

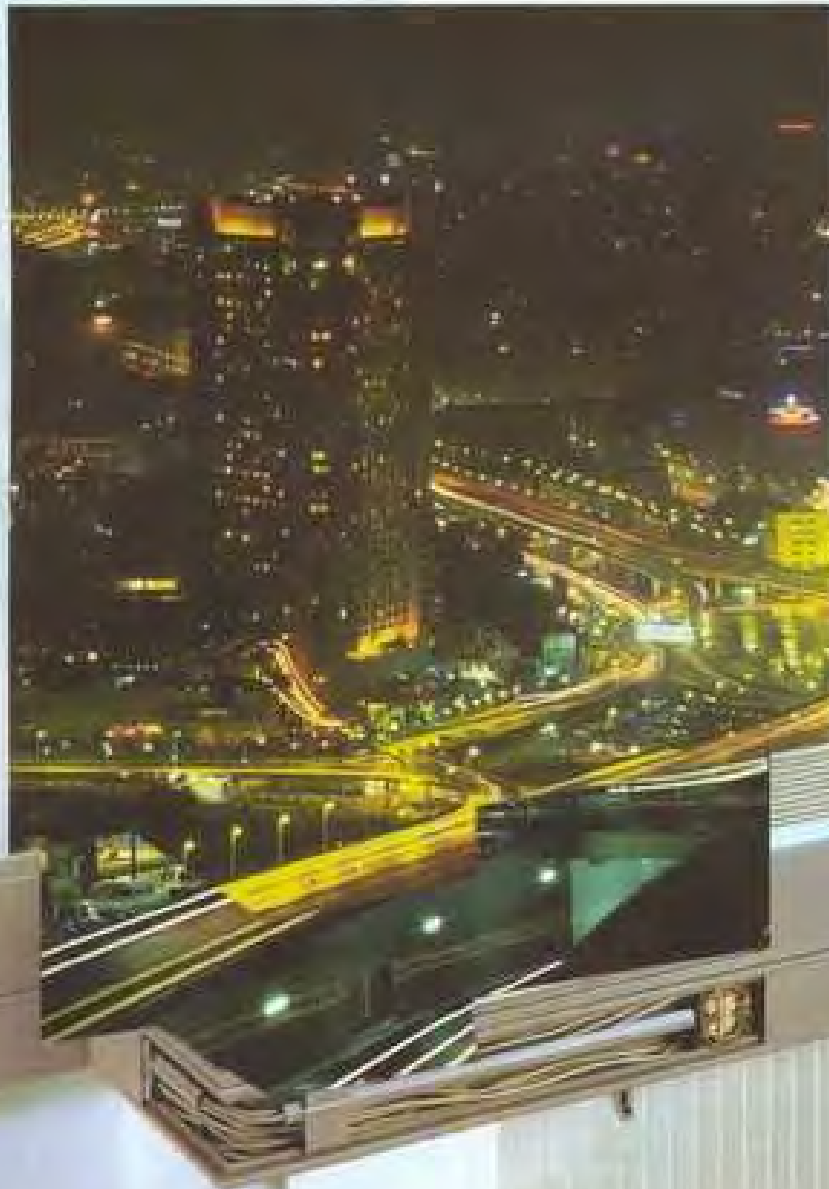


جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش عالی
تیم ملی استادان

مدارهای روشنایی و اندازه گیری الکتریکی

شاخه‌ی کار دانش (گروه تحصیلی برق)

رشته‌های مهارتی: برق صنعتی، برق صنعتی درجه (۱)



بودمانهای مهارتی شاخه‌ی کار دانش

۶۰۴/۹

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی

شاخه‌ی: کار دانش

زمینه‌ی: صنعت

گروه تحصیلی: برق

زیر گروه: الکترو تکنیک

رشته‌های مهارتی: برق صنعتی، برق صنعتی درجه ۱

شماره‌ی رشته‌های مهارتی: ۳-۳ - ۱۰۱-۱ - ۱۰۱-۱ - ۱۰۱-۱ - ۱۰۱-۱ - ۱۰۱-۱

کد رایانه‌ی رشته‌های مهارتی: ۹۳۷۲، ۹۳۷۳

نام استاندارد مهارتی مبنا: برق صنعتی درجه (۲)

کد استاندارد متولی: ۵۵/۱۴ - ۸ و ۷۵

شماره‌ی درس: نظری ۸۳۱۸/۴ و عملی ۸۳۱۹/۴

۴۲۱	سرایی تریزی، غلامعلی
۳۱۱	مدارهای روتنایی و اندازه‌گیری الکتریکی / مؤلف: غلامعلی سرایی تریزی ۱ ویراستاران
۲۲۱ م	فنی: فریدون قیطران، فریدون علوم، تهران: شرکت صنایع آموزشی وابسته به وزارت آموزش و
۱۳۸۳	پرورش، ۱۳۸۳
۱۹۰	صص - تصویر، شاخه‌ی کار دانش، شماره‌ی درس نظری ۸۳۱۸/۴ و عملی ۸۳۱۹/۴
	متون درسی شاخه‌ی کار دانش، زمینه‌ی صنعت، گروه تحصیلی برق، زیرگروه الکترو تکنیک،
	رشته‌های مهارتی برق صنعتی، برق صنعتی درجه (۱)،
	برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و
	کار دانش.
	۱- مدارهای برقی، ۲- برق - اندازه‌گیری، ۳- روتنایی برق، الف- ایران، وزارت آموزش و
	پرورش، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ب- نتوان.

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز؛

پیشنهادات و نظرات خود را در باره‌ی محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۳۸۲۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های
فنی و حرفه‌ای و کارهانس، ارسال فرمایند.

info@tvoced.sch.ir

پست الکترونیکی

www.tvoced.sch.ir

آدرس الکترونیکی

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رئیس‌وزیر محتوا و نظارت بر تألیف دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کارهانس

دکتر شایسته صدرهای، ریاست‌های دولتی و اندیشه‌نگاری الکترونیکی - ۲۰۲۹

مؤلف: مهندس غلامعلی سرایی‌نوری

رواستار فنی: مهندس فریدون فیضی، مهندس فریدون هلمس

رواستار ادبی: ساهفت‌علی عطایی

آبستارهای و نظارت بر چاپ: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

رسید: محمدعلی قیومیان

مشاوران: شهزاد قنبری، صفی‌زاد عطایی

طراح جلد: طاهره حسن‌زاده

دفتر شرکت صنایع آموزشی او ایست با وزارت آموزش و پرورش، تهران، جاده‌ی مخصوص کرج - بعد از کیلومتر ۳ -

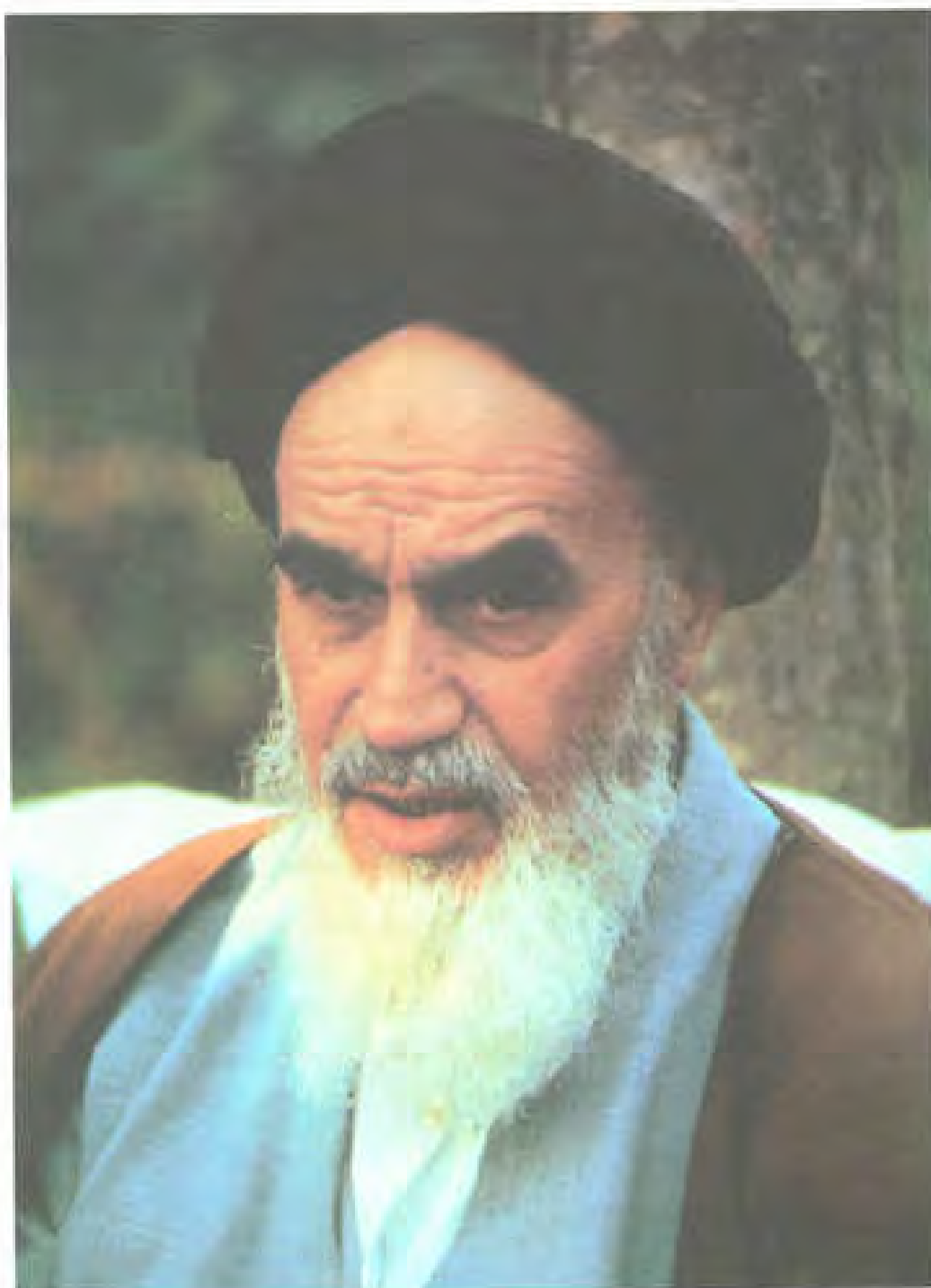
آبستار: بزرگراه آزادگان به طرف جنوب، تلفن: ۰۲۱-۹۶۲۲۹۴۲، پورتنگار: ۰۲۱-۹۵۰۳۷۷۰، شناسه‌ی پستی: ۱۳۴۴۵-۳۷۹

