی قابل انتخاب (۰ تا ۱۵) (قابل تنظیم برای هر پورت اصلی مدباس یا مژول هات پلاگ) پارامتر اضافه بار ولتاژ فاز ولتاژ کمتر از حد مجاز فاز ولتاژ خط ولتاژ کمتر از حد مجاز خط جریان بیشتر از حد مجاز فاز جریان کمتر از حد مجاز فاز توان اکتیو توان کمتر از حد مجاز اکتیو توان راکتیو بیشتر از حد مجاز ظاهری THD ولتاژ فاز اضافه بار THD ولتاژ خط اضافه بار جریان فاز اضافه بار THD جریان فاز اضافه بار فرکانس اضافه بار فرکانس کمتر از حد مجاز</p>
<b>دقت</b>	
<p>۰.۵٪ ۰.۵٪ ۰.۵٪ ۴ ۰.۵٪ ۰.۲ ثانیه</p>	<p>ولتاژ جریان توان اکتیو هارمونیک فرکانس کیلووات ساعت</p>
<b>اتصال به شبکه قدرت</b>	
<p>۵۰ یا ۶۰ هرتز اولیه: ۱۰۰ تا ۴۰۰.۰۰۰ ولت ثانویه: ۱۰۰ تا ۲۰۰ ولت اولیه: ۵ تا ۵۰۰ آمپر / ۱ تا ۱۰۰۰ آمپر ثانویه: ۵ / ۱ آمپر</p>	<p>فرکانس شبکه ترانس ولتاژ ترانس جریان</p>
<p>دلته زمین نشده ۳ سیمه ۳ فاز ستاره زمین نشده ۳ سیمه ۳ فاز ستاره زمین شده ۳ سیمه ۳ فاز ستاره مقاومتی ۳ سیمه ۳ فاز ستاره زمین نشده ۴ سیمه ۳ فاز ستاره زمین شده ۴ سیمه ۳ فاز ستاره مقاومتی ۴ سیمه ۳ فاز گرافیکی</p>	<p>اتصالات قابل پشتیبانی صفحه نمایش</p>
<p>۲ عدد ورودی آنالوگ جریانی ۱ عدد ورودی دیجیتال ایزوله ۲ عدد خروجی دیجیتال ایزوله</p>	ورودی و خروجی
<b>ارتباطات مخابراتی</b>	
Configurable Modbus-RTU as slave/master	RS485



(hot-plug or integrated port) for DNP3 communication shall support DNP3 without any third-party software. Module shall fully support following features for device to server connects: TLS over DNP3 (can be manual key uploading) AES128 or 256 VPN IPSec White list Note: For security reasons, it is not allowed to use the Wi-Fi module.	Ethernet
Modbus-RTU protocol shall be use for: 1-reading and control unit (soft start or VFD or VSD) or 2- transmit all data (such as measured, analyzed and logged) to upstream RTU or PLC and 3-read and control Input/Output terminals	GPRS/LTE module
Modbus features	
<p>DNP3 shall be support this minimum features for all parameters.</p> <p><b>1- Protocol Compliance &amp; Core Features</b> DNP3 Standard: IEEE 1815-2020 (DNP3-L5) Supported Device Class: Class 3 (Full event reporting) Subset Level Compliance: Subset 5 (Full security + unsolicited messaging) Communication Modes: Unbalanced (Polled + Unsolicited Responses) Balanced (Peer-to-Peer) Note: Unsolicited message must be supported all alarms</p> <p><b>2- Time Synchronization &amp; Timestamp Support</b> <b>Precise Event Timestamping</b> (IEEE 1588 PTP or IRIG-B support) <b>DNP3 Time Synchronization (Function Code 24)</b> <b>Time Quality Flags</b> (Sync status, leap seconds, accuracy) <b>Supports UTC &amp; Local Time Formats</b></p> <p><b>3- Security &amp; Encryption</b> Secure Authentication (DNP3-SA) AES-256 encryption for message integrity Challenge-response authentication Transport Layer Security (TLS 1.2/1.3) for TCP/IP Role-Based Access Control (RBAC) Secure Firmware Updates (Signed binaries)</p> <p><b>4- Event Reporting &amp; Data Handling</b> Full Unsolicited Reporting (Class 3 Events) Spontaneous alerts for critical changes (breaker trips, alarms) Buffered event storage (configurable retention) Supports All DNP3 Data Types: Binary Input/Output Analog Input/Output Counter (Frozen &amp; Unfrozen) File Transfer (Configuration logs, reports) Deadband Filtering (Reduces unnecessary analog value updates)</p> <p><b>5- Performance &amp; Reliability</b> High-Speed Processing: &lt;10ms event detection &amp; reporting Supports LAN (Ethernet) &amp; Serial (RS-232/485) Redundancy Support: Hot standby (dual comms ports) Failover to backup link Data Logging &amp; Storage: Circular buffer for event history Non-volatile memory for critical logs</p> <p><b>6- Configuration &amp; Diagnostics</b> <b>Web-Based &amp; CLI Configuration</b> <b>DNP3 Test Mode (Simulated Data for Debugging)</b></p>	DNP3 Features

### ۵-۱۷-۳- مشخصات فنی الزامی پاورمتر

در صورت وجود تابلو تله‌متری از قبل در ایستگاه، می‌توان از پاورمتر با مشخصات ذیل نیز استفاده نمود.

#### Measurement

- Voltage: Phase, Line, Average
- Current: Phase, Average
- PF (Power Factor): Phase, Average
- P (Active Power): Phase, Total
- Q (Reactive Power): Phase, Total
- S (Apparent Power): Phase, Total
- Frequency: Average

#### Quality Measurement

- THD (Total Harmonic Distortion): Phase, Voltage, Current
- Harmonic – odd, eve: Phase, Voltage, Current
- Unbalance: Voltage, Current

#### **Demand**

- Fixed Window, Sliding
- Maximum Demand
- Time Tag
- Reset: Over HMI, Modbus, Scheduled: Daily, Weekly, Monthly, Yearly
- Parameter: Total Active Power, Total Reactive Power

#### **Event Recorder**

- Generate Event Profile
- Reset Manual: HMI, Modbus
- Time Tag
- Parameter: Power On, Power Off, Alarm Activation/Deactivation

#### **Alarms**

- Pickup/Dropout Value
  - Pickup/Dropout Delay, Res:0.1sec
  - Active Selectable Output (0 – 7 )
  - Time Tag
  - Reset Over HMI, Modbus
  - Parameter: Over Voltage, Under Voltage, Over Current, Under Current, Over Active Power, Under Active Power, Over Reactive Power, Over Voltage Unbalance, Over Current Unbalance, Voltage Sequence

#### **Accuracy (Maximum)**

- Voltage: 0.5%
  - Current: 0.5%
  - Power Factor: 0.5%
  - Active Power: 1%
  - Reactive Power: 2%
  - Harmonic: 4
  - Frequency: 0.02Hz

#### **Connection**

- CT: Primary 5 – 2500A ,Secondary 5A
- Supported Network: 4-Wire

#### **Input Rating**

- Voltage (Phase to Neutral): 40 – 300VAC
- Current: 20 mA ~ 6 A

#### **HMI**

- Mono color Graphic Dot Matrix or LCD

#### **Function**

- Over keypad

#### **Communication Port:**

- RS485, 3 Terminal Modbus RTU
- Baud Rate: 1200 – 19200 b/s
- Endianness: Big, Little
- Format: Int, Float

#### **Input/Output**

- DO: 1x relay 2A/250VAC
- DI (Optional): Optical isolated 24V
- AI (Optional): Galvanic Isolated

#### **Expansion**



- Support expansion over dedicated ports or over modbus

#### Operating Temperature:

- -20~+70°C

#### IP Degree Of Operation:

- IP 54 front panel

## ۵-۱۸- کنترل فاز

### ۵-۱۸-۱- تعریف و کاربرد

رله کنترل فاز برای حفاظت از جان افراد و سایر تجهیزات مرتبط برق بسیار مهم است. اگر انرژی الکتریکی توسط مصرف کننده نهایی به خوبی مدیریت نشود، ممکن است تلفات و مشکلات جدی برای بارها و کاربر ایجاد شود. با افزایش استفاده از برق در خانه‌ها و صنایع، نیاز به حفاظت کافی از تجهیزات، صنایع و هر وسیله دیگری که از برق استفاده می‌کند وجود دارد. یکی از عیب‌های رایج در کارخانه‌های صنعتی گرم شدن بیش از حد و آسیب به بارهای ناشی از خرابی فاز است. حتی اگر دستگاه‌هایی مانند رله اضافه بار یا قطع کننده مدار برای محافظت استفاده می‌شود، بارهای الکتریکی به چیزی سریع و الکترونیکی نیاز دارند.

کنترل فاز نوعی رله کنترل و نظارت است که برای تشخیص مشکلات با یک منبع تغذیه سه فاز طراحی می‌شود، اما برخی از آن‌ها می‌توانند برای کاربردهای تک فاز نیز استفاده شوند.

### ۵-۱۸-۲- مشخصات فنی الزامی

- در صورت پوشش حفاظت‌های مورد نظر توسط رله حفاظتی، نیازی به رله کنترل فاز جداگانه نمی‌باشد.
- کنترل فاز باید به صورت تایمردار و قابل تنظیم باشد.
- کنترل فاز باید مجهز به توابع اضافه ولتاژ، افت ولتاژ، توالی فاز و قطع فاز باشد.
- شرایط الزامی که توسط رله کنترل فاز تحت نظارت قرار می‌گیرند عبارت‌اند از: قطع کامل فاز، افت ولتاژ، افزایش ولتاژ، توالی فاز، عدم تقارن فاز

تبصره ۳. در صورتی که توابع مذکور در رله حفاظتی مورد نظر به طور کامل دیده شوند، نیازی به استفاده از کنترل فاز نیست.

## ۵-۱۹- نمایشگر و سنسور دما

### ۵-۱۹-۱- تعریف و کاربرد

سنسور دما نوعی از تجهیزات صنعتی اندازه‌گیری دما است. سنسور در واقع نوعی سیستم حسگر است و سنسور PT100، حسگری است که تغییرات دمایی را در یک بازه مشخص اندازه‌گیری می‌کند. عملکرد این سیستم بر پایه مقاومت الکتریکی استوار است. به این صورت که با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادی مورد نظر در دماهای مختلف درجه حرارت سیستم را اندازه‌گیری می‌کند.

این نوع سنسور رایج‌ترین حسگر دمایی در صنعت شناخته شده و کاربردهای بسیار گسترده‌ای دارد. بیشترین کاربرد آن در محدوده دمایی زیر ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد است. اساس کار این سنسور بدین صورت است که یک جریان الکتریکی کوچک به یک سیم هادی منتقل می‌شود، سپس مقاومت ایجاد شده در برابر جریان الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت دما بر اساس نوع هادی و مشخصات مقاومتی آن اندازه‌گیری می‌شود. عملکرد این سنسور بر خلاف ترموکوپل است و به جای این که مانند ترموکوپل نیروی محرکه الکتریکی تولید شود، دما با افزایش مقاومت اندازه‌گیری می‌شود.

#### ۵-۱۹-۲- مشخصات فنی الزامی

- محدوده دمایی ۲۰۰- تا ۶۰۰+ درجه سانتی‌گراد باشد.
- عنصر مقاومتی حسگر که دما را حس می‌کند از جنس پلاتین باشد.
- نمایشگر قابلیت اتصال سنسورهای سه سیمه و چهار سیمه را داشته باشد.
- برای محافظت سیم‌های سنسور در برابر عوامل محیطی و جریان‌های نویز انداز، سیم‌ها دارای عایق فایبرگلاس باشد.
- غلاف محافظ سنسور از جنس فولاد ضدزنگ باشد.

#### ۵-۲۰-۲- ترموستات

##### ۵-۲۰-۱- تعریف و کاربرد

ترموستات تابلویی یک کنترل‌کننده الکتریکی خودکار است که برای تنظیم دما در فضای بسته تابلو مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه‌های سردکننده (فن‌ها) و گرم‌کننده (هیتر) به ترموستات متصل می‌شوند تا با قطع و وصل کردن این دستگاه‌ها توسط ترموستات دما در داخل تابلو کنترل شود و ثابت بماند. زمانی که دما به نقطه تنظیم برسد، مدار برقی توسط ترموستات قطع می‌شود و هنگامی که دما ۳ الی ۵ درجه از نقطه تنظیم تجاوز بکند مجدد مدار را وصل می‌کند.

#### ۵-۲۰-۲- مشخصات فنی الزامی

- ولتاژ تغذیه ۲۲۰ VAC و فرکانس شبکه ۵۰ Hz
- قابلیت کار در دمای ۲۰- الی ۸۰+ درجه سانتی‌گراد و قابلیت اندازه‌گیری ۱۰- الی ۷۰+ درجه سانتی‌گراد
- دارای کنتاکت خروجی ۱۰ A ، ۲۵۰ VAC
- جنس بدنه ضد آتش مطابق با استاندارد UL94 V-0

#### ۵-۲۱-۲- ترمینال

##### ۵-۲۱-۱- تعریف و کاربرد

ترمینال بلاک یک اتصال دهنده الکتریکی بین بیش از یک مدار است. از این تجهیز به منظور اتصال دو و یا چند مدار الکتریکی یا تجهیز الکتریکی استفاده می‌شود. ترمینال بلاک‌ها بر اساس اینکه در اتصال چه مدار یا تجهیز استفاده می‌شوند تنوع فراوانی دارند. علاوه بر تنوع در نحوه سیم‌گیری (پیچ و مهره، پیچ و کلمپ، فنری، لحیم و...) یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های هر ترمینال، سطح مقطع نامی آن است. بر اساس این مشخصه می‌توان حداکثر جریان مجاز عبوری از آن را تعریف کرد. البته ترمینال دارای مشخصات الکتریکی و مکانیکی دیگری همچون ولتاژ نامی، پالس ولتاژ، جریان زمان محدود، ظرفیت سیم‌گیری و گشتاور مجاز است. از آنجایی که حصول اطمینان از برقراری اتصالی مستحکم از لحاظ مکانیکی و الکتریکی مهم‌ترین خواسته مصرف‌کنندگان این محصول است.

#### ۵-۲۱-۲- مشخصات فنی الزامی

- جنس بدنه از مواد پلی‌آمید گرید ۶ با خاصیت خود خاموشی باشد.
- جنس هادی الکتریکی ترمینال از مس با خلوص بالا و پیچ و کلمپ‌ها از فولاد با آبکاری گالوانیزه باشد.
- سیم‌گیری مطمئن و تحمل گشتاور بالا ترمینال در سطح مقطع مربوطه
- جهت عدم اتفاق افتادن (Lose Connection) و آتش‌سوزی در تابلوها به دلیل شل بودن سیم و لرزش‌های احتمالی، بهتر است سیم‌گیری ترمینال از نوع فشاری باشد.



- ترمینال باید دارای تأییدیه و تست ریپورت معتبر باشد که موارد آزمون ترمینال مطابق استاندارد IEC، آزمون حفاظت در برابر آتش سوزی (تست Glow-Wire)، تست دی الکتریک، مقاومت در برابر ضربه و ارتعاش، افزایش دما و اندازه گیری اتلاف توان، مقاومت در برابر خوردگی قطعات فلزی و... می باشد.



## فصل ۶- سافت استارتر



## ۶-۱- اندازه گیری ها

ارائه توان اکتیو، ضریب توان، جریان هر فاز، میانگین جریان ها، ولتاژ هر فاز و میانگین ولتاژها الزامی می باشد. این مقادیر باید علاوه بر قابلیت نمایش روی صفحه نمایش راه انداز نرم، توسط پروتکل ارتباطی مودباس نیز قابل دریافت باشد.

## ۶-۲- دمای کارکرد

تجهیز باید در دمای داخل تابو ۱۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد بدون کاهش ظرفیت عملکرد داشته باشد.

## ۶-۳- بازدهی

بازدهی تجهیز باید بالای ۹۹٪ باشد.

## ۶-۴- تغذیه کنترلی

تغذیه کنترلی تجهیز باید ولتاژ VAC ۲۲۰-۱۱۰ با تolerانس ۱۵٪ را بپذیرد و عملکرد داشته باشد.

## ۶-۵- تغذیه قدرت

تغذیه قدرت تجهیز باید ولتاژ VAC ۴۸۰-۲۶۰ با تolerانس ۱۰٪ را بپذیرد و عملکرد داشته باشد.

## ۶-۶- روش های راه اندازی

راه انداز نرم باید مجهز به تمامی روش های راه اندازی ذیل باشد:

- رمپ ولتاژ
- رمپ جریان
- راه اندازی با منحنی پمپ (یا راه اندازی تطبیقی)

از میان روش های بالا، روش راه اندازی پمپ برای بهبود کاویتاسیون در تمامی پمپ ها و حفظ سلامت کف گرد در پمپ های شناور برای تنظیمات توصیه می گردد. با این حال وجود تمامی روش ها در راه انداز نرم برای شرایط ضروری، الزامی است.

## ۶-۷- روش های توقف

راه انداز نرم باید مجهز به تمامی روش های توقف ذیل باشد:

- رمپ ولتاژ
- ترمز جریانی
- توقف با منحنی پمپ (یا توقف تطبیقی)
- توقف خلاص

از میان روش های بالا، روش توقف پمپ برای بهبود کاویتاسیون و ضربه قوچ برای تنظیمات توصیه می گردد. با این حال وجود تمامی روش ها در راه انداز نرم برای شرایط ضروری، الزامی است.

## ۶-۸- توابع حفاظتی

راه انداز نرم باید مجهز به توابع حفاظتی ذیل روی هر سه فاز به صورت قابل تنظیم و قابل فعال و غیرفعال کردن باشد:

- اضافه جریان
- اضافه بار الکتریکی (تجسم حرارتی)



- افت جریان
- قطع فاز ورودی و خروجی
- عدم تعادل جریان
- لاک روتور و اتصال کوتاه
- توالی فاز
- اضافه ولتاژ
- کاهش ولتاژ
- زمان راهاندازی
- تأخیر در راهاندازی
- دمای راهانداز نرم
- خرابی تریستور
- خرابی رله بای‌پس داخلی

## ۹-۶- رطوبت محیطی

راهانداز نرم باید تا رطوبت محیطی ۹۵٪ عملکرد داشته باشد.

## ۱۰-۶- ارتفاع

راهانداز نرم باید تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر بدون کاهش ظرفیت عملکرد داشته باشد و در مجموع تا ۴۰۰۰ متر با کاهش ظرفیت به میزان ۱٪ به ازای هر ۱۰۰ متر عملکرد داشته باشد.

## ۱۱-۶- قابلیت پیش‌گرمایش

راهانداز نرم باید ویژگی پیش‌گرمایش داشته باشد به صورتی که قبل از راهاندازی برای دقایقی موتور را گرم کند تا قطرات شکل گرفته در اثر میعان بخار گردد.

## ۱۲-۶- راهاندازی سرعت پایین

راهانداز نرم باید ویژگی راهاندازی الکتروپمپ با سرعت پایین در هر دو جهت داشته باشد. این ویژگی برای آزمایش راهاندازی الکتروپمپ‌هایی که برای مدت زیادی روشن نبوده‌اند و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی و الکتریکی در صورت گیر یا لاک روتور بودن کاربرد دارد.

## ۱۳-۶- راهاندازی ضربه‌ای

راهانداز نرم باید دارای ویژگی راهاندازی ضربه‌ای باشد که برای مدتی محدود بتواند پیک جریانی بالا تا ۵ برابر جریان نامی موتور را برای رفع گرفتگی‌های شدید یا راهاندازی شناورهای چاه‌های عمیق به الکتروپمپ تزریق کند.

## ۱۴-۶- صفحه نمایش گرافیکی

صفحه نمایش باید از نوع LCD گرافیکی باشد و نام تمامی پارامترها و همچنین خطاهای رخ داده را به زبان لاتین یا فارسی و واضح نمایش دهد. همچنین کیپد باید کلیدهای استارت و استپ جهت راهاندازی محلی سافت‌استارتر را داشته باشد. دمای قابل تحمل محیطی کیپد نیز باید ۱۵- تا مثبت ۵۵ درجه سانتی‌گراد باشد.



## ۱۵-۶- گزارش خطا

راهانداز نرم باید دارای حافظه جهت ذخیره و نمایش ۲۰ خطای آخر رخ داده باشد.

## ۱۶-۶- راهاندازی با اتصالات مختلف موتور

راهانداز نرم باید بدون تغییر سخت‌افزار بتواند انواع اتصالات ستاره، مثلث و مثلث داخلی را به‌صورت هوشمند تشخیص داده و اقدام به راهاندازی آن‌ها نماید.

## ۱۷-۶- ورودی‌ها و خروجی‌های کنترلی

راهانداز نرم باید ورودی و خروجی‌های کنترلی زیر را داشته باشد:

- ۲ ورودی دیجیتال ثابت (برای راهاندازی و توقف) و ۳ عدد قابل تنظیم
- یک خروجی آنالوگ قابل تنظیم
- ۲ خروجی رله‌ای ثابت (خطا و بای‌پس) و یک عدد قابل تنظیم

## ۱۸-۶- تابع پاک‌سازی پمپ

راهانداز نرم باید دارای ویژگی پاک‌سازی پمپ باشد و نحوه عملکرد آن باید به‌صورت خودکار بوده و با استفاده از چرخش‌های گشتاور بالای مستقیم و معکوس اقدام به جداسازی رسوبات نماید.

## ۱۹-۶- بای‌پس داخلی

سافت استارتر باید در تمامی توان‌ها دارای مدل‌های بای‌پس داخلی باشد با این حال استفاده از مدل‌های بای‌پس خارجی بسته به توان الکتروموتور بلامانع است. سافت استارترهای بدون بای‌پس داخلی که به‌صورت آنلاین (دائم کار روی تریستور) عمل می‌کنند مورد تأیید نیستند.

## ۲۰-۶- قابلیت رمزگذاری

سافت باید قابلیت رمزدهی داشته باشد تا بتوان تنها با استفاده از رمز دستگاه تنظیمات را تغییر داد.

## ۲۱-۶- سه‌فاز کنترل

راهانداز نرم باید سه‌فاز کنترل باشد یعنی روی هر سه‌فاز آن تریستور و ترانس جریان نصب شده باشد.

## ۲۲-۶- پروتکل مخابراتی مودباس RTU

راهانداز نرم باید به‌صورت پیش‌فرض پروتکل مخابراتی مودباس را روی ترمینال RS485 ارائه دهد. این پروتکل مخابراتی باید ویژگی خواندن و نوشتن مقادیر را به‌صورت هم‌زمان دارا باشد.

## ۲۳-۶- حفاظت محیطی

راهانداز نرم باید دارای حفاظت محیطی حداقل IP20 باشد.



## فصل ۷- درایو کنترل دور



## ۷-۱- ولتاژ تغذیه

ولتاژ تغذیه درایو باید به صورت ۳۸۰ ولت یا ۶۹۰ ولت متناوب با توجه به ولتاژ کاری در سفارش گذاری مشخص شود و همچنین باید این مقدار در پلاک درایو ذکر شده باشد. درایو باید قابلیت عملکرد در بازه ولتاژی ۳۴۰ تا حداکثر ۴۶۰ ولت را به منظور راه اندازی موفق در شرایط اضافه ولتاژ یا افت ولتاژ شدید را داشته باشد. درایو باید بتواند در صورت رخداد اضافه ولتاژ یا افت ولتاژ، ولتاژ و جریان اعمالی به موتور را مدیریت کند تا در عین ادامه کارکرد، موتور دچار اضافه جریان یا اضافه ولتاژ نشود.

## ۷-۲- فرکانس ورودی

با توجه به نیاز به راه اندازی اضطراری درایو با استفاده از دیزل ژنراتورها، درایو باید بتواند با فرکانس ورودی ۴۸ تا ۶۲ هرتز راه اندازی موفق را انجام دهد.

## ۷-۳- فرکانس خروجی

درایو باید بتواند فرکانس خروجی را از ۰ تا ۶۰ هرتز کنترل نماید.

## ۷-۴- فرکانس کلیدزنی

فرکانس کلیدزنی یا حامل درایو بسته به توان درایو باید بین ۲ تا ۳۲ کیلوهرتز قابل انتخاب باشد. در هر شرایط و توانی، درایو باید قابلیت تنظیم فرکانس کلیدزنی روی حداقل ۴ کیلوهرتز را داشته باشد.

## ۷-۵- دمای عملکرد

درایو کنترل دور باید بتواند از ۱۰- تا ۵۰+ درجه سانتی گراد بدون کاهش ظرفیت عملکرد داشته باشد. منظور از دمای محیط، دمای اطراف درایو است، در نتیجه اگر درایو درون تابلو نصب می گردد، ملاک دمای داخل تابلو حین کار درایو است.

## ۷-۶- طراحی ماژولار

درایو باید دارای بردهای منفصل الکترونیکی به منظور سهولت در تعویض و تعمیر باشد. درایو باید حداقل دارای ۵ برد منفک ترمینالی، کنترلی، قدرت، خازن و فیلتر باشد. علاوه بر این، تمامی ورودی های ترمینالی فرمان درایو باید مجهز به اپتوکوپلر جهت ایزولاسیون باشند.

## ۷-۷- صفحه نمایش و رابط کاربری درایو

### ۷-۷-۱- زبان

در صورت استفاده از برند ایرانی، صفحه نمایش درایو باید الزاماً دارای هر دو زبان انگلیسی و فارسی باشد. در صورت انتخاب برندهای غیرایرانی، زبان انگلیسی کفایت می کند.

### ۷-۷-۲- صفحه نمایش

صفحه نمایش باید از نوع OLED، TFT یا LCD با حروف الفبایی، چند خطی، قابلیت نمایش تمامی متون و اشکال، و قابلیت خوانایی بالا در زیر نور آفتاب را داشته باشد و تمامی پارامترها، خطاها، هشدارها و... را به صورت کامل نمایش دهد تا تنظیمات در صورتی که دفترچه راهنمای درایو در دسترس نباشد، به راحتی انجام پذیرد.

### ۷-۷-۳- جداسازی

صفحه نمایش باید در قسمت جلویی درایو نصب شود و همچنین باید قابلیت جداسازی جهت نصب بر روی درب تابلو با استفاده از کابل RJ45 را داشته باشد.

#### ۷-۷-۴- کلیدها

صفحه نمایش باید دارای کلید تأیید (OK) جهت ثبت و ذخیره تنظیمات، کلید جهت‌های مختلف به منظور حرکت بین پارامترها، کلید شروع (Start) و توقف (Stop) جهت راه‌اندازی از طریق صفحه نمایش و کلید انتخاب حالت راه‌اندازی از طریق صفحه نمایش (Local / Remote) را داشته باشد.

#### ۷-۷-۵- سایر شرایط صفحه نمایش

صفحه نمایش درایو باید در صفحه اول پارامترهای انتخاب شده توسط کاربر را نمایش دهد و علاوه بر آن جهت حرکت، ولتاژ باس DC، جریان موتور، حالت کنترل لوکال یا ریموت و مرجع سرعت را به‌صورت دائم نمایش دهد. صفحه نمایش درایو همچنین باید دارای حافظه داخلی غیرفرار (Non-Volatile) باشد تا بتوان تنظیمات موردنیاز را بر روی آن ذخیره کرد و به درایوهای دیگر انتقال داد.