مبایعت: آئی‌بین

سال انتشار و قیمت جیب: اول ۱۳۸۳

حق چاپ محفوظ است

شابک: ۵-۱۲۲۶-۰۵-۹۶۲-ISBN 964-05-1226-5



سما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سره الشریف»

مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کار دانش» بر مبنای استانداردهای کتاب «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کار دانش» مجموعه ششم صورت گرفته است. بر این اساس ابتدا توانایی‌های هر خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم‌خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمپسون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا و برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دانشی دارد.

به منظور آشنایی هر چه بیشتر مریمان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه‌ی کار دانش و سایر علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین «پودمان‌های مهارت»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمونه برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان مورد نیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد، با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه‌ی کار دانش» چاپ بسیاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. نمونه برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به کار می‌رود. در این نمونه برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمونه برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با پودمان و در نمونه برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر پودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان از جمله کار دانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است راهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های

فنی و حرفه‌ای و کار دانش

بیشگفتار

حمد و ستایش برزوردگاری را که جای جای هستی را با آیات و جلوه‌های خویش بهار است، تا صاحبان خرد در آن اندیشه
کنند.

هنر آموزان گرامی و فراگیران عزیز:

کتابی که اینک پیش رو دارید، یکی از کتاب‌های درسی نظام جدید آموزشی در تناخذهی گذاردانش، زمینه‌ی صنعت
می‌باشد که به گونه‌ی شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش) تألیف و چاپ شده است. این شرکت در سال
۱۳۵۴ با هدف طراحی، تولید و تأمین تجهیزات آموزشی، کمک آموزشی، آزمایشگاهی و کارگاهی برای تمام مقاطع تحصیلی (از
پیش‌دبستانی تا دانشگاه) تأسیس شده است. مهم‌ترین رسالت شرکت، حمایت و پشتیبانی همه‌جانبه از آموزش کشور می‌باشد. از
این‌رو از آغاز تأسیس تاکنون همواره با بهره‌گیری از آخرین دستاوردها و فناوری‌های کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی اقدام به تولید
بسیاری از تجهیزات آموزشی برای کلاس‌ها، آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های مراکز آموزشی نموده است.

یکی دیگر از خدمات شرکت، همکاری با سازمان پژوهشی و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش برای تألیف و
چاپ کتاب‌های درسی می‌باشد. در تألیف این کتاب پیشگویان و صاحب‌نظران آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی در نهایت
صمیمت، شرکت را یاری داده‌اند تا کتابی آسان، روان و خودآموز تهیه و در اختیار فراگیران قرار داده شود. شیوه‌ی نگارشی این
کتاب منطبق با شیوه‌ی آموزش مهارت‌پودمانی (Mindline) می‌باشد. این شیوه‌ی آموزش مهارت، هم‌اکنون در بسیاری از
کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی در حال اجرا می‌باشد.

امید است مدیران محترم مراکز آموزشی با تمام توان در جهت اجرای هر چه بهتر این شیوه‌ی نوین آموزش مهارت‌فست
کمارتد تا بتوانیم به کتبه‌ی اهداف آموزشی کتاب جامعه عمل بپوشانیم. با دستیابی به این اهداف آموزشی است که فراگیران عزیز
می‌توانند در زمره صنعتگران خلاق و کارآفرین کشور عزیزمان قرار گیرند.

شرکت صنایع آموزشی

واحد تحقیقات و طرح و برنامه

مقدمه

برای استفاده مستقیم از انرژی الکتریکی از پرز و برای مصارف روشنایی از کلیدهای روشنایی استفاده می‌شود. در حسی و سه گسی مدارهای روشنایی ابتدا باید نقشه مدار طراحی شود. این نقشه معمولاً به صورت تک‌خطی ترسیم می‌شود. نقشه‌ها و علائمی که در این پیمانه گنجانیده شده، بر مبنای استاندارد IEC می‌باشد. در مدارهای روشنایی از وسایل حفاظتی مثل فیوزهای فست‌گی و کلیدهای مینیاتوری استفاده می‌شود. فیوزها و کلیدهای مینیاتوری طوری انتخاب می‌شوند که در شرایط عادی مدار را قطع نکنند. همچنین میزان آمپر آن‌ها نباید آن قدر زیاد باشد که بار اضافی و با اتصال کوتاه، مورد نظر را قطع نکند. برای اندازه‌گیری گسیتهای الکتریکی از دستگاه‌هایی اندازه‌گیری استفاده می‌شود. اندازه‌گیری گسیتهای الکتریکی به استفاده کننده این امکان را می‌دهد که سیستم را کنترل، ارزیابی و اصلاح کند. مناطقی که فراگیران این پیمانه می‌توانند دارا باشند، شامل تصاب و سه گسی روشنایی ساختمان‌های مسکونی و کارخانه‌ها و نصاب و سه گسی وسایل اندازه‌گیری الکتریکی روی تابلوها در حد درجه دو می‌باشد. این بودمان از ۶ واحد کار تشکیل شده است. سه واحد کار در جلد اول و سه واحد کار دیگر در جلد دوم ارائه شده است. بدیهی است فراگیران عزیز پس از گذراندن این دو جلد به هدف نهایی بودمان ۴ خواهند رسید.

مؤلف

فهرست

صفحه	عنوان
۱	واحد کار اول: نصب و سیم‌کشی فیوزها
۲	پیش‌آزمون (۱)
۳	۱-۱- ساختمان فیوزهای دوقب شوقه
۴	۱-۲- ساختمان فیوز
۶	۱-۳- فیوزهای میناتوری و آلفا و ساختمان داخلی آنها
۷	۱-۴- کار عملی شماره (۱)
۱۰	آزمون پایانی (۱)
۱۱	۱-۵- آزمون پایانی عملی (۱)
۱۲	واحد کار دوم: نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی برق
۱۳	پیش‌آزمون (۲)
۱۴	۲-۱- علائم اختصاری مدارهای روشنایی
۱۵	۲-۲- انواع نقشه‌های مدارهای روشنایی
۱۶	۲-۳- نقشه‌کشی مدارهای روشنایی
۲۲	۲-۴- علائم اختصاری حفاظها و حفاظت‌کننده‌های الکتریکی
۲۵	۲-۵- علائم اختصاری دستگاه‌های خبری و صوتی
۲۶	۲-۶- ترسیم انواع نقشه مدارهای خبری و صوتی
۲۷	۲-۷- علائم اختصاری منابع تغذیه
۳۰	۲-۸- علائم اختصاری سیم‌ها، کابل‌ها، اتصالات، انشعابات، اتصالات و لوله‌کشی
۳۲	۲-۹- علائم اختصاری مدار سلول فتوالکتریک
۳۲	۲-۱۰- نقشه‌ی مدار سلول فتوالکتریک
۳۳	۲-۱۱- علائم اختصاری دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز
۳۵	۲-۱۲- نقشه‌کشی مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی تک‌فاز و سه‌فاز
۳۷	۲-۱۳- علائم اختصاری ژنراتور جریان متناوب سه‌فاز
۴۰	۲-۱۴- علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی (شکل ۲-۲۶)
۴۰	۲-۱۵- علائم اختصاری فلوترسویچ (کلید شناور)، لیفت سویچ (کلید حد) و میکروسویچ (شکل ۲-۲۷)
۴۱	۲-۱۶- علائم اختصاری کلیدهای دستی سه‌فاز
۴۴	۲-۱۷- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه‌فاز توسط کلیدهای دستی
۴۴	۲-۱۸- علائم اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوب و استارت
۴۵	۲-۱۹- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه‌فاز توسط کنتاکتور و استوب و استارت