### ۷-۸- ورودی و خروجی‌های کنترلی درایو

ورودی و خروجی‌ها به دو دسته دیجیتال و آنالوگ تقسیم‌بندی می‌شوند که دسته دیجیتال‌ها ۲۴ V و دسته آنالوگ‌ها باید از نوع ولتاژی (۱۰-۰ V) و جریانی (۲۰-۴ mA) باشد که باید قابل تنظیم باشد و کاربر بتواند به راحتی نوع سیگنال آنالوگ خود را تنظیم کند. تعداد و کاربرد هر یک از ورودی و خروجی‌های موردنیاز به شرح زیر است:

- دارای ۶ عدد ورودی دیجیتال (استارت/استپ، چپ‌گرد/راست‌گرد، سرعت پیش‌فرض، خطای خارجی، استپ اضطراری، ورودی پالس دیجیتال)
- دارای ۳ عدد خروجی دیجیتال (وضعیت درایو، خطا، هشدار)
- دارای ۳ عدد ورودی آنالوگ (مرجع سرعت، سنسور فشار، سنسور دمای موتور)
- دارای ۲ عدد خروجی آنالوگ (به جهت انتقال سیگنال‌های اندازه‌گیری شده دلخواه توسط درایو)
- دارای ۲ عدد رله خروجی چنجاور (استارت درایو، خطای درایو)

علاوه بر این موارد درایو باید قابلیت افزایش ورودی و خروجی‌ها از طریق کارت آپشن را دارا باشد.

### ۷-۹- پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط درایو

حداقل پارامترهایی که درایو باید بتواند آن‌ها را اندازه‌گیری کند و همچنین به کاربر نمایش دهد به شرح زیر می‌باشد:

- ولتاژ ورودی و خروجی
- فرکانس ورودی و خروجی
- وضعیت ترمینال‌های موتور
- وضعیت ترمینال‌های درایو
- سرعت و فرکانس موتور
- اندازه‌گیری انرژی موتور
- ولتاژ باس DC
- توان اکتیو موتور
- جریان موتور
- گشتاور
- زمان راه‌اندازی



- ظرفیت دمایی موتور
- دمای درایو و هیت سینک
- فشار (در صورت اتصال سنسور)
- فلو (در صورت اتصال سنسور)

این پارامترها باید علاوه بر قابلیت نمایش روی صفحه نمایش درایو، امکان قرائت از راه دور از طریق پروتکل‌های مخابراتی را نیز داشته باشند.

## ۷-۱۰- حفاظت‌های درایو

درایوها به واسطه اندازه‌گیری پارامترهای مختلف در ورودی و خروجی خود، می‌توانند حفاظت‌های بسیاری از خود درایو و موتور انجام دهند که از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند هزینه تجهیزات جانبی (کنترل فاز، کنترل بار و...) را کاهش دهد. حداقل حفاظت‌های موردنیاز به شرح زیر را به صورت سه‌فاز ارائه دهد:

- حفاظت نوسانات ولتاژ ورودی
- حفاظت قطع فاز ورودی
- حفاظت قطع فاز خروجی
- حفاظت اضافه جریان قابل تنظیم
- حفاظت اضافه فرکانس
- حفاظت اضافه ولتاژ باس DC
- خطای داخلی درایو
- قطع تهویه
- حفاظت اضافه سرعت موتور
- قفل کردن روتور
- حفاظت اضافه بار
- حفاظت دمایی موتور و درایو
- قابلیت اتصال سنسور PTC و PT100

## ۷-۱۱- کاربری اختصاصی پمپ

درایو باید دارای قابلیت ماکرو کاربری پمپ باشد به شکلی که کاربر در هر سطحی نیازی به تسلط بر تنظیمات و پارامترهای متعدد نداشته باشد و صرفاً با انتخاب نوع کاربری بین دو گزینه پمپ شناور یا افقی، تمامی تنظیمات کنترلی، حفاظتی، حفاظت کف گرد در سرعت‌های پایین، شیب‌های شتاب‌گیری و... به طور خودکار توسط درایو تنظیم شده و آماده راه‌اندازی باشد.

## ۷-۱۲- حالت کنترل

درایو باید از هر دو روش کنترل  $V/f$  و کنترل برداری حلقه باز پشتیبانی نماید و بدین منظور باید دارای پارامتر شناسایی موتور Autotune از نوع ایستا و دینامیک باشد.

## ۷-۱۳- فاصله درایو تا موتور

درایو باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که بتواند بدون نیاز به فیلتر و یا چوک خروجی، کنترل بهینه موتور را بدون هیچ گونه آسیب به موتور تا فاصله حداقل ۱۰۰ متر ارائه دهد. در صورتی که برای هر فاز خروجی، از دو کابل تک رشته استفاده شود، باید به این نکته توجه کرد که فاصله درایو تا موتور را باید مجموع طول کابل‌ها در نظر بگیریم.

همچنین طراحی فیلتراسیون داخلی درایو باید به گونه‌ای باشد که با اضافه کردن فیلترهای خارجی مناسب، حداقل فواصل اعلامی در جدول ۷-۱ را بدون ایجاد مشکل برای عایق الکتروپمپ پوشش دهد.

جدول ۷-۱ حداقل فاصله قابل بهره‌برداری الزامی از درایو تا موتور

نوع فیلتر	فاصله حداقلی بهره‌برداری تابلو تا موتور (متر)
بدون فیلتر	حداقل ۱۰۰ متر
راکتور خروجی	حداقل ۳۰۰ متر
Dv/Dt	حداقل ۵۰۰ متر
SINE WAVE	حداقل ۷۵۰ متر

## ۷-۱۴- زمان شتاب‌گیری و کاهش شتاب

زمان شتاب‌گیری از سرعت صفر تا سرعت نامی موتور و همچنین زمان کاهش شتاب از سرعت نامی تا سرعت صفر باید در درایو قابل تنظیم باشد. این زمان باید از ۰/۵ تا ۱۰۰۰ ثانیه به صورت جداگانه قابل برنامه‌ریزی باشد. رفتار درایو باید دقیقاً مطابق زمان‌بندی‌های تنظیم شده باشد و همچنین درایو باید یک زمان شتاب‌گیری و کاهش شتاب دوم به صورت جداگانه برای زمان‌هایی که راه‌اندازی دو شتابه موردنیاز است ارائه دهد.

## ۷-۱۵- شتاب‌گیری نرم S شکل

درایو باید علاوه بر دارا بودن حداقل دو زمان شتاب‌گیری و دو زمان کاهش شتاب، دارای حداقل دو زمان شتاب نرم منحنی S و دو زمان کاهش شتاب نرم منحنی S مستقل برای جلوگیری از هرگونه اسپایک جریان در زمان راه‌اندازی باشد.

## ۷-۱۶- قابلیت اضافه بار

درایو باید قابلیت تحمل اضافه بار به میزان ۱۵۰٪ جریان نامی پلاک خود برای ۶۰ ثانیه و ۱۸۰٪ جریان نامی پلاک به مدت ۱۰ ثانیه را ارائه دهد.

## ۷-۱۷- قابلیت PID داخلی

سیستم کنترل PID برای ثابت نگه‌داشتن دما، فشار و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع اساس کار کنترل PID بدین صورت می‌باشد که بسته به نیاز مصرف‌کننده سرعت موتور تغییر کرده و نیاز مصرف‌کننده را برطرف می‌کند. با توجه به اینکه سرعت چرخش موتور با توان مصرفی آن رابطه درجه سوم دارد این امر بسیار ضروری است که درایو دارای کنترل PID داخلی باشد. با این روش کنترل علاوه بر اینکه در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود از هدررفت آب جلوگیری می‌شود و همچنین هزینه‌های تعمیر و نگهداری نیز کاهش می‌یابد. درایو باید این ویژگی را در خود داشته باشد تا نیاز به تجهیزات خارجی دیگر نباشد. همچنین این کنترل PID باید دارای حالت خواب (Standby) باشد.

## ۷-۱۸- پروتکل ارتباطی

درایو باید پروتکل Modbus RTU را تحت بستر RS485 به صورت پیش‌فرض داشته باشد و همچنین بتواند از همه‌ی پروتکل‌های مخابراتی با اضافه شدن کارت آپشن پشتیبانی کند. درایو تحت کار با این پروتکل‌های مخابراتی باید علاوه بر قابلیت



خواندن، قابلیت نوشتن نیز داشته باشد. بدین معنی که بتوان از طریق پروتکل مخابراتی دستورات موردنیاز را به درایو اعمال کرده و از راه دور به طور کامل درایو را کنترل کرد.

موارد الزامی قابل قرائت درایو عبارت‌اند از:

- تمامی مقادیر اندازه‌گیری ذکر شده در بخش ۷-۱-
- جریان خروجی درایو
- سرعت درایو
- دمای درایو
- ضریب توان ورودی
- ولتاژ لینک DC
- تمامی پارامترهای قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم درایو

فرامین و دستورات الزامی قابل ارسال عبارت‌اند از:

- تغییر مقادیر تمامی پارامترهای قابل تنظیم
- دستور استارت
- دستور استاپ
- دستور ریست خطا
- دستور سرعت
- تغییر جهت چرخش

## ۷-۱۹- فیلتر EMC

درایو باید مجهز به فیلتر EMC داخلی سطح C1، C2 یا C3 باشد و نحوه نصب یا فواصل کابل‌ها و اتصالات نباید روی سطح فیلترینگ درایو تأثیرگذار باشد، به شکلی که بتوان از ادوات تله‌متری و ابزار دقیق در مجاورت درایو بهره‌برداری کرد. نوع و سطح فیلتر مورد استفاده در درایو باید در داده‌برگ درایو ذکر شده باشد.

## ۷-۲۰- کاهنده جریان هجومی

درایو باید در هر سه فاز ورودی خود مجهز به مدار کاهنده جریان هجومی خازن با ترکیب مقاومت توان بالا و تریستور بای‌پس باشد. این مدار باید به نحوی تعبیه شده باشد که حتی در صورت دشارژ کامل خازن‌ها، جریان هجومی در زمان وصل کلید ورودی از ۳۰٪ جریان نامی درایو بیشتر نشود.

## ۷-۲۱- قابلیت مولتی پمپ

درایو باید بتواند با استفاده از خروجی‌های رله‌ای متعدد و همچنین منطق‌های PLC قابل برنامه‌ریزی داخلی خود تا ۳ الکتروپمپ را در یک سیستم پمپاژ حلقه بسته به طور هماهنگ کنترل نماید و فشار خروجی مورد نظر را به صورت دائمی با تقسیم استهلاک الکتروپمپ‌ها عملی سازد. همچنین با اضافه شدن کارت مولتی پمپ درایو باید قادر به کنترل ۶ عدد الکتروپمپ باشد.



## ۷-۲۲- قابلیت مستر - اسلیو

در این روش برای هر یک از موتورهای یک درایو در نظر گرفته می‌شود. یکی از درایوها به‌عنوان درایو مستر و مابقی درایوها به‌عنوان درایو اسلیو در مدار قرار می‌گیرند. قابلیت مستر - اسلیو درایو باید به‌گونه‌ای باشد که تنظیمات بر روی درایو مستر صورت بگیرد و با استفاده از یک کابل شبکه اقدام به کنترل درایوهای اسلیو کند. همچنین باید این قابلیت را داشته باشد که بر اساس نیاز مصرف‌کننده درایوهای اسلیو را به ترتیب و با سرعت مناسب وارد مدار و از مدار خارج کند. درایو مستر باید ساعت کارکرد تمامی درایوهای اسلیو را محاسبه کند تا بتواند اصطحلاک موتورها را به تعادل برساند. درایو برای انجام این فرایند نباید به هیچ‌گونه تجهیز خارجی مانند PLC نیاز داشته باشد و فقط از طریق تنظیمات پارامتری درایو باید انجام بگیرد.

## ۷-۲۳- کاهش هارمونیک

درایو باید برای کاهش هارمونیک مجهز به چوک DC داخلی ۵٪ یا خازن نواری باشد به نحوی که کل هارمونیک جریان اندازه‌گیری شده در ورودی درایو زیر ۳۵٪ باشد و یا بسته به قدرت اتصال کوتاه شبکه و توان ظاهری تجهیز مطابق با استاندارد IEC61000 باشد. استفاده از چوک‌های داخلی با ظرفیت کمتر یا فیلترها و چوک‌های خارجی برای کاهش هارمونیک مورد تأیید نیست.

## ۷-۲۴- جریان ورودی

درایو باید علاوه بر کاهش هارمونیک‌ها، توان راکتیو را به نحوی جبران نماید که جریان ورودی آن با اندازه‌گیری True RMS در تمامی شرایط از جریان خروجی آن به سمت موتور پایین‌تر باشد.

## ۷-۲۵- اسپین استارت

درایو باید بتواند بدون داشتن انکودر سرعت موتور را قبل از استارت، تخمین بزند و سرعت و جهت چرخش ناخواسته پمپ را تشخیص دهد تا در صورتی که پمپ در جهت مخالف در حال حرکت بوده ابتدا آن را متوقف کرده و سپس استارت کند و در صورتی که پمپ در جهت مورد نیاز در حال چرخش باشد ابتدا سرعت را محاسبه و سپس فرایند کنترل الکتروپمپ را از همان سرعت آغاز کند.

## ۷-۲۶- دو شتاب<sup>۱۸</sup>

درایوهای کنترل دور باید مجهز به راه‌اندازی دو شتاب قابل تنظیم باشند به شکلی که درایو دو زمان شتاب‌گیری و دو زمان کاهش شتاب مستقل و همچنین سرعت تغییر شتاب را از کاربر دریافت کند، به صورتی که از سرعت صفر تا سرعت قابل تنظیم تغییر شتاب در مدت زمان قابل تنظیم شماره ۱ طی شود، و سپس از سرعت قابل تنظیم تغییر شتاب تا سرعت نامی در مدت زمان قابل تنظیم شماره ۲ طی شود.

## ۷-۲۷- ثبت خطا

درایو باید حداقل ۹۹ خطا را به همراه تگ زمانی، نام خطا، مقادیر دما، ولتاژ، جریان و فرکانس در زمان خطا در حافظه غیرفرار ثبت نماید و از روی صفحه نمایش قابل مشاهده باشد.

## ۷-۲۸- رمزگذاری

پارامترهای درایو باید قابلیت رمزگذاری داشته باشند تا صرفاً افراد مجاز توانایی تغییر تنظیمات را داشته باشند.

<sup>۱۸</sup> در برخی از الکتروپمپ‌ها نظیر الکتروپمپ‌های شناور نیاز به راه‌اندازی دوشتابه می‌باشد.



## ۲۹-۷- گروه‌های تنظیمات

درایو باید مجهز به حداقل ۴ گروه تنظیماتی مستقل باشد تا برای کاربردهایی همچون تنظیم فشار شب و روز مورد استفاده قرار بگیرد.

## ۳۰-۷- ضریب توان

ضریب توان در ورودی درایو باید بالای ۰/۹۸ باشد.

## ۳۱-۷- رطوبت محیطی

رطوبت کارکرد درایو باید بین صفر تا حداقل ۹۰٪ باشد.

## ۳۲-۷- ارتفاع کارکرد

درایو باید تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر بدون کاهش ظرفیت و تا ۳۰۰۰ متر با کاهش ظرفیت عملکرد داشته باشد.

در مجموع تا ۴۰۰۰ متر با کاهش ظرفیت به میزان ۱٪ به ازای هر ۱۰۰ متر عملکرد داشته باشد.



## فصل ۸- ملاحظات طراحی و ساخت تابلو



## ۸-۱- الزامات انتخاب سیم و کابل برای قسمت‌های مختلف تابلو

### ۸-۱-۱- هادی مدارات قدرت تابلو

کابل مورد استفاده برای مدارات قدرت تابلو بر اساس جریان کلید یا فیوز آن مطابق با جدول ۸-۱ انتخاب می‌شود.

جدول ۸-۱ سایز کابل برای مدارات قدرت تابلو

جریان نامی فیوز یا کلید (A)	سایز سیم/کابل (mm <sup>2</sup> )
۱۰	۲/۵
۱۶	۲/۵
۲۵	۴
۳۲	۶
۴۰	۱۰
۶۳	۱۶
۸۰	۲۵
۱۰۰	۲۵
۱۲۵	۳۵
۱۶۰	۵۰
۲۰۰	۳۵×۲
۲۵۰	۳۵×۲
۴۰۰	۵۰×۲

### ۸-۱-۲- هادی مدارات فرمان تابلو

سایز سیم مدارات فرمان 1mm<sup>2</sup> در نظر گرفته شود.

### ۸-۱-۳- هادی سایر مدارات تابلو و رنگ‌بندی

هادی سایر مدارات تابلو به شرح جدول ۸-۲ انتخاب می‌گردد.

جدول ۸-۲ هادی سایر مدارات تابلو

دسته‌بندی سیم	نوع سیم	رنگ سیم	ضخامت سیم
سیم‌های قدرت	L1	RED	مطابق سایز جریان فیدر
سیم‌های قدرت	L2	YELLOW	مطابق سایز جریان فیدر
سیم‌های قدرت	L3	BLUE	مطابق سایز جریان فیدر
سیم‌های قدرت	N	BLACK	مطابق سایز جریان فیدر
سیم‌های قدرت	EARTH	GREEN/YELLOW	مطابق سایز جریان فیدر
سیم مدار فرمان AC	PHASE	RED	۱
سیم مدار فرمان AC	N	BLACK	۱
سیم ترانس ولتاژ	L1	RED	۲/۵
سیم ترانس ولتاژ	L2	YELLOW	۲/۵
سیم ترانس ولتاژ	L3	BLUE	۲/۵
سیم ترانس ولتاژ	N	BLACK	۲/۵
سیم ترانس جریان	L1	RED	۲/۵
سیم ترانس جریان	L2	YELLOW	۲/۵
سیم ترانس جریان	L3	BLUE	۲/۵
سیم ترانس جریان	EARTH	GREEN/YELLOW	۲/۵

### ۸-۱-۴- هادی مدارات DC

هادی مدارات DC به شرح جدول ۸-۳ انتخاب می‌گردد.

جدول ۸-۳ هادی مدارات DC

دسته‌بندی سیم	نوع سیم	رنگ سیم	ضخامت سیم
سیم‌های قدرت DC	+DC	RED	مطابق سایز جریان فیدر
سیم‌های قدرت DC	-DC	BLUE	مطابق سایز جریان فیدر
سیم مدار فرمان DC	+DC	BROWN	۱
سیم مدار فرمان DC	-DC	WHITE	۱

### ۸-۱-۵- هادی‌های نول و ارت تابلو

کابل‌های نول و ارت تابلو بر اساس اندازه سائز کابل فاز مطابق با جدول ۸-۴ انتخاب می‌شود.

جدول ۸-۴ انتخاب کابل‌های نول و ارت تابلو

حد اقل ظرفیت ترمینالی هادی نول و ارت بر حسب $\text{mm}^2$	سطح مقطع (S) هادی‌های فاز بر حسب $\text{mm}^2$
S	$S \leq 16$
۱۶	$16 < S \leq 35$
$S/2$	$35 < S \leq 400$
۲۰۰	$400 < S \leq 800$
$S/4$	$800 \leq S$

### ۸-۱-۶- هادی ارت اسکلت تابلو

هادی مورد استفاده برای ارت کردن اسکلت تابلو بر اساس جریان نامی تابلو مطابق با جدول ۸-۵ انتخاب می‌شود.

جدول ۸-۵ انتخاب هادی ارت اسکلت تابلو

حد اقل سطح مقطع هادی ارتینگ اسکلت تابلو ( $\text{mm}^2$ )	جریان عملکرد نامی $I_e$ (A)
S	$I_e \leq 20$
$2/5$	$20 < I_e \leq 25$
۴	$25 < I_e \leq 32$
۶	$32 < I_e \leq 63$
۱۰	$63 \leq I_e$

### ۸-۱-۷- هادی خازن

کابل مورد استفاده برای خازن بر اساس ظرفیت خازن مطابق با جدول ۸-۶ انتخاب می‌شود. جنس روکش سیم‌های مورد استفاده خازن باید از نوع سیلیکونی باشد. این کابل در برابر خطراتی همچون شدت جریان بالا، افزایش ناگهانی حرارت مستقیم و غیرمستقیم از خود مقاومت نشان می‌دهد. این نوع کابل‌ها در بازه دمایی منفی ۶۰ تا مثبت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌توانند به عملکرد خود ادامه دهند.

جدول ۸-۶ انتخاب کابل برای خازن

ظرفیت (KVAR/A)	KVAR						
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۴۰
سائز سیم ( $\text{mm}^2$ )	۱۰ A	۱۵	۲۲/۵	۳۰	۳۷/۵	۴۵	۶۰
	۲/۵ ( $\text{mm}^2$ )	۴ ( $\text{mm}^2$ )	۶ ( $\text{mm}^2$ )	۱۰ ( $\text{mm}^2$ )	۱۶ ( $\text{mm}^2$ )	۲۵ ( $\text{mm}^2$ )	۳۵ ( $\text{mm}^2$ )

## ۸-۲- جدول انتخاب ترمینال برای مدارهای قدرت داخل تابلو

جدول ۸-۷ انتخاب ترمینال تابلو

جریان نامی فیوز یا کلید A	سائز ترمینال فاز	سائز ترمینال نول
$I \leq 10$	۲/۵	۲/۵
$10 < I \leq 16$	۴	۴
$16 < I \leq 20$	۶	۶
$20 < I \leq 25$	۱۰	۱۰
$25 < I \leq 40$	۱۶	۱۶
$40 < I \leq 50$	۲۵	۲۵
$50 < I \leq 63$	۳۵	۲۵



### ۸-۳- انتخاب شمش تابلو

شمش تابلو باید الزاماً مسی باشد. برای انتخاب شمش باید بر حسب جریان کلید اصلی تابلو از جدول ۸-۸ بهره برد.

جدول ۸-۸ انتخاب شمش برای تابلو

ظرفیت بار شمش بر حسب تعداد آمپر								وزن کیلوگرم بر متر	سطح مقطع میلی متر مربع	ابعاد
بدون رنگ				رنگ شده						
۴	۳	۲	۱	۴	۳	۲	۱			
		۳۰۰	۱۷۰			۳۳۰	۱۸۵	۰/۴	۴۵	۱۵×۳
		۳۷۵	۲۲۰			۴۲۰	۲۴۵	۰/۵۳	۶۰	۲۰×۳
		۴۳۰	۲۷۰			۵۱۰	۳۰۰	۰/۶۷	۷۵	۲۵×۳
		۷۰۰	۴۰۰			۷۸۰	۴۳۰	۱/۳۴	۱۵۰	۳۰×۵
		۹۰۰	۵۰۰			۱۰۰۰	۶۰۰	۱/۷۸	۲۰۰	۴۰×۵
۳۱۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۷۵۰	۲۵۰۰	۲۱۰۰	۱۷۰۰	۹۰۰	۲/۲۳	۲۵۰	۵۰×۵
۲۵۰۰	۲۲۵۰	۱۹۰۰	۱۰۵۰	۲۹۰۰	۲۶۵۰	۲۳۰۰	۱۲۵۰	۲/۶۷	۳۰۰	۶۰×۵
۲۹۰۰	۲۸۰۰	۲۵۰۰	۱۳۰۰	۳۵۰۰	۳۲۵۰	۲۹۰۰	۱۶۰۰	۳/۵۶	۴۰۰	۸۰×۵
۳۳۰۰	۳۲۰۰	۲۹۰۰	۱۵۰۰	۳۹۰۰	۳۶۵۰	۳۳۰۰	۱۸۰۰	۵/۳۴	۶۰۰	۶۰×۱۰
۴۳۰۰	۴۰۰۰	۳۷۰۰	۱۸۵۰	۵۱۰۰	۴۷۰۰	۴۳۰۰	۲۲۰۰	۷/۱۲	۸۰۰	۸۰×۱۰
۵۰۰۰	۴۷۰۰	۴۳۰۰	۲۱۰۰	۵۵۰۰	۵۲۰۰	۴۸۰۰	۲۵۰۰	۸/۹	۱۰۰۰	۱۰۰×۱۰
۵۵۰۰	۵۱۰۰	۴۷۰۰	۲۳۰۰	۶۰۰۰	۵۶۰۰	۵۲۰۰	۲۷۰۰	۱۰/۶۸	۱۲۰۰	۱۲۰×۱۰

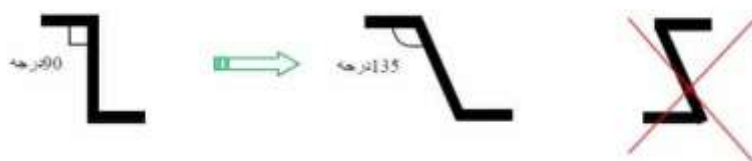
همچنین برای اتصال و انشعاب شینه‌ها، باید نحوه اتصال و سوراخ‌کاری مطابق با جدول ۹-۸ رعایت گردد.

جدول ۹-۸ سوراخ‌کاری و انشعاب شینه‌ها

۸۰-۱۲۰			۶۰			۲۵-۶۰			۱۲-۱۵			پهنای هادی شکل
												سوراخ انتهایی شکل
$e_3$	$e_2$	$e_1$	$e_3$	$e_2$	$e_1$	$e_3$	$e_1$	$d$	$e_1$	$d$	$b$	ابعاد
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶	۵/۵	۱۲	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۷/۵	۶/۶	۱۵	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰	۹	۲۰	
-	-	-	-	-	-	۳۰	۲/۵	۱۱	۱۲/۵	۱۱	۲۵	
-	-	-	-	-	-	۳۰	۱۵	۱۱	۱۵	۱۱	۳۰	
-	-	-	-	-	-	۴۰	۲۰	۱۳/۵	۲۰	۱۳/۵	۴۰	
-	-	-	-	-	-	۴۰	۲۰	۱۳/۵	۲۵	۱۳/۵	۵۰	
-	-	-	۲۶	۲۶	۱۷	۴۰	۲۰	۱۳/۵	-	-	۶۰	
۴۰	۴۰	۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۸۰	
۵۰	۴۰	۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	
۶۰	۴۰	۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۲۰	

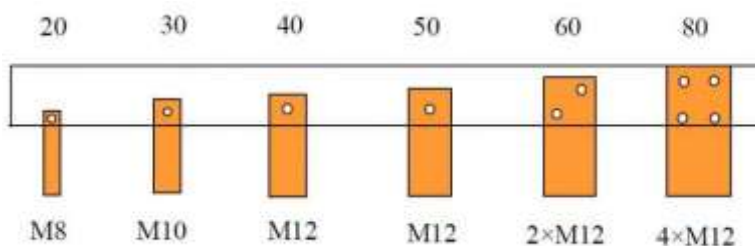
## ۴-۸- الزامات عمومی و فنی تابلو برق‌ها

۱. استراکچر تابلوها باید طرح سیواکن یا ریتال باشد.
۲. شمش‌ها به طور معمول رنگ‌آمیزی نمی‌شوند. البته فازهای L1، L2 و L3 به ترتیب با نوارهای رنگی قرمز، زرد و آبی متمایز گردند.
۳. شینه‌ها از جنس مس در نظر گرفته شوند.
۴. ساینز شینه‌های ارت و نول تابلوهای ایستاده نصف شینه فاز انتخاب گردد.
۵. شینه اتصال به زمین باید روی مقره نصب شده و سپس به بدنه تابلو متصل گردد.
۶. نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود.
۷. تابلوهای دیواری فاقد روبند خواهند بود. در عوض این تابلوها کانال‌کشی شده و نقاط برق‌دار (شمش‌ها) با پوشش طلق حفاظت شوند.
۸. سیم‌های به مبدأ داخل تابلو و مقصد درب تابلو در داخل لوله‌های خرطومی PVC قرار داده شوند.
۹. کانال و لوله‌های خرطومی مورد مصرف باید خود خاموش و غیر قابل اشتعال باشند.
۱۰. کلیه سیم‌ها و ترمینال‌ها شماره‌گذاری شوند و در انتهای سیم‌ها از سرسیم‌های مرغوب استفاده شود.
۱۱. در انتخاب چراغ‌های سیگنال، رنگ زرد برای خطا (Fault)، رنگ سبز برای در حالت کار بودن (Run) در نظر گرفته شود. همچنین رنگ قرمز برای خط اول L1، رنگ زرد برای خط L2، رنگ سبز برای خط L3 انتخاب گردد.
۱۲. IP تابلوهای فشار ضعیف به طور روتین ۴۲ در نظر گرفته شود. هنگامی که تابلو در معرض پاشش آب قرار داشته باشد، IP55 مورد استفاده قرار گیرد.
۱۳. برای تابلو برق‌ها تا IP55 از فوم تزریقی و لاستیک ضد گردوغبار دور درب استفاده شود.
۱۴. تجهیزات داخل تابلوها با برچسب مناسب پلاستیکی نازک و منعطف و تجهیزات روی درب تابلوها با برچسب پلاستیکی ضخیم‌تر پانتوگراف علامت‌گذاری شوند. در صورتی که تجهیزاتی مانند کنتاکتورها دارای محل مخصوص برچسب باشند، برای برچسب‌زنی مورد استفاده واقع شوند.
۱۵. درب تابلوها از طریق سیم ارت دو رنگ (سبز و زرد) نمره دو و نیم برای تابلوهای دیواری یا چهار برای تابلوهای ایستاده به اسکلت اصلی آن متصل گردند.
۱۶. در تابلوهای ایستاده سیم‌ها و کابل‌های ۲۵ میلی‌متر و بالاتر بیرون از کانال و با استفاده از فضای پشت سینی‌ها به باس‌بار یا ترمینال هدایت شوند.
۱۷. در تابلوهای ایستاده برای محافظت شینه‌ها و تجهیزات لخت و برق‌دار، از طلق‌های شفاف پلاستیکی خود خاموش و غیر قابل اشتعال استفاده گردد. نحوه نصب طلق‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که در جای خود محکم باشند و نگهدارنده‌های آن کاملاً عایق باشند.
۱۸. RAL7032 و RAL7035 رنگ‌های استاندارد تابلوهای برق با حداقل ضخامت رنگ ۸۰ میکرون تا حداکثر ۱۲۵ میکرون هستند.
۱۹. زاویه خم شمش‌ها باید بیشتر از ۱۳۵ درجه باشد. زیرا در قسمت خم شده، تراکم بار بیشتر و در نتیجه مقاومت الکتریکی بیشتر می‌شود.



شکل ۸-۱ زاویه خم شمش‌ها

۲۰. تعداد سوراخ و تعداد پیچ برای اتصال کامل دو شمش به یکدیگر مطابق شکل ۸-۲ باشد.



شکل ۸-۲ تعداد سوراخ‌ها و پیچ‌ها برای اتصال کامل دو شمش به یکدیگر

۲۱. در صورت نیاز، برای تجهیزاتی که روی در تابلو نصب می‌شوند و به داخل تابلو ارتباط دارند باید از سیم‌های قابل انعطاف استفاده شود. این نوع سیم‌کشی‌ها باید به وسیله لوله‌های خرطومی غیر قابل اشتعال نوار PVC قابل انعطاف پوشش شود و یا در کاندوئیت PVC قابل انعطاف قرار گیرند. دو سر دسته سیم‌کشی باید با استفاده از بست نگهدارنده کابل مناسب طوری محکم و مهار شود که از حرکت بی مورد آن‌ها در محل ترمینال‌ها جلوگیری شود.

۲۲. در تابلو و یا درپوش و وسایل نصب شده روی آن باید به وسیله سیم‌های رابط به شاسی تابلو هم‌بند شوند.

۲۳. تمام سیم‌ها باید کابلشو/سرسیم داشته باشند و به ترمینال متصل شوند و از اتصال مستقیم میان پیچ و مهره و کابلشو پرهیز شود. از وایرشوی حلقه‌ای باید برای مدار ثانویه ترانسفورماتورهای جریان استفاده شود.

۲۴. ترمینال‌ها باید بر اساس نقشه‌های مدار مرتبط با شماره‌های دائمی و ثابت علامت‌گذاری شده باشند.

۲۵. به هر یک از ترمینال‌ها نباید بیشتر از دو سرسیم وصل شود. جهت اتصال سیم بیشتر در یک نقطه باید از اتصال‌دهنده<sup>۱۹</sup> شینه‌ای استفاده شود.

۲۶. شماره سیم و ترمینال در انواع کلیدهای قدرت، راه‌انداز و فیدرهای تابلو که عملکرد مشترکی دارند، باید یکی باشند.

۲۷. حداقل ۲۰٪ ترمینال اضافی برای ترمینال کنترل هر تابلو باید در نظر گرفته شود.

۲۸. برای کابل‌های ورودی و خروجی گلند با سایز مناسب در نظر گرفته شود و این گلندها دقیقاً در راستای ترمینال‌های ورودی و خروجی قرار بگیرند به نحوی که کابل‌ها برای اتصال دچار خمیدگی نشوند.

۲۹. توصیه می‌گردد از جریان ۴۵ آمپر تابلو شینه‌بندی شود، هرچند شینه‌کشی تابلو از جریان ۸۰ آمپر به بالا الزامی است.

۳۰. با توجه به افشان بودن کابل‌ها باید در نقاط اتصال قدرت کابل‌ها به کنتاکتور یا کلید باید هادی قلع‌اندود شود یا از کابلشو به‌عنوان سرسیم استفاده شود.

۳۱. جنس عایق‌ها باید ترموفیت حرارتی با حداقل ولتاژ عایقی ۱۰۰۰ ولت باشد. ترموفیت حرارتی باس‌بار باید از نوع BB10 باشد و ماده تشکیل‌دهنده آن باید پلی‌الفین انعطاف‌پذیر، ضد شعله و خود خاموش شونده باشد. شینه‌های قدرت و نول زمین باید با عایق‌کننده آتش و ضد رطوبت پوشش داده شده و با رنگ و کدبندی مشخص شده باشند. عایق مربوط به محل اتصالات شینه‌ها باید جهت بازرسی احتمالی قابل برداشتن باشند. اتصالات شینه‌ها باید زنگ‌زن



- و غیرقابل خوردگی بوده و به نحوی محکم شده باشند که از شل شدن آن‌ها جلوگیری شود. در صورت درخواست متقاضی و مشخص کردن آن در داده‌برگ‌ها، اتصالات شینه‌ها باید با فلز نقره پوشش و آبکاری شده باشند.
۳۲. شینه‌ها باید حتماً روی مقره قرار گیرند. وجود مقره پشتیبان در محل ترمینال‌ها و خمش‌ها الزامی است.
۳۳. شینه‌های افقی و عمودی اصلی باید از نظر سطح مقطع در سرتاسر طول تابلو یکسان باشد. سطح مقطع و ظرفیت جریان دائمی شینه‌های افقی و عمودی اصلی باید در داده‌برگ مشخص شود. همچنین جریان نامی آن باید با حداکثر مجموع ظرفیت بار نامی خروجی‌هایی که به همان شینه وصل است به‌علاوه بار تجهیزاتی که در آینده در محفظه‌های خالی نصب خواهند شد، مساوی یا بیشتر باشد.
۳۴. شینه‌های افقی و عمودی باید قابلیت تحمل نیروی مغناطیسی و آثار حرارتی ناشی از حداکثر جریان اتصال کوتاه تعیین شده برای حداقل یک ثانیه را داشته باشند. جریان قابل تحمل اتصال کوتاه شینه‌ها باید در داده‌برگ ارائه شود و نباید از ۵۰ KA مؤثر متقارن کمتر باشد.
۳۵. شینه‌های عمودی باید طوری قرار گرفته باشند که در حالت بیرون آوردن راه‌انداز و یا کلیدها، تماس غیرمترقبه انگشت با قسمت‌های برق‌دار غیرممکن باشد.
۳۶. در مواردی که کلید قدرت رابط شینه‌ها موجود است، آرایش شینه‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که یک قسمت کامل شینه و متعلقات و اتصالات آن را بتوان برای انجام کارهای تعمیراتی از مدار خارج و ایمن نمود در حالی که قسمت دیگر شینه برق‌دار و در حال کار می‌باشد.
۳۷. رنگ‌بندی شینه‌ها و کابل‌ها در سرتاسر تابلو از ورودی تا خروجی یکسان باشد و تغییر نکند.
۳۸. یک شینه جداگانه زمین با ظرفیت حداکثر جریان اتصال کوتاه زمین برای یک ثانیه باید در تمام طول مسیر تابلو امتداد یابد. محل‌های اتصال به تعداد کافی با ترمینال‌های مناسب جهت اتصال شیلد و یا زره کابل‌ها باید فراهم شود. شینه زمین باید با اتصالات مناسب یا پیچ و مهره مجهز باشد تا بتوان این شینه را از دو انتهای تابلو به هادی زمین وصل کرد. درب تابلو باید با تسمه بافته شده مسی با سایز مناسب به بدنه و در نهایت به شینه ارت متصل شود.



## فصل ۹- سیستم زمین تابلوهای راه انداز

## ۹-۱- مقدمه

سیستم اتصال زمین از جمله ملزومات تأسیسات آب و فاضلاب است. ارتینگ علاوه بر تأمین ایمنی برای بهره‌برداران و کاربران، امکان بهبود خطاها و ارتقای عملکرد تجهیزات حفاظتی را فراهم می‌کند. همچنین عملکرد بسیاری از تجهیزات به کار رفته در تابلوهای راه‌انداز از جمله فیلترها و برق‌گیر کاملاً وابسته به وجود ارت استاندارد در محل است.

## ۹-۲- تعاریف و کلیات

سیستم‌های اتصال زمین به سه دسته کلی زیر تقسیم‌بندی می‌گردد.

- سیستم TT
- سیستم IT
- سیستم TN

در سیستم‌های فوق حرف اول از سمت چپ مشخص‌کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است:

T: یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی).

I: قسمت‌های برق‌دار سیستم نسبت به زمین عایق‌اند و یا یک نقطه از سیستم از طریق یک امپدانس به زمین وصل است.

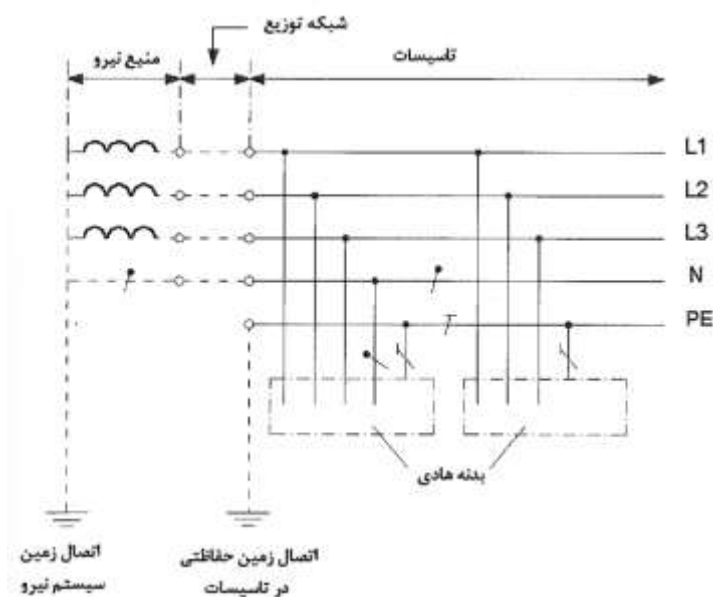
حرف دوم از سمت چپ مشخص‌کننده نوع رابطه بدنه‌های هادی تأسیسات با زمین است:

N: بدنه‌های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو وصل می‌شوند.

T: بدنه‌های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو به زمین وصل می‌شوند.

### ۹-۲-۱- سیستم TT

این سیستم جز در موارد خاصی که شرایط محلی برای استقرار آن مناسب باشد و یا وسایل حفاظتی مخصوص (کلیدهای جریان باقیمانده) بهره‌برداری از آن را ممکن کند، قابل استفاده نیست و استفاده از آن تنها با اجازه مخصوص مقامات صلاحیت‌دار مجاز خواهد بود.



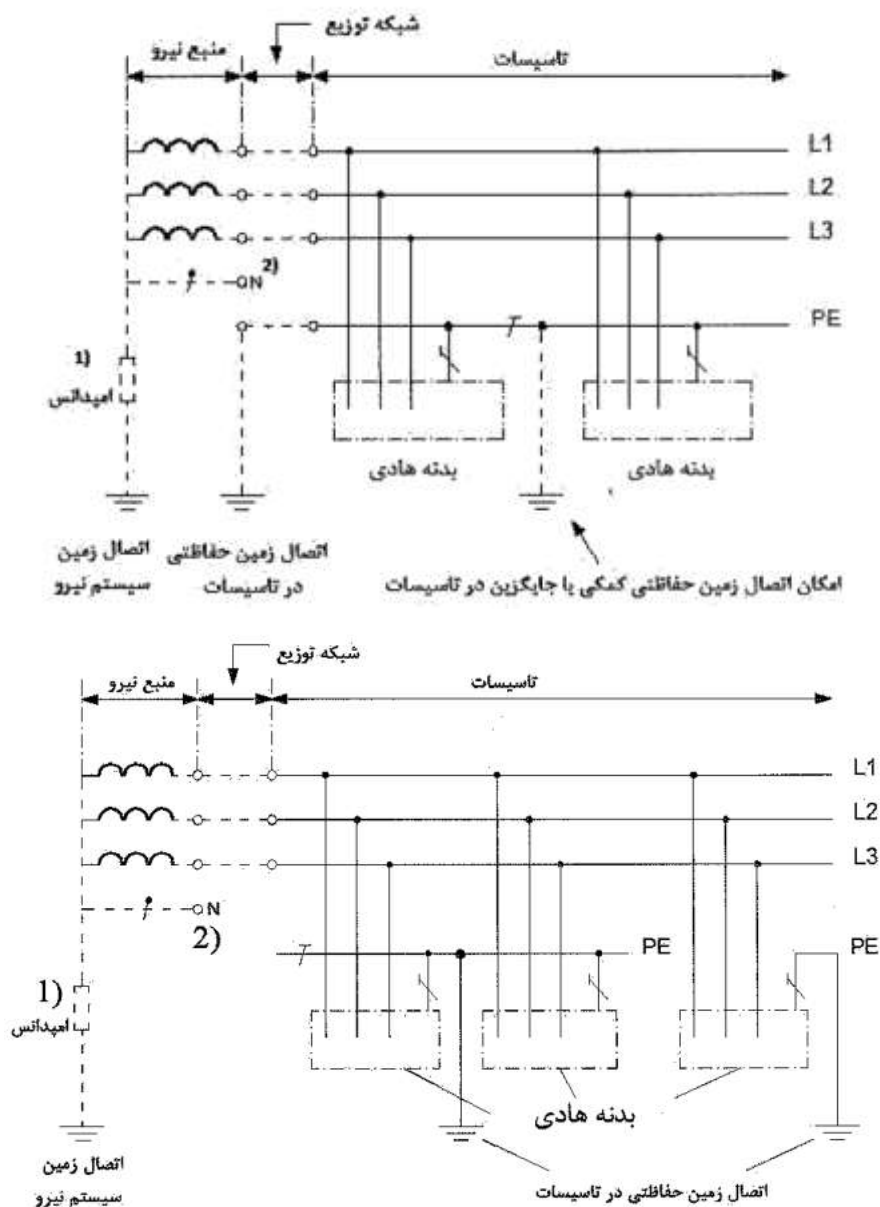
شکل ۹-۱ طرحواره سیستم TT



### ۹-۲-۲- سیستم IT

سیستم IT به علت لزوم استفاده از وسایل حفاظتی مخصوص در آن، جز در مواردی که ضرورت ایجاب کند مورد استفاده نخواهد بود. استفاده از آن منوط به کسب اجازه مخصوص از مقامات صلاحیت دار مجاز خواهد بود.

سیستم می تواند از طریق یک امپدانس به اندازه کافی بزرگ به اتصال زمین سیستم نیرو وصل گردد. همچنین، امکان توزیع یا عدم توزیع هادی خنثی (N) در سیستم وجود دارد.



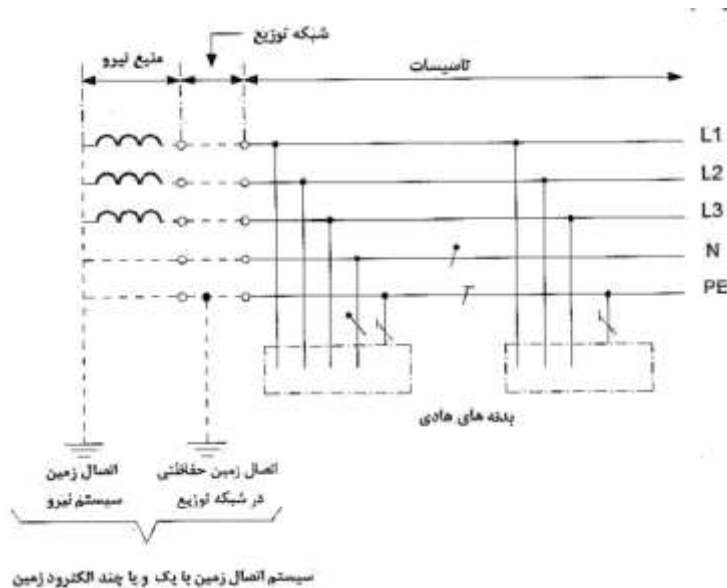
شکل ۹-۲ طرحواره سیستم IT

### ۹-۲-۳- سیستم TN

این نوع سیستم به سه دسته کلی TN-S و TN-C و TN-C-S تقسیم می گردد. در مورد سیستم TN، از حروف اضافی دیگر برای مشخص کردن نحوه به کارگیری هادی های حفاظتی (PE) و خنثی (N) استفاده می شود.

#### ۹-۳-۲-۱- سیستم $TN-S$

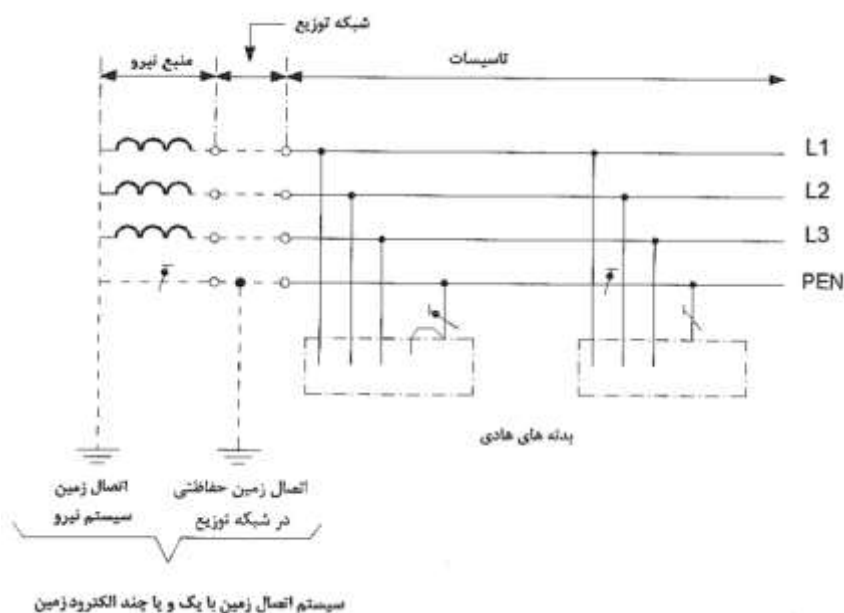
در سرتاسر سیستم، بدنه‌های هادی از طریق یک هادی حفاظتی مجزا (PE) به نقطه خنثی (N) در مبدأ سیستم وصل‌اند.



شکل ۹-۳-۱ طرحواره سیستم  $TN-S$

#### ۹-۳-۲-۲- سیستم $TN-C$

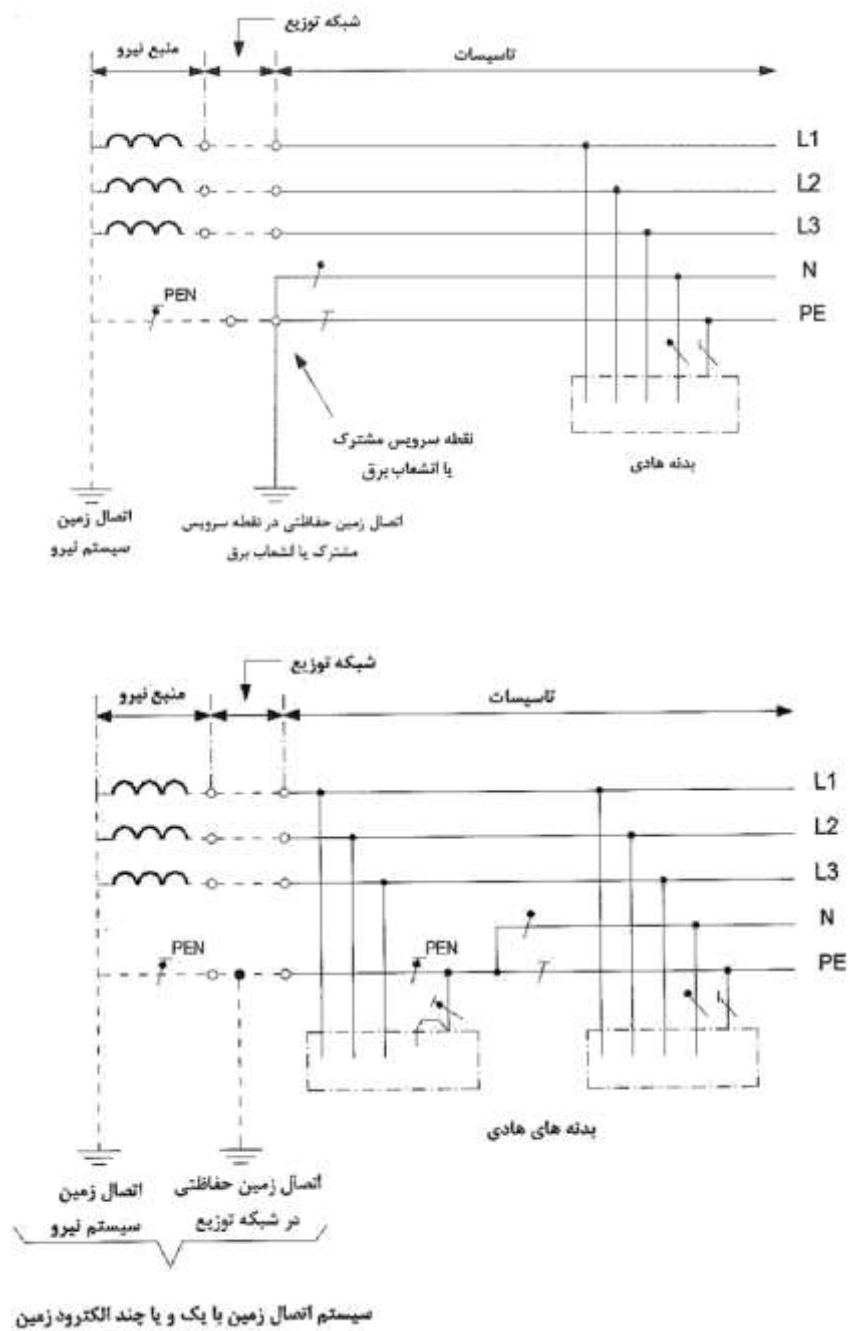
در سرتاسر سیستم، بدنه‌های هادی به هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) وصل‌اند.



شکل ۹-۳-۲ طرحواره سیستم  $TN-C$

#### ۹-۳-۲-۳- سیستم $TN-CS$

بخشی از سیستم از مبدأ تا نقطه تفکیک، یک هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) دارد و در ادامه مدار سیستم نیرو، دو هادی حفاظتی (PE) و خنثی (N) از هم جدا می‌شوند، بنابراین در چنین سیستمی از هر دو حرف C و S استفاده خواهد شد و به صورت  $TN-C-S$  مشخص می‌گردد.



شکل ۹-۵ طرحواره سیستم TN-CS

#### ۹-۲-۴- واحد اتصال زمین

یک یا چند اتصال زمین احداث شده که از لحاظ الکتریکی با هم موازی بوده و به بخش مشخصی از تأسیسات الکتریکی (به عنوان مثال هادی نول) متصل است.

## ۳-۹- الزامات اجرای اتصال زمین در شرکت‌های آب و فاضلاب

### ۳-۹-۱- انتخاب تجهیزات اجرای اتصال زمین

به‌طور کلی توصیه می‌شود از سیم بدون روکش مسی نمره ۲۵ با حداقل مشخصات ذکر شده در استاندارد IEC (سیم با سطح مقطع ۲۵ میلی‌متر مربع و قطر هر مفتول حداقل ۱/۷ میلی‌متر) به منظور الکتروتود، و کابل تک رشته‌ی مسی با حداقل سایز ۲۵ استاندارد، به‌عنوان هادی اتصال زمین و یا هادی هم‌بندی استفاده شود.

با این حال با توجه به احتمال سرقت می‌توان نسبت به تغییر جنس الکتروتود و هادی اتصال زمین اقدام نمود؛ لذا می‌توان از لوله‌ی فولادی با پوشش گالوانیزه گرم با حداقل مشخصات قطر خارجی ۲۵ میلی‌متر، ضخامت ۲ میلی‌متر، ضخامت پوشش گالوانیزه حداقل ۴۵ میکرون به‌عنوان الکتروتود قائم اتصال زمین و سیم گالوانیزه گرم نمره ۵۰ بدون روکش عایق به‌عنوان الکتروتود افقی کم عمق در مواقع خاص و همچنین سیم گالوانیزه گرم نمره ۳۰ با روکش عایق به‌عنوان هادی اتصال زمین و هادی هم‌بندی، مورد استفاده قرار داد. اگرچه سیم گالوانیزه‌ی مذکور توسط هیچ استاندارد توصیه نشده و احتمال دارد در مجاورت با خاک دچار خوردگی شود ولی با توجه به موضوع سرقت هادی‌های مسی چاره‌ای جز انتخاب آن نبوده است. مشخصات فنی سیم گالوانیزه گرم نمره ۵۰ مطابق با جدول ۹-۱ انتخاب می‌گردد. لازم به ذکر است مشخصات سیم روکش‌دار بایستی بر روی آن درج گردد. این مشخصات شامل سطح مقطع هادی، تعداد و قطر رشته‌ها، نام تجاری سازنده است که بر روی روکش آن حک یا نوشته می‌شود.

جدول ۹-۱ مشخصات فنی سیم گالوانیزه گرم نمره ۵۰

ردیف	عنوان	اندازه/ویژگی
۱	نوع پوشش	فولاد با پوشش گالوانیزه استاندارد DIN2444
۲	سطح مقطع	50mm <sup>2</sup>
۳	تعداد مفتول	۱۹
۴	قطر هر مفتول	1.83mm
۵	نوع عایق	HDPE

هادی اتصال زمین، هادی هم‌بندی و الکتروتود سیمی می‌بایست بین دو محل اتصال اصلی (شمش به الکتروتود، بدنه به بدنه، بدنه به شمش) به‌صورت یک تکه اجرا شود. برای سیم گالوانیزه نمره ۳۰ استفاده از کابلشو بی‌متال در اتصالات الزامی است. برای هادی مسی نیز لازم است از کابلشو مسی به منظور انجام اتصالات استفاده گردد. در شبکه‌های برق برای جلوگیری از دسترسی عموم به هادی اتصال زمین و ایجاد حفاظت مکانیکی، از لوله‌ی گالوانیزه‌ی نیم اینچ به منظور عبور هادی اتصال زمین در بیرون از خاک استفاده گردد.

### ۳-۹-۲- اجرای اتصال زمین

به منظور دسترسی به لایه‌های مرطوب طبیعی خاک، چاه به عمق حدود ۳ متر حفر شده و سیم مسی با سطح مقطع حداقل ۲۵ میلی‌متر مربع بدون روکش که به‌صورت پنج حلقه‌ی مارپیچ به قطر هر حلقه ۵۰ سانتی‌متر پیچیده و در انتهای گود قرار داده شود. و بقیه‌ی سیم به‌صورت یک تکه با استفاده از کابلشو مسی به شینه‌ی اتصال زمین، متصل می‌گردد. ته چاه با الکترولیت مناسب (مانند دوغاب بنتونیت) تا عمق حداقل نیم متری گود پر می‌گردد. بقیه‌ی گود با خاک سرند شده‌ی محل تکمیل و فشرده می‌شود.