۵۰	۲-۲۰- اعلام اختصاری الکتروموتورهای تک فاز
۵۰	۲-۲۱- مدار راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور
۵۲	۲-۲۲- نقشه های راه اندازی موتورها به وسیله ی کنتاکتورها
۶۰	۲-۲۳- کار عملی شماره (۲)
۶۱	۲-۲۴- کار عملی شماره (۳)
۶۱	۲-۲۵- کار عملی شماره (۴)
۶۲	۲-۲۶- کار عملی شماره (۵)
۶۵	۲-۲۷- کار عملی شماره (۶)
۶۶	۲-۲۸- کار عملی شماره (۷)
۶۷	۲-۲۹- کار عملی شماره (۸)
۶۸	آزمون پایانی (۲)
۷۹	۳-۲- آزمون پایانی عملی (۲)
۸۱	واحد کار سوم: مدارهای روشنایی
۸۲	بیش از آزمون (۳)
۸۲	۳-۱- حفاظت و ایمنی در نصب بریزها و مدارهای روشنایی
۸۵	۳-۲- انواع بریزهای تک فاز و سه فاز روکار
۸۷	۳-۳- ابزار و لوازم سیم کشی
۸۹	۳-۴- نصب و سیم کشی انواع بریزهای تک فاز و سه فاز
۹۱	۳-۵- کلیدهای روشنایی روکار
۹۳	۳-۶- لامپ رشته ای
۹۴	۳-۷- لامپ فلورسنت
۹۶	۳-۸- نصب و سیم کشی مدارهای روشنایی کلیدهای یکپارچه، سری، تبدیل با لامپ های رشته ای و فلورسنت
۱۰۰	۳-۹- کار عملی شماره (۹)
۱۰۲	۳-۱۰- کار عملی شماره (۱۰)
۱۰۳	۳-۱۱- کار عملی شماره (۱۱)
۱۰۴	۳-۱۲- کار عملی شماره (۱۲)
۱۰۵	۳-۱۳- کار عملی شماره (۱۳)
۱۰۹	آزمون پایانی (۳)
۱۱۳	۳-۱۴- آزمون پایانی عملی (۳)
۱۱۵	واحد کار چهارم: سلول فتو الکترونیک
۱۱۶	بیش از آزمون (۴)
۱۱۷	۴-۱- سلول فتو الکترونیک

۱۱۸	۴-۲- نصب و سیم‌کشی مدار سلول فتوالکتريک
۱۱۹	۴-۳- کار عملی شماره (۱۲)
۱۲۰	آزمون پایانی (۴)
۱۲۱	۴-۴- آزمون پایانی عملی (۴)
۱۲۲	واحد کار پنجم: دستگاه‌های اندازه‌گیری الكتريکی
۱۲۳	پیش‌آزمون (۵)
۱۲۴	۵-۱- انواع سنجش، خطا، حساسیت و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری
۱۲۹	۵-۲- سیستم‌های اندازه‌گیری در دستگاه‌های نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای (التحراقي)
۱۳۰	۵-۳- دستگاه‌های اندازه‌گیری کسب‌های الكتريکی
۱۳۹	۵-۴- نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الكتريکی
۱۵۳	۵-۵- نکات ایمنی و حفاظتی هنگام کار روی مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری الكتريکی
۱۵۵	۵-۶- کار عملی شماره (۱۵)
۱۵۷	۵-۷- کار عملی شماره (۱۶)
۱۵۸	۵-۸- کار عملی شماره (۱۷)
۱۵۹	۵-۹- کار عملی شماره (۱۸)
۱۶۰	۵-۱۰- کار عملی شماره (۱۹)
۱۶۱	آزمون پایانی (۵)
۱۶۴	۵-۱۱- آزمون پایانی عملی (۵)
۱۶۶	واحد کار ششم: حفاظت اشخاص و ابزار
۱۶۷	پیش‌آزمون (۶)
۱۶۹	۶-۱- دلایل و شرایط ایجاد برق‌گرفتگی
۱۶۹	۶-۲- سیستم حفاظت توسط سیم‌زمین
۱۷۷	۶-۳- حفاظت توسط عایق‌کاری
۱۷۷	۶-۴- حفاظت توسط ولتاژ کم
۱۷۸	۶-۵- حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده
۱۷۸	۶-۶- حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI)
۱۸۲	۶-۷- کار عملی شماره (۲۰)
۱۸۳	آزمون پایانی (۶)
۱۸۶	۶-۸- آزمون پایانی عملی (۶)
۱۸۷	پایان آزمون‌های پایانی
۱۸۹	منابع

هدف کلی بودمان

نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی

واحد	شماره توانایی	عنوان توانایی	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	۱۶	نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک	۶	۲	۸
۲	۲۳	تخته‌خوانی و نقشه‌کشی نابلوها و مدارات الکتریکی	۲۰	۱۸	۳۸
۳	۲۷	نصب و سیم‌کشی انواع پروژهای ساده و ارتدادار یک‌فاز و سه‌فاز و مدارات روشنایی	۶	۲۰	۲۶
۴	۲۸	نصب و سیم‌کشی مدار حلزون فتوالکتریک	۳	۴	۷
۵	۲۹	نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری	۲۰	۳۰	۵۰
۶	۳۳	نصب و سیم‌کشی وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی	۱۵	۱۰	۲۵
		جمع کل	۶۹	۱۰۲	۱۷۱

واحد کار اول

نصب و سیم‌کشی فیوزها

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- کاربرد و ساختمان فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک را توضیح دهد.
- ۲- اصول نصب فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک را بیان کند.
- ۳- گدهای رنگی فیوزهای فنسنگی را نام ببرد.
- ۴- فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک را نصب کند.

ساعات آموزش

جمع	عملی	نظری
۸	۲	۶

بیش آزمون (۱)

زمان: ۱۲ دقیقه

۱- مقاومت سیمی مسی به طول ۲۰۰ متر و به قطر $1/78$ میلی متر چند اهم است؟ ($\rho_{Cu} = 56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$)

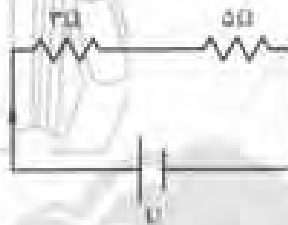
الف - ۱/۲۳

ب - ۲/۸۶

ج - ۱/۷

د - ۱/۳۵

۲- در مدار شکل مقابل اختلاف پتانسیل باتری چند ولت است؟



الف - ۲

ب - ۳

ج - ۴

د - ۵

۳- بهترین هادی الکتریسته کدام است؟

الف - نقره

ب - مس

ج - آهن

د - کربن

۴- دو مقاومت $50\text{-}\Omega$ اهمی و $80\text{-}\Omega$ اهمی به طور سری به ولتاژ کل 220 ولت وصل شده‌اند. ولتاژ دوسر

مقاومت $50\text{-}\Omega$ اهمی چند ولت است؟

الف - $82/6$

ب - 110

ج - $125/4$

د - $154/6$

۵- کدامیک از نمره سیم‌های زیر استاندارد است؟

الف - ۱

ب - $1/5$

ج - $2/5$

د - هر سه

۶- برای فرم دادن و مؤالی کردن سرسیم‌ها از کدام انبردست استفاده می‌شود؟

الف - دم‌گرد

ب - دم‌باریک

ج - دم‌بهن

د - هر سه

۷- برای حفاظت الکتروموتورها در برابر اتصال کوتاه از کدام فیوز استفاده می‌شود؟

الف - فیوز تندکار

ب - فیوز تأخیری

ج - کلید فیوز

د - فیوز با زمان قطع متوسط

۸- فیوزهایی که جریان نامی را همواره هدایت می‌کنند و جریان‌های بیش از چند برابر جریان نامی معین

خود را تا به جریان نامی قطع، وصل نگه می‌دارند، دارای چه کلاسی از فیوزها هستند؟

الف - A

ب - B

ج - C

د - D

۹- بولک فیوز فنسنگی یا رنگ قرمز نشانگر قشنگ چند آمپر است؟

الف - ۲

ب - ۴

ج - ۱۰

د - ۱۶

۱-۱- ساختمان فیوزهای ذوب شونده

فیوز وسیله‌ای است که با مدار به‌طور سری قرار می‌گیرد و مصرف‌کننده را در مقابل اتصال کوتاه و یا جریان زیاد محافظت می‌کند.



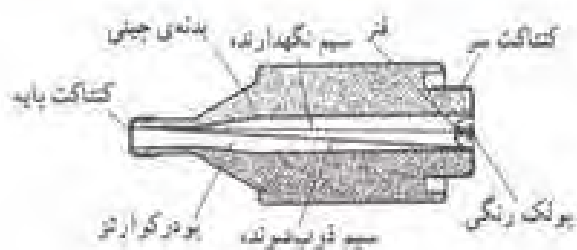
الف- نمای ظاهری فیوز کامل

سیم حرارتی داخل فیوز به‌ازای جریان مخصوص در زمان معین، ذوب و باعث قطع مدار مربوط به آن می‌شود. فیوز ذوب‌شونده‌ی معمول را فیوز فشنگی نیز می‌نامند. سیم حرارتی فیوز فشنگی در داخل براده‌هایی از سرامیک یا خاک نرم گوارتر همراه ماده فرار دارد این مواد و جرقه‌ی حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را به‌طور سریع خنک کرده، بلافاصله قطع می‌کند.

دیگر فیوزهای ذوب شونده نیز کم و بیش ساختمانی شبیه به فیوز فشنگی دارند.

برای سالم بودن فیوز از بولک یا رنگ‌های مختلف استفاده می‌شود. بولک توسط یک سیم مقاومت دار نگه داشته می‌شود. پس از سوختن سیم حرارتی فیوز، سیم مقاومت دار نیز می‌سوزد و بولک فلزی که تحت کشش فشرگنجکی قرار دارد به طرف بیرون پرت می‌شود. جنس سیم ذوب‌شونده معمولاً از نقره است و درجه‌ی حرارت ذوب آن ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد است. برای قطع پایین‌تر از درجه حرارت فوق، سیم حرارتی را از دو تکه که به هم لحیم شده‌اند می‌سازند زیرا لحیم در درجه حرارت تقریبی ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. فیوز، سؤال (کنندگار) و قطع سریع (تندکار) ساخته می‌شود. فیوزهای قطع سریع، با علامت F و فیوزهای تأخیری، با علامت \odot مشخص می‌شوند (شکل ۱-۱).

فیوز قطعه‌ای است که حفاظت مدار را در مقابل عبور جریان اضافی به عهده دارد.



ب- نمونه‌ی فشنگ فیوز ذوب‌شونده



ج- فیوز تندکار



د- فیوز کندکار

شکل ۱-۱-۱- فیوز ذوب شونده

– جریان نامی فیوز: جریان نامی فیوز، مقدار جریان مجازی است که می‌تواند از فیوز عبور کند.

– جریان ذوب فیوز: جریان ذوب فیوز مقدار جریانی است که بیشتر از جریان نامی فیوز و به زمان قطع بستگی دارد. هر قدر زمان قطع فیوز بیشتر باشد جریان ذوب کم‌تر خواهد بود و برعکس.

– فیوز تأخیری، جریان‌های زیاد را دیرتر از فیوز قطع سریع قطع می‌کند و در جایی به کار می‌رود که اضافه بار در مدت کوتاه، سبب قطع مدار نشود مانند راه اندازی موتورهای الکتریکی، مقررات بین‌المللی، ترمیم فیوز فشنگی را منع کرده است. در صورت خراب شدن این فیوز باید فشنگ جدیدی را جایگزین فشنگ سوخته کرد.

فیوزهای ضدکار معمولاً برای مدارهای روستایی و یا غیرموتوری استفاده می‌شوند. جدول ۱-۱، مقدار جریان نامی فیوز و پایه فیوز را نشان می‌دهد.

برای فیوزهای ذوب شونده دو نوع جریان تعریف می‌شود، جریان نامی فیوز و جریان ذوب فیوز.

جدول ۱-۱

جریان نامی فیوز A	جریان نامی پایه فیوز A
۲۵	۲۵ ۴۲
۶۳	۶۳ ۴۲۵
۱۰۰	۱۰۰ ۵۸۰
۲۰۰	۲۰۰ ۵۱۲۵



الف - پایه‌ی فیوز



ب - کلاهک فیوز



ج - فشنگ فیوز

شکل ۱-۳

۱-۲ - ساختمان فیوز

فیوز از سه قسمت پایه، کلاهک و فشنگ تشکیل می‌شود.
– پایه‌ی فیوز: پایه یا بدنه که اتصال شبکه به بیج نه آن بسته می‌شود و جریان از سر بیج آن که محل بستن کلاهک همراه فیوز است به طرف مصرف‌کننده هدایت می‌شود.

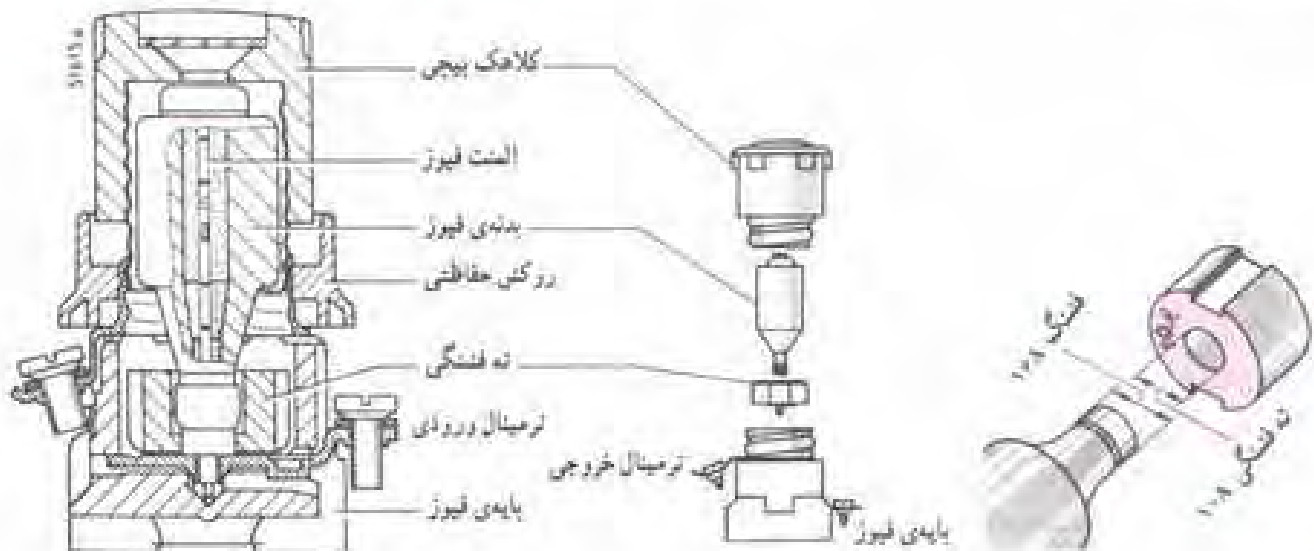
شکل ۱-۳ الف پایه‌ی فیوز را نشان می‌دهد. پایه‌های فیوز استاندارد بوده و معمولاً در اندازه‌های ۲۵، ۶۳، ۱۰۰ و ۲۰۰ آمپر ساخته می‌شود.

– کلاهک فیوز: کلاهک یا نگهدارنده‌ی فیوز به پایه بیج می‌نماید و از تیشبه‌ی بست آن، رنگ بولک فیوز دیده می‌شود. شکل ۱-۳ ب کلاهک فیوز را نشان می‌دهد.

– فشنگ فیوز: فشنگ فیوز بسته به جریان آن در اندازه‌های مختلف و با رنگ بولک متفاوت، ساخته می‌شود. شکل ۱-۳ ج فشنگ فیوز را نشان می‌دهد. فشنگ در داخل کلاهک فیوز قرار می‌گیرد.

فیوزهای فشنگی قابل تمویض است.

شکل ۱-۲ قسمت‌های مختلف یک نمونه فیوز فشنگی با پایه و نه فشنگی و کلاهک بیچی را نشان می‌دهد. از ته فشنگی برای هماهنگ کردن فشنگ با پایه استاندارد استفاده می‌شود.



شکل ۱-۲ - قسمت‌های مختلف یک نمونه فیوز فشنگی

جدول ۱-۲ - رنگ بولک فیوزها

رنگ نشانه‌ای بولک	جریان نامی A	رنگ نشانه‌ای بولک	جریان نامی A
صورتی	۴	قرمز	۱۰۰
قهوهای	۴	زرد	۱۲۵
سبز	۶	مس	۱۶۰
قرمز	۱۰	آبی	۲۰۰
نخاکستری	۱۶		
آبی	۲۰		
زرد	۲۵		
سیاه	۲۵		
سفید	۵۰		
مس	۶۳		
بقره‌ای	۸۰		

کلاس‌ها و علائم مشخصه‌ی فیوزها: فیوزها در کلاس‌های مختلف و برای کاربردهای متفاوت دسته بندی و هر کدام با حرفی مشخص می‌شوند. برخی از کلاس‌های کارگرد فیوزها به شرح زیر است:

کلاس‌های کارگرد فیوزها

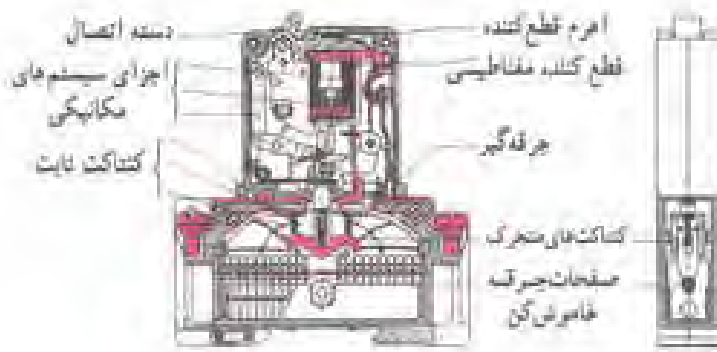
کلاس B: فیوزهایی هستند که می‌توانند جریان نامی را بی‌وسه هدایت کنند و جریان‌های کمتر از جریان نوب را تا جریان نامی قطع و وصل نگه دارند.

کلاس M: فیوزهایی هستند که می‌توانند جریان نامی را همواره هدایت کنند و جریان‌های بیش از چند برابر جریان نامی معین خود را تا به جریان نامی قطع و وصل نگه دارند.

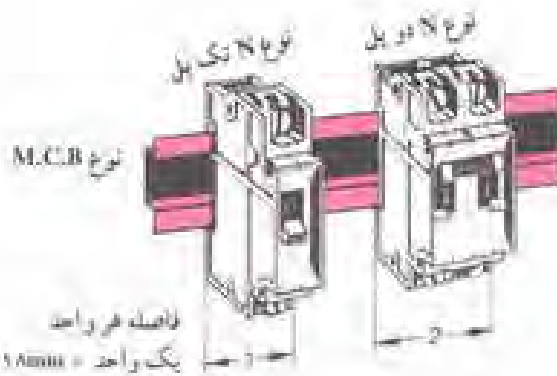
کد رنگ بولک فیوزهای فشنگی: برای سادگی در تعیین جریان فشنگ فیوزها، بولکی رنگی را روی آن‌ها نصب می‌کنند. جدول ۱-۲ مفهوم رنگ‌های مختلف بولک را بیان می‌کند.

۱-۳ فیوزهای مینیاتوری و آلفا و ساختمان داخلی آنها

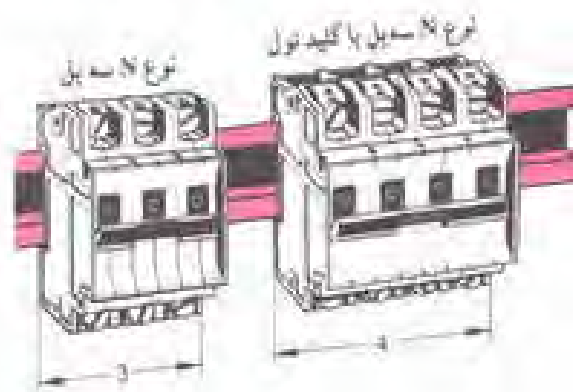
فیوزهای مینیاتوری و آلفا فیوزهای اتوماتیک و دارای دو عنصر مغناطیسی و حرارتی می‌باشند. قسمت مغناطیسی در حالت اتصال کوتاه و قسمت حرارتی در صورت اضافه بار، مدار را قطع می‌کنند شکل ۱-۳ ساختمان داخلی کلید مینیاتوری را نشان می‌دهد.