تذکر ۱: برای الکترودهای قائم، حداقل فاصله‌ی بین دو الکتروتود موازی شده می‌بایست بیشتر از ۲/۲ برابر بزرگ‌ترین بُعد الکتروتود انتخاب گردد.

تذکر ۲: در صورتی که مسیر عبور هادی اتصال زمین یک الکتروتود در حوزه‌ی ولتاژی الکتروتود دیگر قرار گیرد، به منظور ایجاد استقلال بین دو الکتروتود لازم است از هادی با روکش عایق برای هادی اتصال زمین استفاده شود.



### ۹-۳-۳- حداکثر مقاومت زمین قابل قبول

مقدار مقاومت زمین قابل قبول برای تأسیسات آب و فاضلاب حداکثر ۲ اهم است. برای رسیدن به مقدار مطلوب مقاومت یک واحد اتصال زمین، می‌بایست نسبت به طراحی مناسب و در صورت لزوم استفاده از چند الکتروود منفرد به صورت موازی استفاده نمود. لازم به ذکر است حداکثر مقاومت یک الکتروود منفرد، ۲۵ اهم قابل قبول بوده و اگر مقاومت یک الکتروود منفرد از ۲۵ اهم بیشتر باشد به عنوان الکتروود اتصال زمین محسوب نمی‌گردد و باید از دو یا چند الکتروود موازی استفاده نمود. همچنین دستورالعمل‌های خاص سخت‌گیرانه‌تر و شرایط ویژه‌ی مربوط به اتصال زمین یک تجهیز که توسط سازنده اعلام می‌گردد و عدم رعایت آن موجب مخدوش شدن گارانتی تجهیز می‌شود، بر مفاد این دستورالعمل ارجحیت دارد.





## فصل ۱۰- چک لیست بازرسی تابلو

ردیف	شرح بازدید	تأیید
۱	تجهیزات مورد استفاده	
	می‌بایست بر اساس اسناد و مشخصات فنی پارت لیست فصل ۱۱- باشند.	
۲	نصب تجهیزات و انطباق با جانمایی تابلو	
	تجهیزات می‌بایست بر اساس دستورالعمل‌های سازنده تجهیز نصب گردند، ضمن اینکه نباید مغایرتی بین جانمایی در نظر گرفته شده برای این تجهیزات با ضوابط سازنده وجود داشته باشد.	
۳	سایز هادی‌ها و شمش‌ها	
	می‌بایست بر اساس اسناد و مشخصات فنی پارت لیست فصل ۱۱- باشند.	
۴	رعایت فضای کافی برای شینه‌های ورودی و خروجی	
	فاصله شینه‌ها نسبت به هم باید ۱۰ برابر ضخامت شینه (به‌عنوان مثال ضخامت شینه ۵ میلی‌متر و فاصله شینه از هم باید ۵ سانتی‌متر باشد) و فاصله شینه نسبت به کف تابلو حداقل باید ۲۵ سانتی‌متر باشد.	
۵	کنترل رنگ تابلو	
	به‌صورت ظاهری یکنواخت بودن پوشش، نداشتن شره، تخلخل یا جاب، پوسته نشدن، نبود اجسام و ذرات مازاد بر روی سطوح بررسی گردد. همچنین جهت ضخامت رنگ تابلو باید با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج رنگ، ضخامت رنگ تابلو اندازه‌گیری شود (حداقل ضخامت رنگ تابلو باید ۸۰ میکرون باشد).	
۶	کنترل استحکام اسکلت تابلو	
	سایز ورق تابلو باید حداقل ۱/۵ میلی‌متر باشد. تست ضربه و استحکام با ابزار مخصوص باید توسط پیمانکار ارائه شود.	
۷	کنترل اجزای حمل تابلو	
	تابلو دارای حداقل ۲ قلاب آویز (شگل) باشد.	
۸	کنترل آچارکشی پیچ‌ها	
	میزان سفتی پیچ‌ها را می‌توان با استفاده از آچار ترک سنج و به‌صورت نمونه آزمایش نمود.	
۹	کنترل قفل تابلو، درب‌ها و لولاها	
	کنترل قفل تابلوها از طریق باز و بسته کردن آن و همچنین یکنواختی فواصل درب با بدنه، پس از قفل شدن و کنترل درب‌ها به صورتی که در صورت زدن ضربه به یکی از گوشه‌های آن (سمت باز شو درب) بر روی درب لرزش محسوسی مشاهده نگردد.	
۱۰	کامل بودن اتصالات زمین	
	شامل شینه ارت، اتصال ارت درب تابلو، ارت برق‌گیر و ارت درایو و سایر تجهیزات دارای ارت، مطابق با سایز هادی و شینه ذکر شده در پارت لیست فصل ۱۱- باشند	
۱۱	آزمون تجهیزات نشان‌دهنده	
	شرح: ارتباطات مدارهای نشان‌دهنده و پیوستگی آن‌ها باید مورد کنترل قرار گیرد. نحوه بررسی: در خصوص چراغ‌های سیگنال با اعمال ولتاژ مربوطه باید صحت و سلامت آن‌ها بررسی شود.	
۱۲	آزمون سلامت ساعت فرمان	
	شرح: با توجه به آن که یکی از روش‌های کنترلی ساعت فرمان می‌باشد باید از صحت و سلامت عملکرد آن اطمینان حاصل شود. نحوه بررسی: با اعمال ولتاژ ورودی به ساعت فرمان، آن را روشن کرده و با تنظیمات کوتاه مدت عملکرد زمانی و تغییر وضعیت تیغه‌های آن بررسی شود.	
۱۳	آزمون تجهیزات اندازه‌گیری	
	شرح: صحت سیم‌کشی مدارهای وسایل اندازه‌گیری و رعایت دستورالعمل‌های سازندگان آن لوازم باید مورد کنترل واقع شود.	
۱۴	آزمون ترموستات، هیتر و فن	
	نحوه بررسی: با تغییر تنظیمات دمایی روی ترموستات باید فن تابلو تست شود و از عملکرد آن اطمینان حاصل شود. همچنین در مورد هیدروستات و هیتر باید رطوبت محیط اندازه‌گیری شود و متناسب با اطلاعات درایو، هیدروستات تنظیم شود. فن تابلو باید در قسمت بالای تابلو قرار بگیرد و دریچه هوا در قسمت پایین تابلو و هیتر در کف تابلو نصب شود. به تعداد و اندازه فن‌های تابلو، باید دریچه‌های ورود هوای دارای فیلتر روی درب تابلو وجود داشته باشد.	
۱۵	اتصالات سیم‌ها	
	شرح: اتصال درست و محکم سیم‌ها باید بررسی گردد. نحوه بررسی: باید بررسی گردد که بدنه لخت سیم از محل اتصال بیرون نزده باشد، سیم‌ها باید دارای سرسیم مناسب و یا در صورت لزوم لحیم‌کاری شده باشند و همچنین نباید هیچ سیمی با فشار دست از جای خود خارج شود.	
۱۶	تراکم سیم در داخل داکت	
	شرح: مسیر سیم‌ها در داکت‌ها باید دارای فضای مناسب باشد. نحوه بررسی: باید بررسی شود که از ۱۰۰ درصد فضای داکت می‌بایست حداقل ۳۰ درصد به‌عنوان فضای خالی در نظر گرفته شده باشد. همچنین بررسی گردد که کابل‌های قدرت و فرمان به طور مجزا در داخل داکت‌ها قرار بگیرند.	
۱۷	آزمون رله‌ها و قطع‌کننده‌ها	
	شرح: با توجه به اهمیت بالای عملکرد صحیح رله‌ها باید از صحت عملکرد آن‌ها اطمینان حاصل شود. نحوه بررسی: بر روی هر رله یک تیغه دستی جهت تست تغییر وضعیت پایه‌های آن وجود دارد که می‌توان با استفاده از آن عملکرد رله را مورد بررسی قرار داد. در صورتی که این تیغه بر روی رله وجود نداشت باید با اعمال ولتاژ مربوطه به بوبین رله عملکرد آن را بررسی کرد.	
۱۸	آزمون گرم تابلو	
	تمامی حالت‌های کاری تابلو باید با اتصال الکتروموتور تست گردد و از عملکرد الکتریکی و کنترلی صحیح قطعات اطمینان حاصل شود	



## فصل ۱۱- پارت لیست تابلوها

# ۱-۱۱- جدول لیست اقلام تابلو درایو

جدول ۱-۱۱ لیست اقلام تابلو درایو

توان تابلو																								الزامات فنی		پارت لیست تابلو درایو					
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۳۲	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۵	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۶۰	۶۳۰		
۱	فریم تابلو	۱	۱	ضخامت رنگ	μ	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	
				ضخامت ورق	mm	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵	۱.۵
				طرح، ابعاد و جانمایی	-	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه
۲	کلید اصلی	Q1	۱	نوع	-	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	
				حفاظت قابل تنظیم	-	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی	حرارتی
				جریان	A	۳۲	۳۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	
				ولتاژ ضربه	kV Uimp	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
				ولتاژ عایقی	V Ui	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	
				ظرفیت قطع	kA Icu	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۲	۲۲	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۵	۴۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵
				قطع/وصل مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	
				قطع/وصل الکتریکی	دفعه	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۳	درایو	D1	۱	ولتاژ ورودی	V	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	۴۶۰-۳۴۰	
				جریان نامی (حداقل)	A	۱۷	۲۵	۳۵	۴۱	۴۸	۶۶	۷۹	۹۴	۱۱۶	۱۶۰	۱۷۹	۲۱۵	۲۵۹	۳۱۴	۳۸۷	۴۲۷	۴۸۱	۶۱۶	۶۵۰	۷۲۰	۸۱۰	۸۷۰	۹۸۰	۱۰۶۰		
				جریان ورودی (حداکثر)	A	۱۷	۲۴	۳۴	۳۹	۴۶	۶۳	۷۵	۸۹	۱۱۱	۱۵۲	۱۷۰	۲۰۴	۲۴۶	۲۹۸	۳۷۰	۴۰۶	۴۵۷	۵۸۵	۶۳۰	۷۰۰	۷۸۵	۸۳۰	۹۴۰	۱۰۰۰		
				اضافه بار ۱ دقیقه (۱۵۰٪ نامی)	A	۲۵/۵	۳۷/۵	۵۲/۵	۶۱/۵	۷۲	۹۹	۱۱۸/۵	۱۴۱	۱۷۴	۲۴۰	۳۶۸/۵	۴۲۲/۵	۵۸۰/۵	۶۴۰/۵	۷۲۱/۵	۹۲۴	۹۷۵	۱۰۸۰	۱۲۱۵	۱۳۰۵	۱۴۷۰	۱۵۹۰				
				اضافه بار ۱۰ ثانیه (۱۸۰٪ نامی)	A	۳۰/۶	۴۵	۶۳	۷۲/۸	۸۶/۴	۱۱۸/۸	۱۴۲/۲	۱۶۹/۲	۲۰۸/۸	۲۸۸	۳۸۷	۴۲۲/۲	۵۸۵/۲	۶۹۶/۶	۷۶۸/۶	۸۶۵/۸	۱۱۰۸/۸	۱۱۷۰	۱۲۹۶	۱۴۵۸	۱۵۶۶	۱۷۶۴	۱۹۰۸			
				دمای کاری	°C	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
				زبان	-	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	انگلیسی	
				ماکرو پمپ	-	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور	شناور
				فاصله خروجی	m	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	
				فیلتر EMC	-	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
				راکتور DC 5%	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				فیلتر dv/dt	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				هارمونیک ورودی کمتر از	-	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	٪۳۵	
				ضریب توان و بازدهی	-	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸	٪۹۸
				مشخصات فنی	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۴	برق گیر ۴ پل	SA1	۱	تیپ	-	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II		

توان تابلو																							الزامات فنی		پارت لیست تابلو درایو						
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۳۲	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۵	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۶۰	۶۳۰		
				تعداد پل	-	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	
				تخلیه نامی In	kA	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
				تخلیه حداکثر I <sub>max</sub>	kA	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
				تخلیه صاعقه	kA	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
۵	دیسکانکتور سه فاز	FD1	-	تعداد	عدد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
				سایز کلید	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				فیوز	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶	مینیاتوری ۱ پل ۶ آمپر	F3, F4	۲	نوع فیوز	-	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	
				قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	
				قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	
۷	مینیاتوری ۱ پل ۲۵ آمپر	F5	۱	استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
				قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰		
				قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰		
۸	ترمیال فیوزدار ۲ آمپر	F1, F2	۶	استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				جریان	A	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۱۰۰	۵/۱۰۰	۵/۱۰۰	۵/۱۰۰	۵/۱۵۰	۵/۱۵۰	۵/۲۰۰	۵/۲۰۰	۵/۳۰۰	۵/۴۰۰	۵/۴۰۰	۵/۴۰۰	۵/۴۰۰	۵/۶۰۰	۵/۶۰۰	۵/۷۰۰	۵/۸۰۰	۵/۸۰۰	۵/۱۰۰۰	۵/۱۰۰۰	۵/۱۰۰۰	۵/۱۲۰۰
۹	ترانس جریان	CT1, CT2, CT3	۳	کلاس	-	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵		
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				فرکانس	Hz	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵
۱۰	پاور آنالایزر	PM1	۱	جریان	A	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	
				ولتاژ	V	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	
				صفحه	-	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
				ارتباط	-	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۱	ساعت فرمان	T1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۲	تایمر تاخیر	T2	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۳	رله کنترل سطح	LMR	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۴	رله شیشه‌ای	R1, R2, R3	۳	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۵	ترموستات فن	TH2	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۶	فن	Fan1	-	تعداد	-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		
				ابعاد	cm	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	
				هوادهی	m <sup>3</sup> /h	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰

توان تابلو																							الزامات فنی		پارت لیست تابلو درایو						
۶۳۰	۵۶۰	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰	۳۵۵	۳۱۵	۲۵۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۳۲	۱۱۰	۹۰	۷۵	۵۵	۴۵	۳۷	۳۰	۲۲	۱۸/۵	۱۵	۱۱	۷/۵	واحد	مورد	تعداد	لیبل	نام تجهیز	ردیف		
جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	جتفن	مشخصات فنی						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	TH1	هیدروستات	۱۷		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	E2	هیتر	۱۸		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	S1	کلید گردان ۴ حالتی	۱۹		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۶	H1~H6	چراغ سیگنال	۲۰		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	S2, S3	استارت/استپ دوپل	۲۱		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	SO1	پریر تکفاز	۲۲		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	MS1	میکروسوئیچ	۲۳		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	Lighting	روشنایی	۲۴		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۲۰		ترمینال ریلی	۲۵		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	CHO1	چوک ورودی	۲۶		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	CHO2	چوک خروجی	۲۷		
۱۰×۸۰	۱۰×۸۰	۱۰×۶۰	۱۰×۵۰	۱۰×۵۰	۱۰×۴۰	۱۰×۴۰	۱۰×۳۰	۵×۴۰	۵×۴۰	۵×۳۰	۵×۲۵	۵×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۱۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	سایز			شمش فاز	۲۸	
۱۰×۴۰	۱۰×۴۰	۵×۴۰	۵×۴۰	۵×۴۰	۵×۲۵	۵×۲۵	۵×۲۰	۵×۲۰	۵×۲۰	۳×۲۰	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	mm <sup>2</sup>	سایز			شمش ارت و نول	۲۹	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲×۷۰	۲×۷۰	۲×۵۰	۲×۳۵	۷۰	۷۰	۳۵	۳۵	۲۵	۲۵	۱۶	۱۰	۱۰	۶	۶	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل فاز	۳۰		
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل برق گیر	۳۱	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل فرمان	۳۲	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				مقره	۳۳	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				داکت	۳۴	
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	mm	ضخامت				طلق عایقی	۳۵
																									مشخصات فنی				نگهدارنده درب	۳۶	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱				ریل	۳۷
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی					لوازم مصرفی	۳۸

## ۱۱-۲- جدول لیست اقلام قابلو سافت استارتر

جدول ۱۱-۲ پارت لیست تابلو سافت استارتر

ردیف		پارت لیست تابلو درایو			الزامات فنی		توان تابلو																											
							واحد	مورد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۲۲	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۵	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۶۰	۶۳۰		
۱	فریم تابلو	۱	تعداد	لیبل	نام تجهیز	ضخامت رنگ	μ	نقشه	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰				
						ضخامت ورق	mm	نقشه	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵		
						طرح، ابعاد و جانمایی	-	نقشه	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰		
۲	کلید اصلی	Q1	۱	۳	نوع	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					حفاظت قابل تنظیم	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					جریان	A	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					ولتاژ ضربه	Uimp	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					ولتاژ عایقی	Ui	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					ظرفیت قطع	Icu	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					قطع/وصل مکانیکی	دفعه	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					قطع/وصل الکتریکی	دفعه	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					استاندارد Kema	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
					ولتاژ ورودی	V	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۲	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰					
۳	سافناستارتر	۱	۳	جریان نامی (حداقل)	A	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				دمای کاری	°C	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				روش راه اندازی	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				تطبیقی پمپ	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				روش توقف	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				تطبیقی پمپ	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				تابع پیش گرمایش	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				تابع پاکسازی پمپ	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				سه فاز کنترل	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
				مشخصات فنی	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۲۴	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۶۰	۷۶	۹۰	۱۱۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۸	۲۶۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۴۰	۵۰۰	۶۲۰	۷۸۰	۷۸۰	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰	۱۴۱۰			
۴	کنتاکتور اصلی/یونیت	۱	۳	جریان	A	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				تپ	-	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				ولتاژ نامی	V	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				ولتاژ ضربه	Uimp	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				ظرفیت قطع	A	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				اتصال کوتاه	میلیون دفعه	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
				قطع و وصل مکانیکی	میلیون دفعه	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰					
قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	اتوماتیک	اتوماتیک	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۲۰	۳۲۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۲۰	۶۲۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰									

توان تابلو																					الزامات فنی		پارت لیست تابلو درایو										
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۳۲	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۵	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۶۰	۶۳۰				
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی			
۵	کنتاکتور بای پس	۱	۱	جریان	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰			
				تیپ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
				ولتاژ نامی	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				ظرفیت قطع اتصال کوتاه	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				قطع و وصل مکانیکی	میلیون دفعه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				استاندارد Kema	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۶	کلید خازنی	-	FD2~FD5	تعداد	عدد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴		
				نوع	-	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	
				حفاظت قابل تنظیم	-	-	-	-	-	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	مغناطیسی	
				جریان	A	۱۶	۱۶	۲۵	۳۲	۴۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	-	-	-	-	-	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۱۲	۱۲	
				ولتاژ عایقی Ui	V	-	-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	
				ظرفیت قطع Icu	kA	-	-	-	-	-	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۲	۳۰	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۵	۴۵	۴۵	۶۵	۶۵	
				قطع/وصل مکانیکی	دفعه	-	-	-	-	-	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	
۷	کنتاکتور خازنی	۱	KC1~KC4	قطع/وصل الکتریکی	دفعه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
				استاندارد Kema	-	-	-	-	-	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی		
				تعداد	عدد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۴	۴	۴	
				جریان	آمپر	۲۲	۲۲	۲۲	۳۲	۴۰	۵۰	۵۰	۶۵	۶۵	۸۵	۱۰۰	۱۳۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۲۵	۳۳۰	۳۳۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۶۳۰	۸۰۰		
				نوع	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
				واحد خازنی	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
				ولتاژ نامی	V	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	۶	۶	۶	۶	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۸	خازن	-	C1~C12	ولتاژ عایقی Ui	A	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۱۳۵۰	۱۸۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۴۶۰۰	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۷۵۰۰			
				ظرفیت قطع Icu	میلیون دفعه	۱۵	۱۵	۱۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	۲۵	۳۰	
				قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۳۰	۳۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
				تعداد	عدد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۲		
				ظرفیت	kVAR	۴	۵	۷.۵	۱۰	۱۲.۵	۱۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۵	۱۵	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۳۰	۳۰	
				فرم	-	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	





توان تابلو																								الزامات فنی		پارت لیست تابلو درایو					
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۳۲	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۱۵	۳۵۵	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۶۰	۶۳۰		
۱۶	ساعت فرمان	T1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۷	تایمر تاخیر	T2	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۸	رله کنترل سطح	LMR	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۱۹	رله شش‌پای	R1, R2, R3, R4	۴	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۰	ترموستات فن	TH2	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۱	تعداد	Fan1	-	تعداد	-	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	
	ابعاد			cm	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵	۲۵×۲۵		
	هوادهی			m³/h	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	
	مشخصات فنی			ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	ج‌ف‌ن	
۲۲	هیدروستات	TH1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
۲۳	هیتر	E2	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۴	کلید گردان ۴ حالت	S1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۵	چراغ سیگنال	H3 ,H1, H2 H4, H5	۵	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۶	استارت/استپ دوپل	S2, S3	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۷	پریز تک‌فاز	SO1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۸	میکروسوئیچ	MS1	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۲۹	روشنایی	Lighting	۱	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۰	ترمینال ریلی		۲۰	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۱	شمش فاز			سایز	mm²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۲	شمش ارت و نول			سایز	mm²	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵	۳×۲۵
۳۳	کابل فاز			سایز	mm²	۱۰	۱۰	۱۶	۱۶	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۷۰	۷۰	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	
۳۴	کابل برق‌گیر			سایز	mm²	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
۳۵	کابل فرمان			سایز	mm²	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳۶	مقره			مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۷	داکت			مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۳۸	طلق عایقی			ضخامت	mm	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۳۹	نگهدارنده درب			مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۰	ریل			مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
۴۱	لوازم مصرفی			مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

# ۱۱-۳- جدول لیست اقلام قابلو ستاره – مثلث

جدول ۱۱-۳ پارت لیست قابلو ستاره – مثلث

الزامات فنی													پارت لیست تابلو ستاره مثلث			
مورد		واحد		۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰	
ضخامت رنگ	μ	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	
ضخامت ورق	mm	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	
طرح، ابعاد و جانمایی	-	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	
نوع	-	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	
حفاظت قابل تنظیم	-	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	
جریان	A	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	
ولتاژ ضربه Uimp	kV	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	
ولتاژ عایقی Ui	V	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	
ظرفیت قطع Icu	kA	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۲	۲۲	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	
قطع اوصل مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	
قطع اوصل الکتریکی	دفعه	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	
استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
سخت قطع	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
جریان	A	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۲۲۵	۳۳۰	۳۳۰	۳۳۰	۳۳۰	۳۳۰	
تیپ	-	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	
ولتاژ نامی	V	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	
ولتاژ ضربه Uimp	kV	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	
ظرفیت قطع اتصال کوتاه	A	۷۰۰	۷۰۰	۱۰۵۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۲۵۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰	
قطع و وصل مکانیکی	میلیون دفعه	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۵	۵	۵	۵	۵	
قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	
استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	
نوع	-	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	فیوز HRC	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	
حفاظت قابل تنظیم	-	-	-	-	-	-	-	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	
جریان	A	۱۶	۱۶	۲۵	۲۲	۴۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	
ولتاژ ضربه Uimp	kV	-	-	-	-	-	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	
ولتاژ عایقی Ui	V	-	-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	
ظرفیت قطع Icu	kA	-	-	-	-	-	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۲۲	
قطع اوصل مکانیکی	دفعه	-	-	-	-	-	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	

توان تابلو												الزامات فنی		پارت لیست تابلو ستاره مثلث			
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰
۵	کنتاکتور خازنی	KC1	۱	قطع/وصل الکتریکی	دفعه	-	-	-	-	-	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
				استاندارد Kema	-	-	-	-	-	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				جریان	آمپر	۲۲	۲۲	۲۲	۳۲	۴۰	۵۰	۵۰	۶۵	۶۵	۸۵	۱۰۰	۱۳۰
				نوع	-	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3
				واحد خازنی	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				ولتاژ نامی	V	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	۶	۶	۶	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
				ولتاژ عایقی Ui	A	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۵۰	۱۰۵۰	۱۲۰۰	۱۳۲۰	۱۳۵۰
				ظرفیت قطع Icu	میلیون دفعه	۱۵	۱۵	۱۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۵
				قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۶	خازن	C1	-	تعداد	عدد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۴
				ظرفیت	kVAR	۴	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۱۰	۱۲/۵	۱۵	۲۰	۱۵	۱۵
				فرم	-	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی
				ولتاژ ظرفیت نامی	V	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰
				حداکثر اضافه ولتاژ	V	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵
				دمای کاری	°C	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵
				حفاظت محیطی	-	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50
				اتصال داخلی	-	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره
				سطح عایقی	kV	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
				عمر	هزار ساعت	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
				ظرفیت	ولت آمپر	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
				ورودی/خروجی	ولت	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰
۸	برق گیر ۴ پل	SA1	۱	تیپ	-	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II
				تعداد پل	-	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
				تخلیه نامی In	kA	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
				تخلیه حداکثر Imax	kA	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
				تخلیه صاعقه	kA	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
۹	دیسکانکتور سه فاز	FD2	۱	تعداد	عدد	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
				سایز کلید	A	-	-	-	-	-	-	-	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰
				فیوز	A	-	-	-	-	-	-	-	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۵
				نوع فیوز	-	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی	کاردی

توان تابلو												الزامات فنی		پارت لیست تابلو ستاره مثلث			
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۳۰	۳۷	۴۵	۵۵	۷۵	۹۰	۱۱۰
۱۰	مینیا توری ۱ پل ۶ آمپر	F2~F11	۱۰	قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
				قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۱۱	مینیا توری ۱ پل ۲۵ آمپر	F1	۱	قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
				قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۱۲	مینیا توری ۲ پل ۶ آمپر	F12,F13	۲	قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
				قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۱۳	دیسکانکتور سه فاز ۳۳ آمپر	F14~F16	۳	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۴	فیوز سیلندری ۲ آمپر	F17~F25	۹	مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۵	ترانس جریان اندازه گیری	CT1~CT3	۳	جریان	A	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۱۰۰	۵/۱۰۰	۵/۱۰۰	۵/۱۵۰	۵/۱۵۰	۵/۲۰۰	۵/۳۰۰	۵/۳۰۰
				کلاس	-	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۶	ترانس جریان حفاظتی	CT4~CT6	-	تعداد	عدد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				جریان	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				کلاس	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				مشخصات فنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۷	پاور آنالایزر	PM1	۱	iTHD	Grade	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵
				فرکانس	Hz	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵
				جریان	A	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱
				ولتاژ	V	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵
				صفحه	-	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
				ارتباط	-	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485
۱۸	رله حفاظتی	RP1	۱	میکروپروسسوری دیجیتال	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				رله خروجی	عدد	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
				نشانگر LED	عدد	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
				رابط کاربری	-	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED
				پروتکل مخابراتی	-	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس

توان تابلو												الزامات فنی		پارت لیست تابلو ستاره مثلث			
۱۱۰	۹۰	۷۵	۵۵	۴۵	۳۷	۳۰	۲۲	۱۸/۵	۱۵	۱۱	۷/۵	واحد	مورد	تعداد	لیبل	نام تجهیز	ردیف
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	-	نرم افزار				
۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	Hz	نمونه برداری				
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	عدد	گزارش خطا				
اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان	-	توابع حفاظتی				
توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	-	پژوهشگاه نیرو یا KEMA				
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	-	توابع حفاظتی				
افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	-	نوع	۱	CHP1	سوپر کنترل فاز	۱۹
دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	-	مشخصات فنی				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	T1	ساعت فرمان	۲۰
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	T2	تایمر تاخیر	۲۱
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	T3	تایمر ستاره مثلث	۲۲
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	LMR1	رله کنترل سطح	۲۳
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۸	R1~R10	رله شیشه ای	۲۴
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	TH1	ترموستات فن	۲۵
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	-	تعداد	۱	Fan1	فن	۲۶
۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	cm	ابعاد				
۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	m³/h	هوادهی				
جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	جثفن	مشخصات فنی	۱	TH2	هیدروستات	۲۷
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	HEATER	هیتر	۲۸
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	S1	کلید گردان ۴ حالته	۲۹
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	S2	کلید گردان ۲ حالته	۳۰
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۸	H1~H7	چراغ سیگنال	۳۱
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	S3	استارت/استپ دویل	۳۲
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	PLUG1	پریز تکفاز	۳۳
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	MS1	میکروسوییچ	۳۴