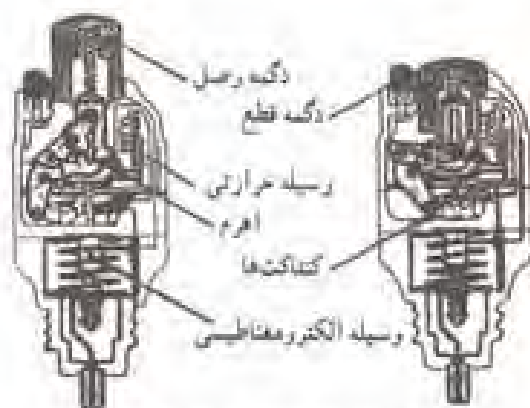
شکل ۱-۳- ساختمان داخلی کلید مینیاتوری



شکل ۱-۵ شمای ظاهری کلیدهای مینیاتوری یک پل، دو پل، سه پل و چهار پل را نشان می‌دهد. کلیدهای مینیاتوری نیز معمولاً به دو دسته تک‌دار و گندکار تقسیم می‌شوند. کلیدهای مینیاتوری تک‌دار با حرف A مشخص می‌شوند و معمولاً برای حفاظت مدارهای روشنایی به کار می‌روند. کلیدهای مینیاتوری گندکار با حرف B مشخص شده و معمولاً برای حفاظت مدارهای موتور مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱-۵- شکل ظاهری کلیدهای مینیاتوری



شکل ۱-۶- ساختمان داخلی فیوز آلفا

شکل ۱-۶ ساختمان داخلی فیوز آلفا را نشان می‌دهد. فیوزهای آلفا نیز مانند کلیدهای اتوماتیک دارای قطع کننده‌های مغناطیسی و حرارتی هستند و به صورت اتوماتیک عمل می‌کنند. کلیدهای اتوماتیک و فیوز آلفا در صورت عملکرد، پس از رفع عیب، برگشت پذیر بوده و نیازی به تعویض آنها نیست.

۴-۱- کار عملی شماره ۱: نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک
۴-۱-۱- وسایل موردنیاز برای ۱۵ نفر

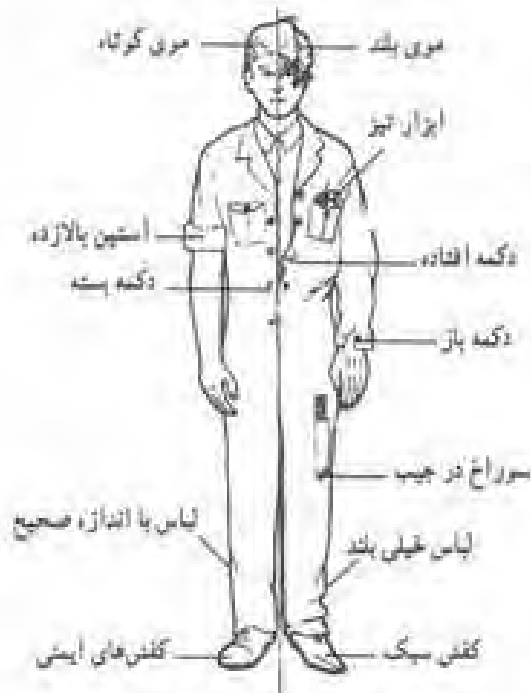
- تابلو برق خالی یا تابلو با ورق مشبک ۱۵ عدد
- کلید مینیاتوری ۱۵ عدد
- پایه‌ی فیوز فشنگی ۱۵ عدد
- پیچ و مهره ۶۱ عدد
- دریل دستی برقی یک عدد
- منه فولادی دو عدد
- پیچ گونشی دو سو ۱۵ عدد
- ترمینال ۲۵ عدد
- سیم افشان نمره $1/5 \text{ mm}^2$ ۶۰ متر
- سیم لختت کن ۱۵ عدد
- سیم چین ۱۵ عدد
- ریل کلید مینیاتوری ۱۵ عدد
- پایه لامپ ۱۵ عدد
- لامپ رشته‌ای ۱۵ عدد

توجه: کارهای عملی این بودمان با توجه به امکانات موجود در کارگاه، و تحت نظارت مربی انجام گیرد.

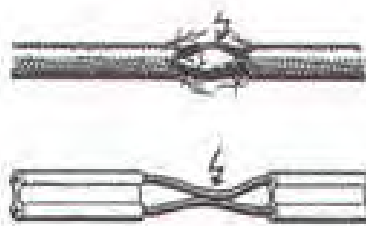
۴-۲- نکات ایمنی

نکات ایمنی مطرح در این قسمت برای انجام کلیه کارهای این بودمان لازم الاجرا بوده و در همه حالات باید مورد توجه قرار گیرد.

- ابزار و اشیای اضافی را از محیط کار خود دور کنید.
- در کارگاه و به هنگام کار نظم و انضباط را رعایت کنید و با دیگران شوخی نکنید.
- در هنگام کار از لباس و کفش مناسب استفاده کنید (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱- لباس کار مناسب



شکل ۸-۱- سیم های نامناسب

• برای محیط کار خود روشی مناسب فراهم کنید.
 • قبل از شروع به کار با وسایل الکتریکی، از سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل کنید. به شرایط کار ابزار کار به خصوص ولتاژ نامی آن‌ها توجه کنید (شکل ۸-۱).

استفاده از ابزار کار سالم رمز موفقیت در انجام و اتمام کار است.



شکل ۹-۱- اثرات استفاده نامناسب از ابزار

• از ابزار و وسایل مناسب استفاده کنید. به عنوان مثال برای باز کردن و بستن جهت باز و بست پیچ هیچ وقت از انبر استفاده نکنید؛ برای بستن هر پیچ، از پیچ گوشتی مناسب همان پیچ استفاده کنید (شکل ۹-۱).

استفاده از پیچ گوشتی مناسب برای باز کردن پیچ الزامی است.



شکل ۱۰-۱- هنگام بریدن سیم سر آن به سمت زمین گرفته شود.

• هنگام بریدن و یا روبوش برداری از سیم سرسیم را به طرف زمین نگهدارید. دقت کنید که هیچ وقت سیم به طرف کسی نباشد (شکل ۱۰-۱).

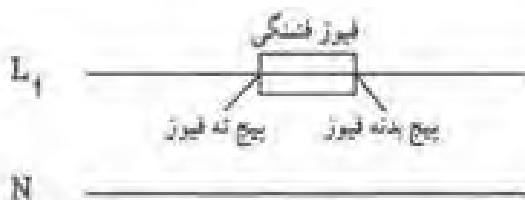
• آزمایش مدار را حتماً با حضور مربی انجام دهید و بخصوص برای وصل به برق احتیاط‌های لازم را برای جلوگیری از تماس با هادی‌های برق دار به کار بندید.

۳-۴-۱- مراحل انجام کار:

- تابلو برق خالی و یا تابلو با ورق مشبک انتخاب کنید.
- پایه فیوز و کلید مینیاتوری را روی تابلو نصب کنید.
- ترمینال را نصب کنید.
- سیم‌های روکش پلاستیکی انتخاب کنید.
- سر سیم‌ها را توسط سیم‌لخت‌کن لخت کنید.
- سر سیم‌های لخت شده را زیر پیچ‌های پایه فیوز قرار دهید (شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱- نمای ظاهری مدار فیوز



شکل ۱-۱۲- نمای الکتریکی فیوز در مدار

- سیم ورودی فاز به پیچ ته پایه فیوز و سیم خروجی به پیچ بدنه فیوز وصل شود و پیچ‌ها را با پیچ‌گوشی محکم کنید (شکل ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۳- نحوه قرار گرفتن کلید مینیاتوری در مدار

- مدار کلید فیوز مینیاتوری را مطابق شکل ۱-۱۳ روی تابلو ببندید.
- کلید فیوز مینیاتوری را طوری نصب کنید که علامت روی آن قابل خواندن باشد. در این صورت سیم ورودی برق به پیچ فوقانی وصل می‌شود و پیچ پایینی خروجی می‌باشد.
- فاز برگشتی از کلید مینیاتوری را به پیچ مربوط به ته سرپیچ و نول را به پیچ مربوط به بدنه سرپیچ لامپ وصل کنید.
- کلید مینیاتوری را مورد آزمایش قرار دهید. با قطع و وصل کردن کلید باید لامپ خاموش و روشن شود.
- مربیان محترم شرایط اضافه بار و اتصال کوتاه را برای کلید، مورد آزمایش قرار دهند.

آزمون پایانی (۱)

زمان: ۴۰ دقیقه

۱- وسیله‌ای که با مدار به‌طور سری قرار گرفته و مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه در جریان محافظت می‌کند، کدام است؟

الف- رله‌ی حرارتی ب- فیوز ج- کلید FI د- آمپرتر

۲- چه موادی برای خنک کردن جرقه‌ی حاصل از قطع شدن سیم حرارتی، داخل فشنگ فیوز به‌کار می‌رود؟

الف- براده‌هایی از سرامیک ب- خاک نرم گوارتز همراه مایه

ج- الف و ب د- پودر تالک

۳- جنس سیم ذوب شونده‌ی فشنگ فیوز از چه جنس چیست؟

الف- تفره ب- مس ج- طلا د- آلومینیوم

۴- انواع فیوزها از نظر قطع مدار کدام است؟

الف- فیوز تأخیری ب- فیوز قطع سریع ج- فیوز قطع متوسط د- الف و ب

۵- برای حفاظت الکتروموتورها در برابر اتصال کوتاه از کدام فیوز استفاده می‌شود؟

الف- فیوز تأخیری (کندکار) ب- فیوز قطع سریع (تلاکار)

ج- فیوز یا زمان قطع متوسط د- الف و ب و ج

۶- وسیله‌ای که به پایه فیوز، بیخ می‌شود و شبیه پست آن رنگ بولک فیوز را نشان می‌دهد، کدام است؟

الف- کلاهک فیوز ب- فشنگی فیوز ج- ته فشنگی د- الف و ج

۷- بولک فیوز ۱۶A چه رنگی است؟

الف- قهوه‌ای ب- سبز ج- خاکستری د- زرد

۸- بولک فیوز به رنگ سبز دارای چند آمپر است؟

الف- ۴ ب- ۶ ج- ۴ د- ۱۰

۹- کدام فیوزها دارای دو عنصر مغناطیسی و حرارتی هستند؟

الف- میناتوری ب- الف ج- الف و ب د- فشنگی

۱۰- کاربرد عنصر مغناطیسی در کلیدهای میناتوری چیست؟

الف- قطع اتصال کوتاه ب- قطع ولتاژ زیاد

ج- قطع بار زیاد د- قطع اتصال کوتاه و بار زیاد

۵-۱- آزمون پایانی عملی (۱)

نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب‌شونده و کلیدهای

میناتور

مراحل انجام کار:

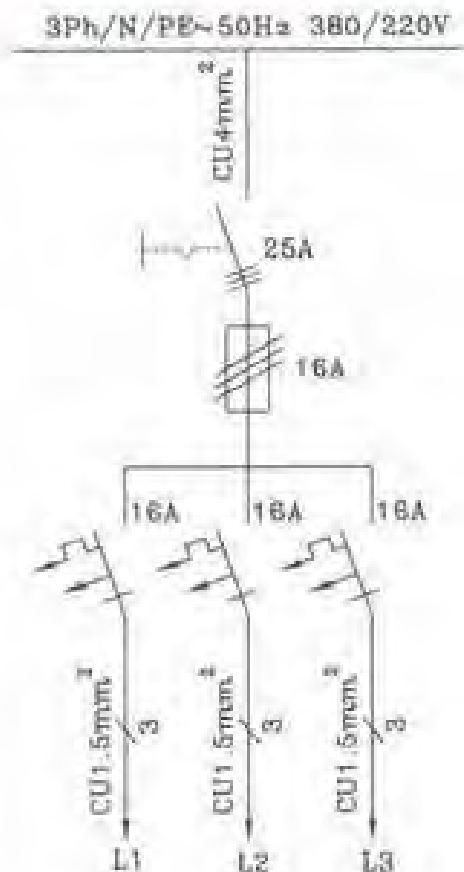
■ وسایل الکتریکی مدار را مطابق شکل در روی تابلو شبکه نصب کنید.

■ توسط ترمینال‌ها سه فاز ورودی را به کلید سه فاز وصل کنید.

■ برای هر فاز یک کلید میناتور جداگانه استفاده کنید و از فیوزها به کلیدهای میناتوری وصل کنید.

■ سیم‌ها را مطابق نقشه، انتخاب و وصل کنید.

■ خروجی‌ها را به ترمینال وصل کنید.



وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

۱۵ شاخه	- ترمینال نمره ۴
۱۵ شاخه	- ترمینال نمره ۱/۵
۱۵ شاخه	- ترمینال نمره ۲/۵
۱۵ متر	- سیم نمره ۲ mm ²
۱۵ متر	- سیم نمره ۲/۵ mm ²
۱۵ متر	- سیم نمره ۱/۵ mm ²
۱۵ عدد	- فیوز ۱۶A تأخیری
۱۵ عدد	- کلید میناتوری تک‌فاز ۱۶A
۱۵ عدد	- کلید سه‌فاز ۲۵A
۱۵ عدد	- تابلو شبکه
۱۵ عدد	- سیم‌چین
۱۵ عدد	- سیم‌لخت کن
۱۵ عدد	- پیچ گونشی
۱۵ عدد	- فاز متر
۵ عدد	- آواتر
۱۵ عدد	- دم‌باریک
به مقدار کافی	- پیچ و مهره

واحد کار دوم

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی برق

هدف کلی

نقشه‌خوانی و نقشه‌کشی مدارهای روشنایی، تابلوها و ماشین‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار خواهد بود:

- ۱- مدارهای روشنایی و خیزی را رسم کند.
- ۲- مدار سلول فتوالکتریک را رسم کند.
- ۳- مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز را رسم کند.
- ۴- علامت اختصاری مدار زبراتور سه‌فاز را رسم کند.
- ۵- مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه‌فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتوری را رسم کند.
- ۶- مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای تک‌فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتوری را رسم کند.

ساعات آموزشی

نظری	عملی	جمع
۴۰	۱۸	۳۸

بیش آزمون (۲)

۱- علامت K_1 و K_2 به ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می دهند؟
 الف - یک پل، تبدیل
 ب - یک پل، دو پل
 ج - تبدیل، دو پل
 د - تبدیل، سری

۲- علامت K_1 نشانه‌ی چیست؟

الف - کلید مغناطیسی یک فاز
 ب - کلید حرارتی یک فاز
 ج - کلید مینیا توری یک فاز
 د - کلید حرارتی سه فاز

۳- علامت K_1 روی چه دستگاهی مشاهده می شود؟

الف - دستگاه اندازه گیری یا آهنربای دائم فاب گردان
 ب - دستگاه اندازه گیری الکترو دینامیکی
 ج - دستگاه اندازه گیری الکترو مغناطیسی
 د - دستگاه اندازه گیری حرارتی

۴- علامت K_1 چیست؟

الف - استوب
 ب - استارت
 ج - میکروسویچ
 د - کنتاکت باز کنتاکتور

۵- علامت K_1 و K_2 به ترتیب نشانه‌ی چه نوع بوبینی است؟

الف - بوبین رله‌ی مغناطیسی، بوبین رله‌ی زمانی تأخیر در قطع
 ب - بوبین رله‌ی زمانی، بوبین کنتاکتور
 ج - بوبین کنتاکتور، بوبین رله‌ی زمانی تأخیر در وصل
 د - بوبین رله‌ی زمانی تأخیر در قطع، بوبین رله‌ی زمانی تأخیر در وصل

۱-۲- علائم اختصاری مدارهای روشنایی

علامت	شرح	علامت	شرح
	سیم به‌طور کلی		شاخک دو شاخه‌ی برق
	سیم حفاظتی (سیم ارت) یا		بریز ساده
	سیم نول یا		بریز با اتصال زمین
	اتصال دو سیم غیر قابل باز نشو		جراغ به‌طور کلی
	سیم نصب شده روی کار		کلید یک‌گانه
	سیم نصب شده داخل کار		کلید سری (دو‌پل)
	سیم نصب شده زیر کار		کلید تبدیل
	سیم در جای مرطوب		کلید صلیبی
	اتصال غیر قابل قطع		کنتاکت باز
	اتصال قابل قطع (بیجری)		کنتاکت باز و بسته
	مخلف		اهرم کلید که با فشار دست کار می‌کند و با حرکت نوسانی و دارای ضامن نگهدارنده است.
	محل اتصال سیم محافظ (سیم ارت)		اهرم کلید که با دست کار می‌کند
			اهرم کلید قطع و وصل که خود به‌خود برنگشته و با فشار دست برمی‌گردد

شکل ۱-۲

۲-۲- انواع نقشه‌های مدارهای روشنایی

نقشه‌های مدارهای روشنایی به صورت‌های یک خطی (فنی)، گسترده و چندخطی (حقیقی) رسم می‌شوند.

۲-۲-۱- نقشه‌ی مدارهای یک خطی (فنی): در

نقشه‌ی فنی، مسیر سیم‌ها به صورت افقی و عمودی یک خطی رسم شده و همه‌ی اطلاعات مورد نیاز برای انجام کار بدون ارائه جزئیات مدار، مانند تعداد و نوع سیم‌ها و لوله‌ها، روکار یا توکار، بدون سیم‌کشی و مشخصات وسایل به ساده‌ترین صورت ممکن داده می‌شود.

شکل ۲-۲ نقشه فنی مدار کلید یک‌پل با یک لامپ و

یک پریز ارت‌دار^۱ تک فاز را نشان می‌دهد. در شکل ۲-۲، Q_1 کلید یک‌پل روکار، X_1 پریز ارت‌دار و شبکه $1/N/PE-50Hz/220V$ به مفهوم یک فاز / نول / سیم محافظ (ارت) جریان متناوب / ۵۰ هرتز / ۲۲۰ ولت، محل خشک می‌باشد. $NYIFCU1/5mm^2$ سیم عایق PVC قابل انعطاف (افشان) مسی نمره $1/5mm^2$ و اعداد روی خطوط، تعداد سیم‌ها را نشان می‌دهد.

۲-۲-۲- نقشه‌ی مدارهای گسترده یا نقشه‌ی مسیر

جریان: مدار گسترده بدون مشخص کردن جای وسایل به ساده‌ترین صورت، عملکرد مدار را نشان می‌دهد. برای این که مدار بهتر فهمیده شود از این نقشه استفاده می‌شود که در آن فاز و نول در دو طرف و وسایل الکتریکی بین آن‌ها رسم می‌شود.