توان تابلو												الزامات فنی		پارت لیست تابلو ستاره مثلث			
۱۱۰	۹۰	۷۵	۵۵	۴۵	۳۷	۳۰	۲۲	۱۸/۵	۱۵	۱۱	۷/۵	واحد	مورد	تعداد	لیبل	نام تجهیز	ردیف
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۱	LED1	روشنایی	۳۵
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	۲۵		ترمینال ریلی	۳۶
۵×۲۵	۵×۲۰	۵×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲	mm <sup>2</sup>	سایز			شمش فاز	۳۷
۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۲۰	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	mm <sup>2</sup>	سایز			شمش ارت و نول	۳۸
۲×۵۰	۲×۳۵	۲×۳۵	۷۰	۷۰	۲۵	۳۵	۲۵	۱۶	۱۶	۱۰	۱۰	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل فاز	۳۹
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل ارت برق گیر	۴۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	mm <sup>2</sup>	سایز			کابل فرمان	۴۱
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی			مقره	۴۲
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی			داکت	۴۳
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	mm	ضخامت			محافظ طلق عایقی	۴۴
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		مشخصات فنی			نگهدارنده درب تابلو	۴۵
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی			ریل	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				۴۷

## ۴-۱۱- جدول لیست اقلام قابلو تک ضرب

جدول ۴-۱۱ پارت لیست قابلو تک ضرب

توان قابلو					الزامات فنی		پارت لیست قابلو تک ضرب			
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲
۱	فریم قابلو	PANEL	۱	ضخامت رنگ	μ	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
				ضخامت ورق	mm	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
				طرح، ابعاد و جامه‌ای	-	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه	نقشه
۲	کلید اصلی	Q1	۱	نوع	-	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک	اتوماتیک
				حفاظت قابل تنظیم	-	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی	حرارتی و مغناطیسی
				جریان	A	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	۸	۸	۸	۸	۸
				ولتاژ عایقی Ui	V	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
				ظرفیت قطع Icu	kA	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
				قطع /وصل مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
				قطع /وصل الکتریکی	دفعه	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				سخت قطع	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۳	کنتاکتور اصلی	K1	۱	جریان	A	۴۰	۴۰	۶۵	۶۵	۶۵
				تیپ	-	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3
				ولتاژ نامی	V	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	۸	۸	۸	۸	۸
				ظرفیت قطع اتصال کوتاه	A	۷۰۰	۷۰۰	۱۰۵۰	۱۰۵۰	۱۰۵۰
				قطع و وصل مکانیکی	میلیون دفعه	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
				قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	۲	۲	۲	۲	۲
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				نوع	-	کلید فیوز HRC	کلید فیوز HRC	کلید فیوز HRC	کلید فیوز HRC	کلید فیوز HRC
۴	کلید خازنی	FD1	۱	حفاظت قابل تنظیم	-	-	-	-	-	-
				جریان کلید	آمپر	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰
				جریان	A	۱۶	۱۶	۲۵	۳۲	۴۰
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	-	-	-	-	-
				ولتاژ عایقی Ui	V	-	-	-	-	-
				ظرفیت قطع Icu	kA	-	-	-	-	-



پارت لیست تابلو تک‌ضرب							الزامات فنی					توان تابلو			
ردیف	نام تجهیز	لیبل	تعداد	مورد	واحد	۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	۵	۶	۷	۸	۹
				قطع/وصل مکانیکی	دفعه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				قطع/وصل الکتریکی	دفعه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				استاندارد Kema	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵	کنتاکتور خازنی	KC1	۱	جریان	آمپر	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
				نوع	-	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3	AC3
				واحد خازنی	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
				ولتاژ نامی	V	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰	۶۹۰
				ولتاژ ضربه Uimp	kV	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶
				ولتاژ عایقی Ui	A	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
				ظرفیت قطع Icu	میلیون دفعه	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
				قطع و وصل الکتریکی	میلیون دفعه	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی
۶	خازن	C1	بسته به توان	تعداد	عدد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
				ظرفیت	kVAR	۴	۵	۷/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵
				فرم	-	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی	کتابی
				ولتاژ ظرفیت نامی	V	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰
				حداکثر اضافه ولتاژ	V	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵	۶۷۵
				دمای کاری	°C	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵	۶۵
				حفاظت محیطی	-	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50	IP50
				اتصال داخلی	-	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره	ستاره
				سطح عایقی	kV	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸
				عمر	هزار ساعت	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰
				ظرفیت	ولتاژ آمپر	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۷	ترانس ایزوله	TR1	۱	ورودی/خروجی	ولت	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰	۲۲۰/۴۰۰
				تیمپ	-	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II	I+II
۸	برق‌گیر ۴ پل	SA1	۱	تعداد پل	-	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
				تخلیه نامی In	kA	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
				تخلیه حداکثر Imax	kA	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
				تخلیه صاعقه	kA	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵	۷/۵
				قطع مکانیکی	دفعه	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰
۹	کلید مینیاتوری تک پل ۲۵ آمپر	F1	۱	قطع الکتریکی	دفعه	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
				استاندارد Kema	-	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی

الزامات فنی						پارت لیست تابلو تک‌ضرب					
توان تابلو							تعداد		لیبل	نام تجهیز	ردیف
۷/۵	۱۱	۱۵	۱۸/۵	۲۲	واحد	مورد	عدد	۹	F2~F10	مینیا توری ۱ پل ۶ آمپر	۱۰
۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	دفعه	قطع مکانیکی					
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	–	Kema استاندارد					
۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	دفعه	قطع مکانیکی	عدد	۲	F11,F12	مینیا توری ۲ پل ۶ آمپر	۱۱
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	–	Kema استاندارد					
۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	دفعه	قطع الکتریکی					
–	–	–	–	–	–	مشخصات فنی	عدد	۳	F13,F14,F15	دیسکانکتور سقفاز ۳۲ آمپر	۱۲
–	–	–	–	–	–	مشخصات فنی					
۵/۱۰۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	۵/۵۰	A	جریان	عدد	۳	CT1,CT2,CT3	ترانس جریان اندازه‌گیری	۱۴
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	–	کلاس					
–	–	–	–	–	–	مشخصات فنی					
–	–	–	–	–	عدد	تعداد	عدد	بسته به توان	CT4,CT5,CT6	ترانس جریان حفاظتی	۱۵
–	–	–	–	–	A	جریان					
–	–	–	–	–	–	کلاس					
–	–	–	–	–	–	مشخصات فنی					
th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	th۱۵	Grade	iTHD	عدد	۱	PM1	پاور آنالایزر	۱۷
۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	۶۵-۴۵	Hz	فرکانس					
۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	۵/۱	A	جریان					
۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	۴۸۰-۳۵	V	ولتاژ					
LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	–	صفحه					
RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	–	ارتباط	عدد	۱	RP1	رله حفاظتی	۱۷
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	–	میکروپروسسوری دیجیتال					
۳	۳	۳	۳	۳	عدد	رله خروجی					
۵	۵	۵	۵	۵	عدد	نشانگر LED					
LED	LED	LED	LED	LED	–	رابط کاربری					
مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	مودباس	–	پروتکل مخابراتی					
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	–	نرم‌افزار					
۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۸۰۰	Hz	نمونه‌برداری					
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	عدد	گزارش خطا					

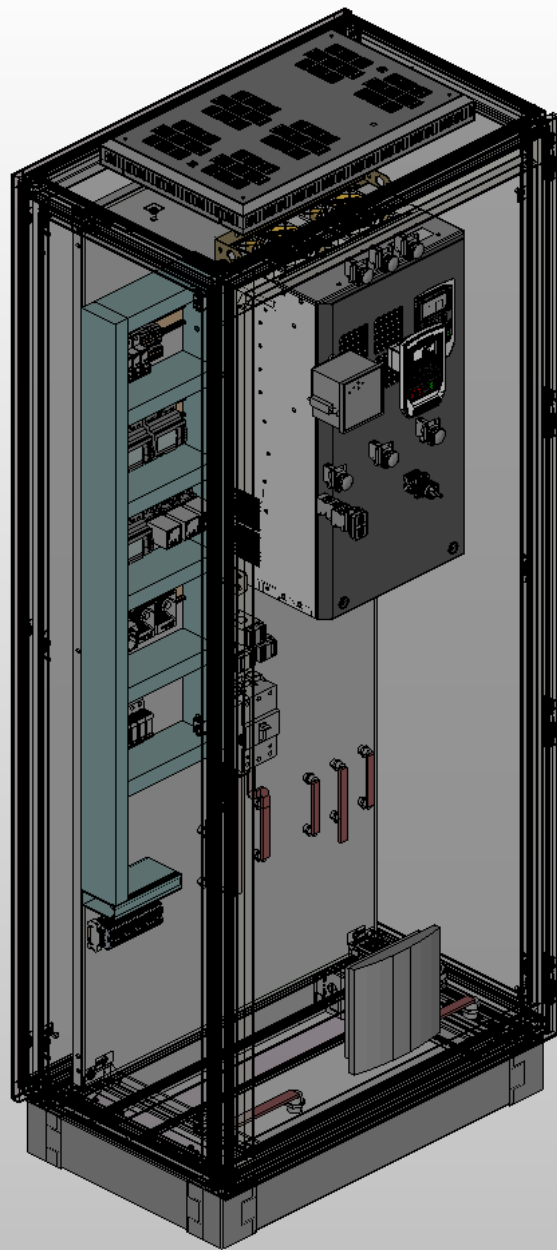
توان تابلو					الزامات فنی		پارت لیست تابلو تک‌ضرب				
۲۲	۱۸/۵	۱۵	۱۱	۷/۵	واحد	مورد	تعداد		لیبل	نام تجهیز	ردیف
اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	اضافه جریان لاک روتور قطع فاز عدم تعادل جریان توالی فاز افت جریان خطای زمین اتصال کوتاه	-	توابع حفاظتی					
الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	الزامی	-	پژوهشگاه نیرو یا KEMA					
افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	افزایش ولتاژ افت ولتاژ عدم تعادل توالی قطع فاز تایمر	-	توابع حفاظتی	عدد	۱	CPH1	سوپر کنترل فاز	۱۸
دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	دیجیتال	-	نوع					
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی					
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	T1	ساعت فرمان	۱۹
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	T2	تایمر تاخیر	۲۰
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	LMR1	رله کنترل سطح	۲۱
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۸	R1~R10	رله شیشه‌ای	۲۲
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	TH1	ترموستات فن	۲۳
۱	۱	۱	۱	۱	-	تعداد	عدد	-	Fan1	فن	۲۴
۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	cm	ابعاد					
۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۷۵۰	m³/h	هوادهی					
جت‌فن	جت‌فن	جت‌فن	جت‌فن	جت‌فن	جت‌فن	مشخصات فنی					
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	TH2	هیدروستات	۲۵
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	HEATER	هیتر	۲۶
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	S1	کلید گردان ۴ حالت	۲۷
							عدد	۱	S2	کلید گردان ۲ حالت	۲۸
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۷	H1~H7	چراغ سیگنال	۲۹
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	S3	استارت استپ دوپل	۳۰
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	PLUG1	پریز تک‌فاز	۳۱
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	MS1	میکروسوییچ	۳۲
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۱	LED1	روشنایی	۳۳
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی	عدد	۲۵		ترمینال ریلی	۳۴
-	-	-	-	-	mm²	سایز				شمش فاز	۳۵

توان تابلو					الزامات فنی		پارت لیست تابلو تک‌ضرب				
۲۲	۱۸/۵	۱۵	۱۱	۷/۵	واحد	مورد	تعداد		لیبل	نام تجهیز	ردیف
۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	۳×۱۵	mm <sup>2</sup>	سایز				شمش ارت و نول	۳۶
۲۵	۱۶	۱۶	۱۰	۱۰	mm <sup>2</sup>	سایز				کابل فاز	۳۷
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	mm <sup>2</sup>	سایز				کابل ارت برق گیر	۳۸
۱	۱	۱	۱	۱	mm <sup>2</sup>	سایز				کابل فرمان	۳۹
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				مقره	۴۰
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				داکت	۴۱
۵	۵	۵	۵	۵	mm <sup>2</sup>	ضخامت				محافظه طلق عایقی	۴۲
-	-	-	-	-		مشخصات فنی				نگهدارنده درب تابلو	۴۳
-	-	-	-	-		مشخصات فنی				ریل	۴۴
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی					۴۵
-	-	-	-	-	-	مشخصات فنی				سایر لوازم مصرفی	

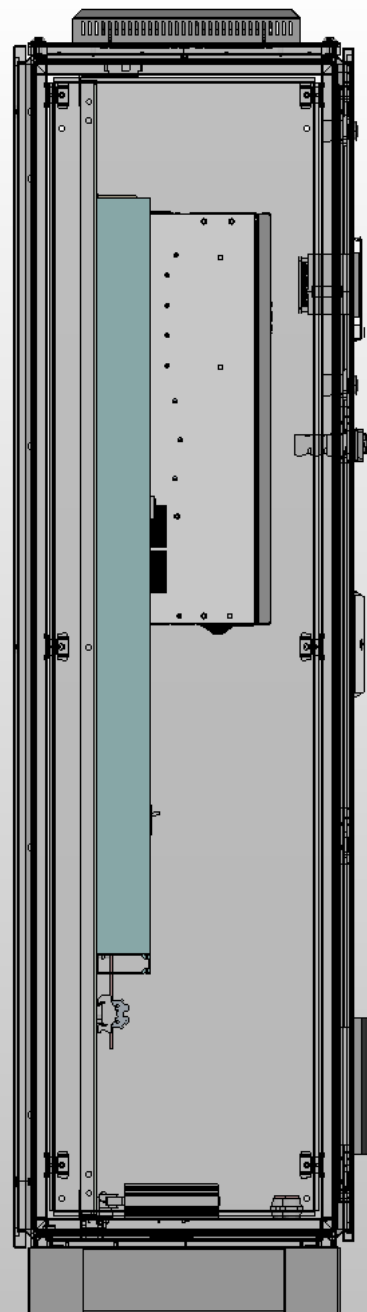


## فصل ۱۲- نقشه‌ها

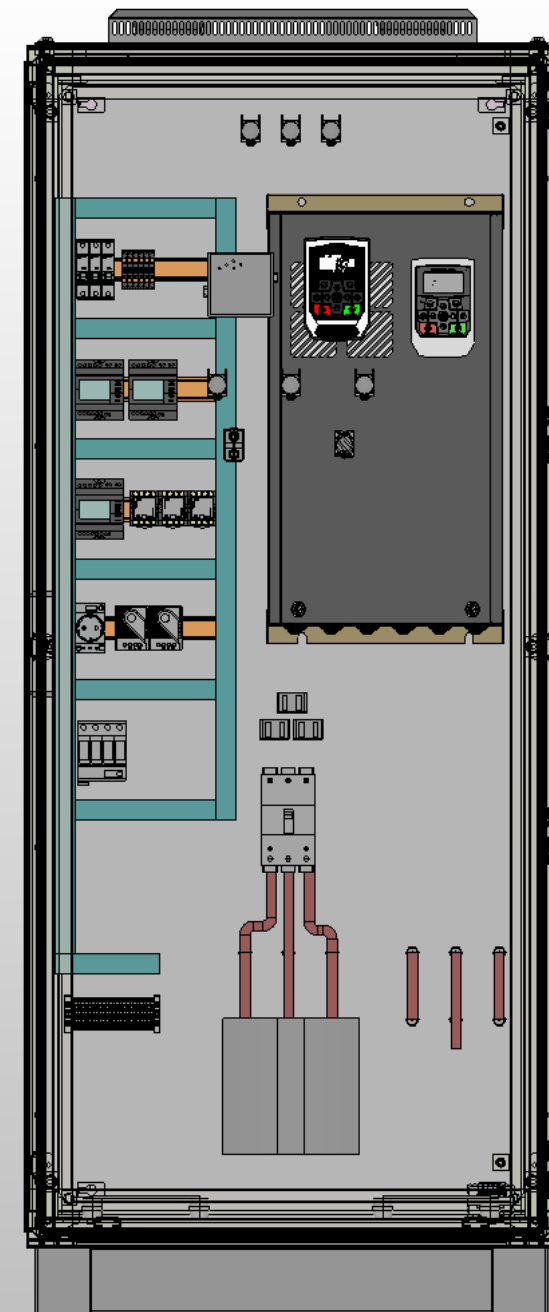




3D VIEW



LEFT VIEW



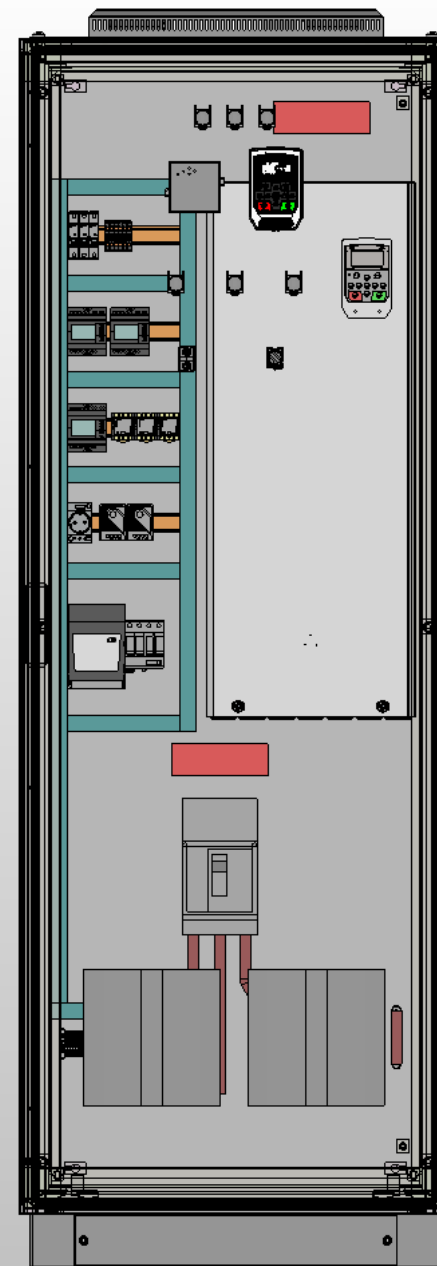
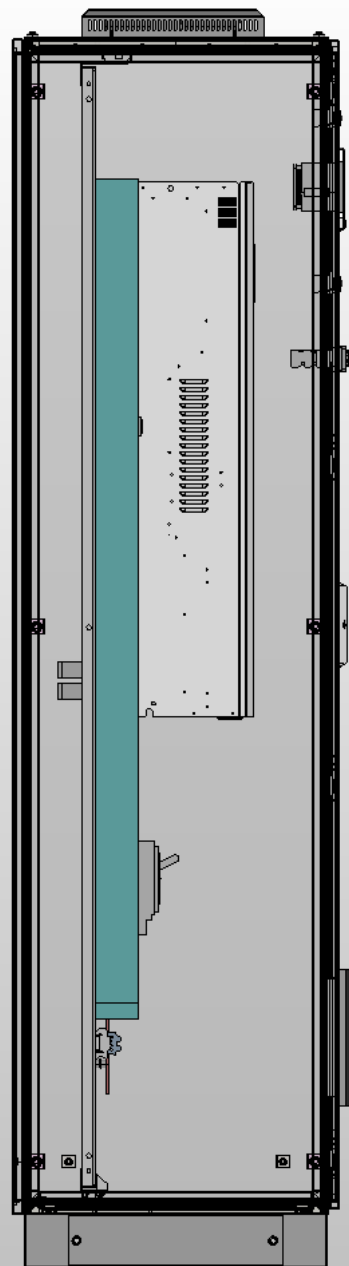
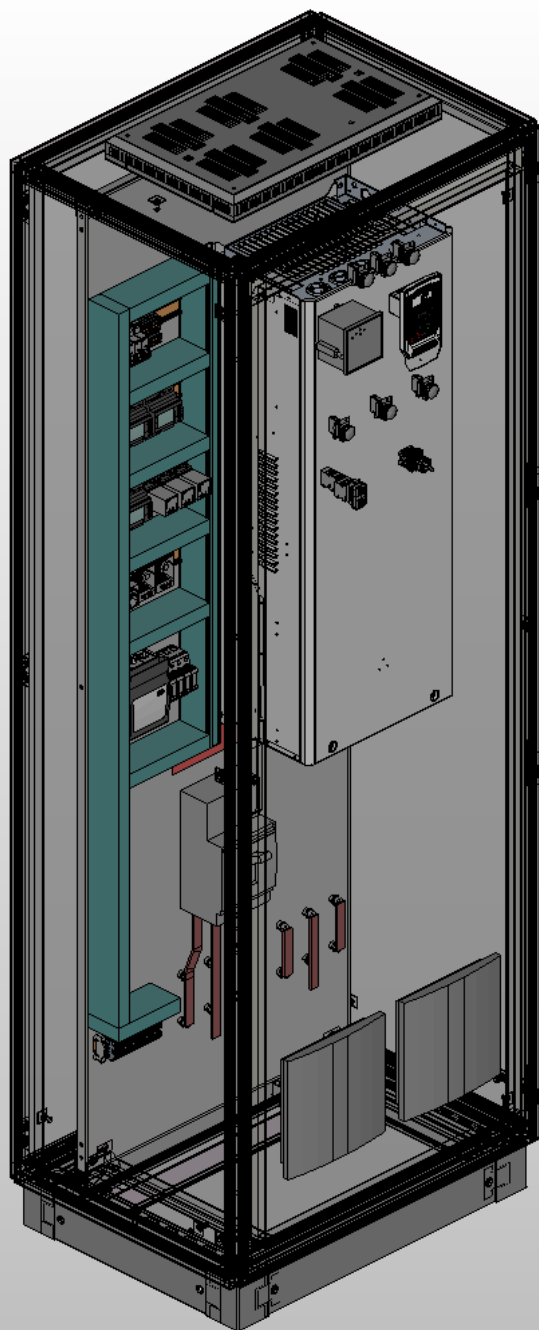
FRONT VIEW



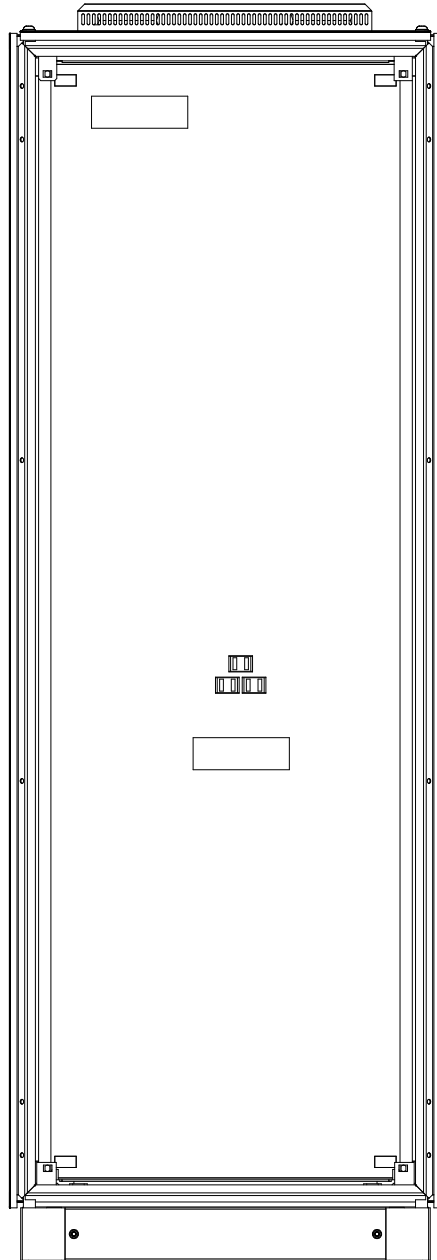


			Date							=		
			Ed.							+		
			Appr.								Page	3
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by					Page	

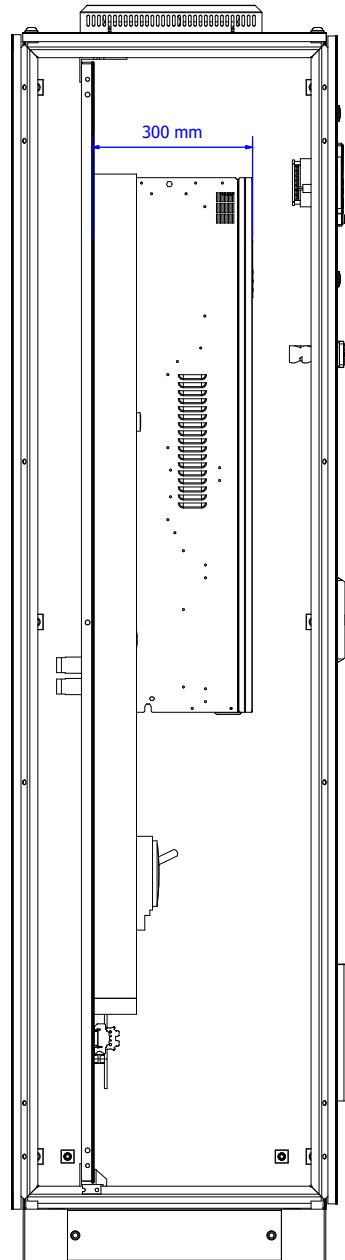


[illegible]

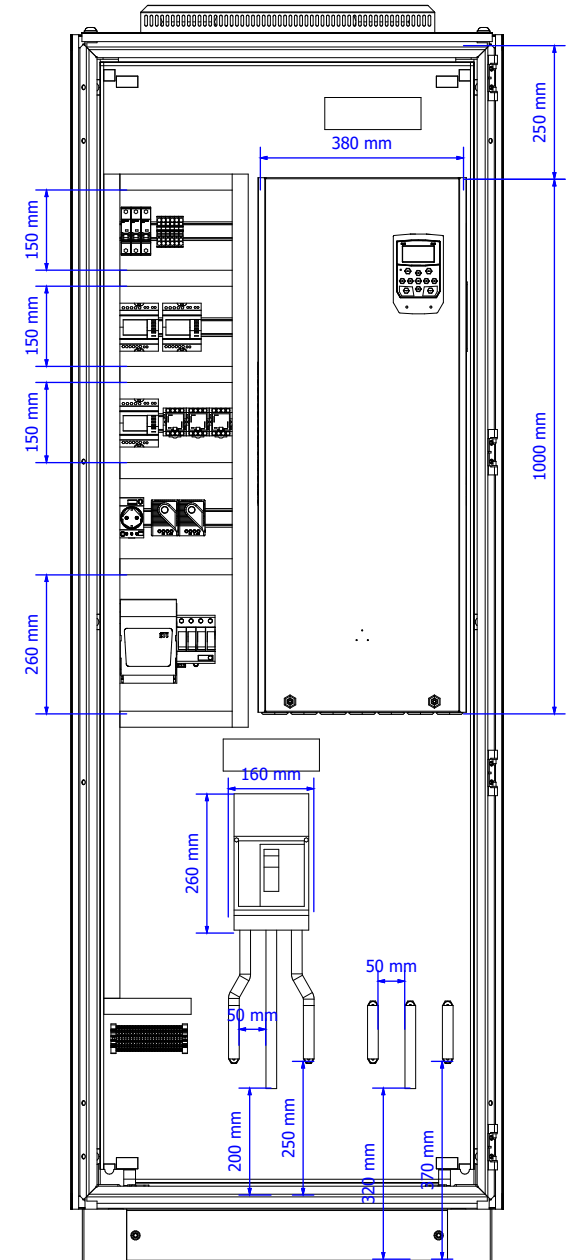
[illegible]



BACK VIEW OPENED DOORS

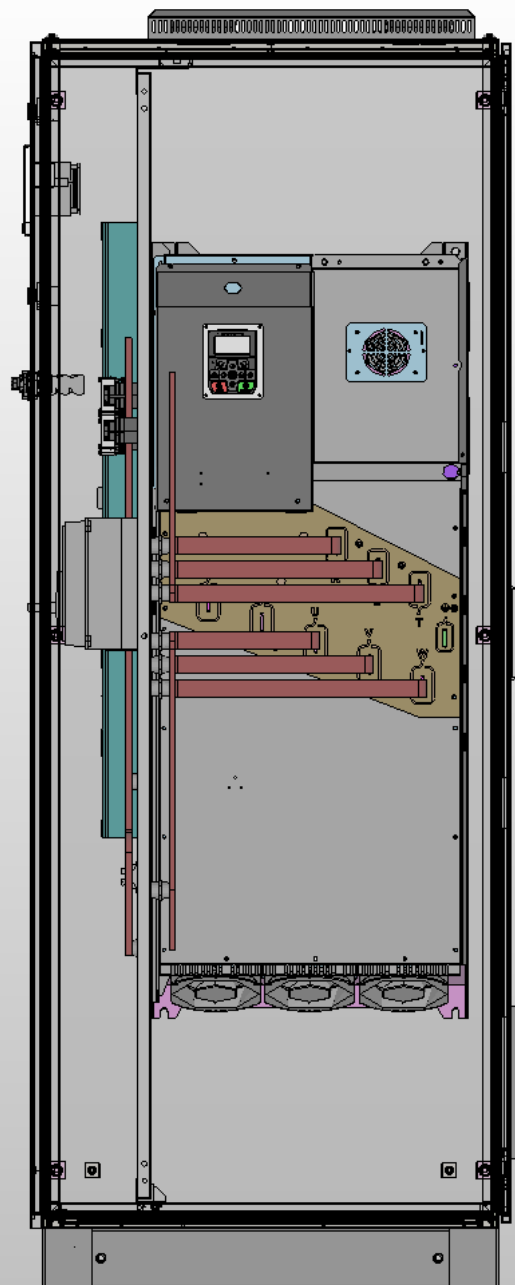


LEFT VIEW WITHOUT SIDE PANEL

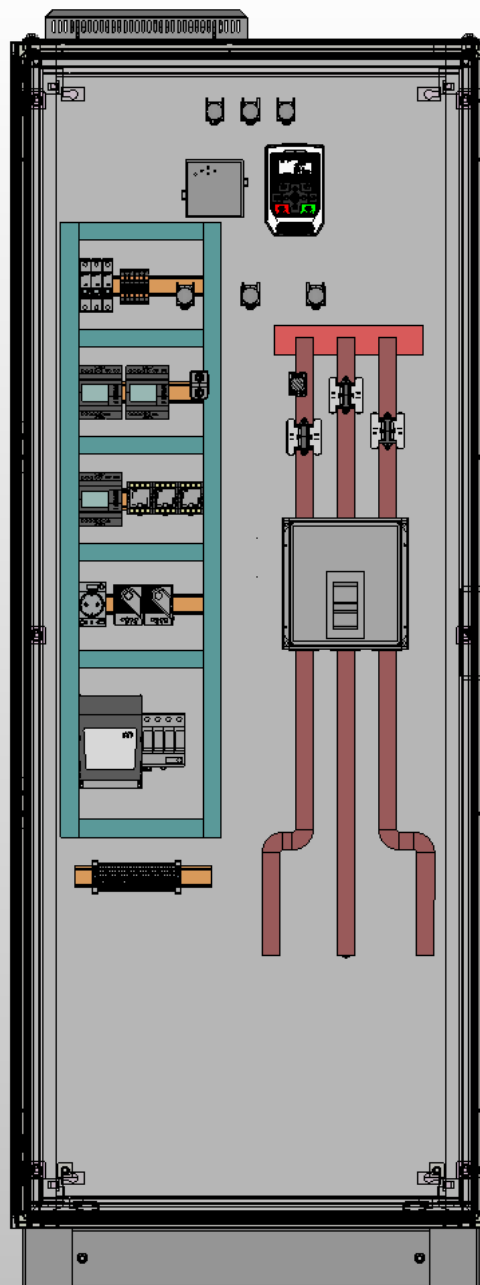


FRONT VIEW OPENED DOORS

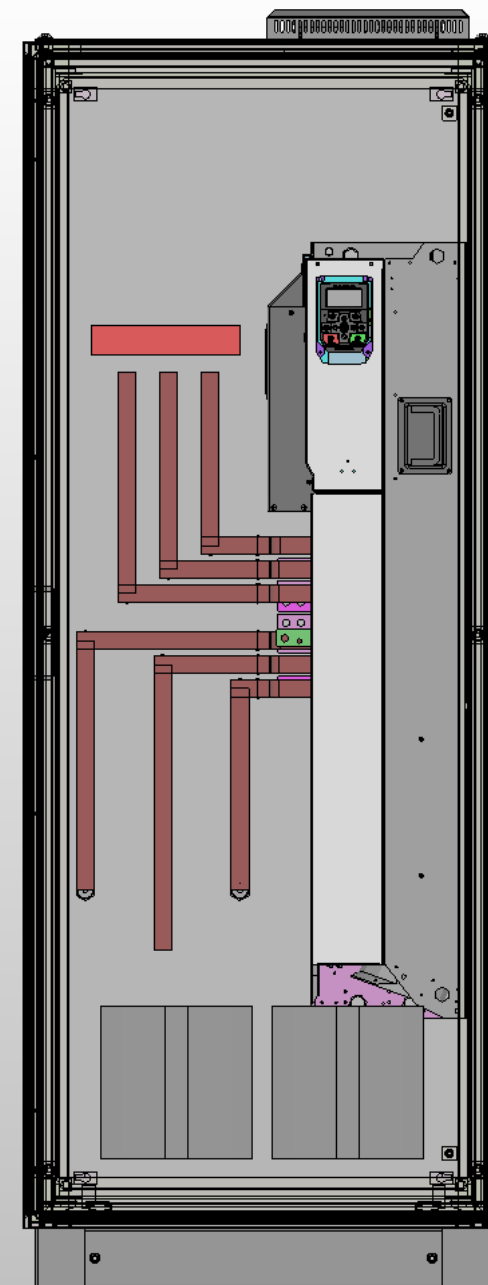




LEFT VIEW



FRONT VIEW



BACK VIEW

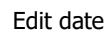
		Date							=	
		Ed.							+	
		Appr.								
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by				Page 1 Page

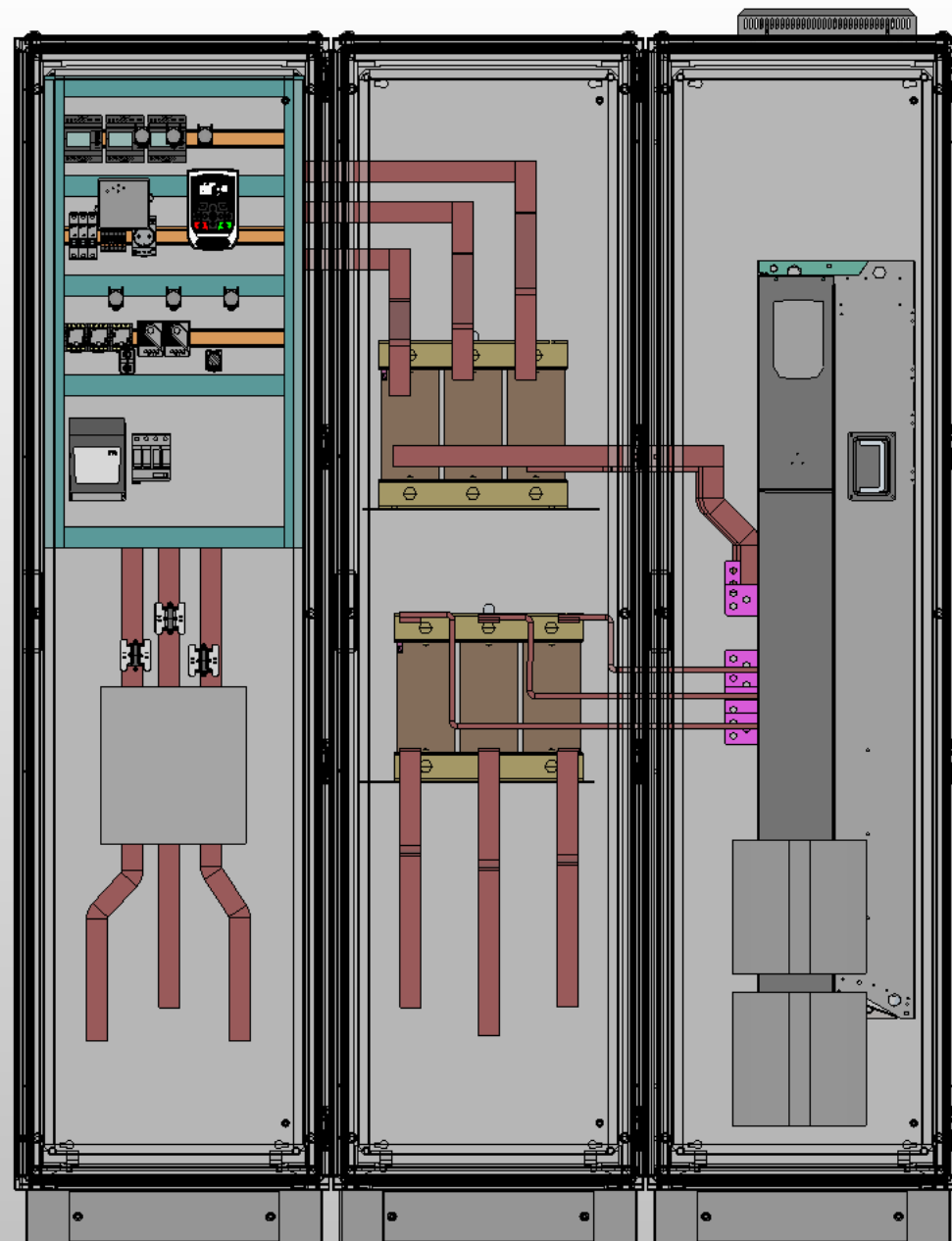
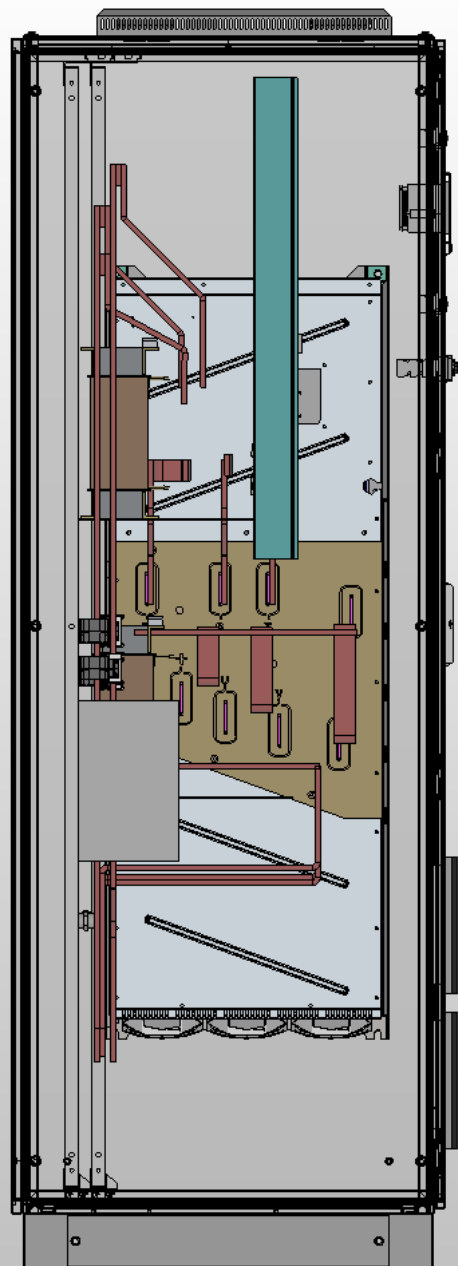


Page	2
Page	



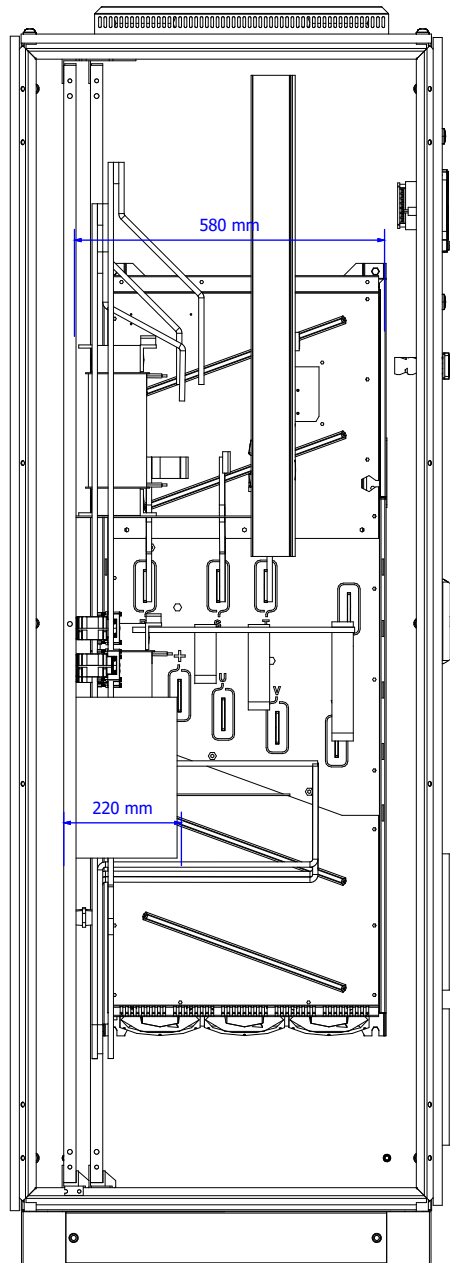




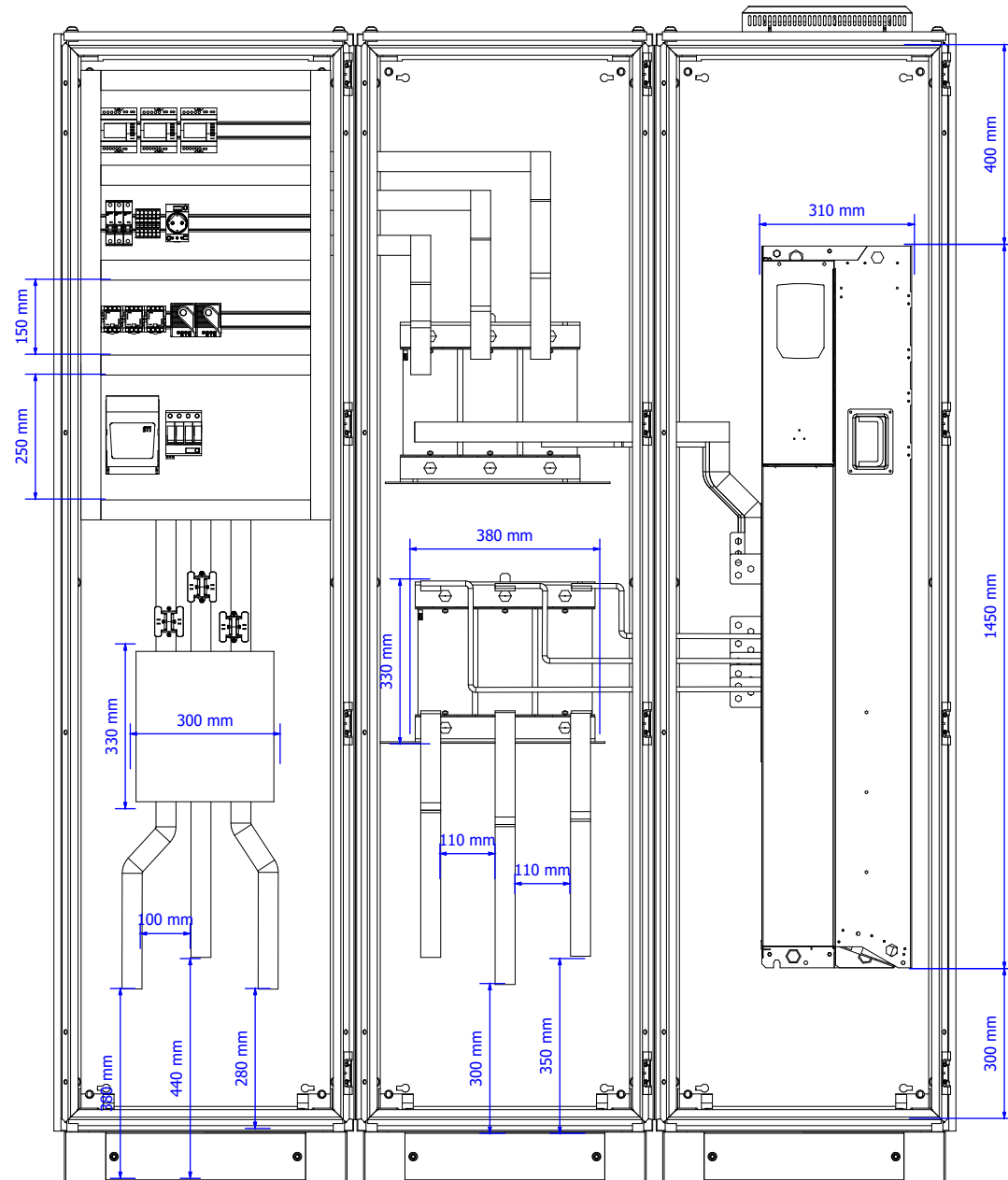
[illegible]

[illegible]