شکل ۲-۳ نقشه‌ی مسیر جریان کلید یک پل با لامپ

رشته‌ای و پریز تک فاز با سیم اتصال به زمین^۱ را نشان می‌دهد.

$$E_1 = \text{لامپ}$$

$$Q_1 = \text{کلید روشنایی}$$

$$X_1 = \text{پریز}$$

کلید یک‌پل روکار - Q_1

پریز ارت‌دار - X_1

$1/N/PE-50Hz$

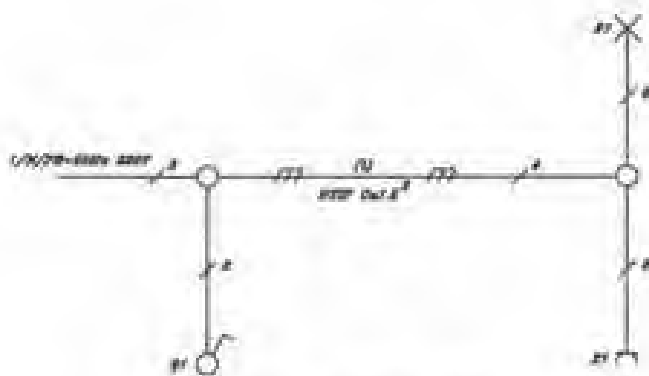
یک فاز / نول / ارت جریان

متناوب ۵۰ هرتز / ۲۲۰ ولت - $1/N/PE-50Hz, 220V$

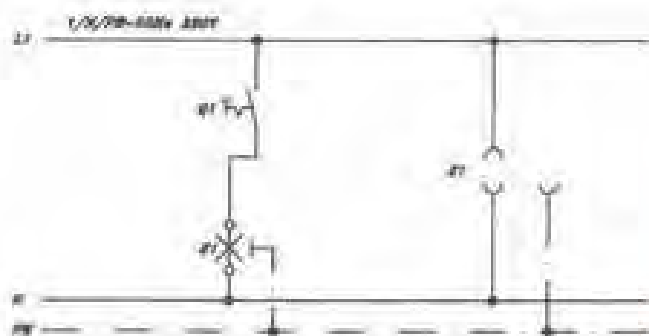
محل خشک - \square

سیم عایق مسی افشان نمره $1/5 = NYIFCU1/5mm^2$

اعداد روی خطوط = تعداد سیم‌ها



شکل ۲-۲- نقشه فنی یا تک خطی

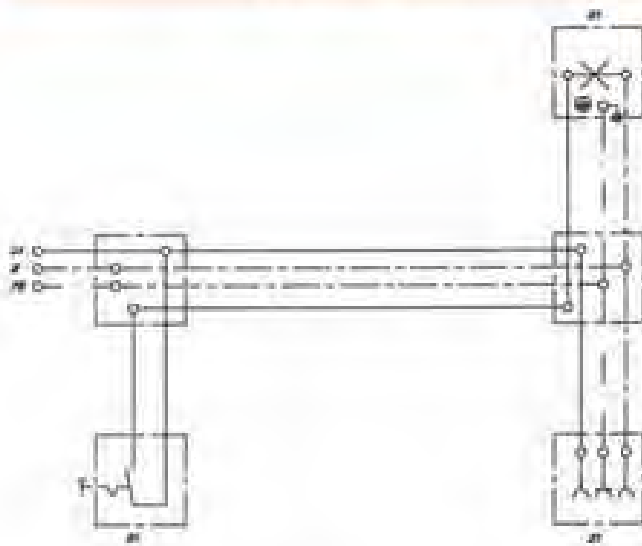


شکل ۲-۳- شمای گسترده (مسیر جریان) مدار کلید یک‌پل و پریز

۲-۲-۳- نقشه‌ی چندخطی (حقیقی): این نقشه نمودی اتصال سیم‌ها به کلیدها و پریزها و جعبه تقسیم و ورودی فاز و نول و ارت را نشان می‌دهد. سیم‌ها به تعداد مورد لزوم در نقشه کشیده می‌شود و محل وسایل الکتریکی را در جای خود نشان می‌دهد.

از این نقشه در نوشتن مدارها استفاده می‌شود.

شکل ۲-۴ نقشه چندخطی کلید یک پل یا لامپ رشته‌ای و پریز یک فاز ارت‌دار و جعبه تقسیم‌ها را نشان می‌دهد.

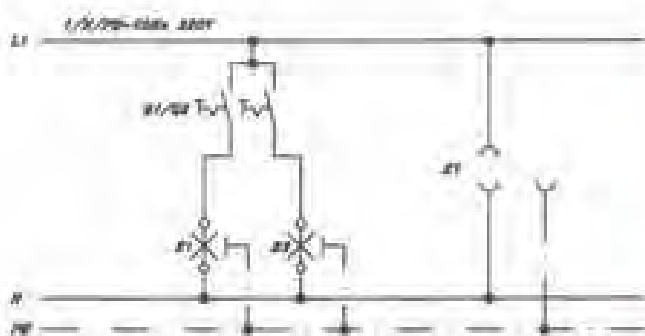


شکل ۲-۴- نمای حقیقی مدار کلید یک پل یا پریز

۲-۳- نقشه‌کشی مدارهای روشنایی

نقشه‌ی فنی، نقشه‌ی گسترده و نقشه‌ی چندسیمه‌ی مدار روشنایی یک پل در ردیف ۲ شرح داده شد. نقشه‌ی مسیر جریان کلید سری و پریز ارت‌دار یک فاز در شکل ۲-۵ و نقشه‌های فنی و چندسیمه‌ی این مدار در شکل‌های ۲-۶ و ۲-۷ نشان داده شده است.

توضیح این‌که توسط کلید سری، دو سری لامپ را می‌توان به‌طور جداگانه روشن و خاموش نمود.