LEFT VIEW WITHOUT SIDE PANEL

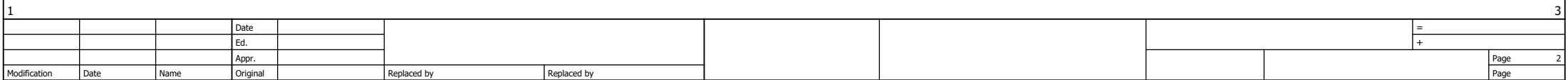


FRONT VIEW OPENED DOORS





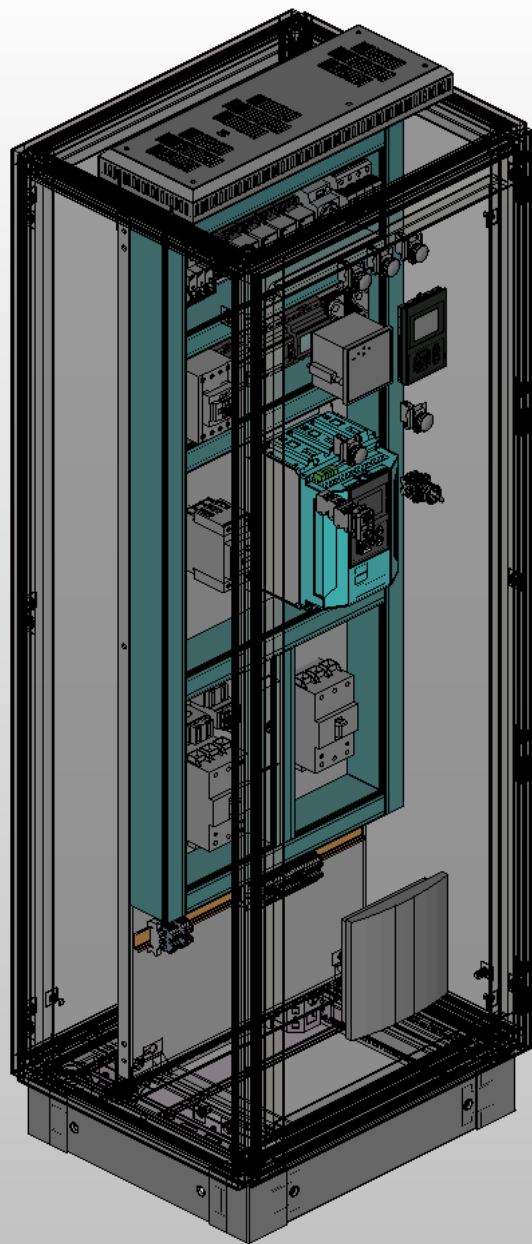




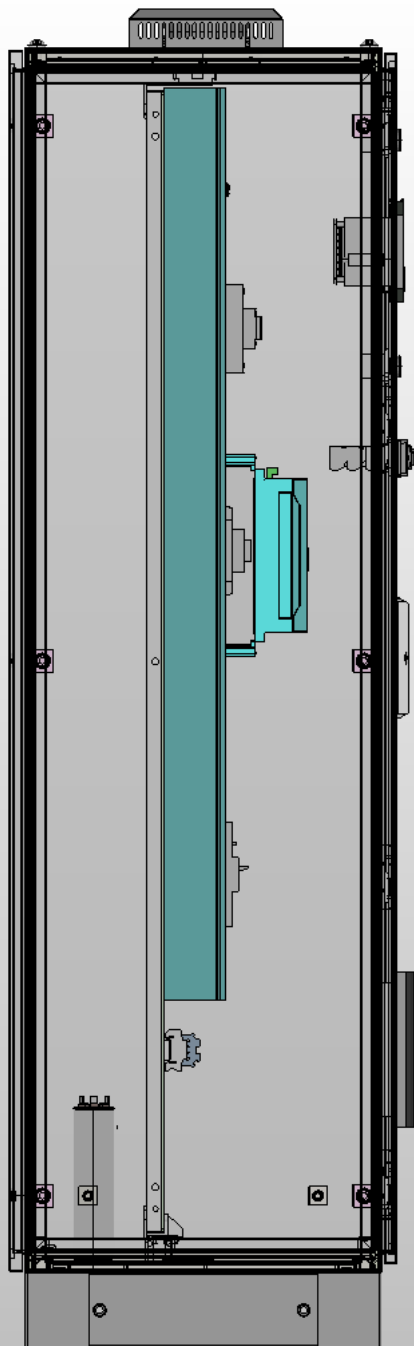


Page	3
Page	

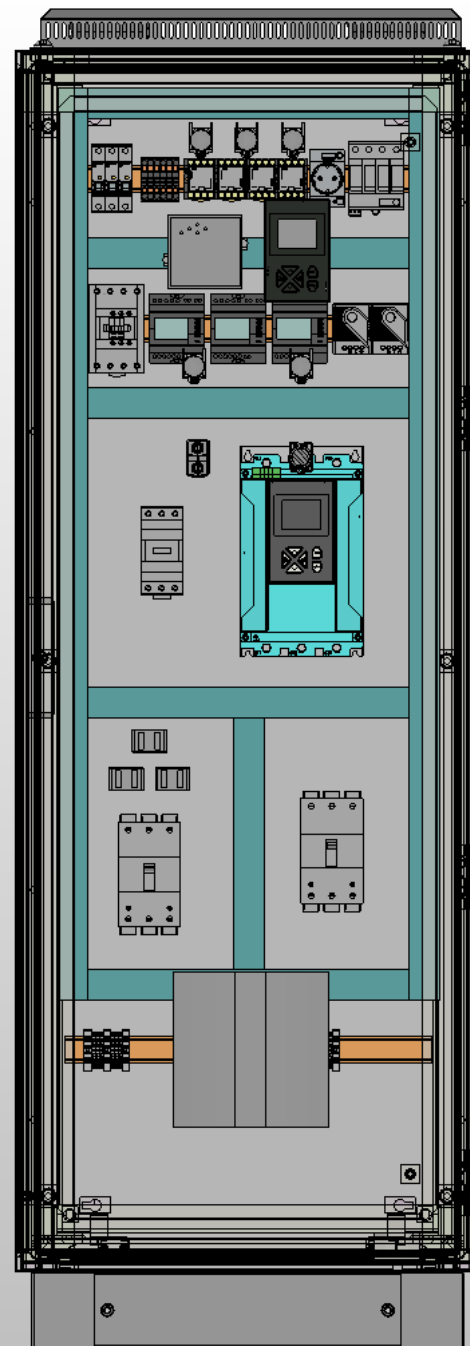




3D VIEW



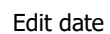
LEFT VIEW



FRONT VIEW

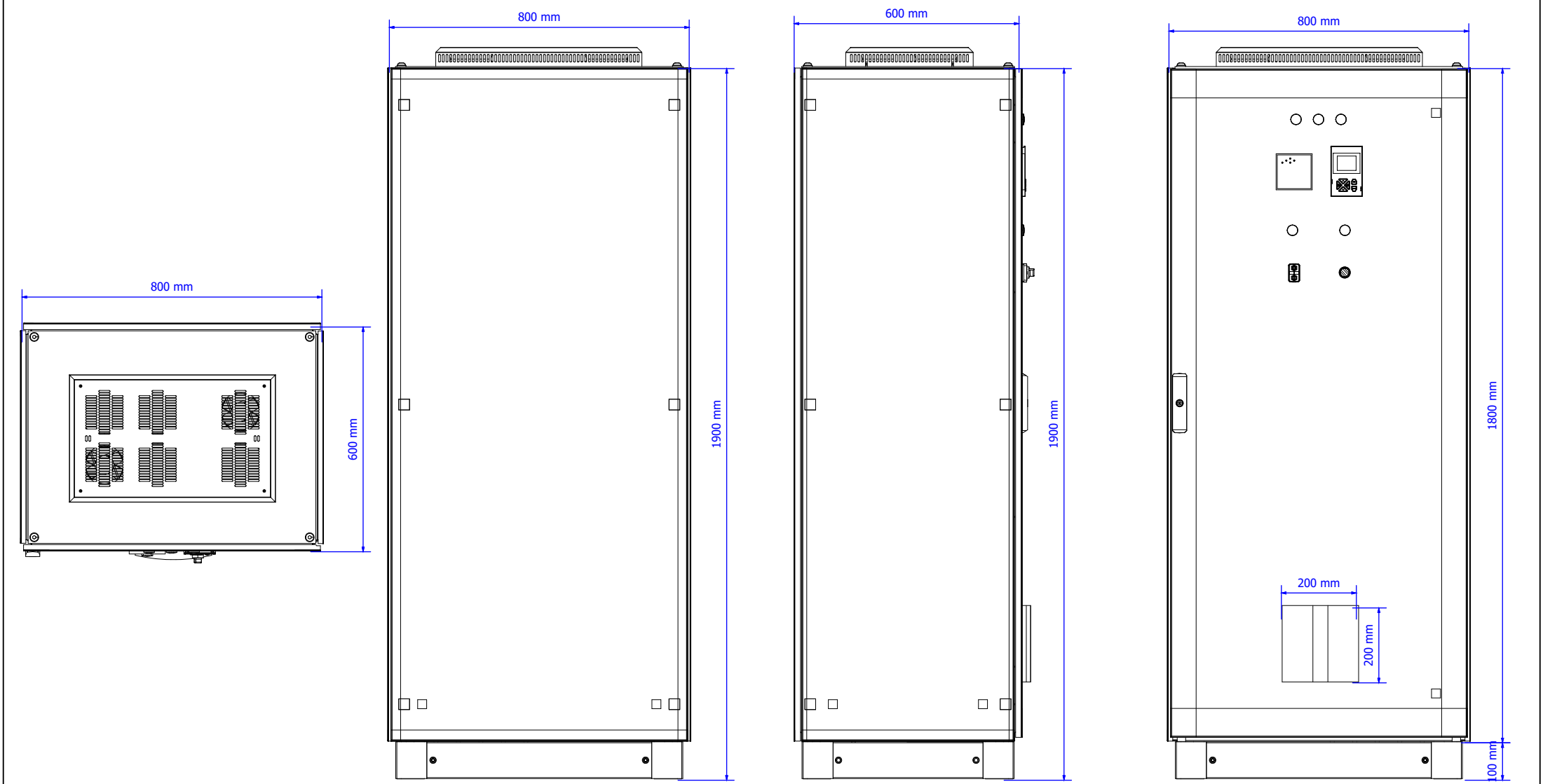


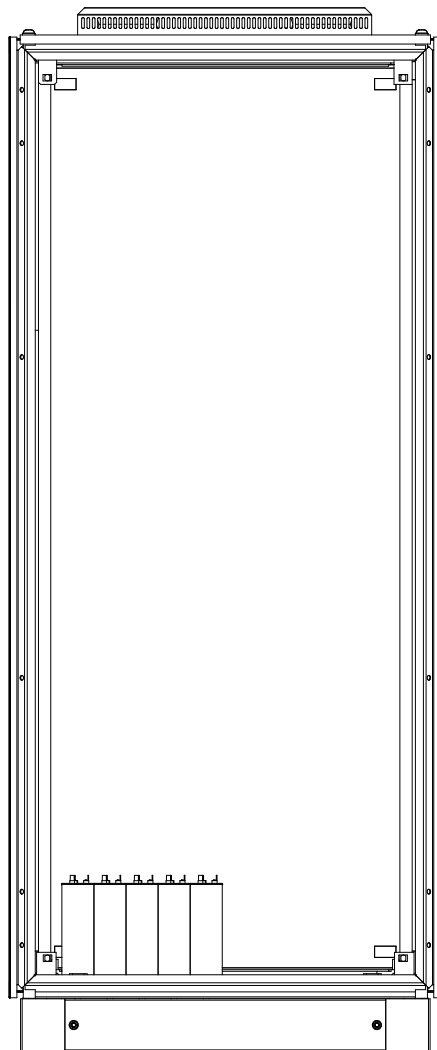




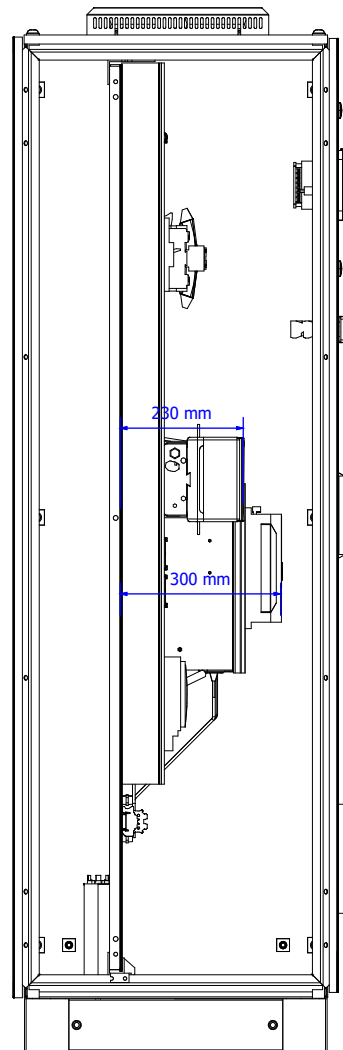




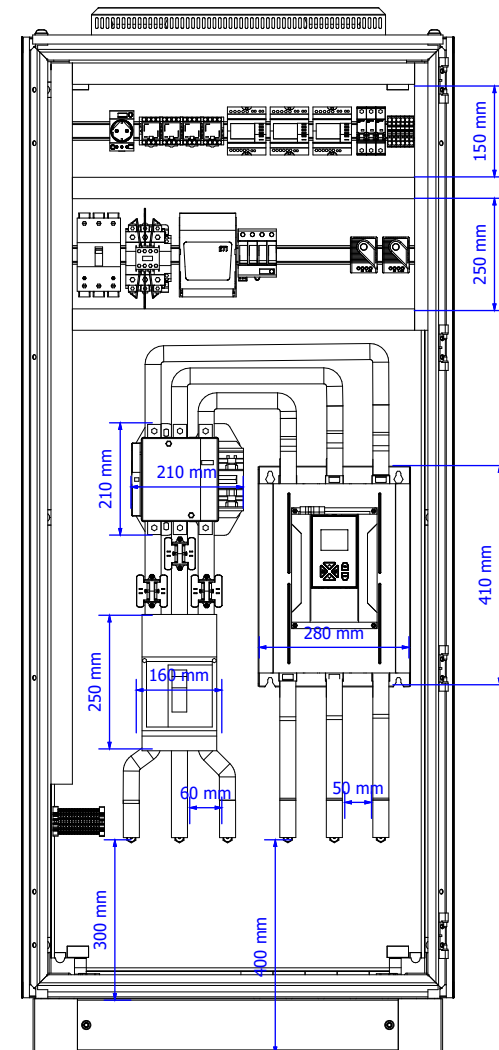




BACK VIEW OPENED DOORS

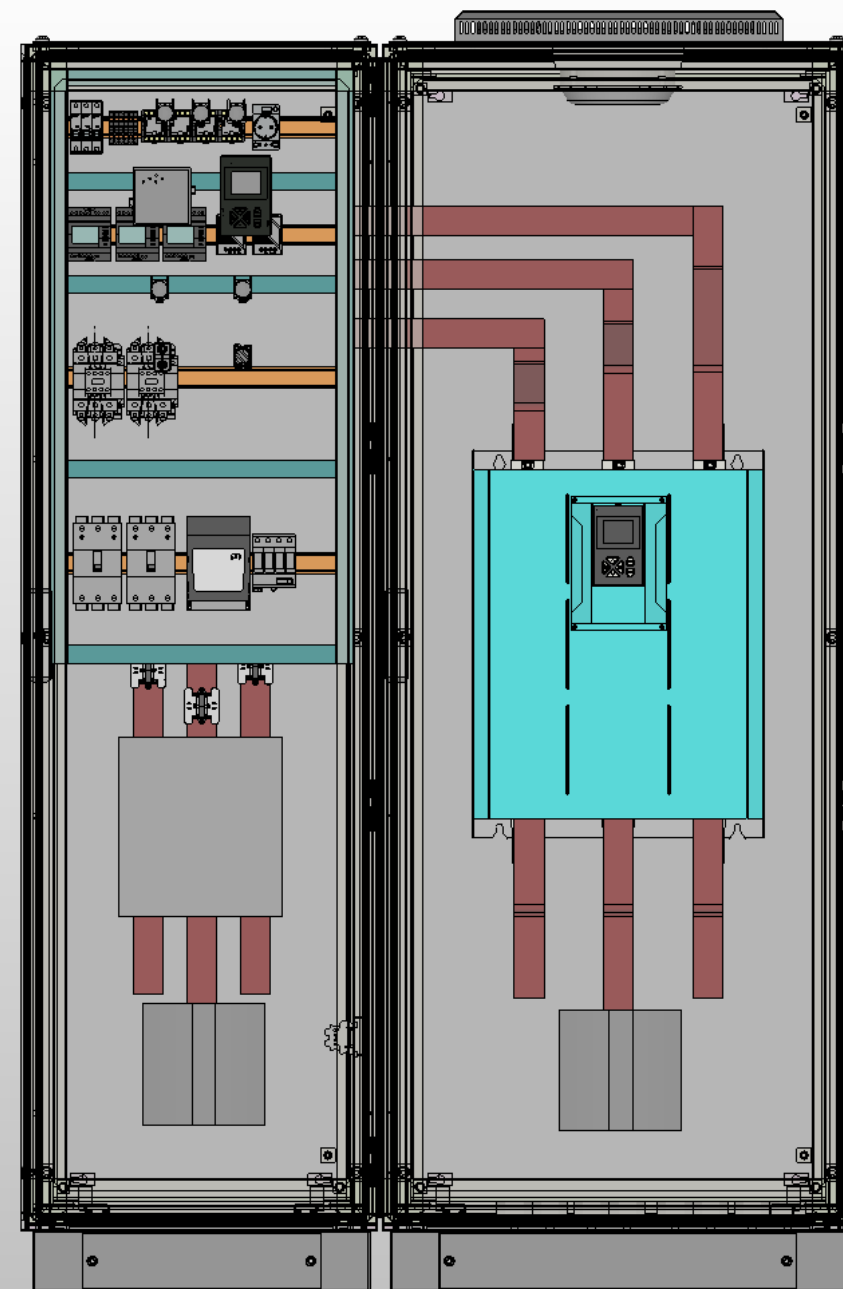
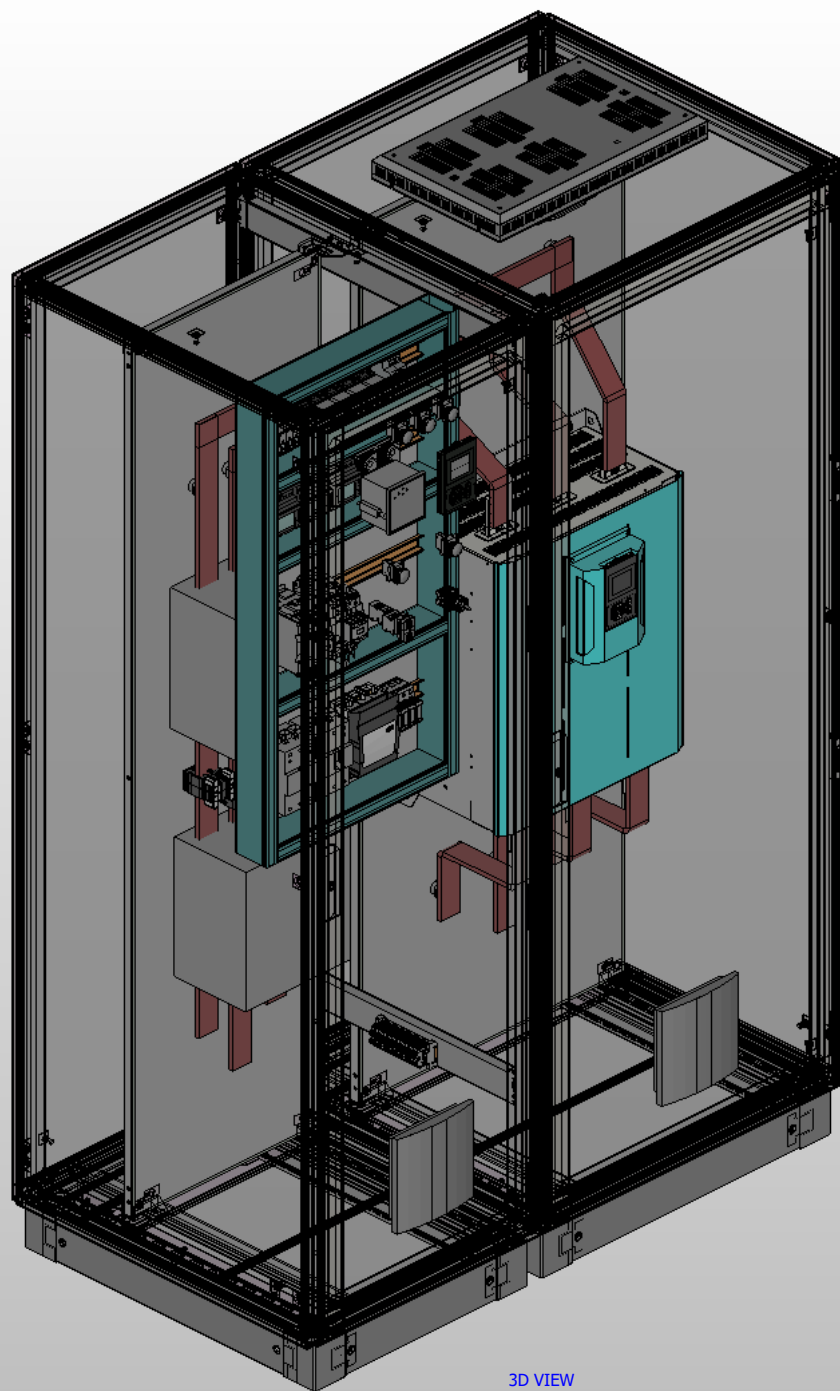


LEFT VIEW WITHOUT SIDE PANEL



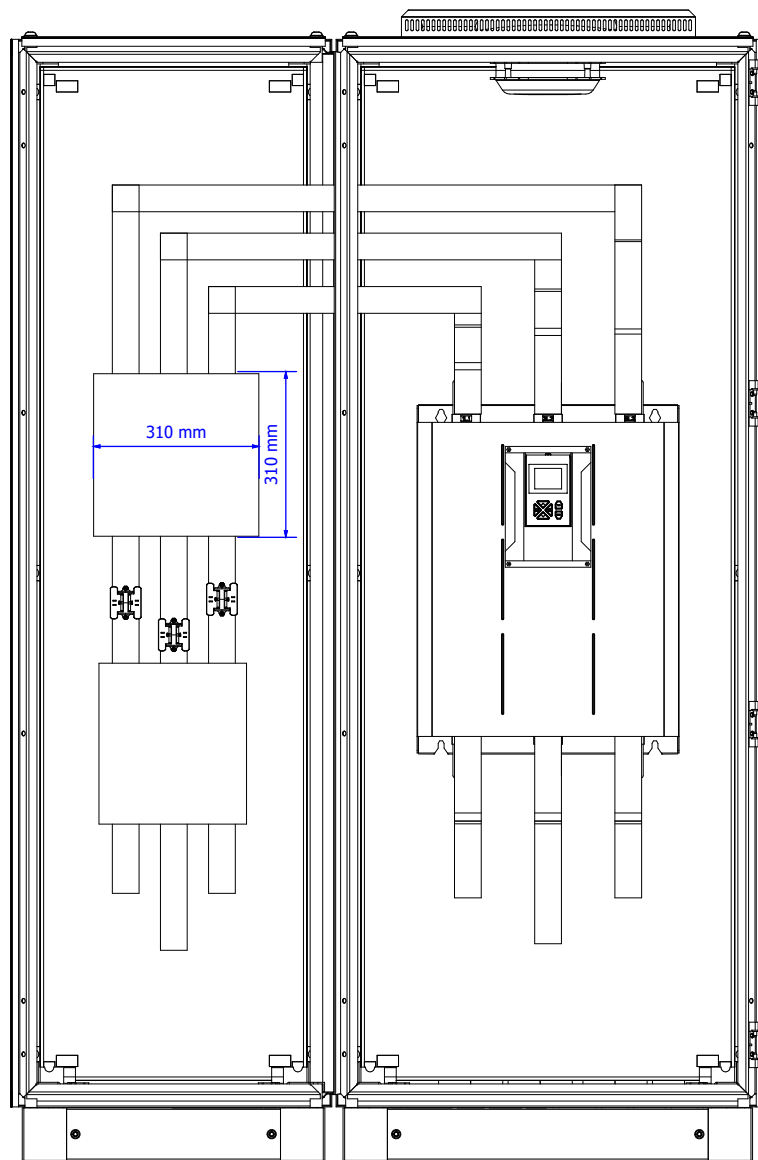
FRONT VIEW OPENED DOORS



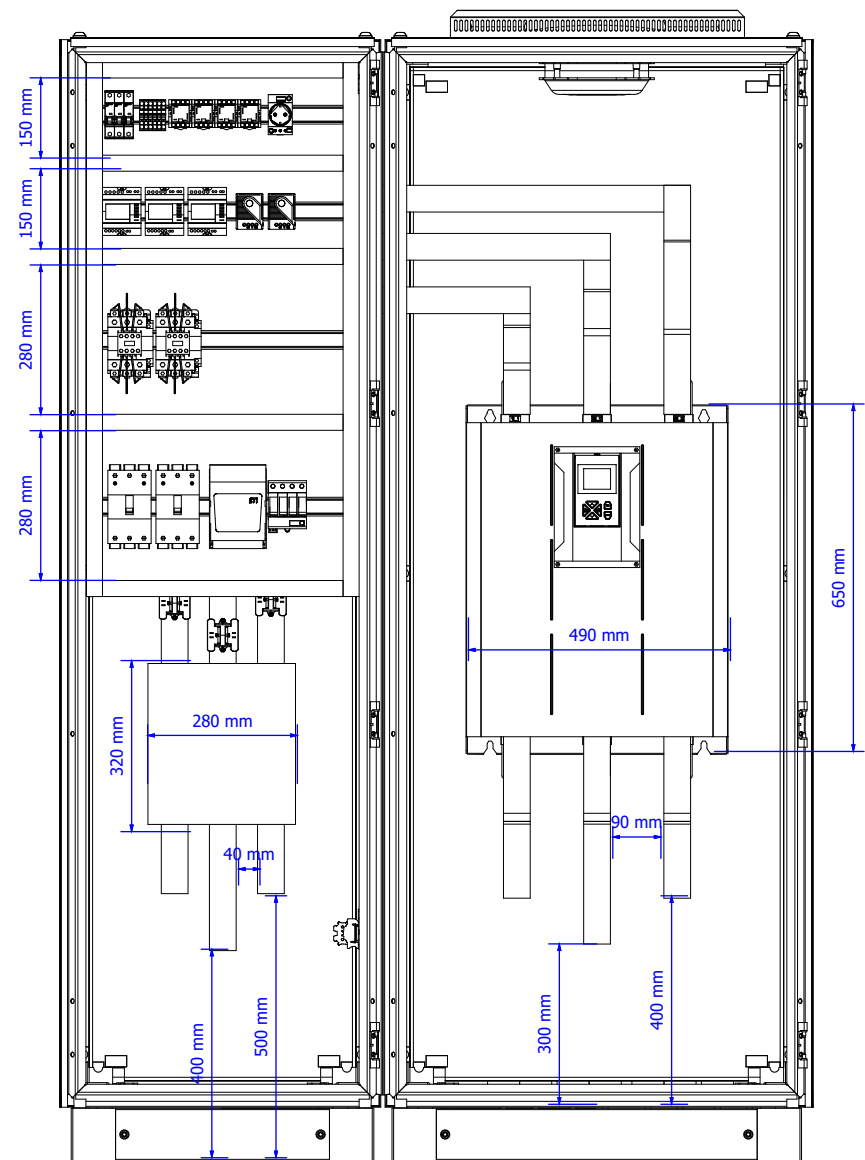


		Date							=		
		Ed.							+		
		Appr.									
Modification	Date	Name	Original	Replaced by	Replaced by					Page Page	1



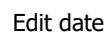


FRONT VIEW OPENED DOORS

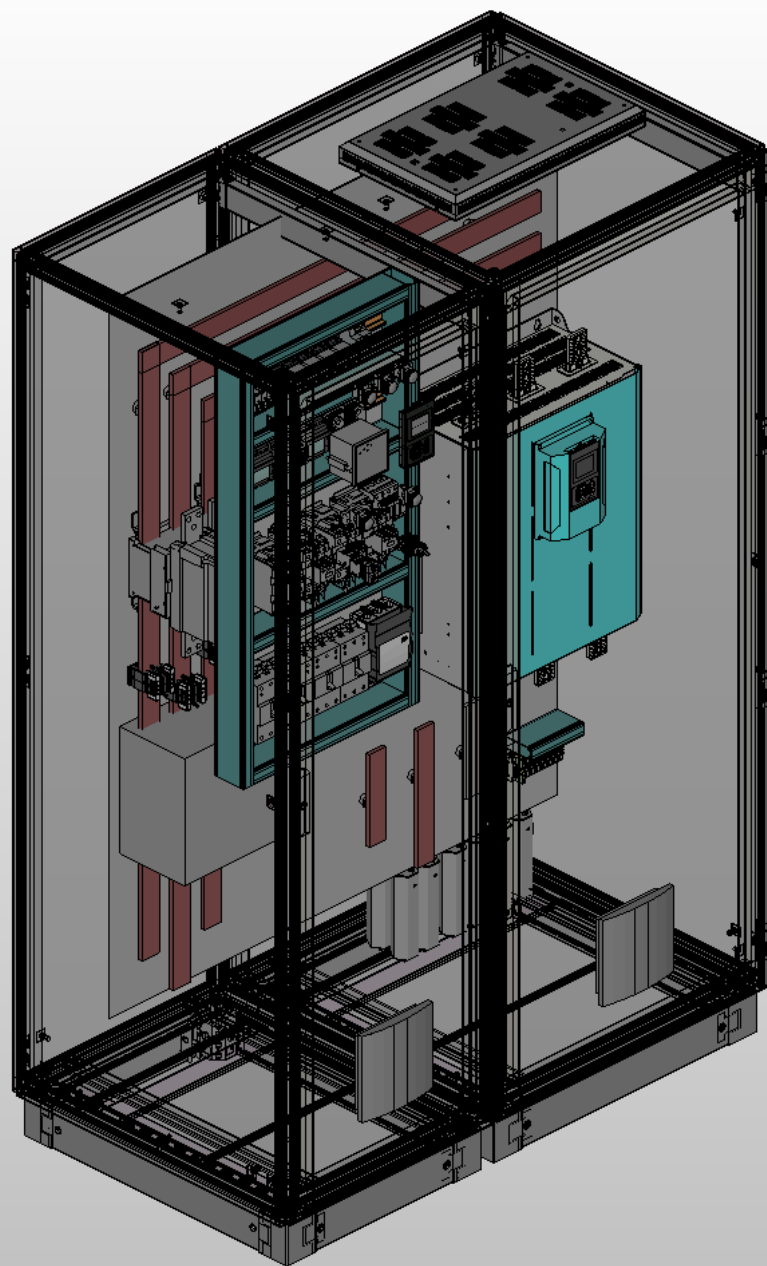


FRONT VIEW OPENED DOORS

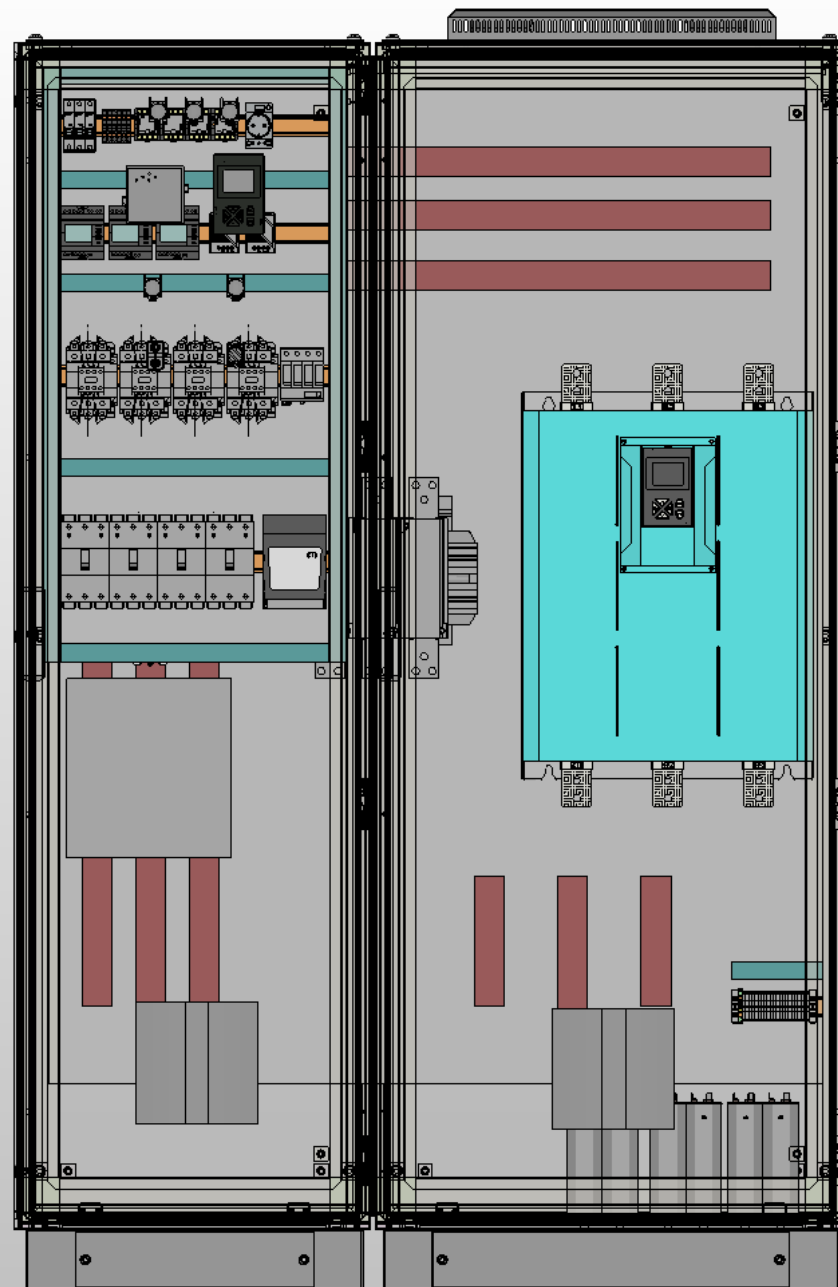








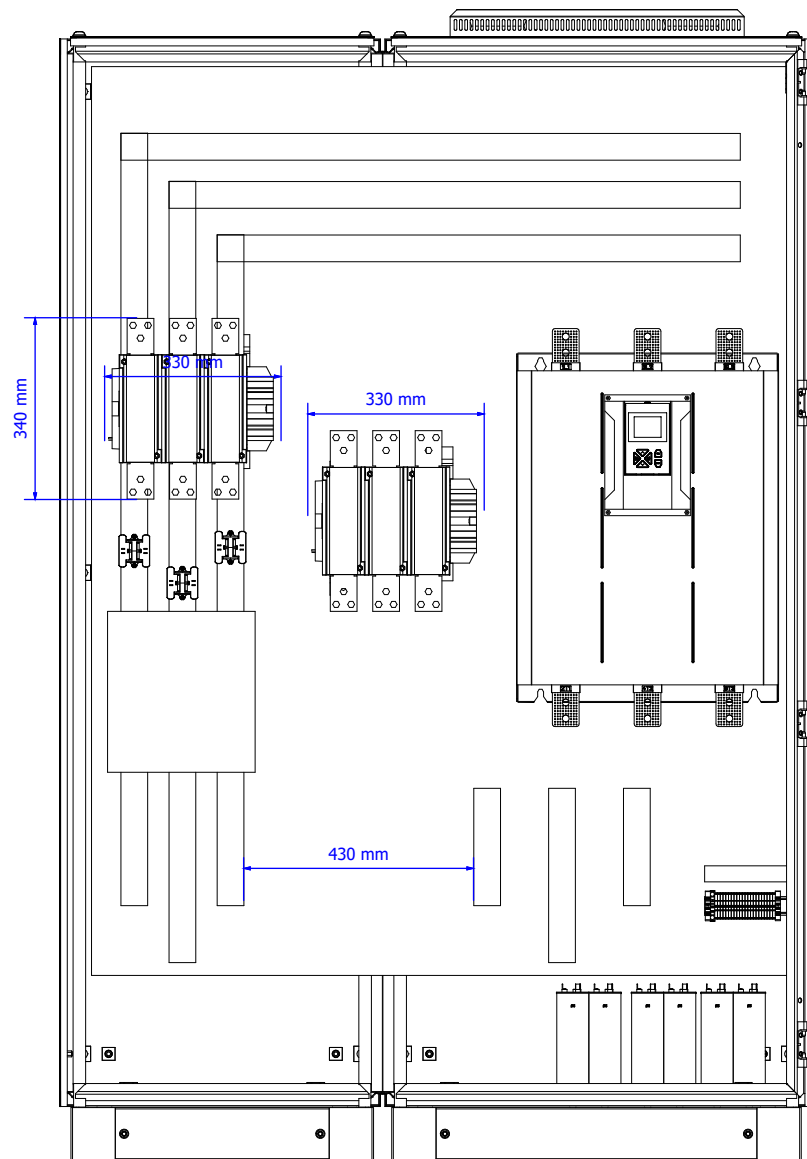
3D VIEW



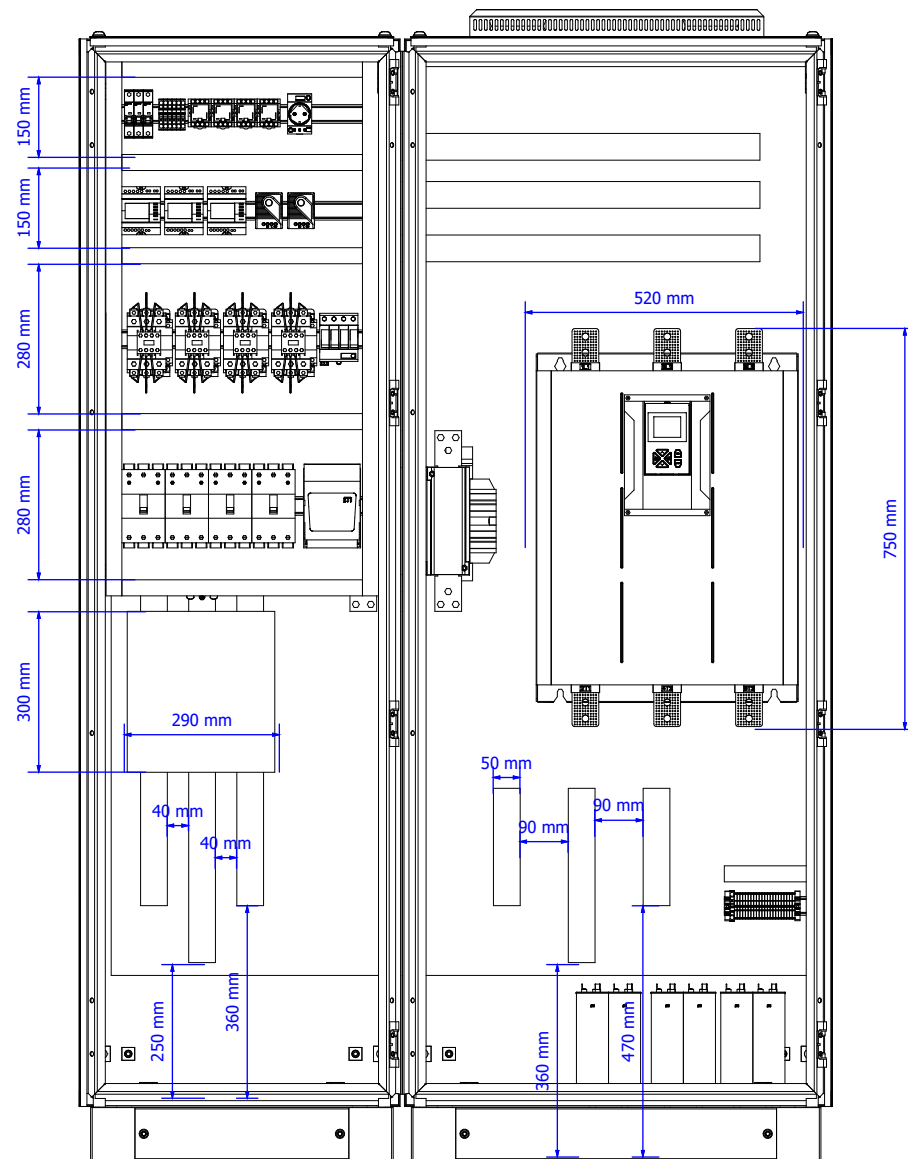
FRONT VIEW

			Date							=	
			Ed.							+	
			Appr.								
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by					Page 1 Page





FRONT VIEW OPENED DOORS



FRONT VIEW OPENED DOORS

		Date							=	
		Ed.							+	
		Appr.								
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by				Page Page

			Date						=	
			Ed.						+	
			Appr.							
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by				Page 4 Page

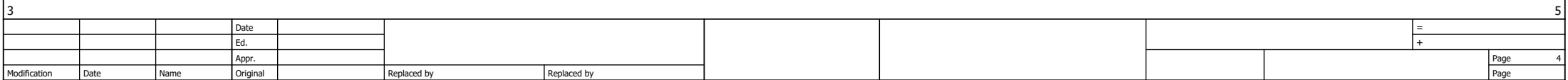


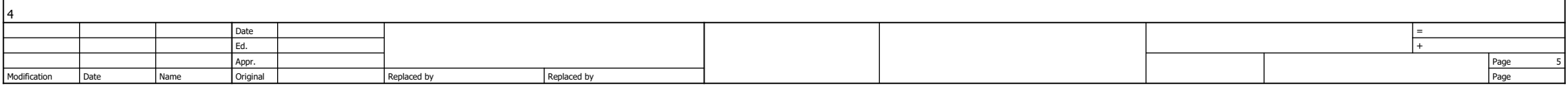




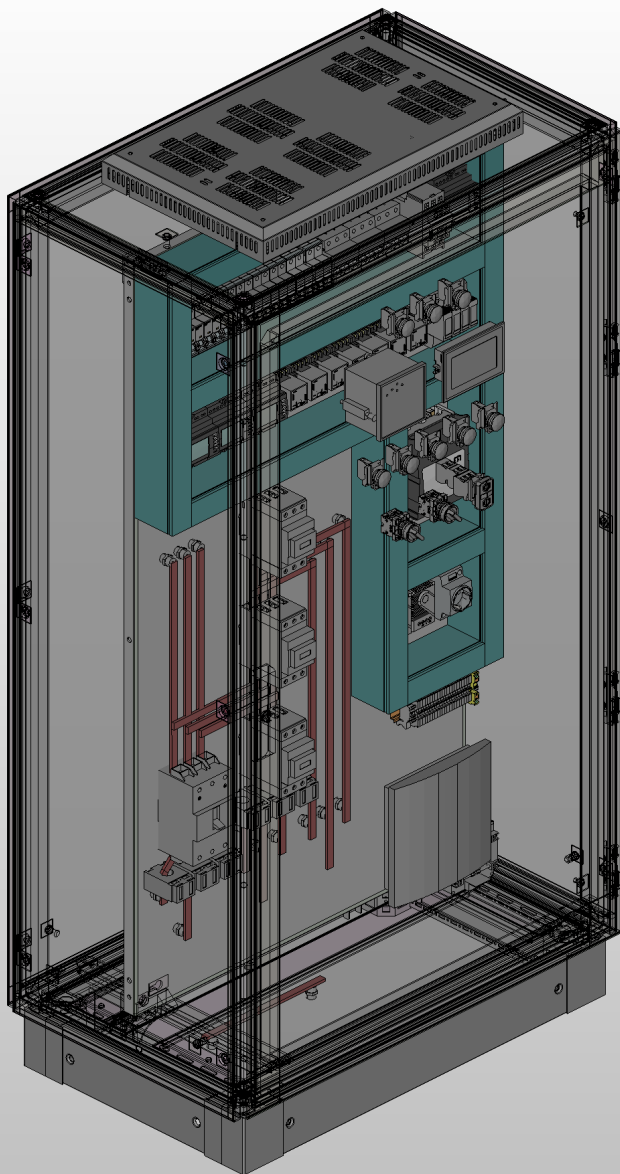




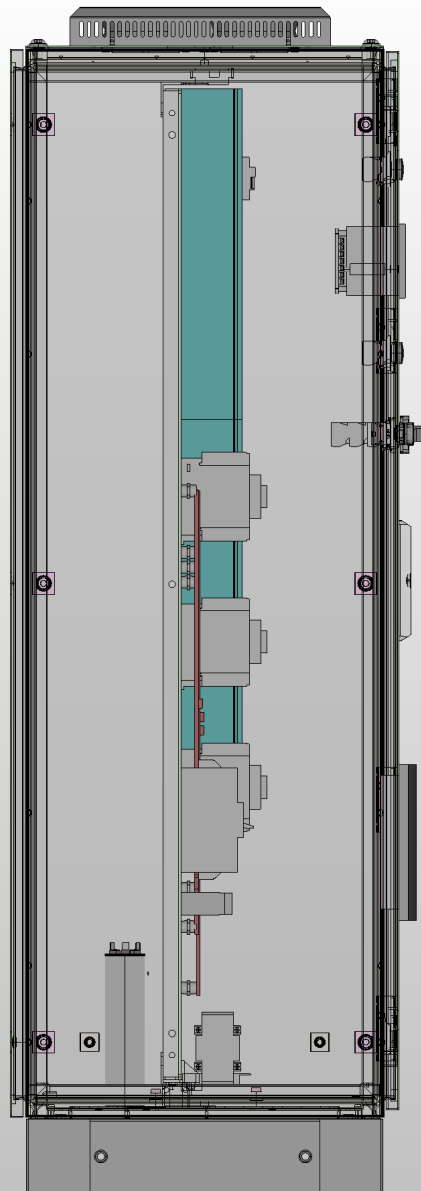




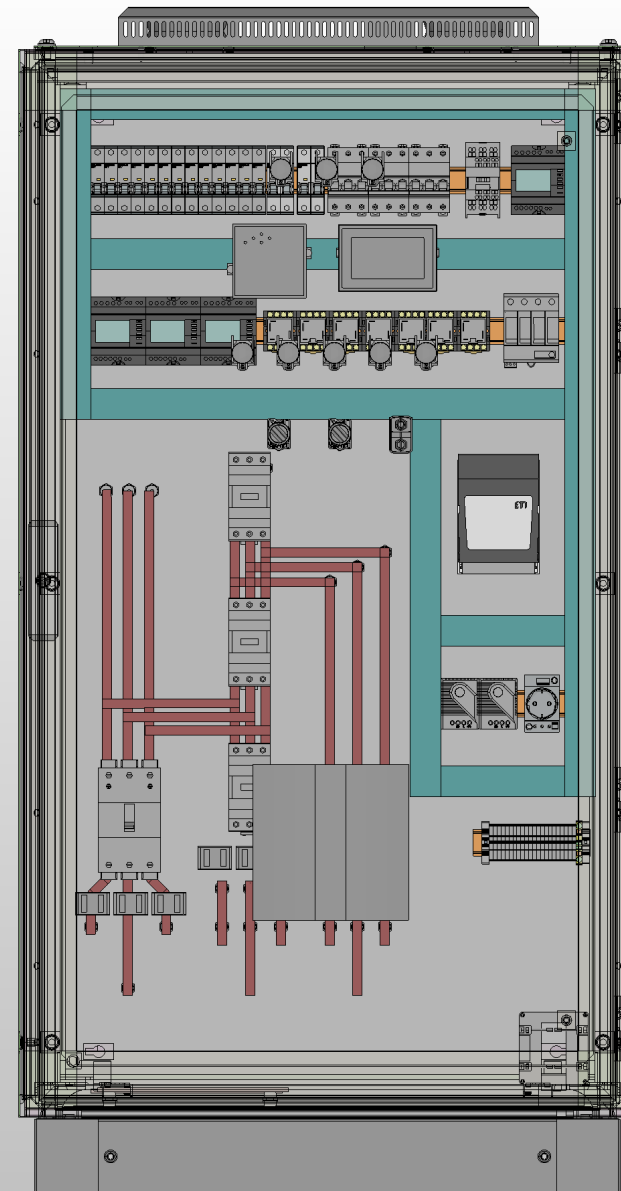




3D VIEW



LEFT VIEW

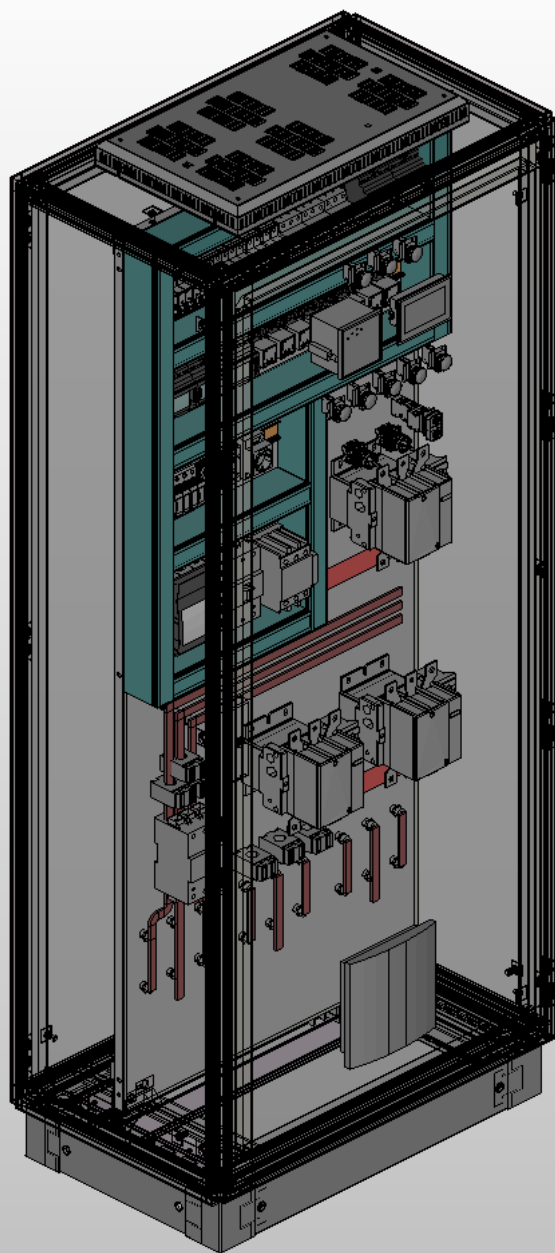


FRONT VIEW

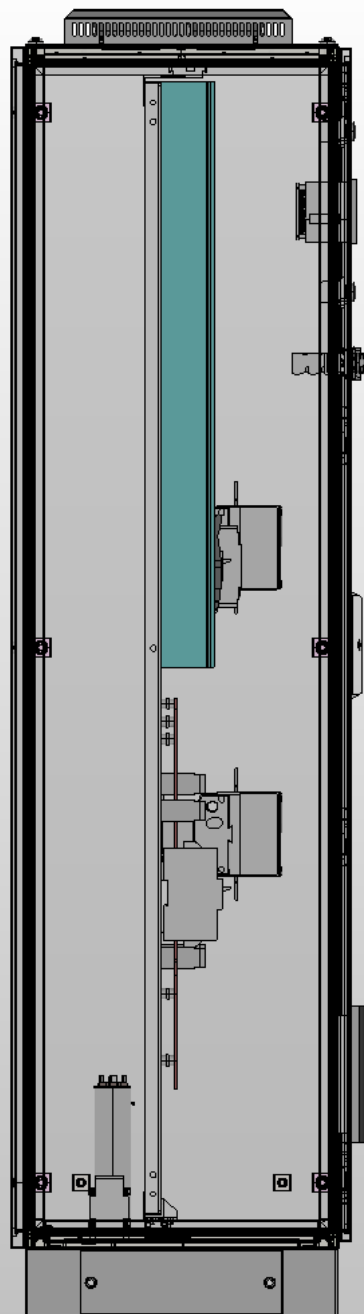




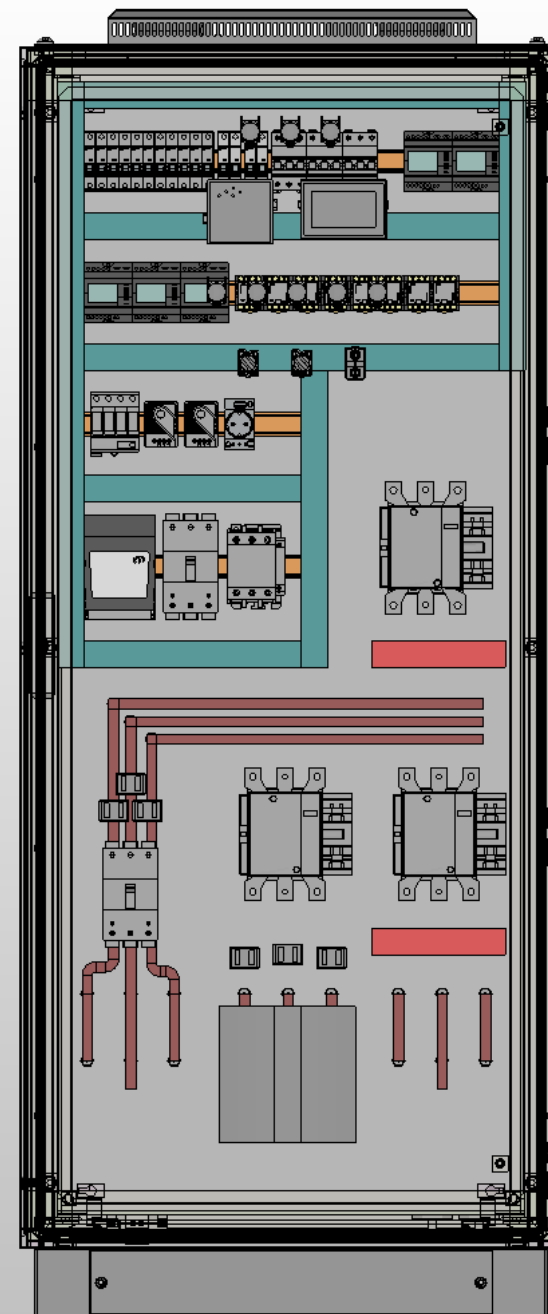




3D VIEW



LEFT VIEW



FRONT VIEW

[illegible]



[illegible]

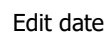






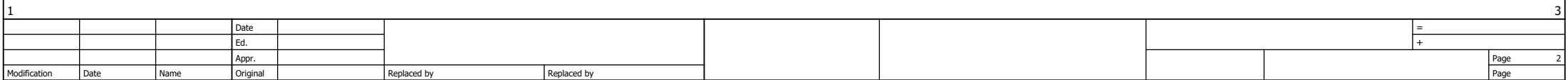


			Date								=	
			Ed.								+	
			Appr.									
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by						Page 3
												Page

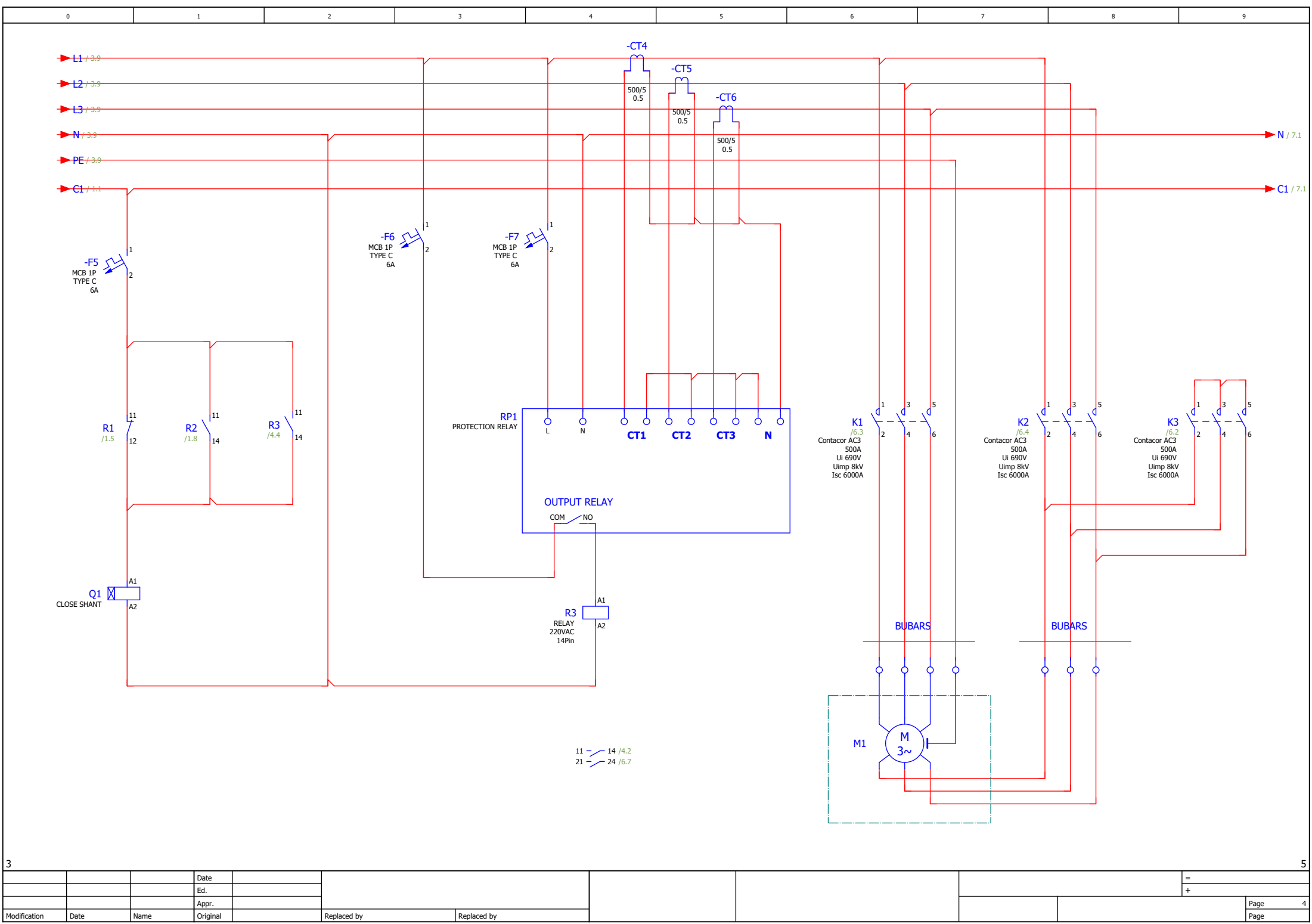




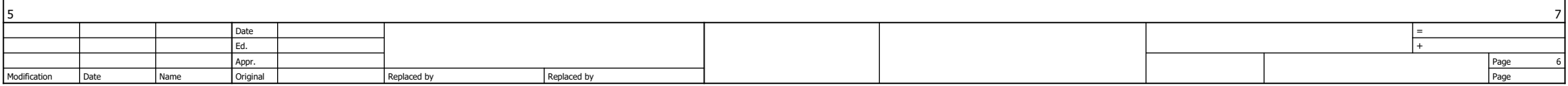




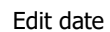








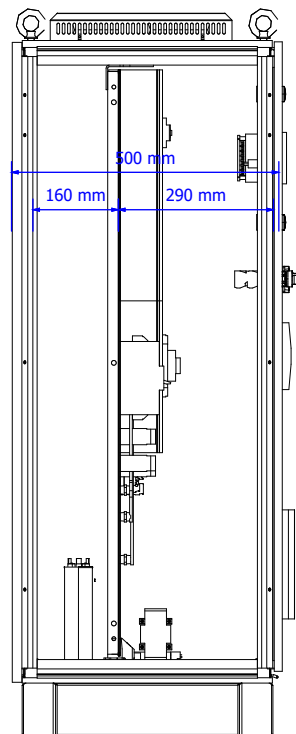




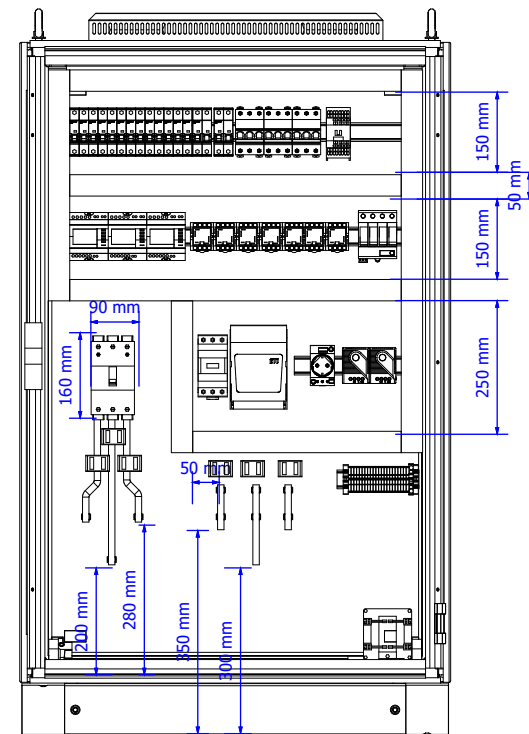








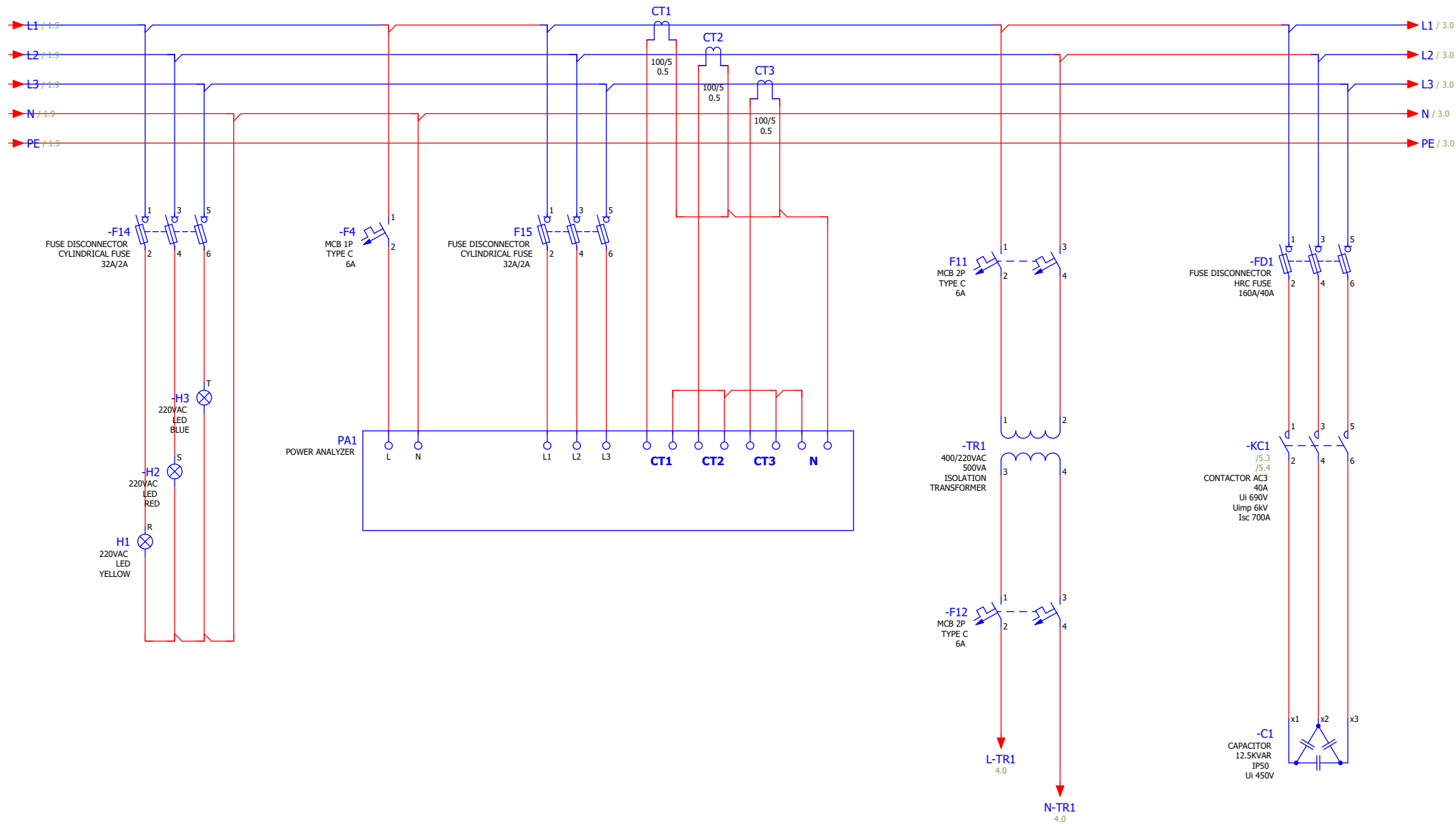
LEFT VIEW WITHOUT SIDE PANEL



FRONT VIEW OPENED DOORS







			Date							=	
			Ed.							+	
			Appr.								
Modification	Date	Name	Original		Replaced by	Replaced by					Page 3 Page