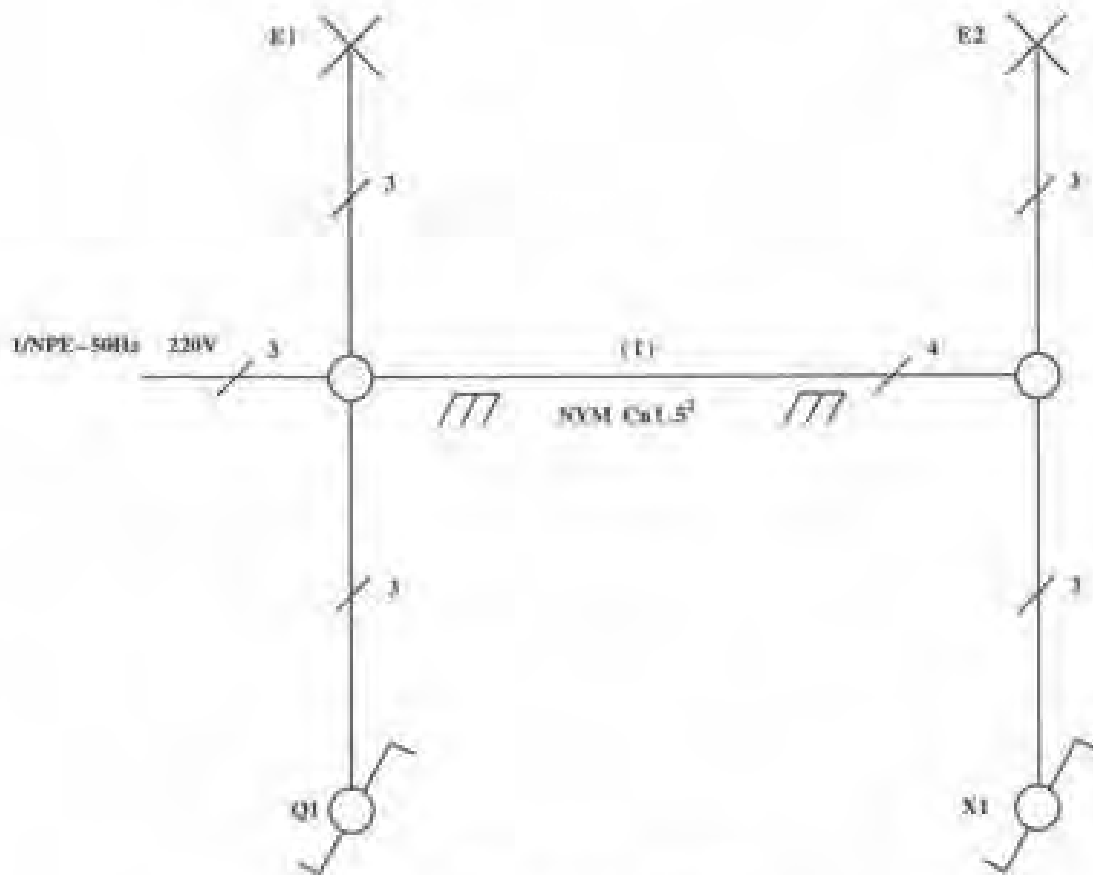


شکل ۲-۵- نمای گسترده (مسیر جریان) مدار کلید سری و پریز

Q_1 = کلید سری
 X_1 = پریز یک فاز ارت‌دار
 E_1 و E_2 = لامپ رشته‌ای

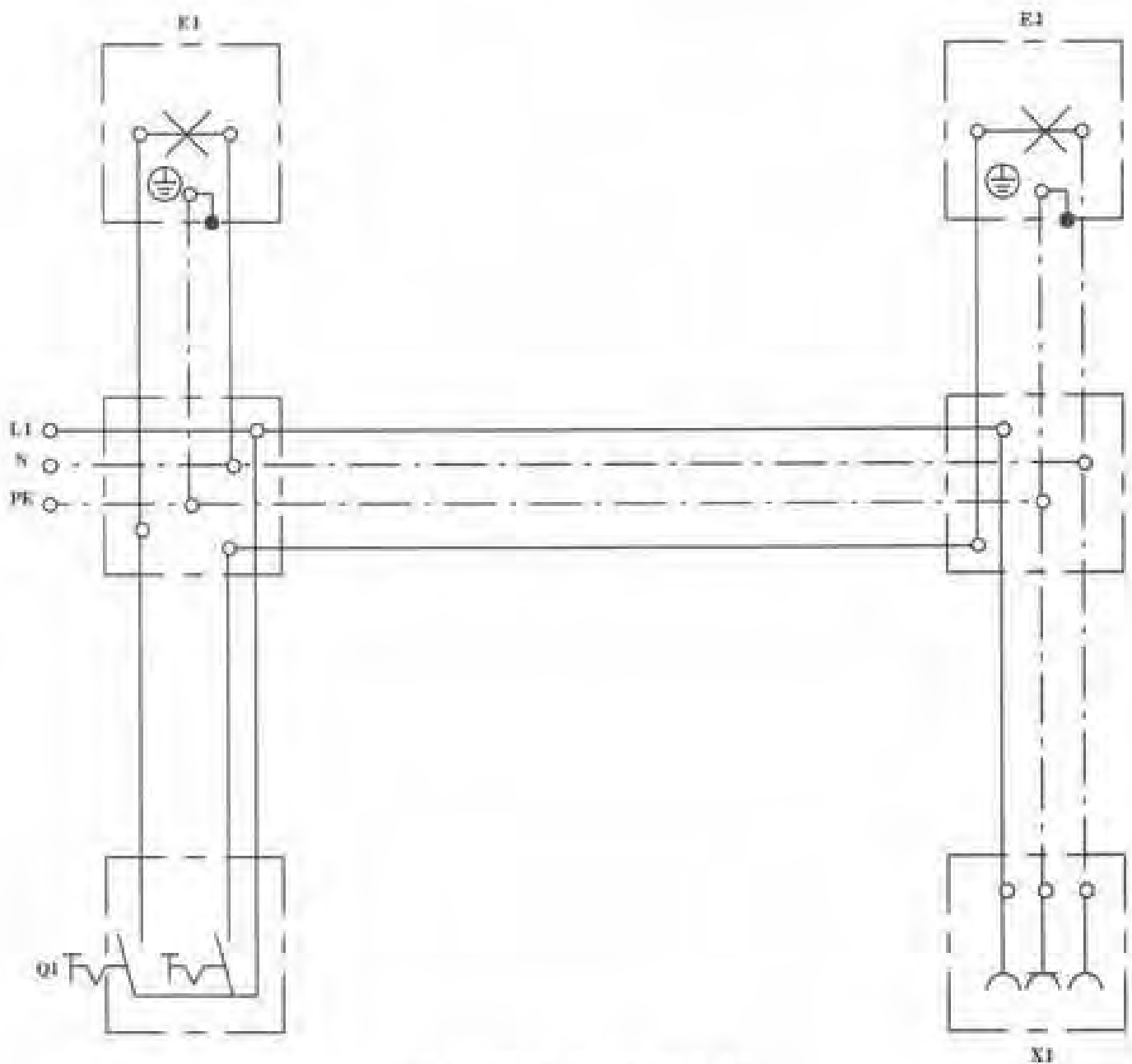
نقشه مسیر جریان

این نقشه کنترل دو لامپ E_1 و E_2 یا دو کلید جداگانه Q_1 و Q_2 و همچنین یک پرز X_1 را نشان می‌دهد.
 نقشه فنی مدار کلید سری یا دو لامپ و یک پرز یک فاز
 ارت‌دار



شکل ۶-۳- نمای فنی مدار کلید سری

نقشه‌ی چندسیمه‌ی (واقعی) کلید سری با دو لامپ و
پرتریک فاز ارت‌دار

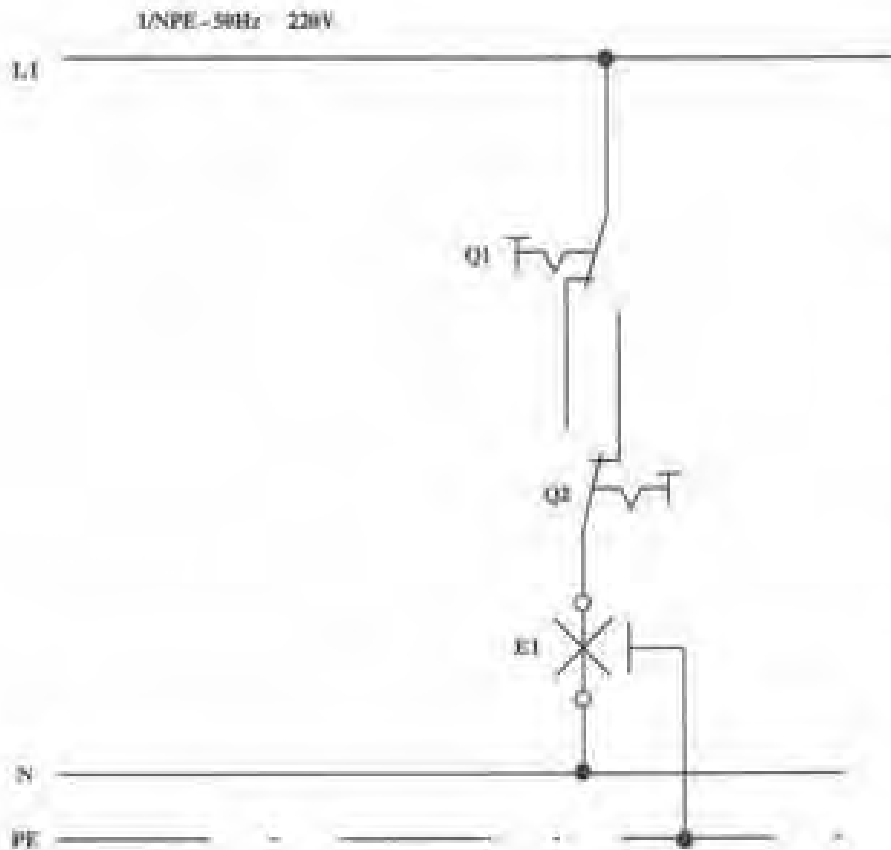


شکل ۴-۶-۳-۴-۵ - نمای حقیقی مدار کلید سری با پرتریک

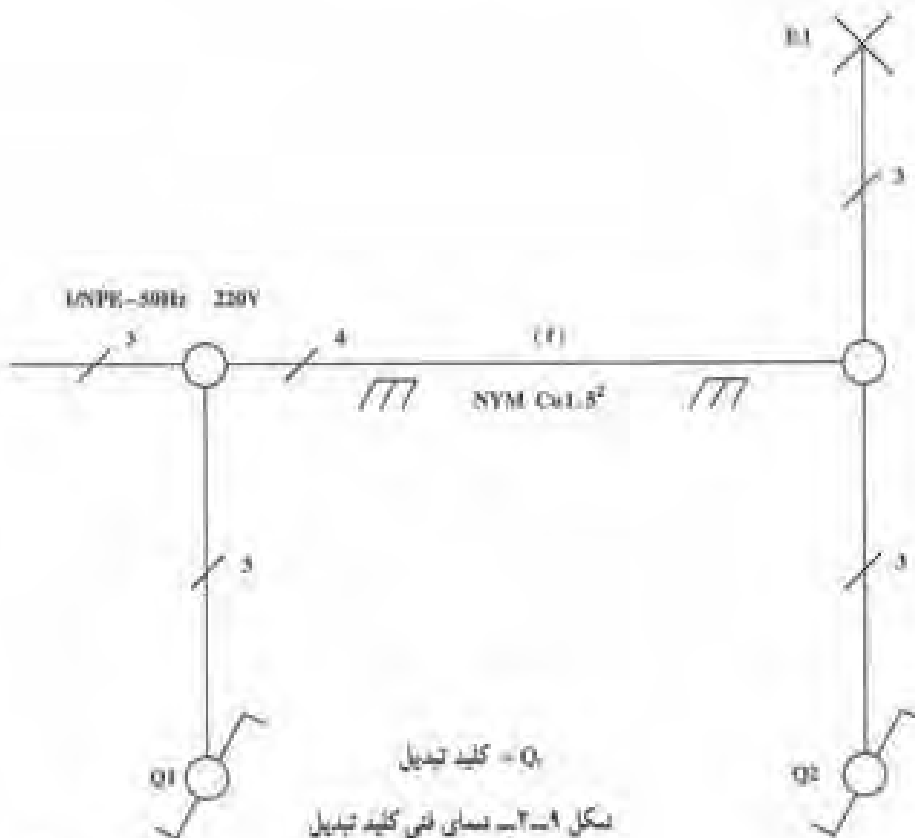
۱-۳-۲- نقشه گشی مدار روشنایی کلید تبدیل با یک لامپ (کنترل یک لامپ از دو نقطه): برای کنترل یک لامپ (روشن و خاموش کردن یک لامپ) از دو محل، از دو کلید تبدیل استفاده می‌شود که فاز به بیج مشترک یک کلید و دو بیج‌های غیرمشترک به هم وصل شده و بیج مشترک کلید تبدیل دیگر به لامپ و طرف دیگر لامپ به نول وصل می‌شود.

شکل ۲-۸ مدار گسترده‌ی (مسیر جریان) کلید تبدیل با یک لامپ را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۹ نقشه‌ی فنی (تک سیمه) کلید تبدیل همراه یک لامپ را نشان می‌دهد.

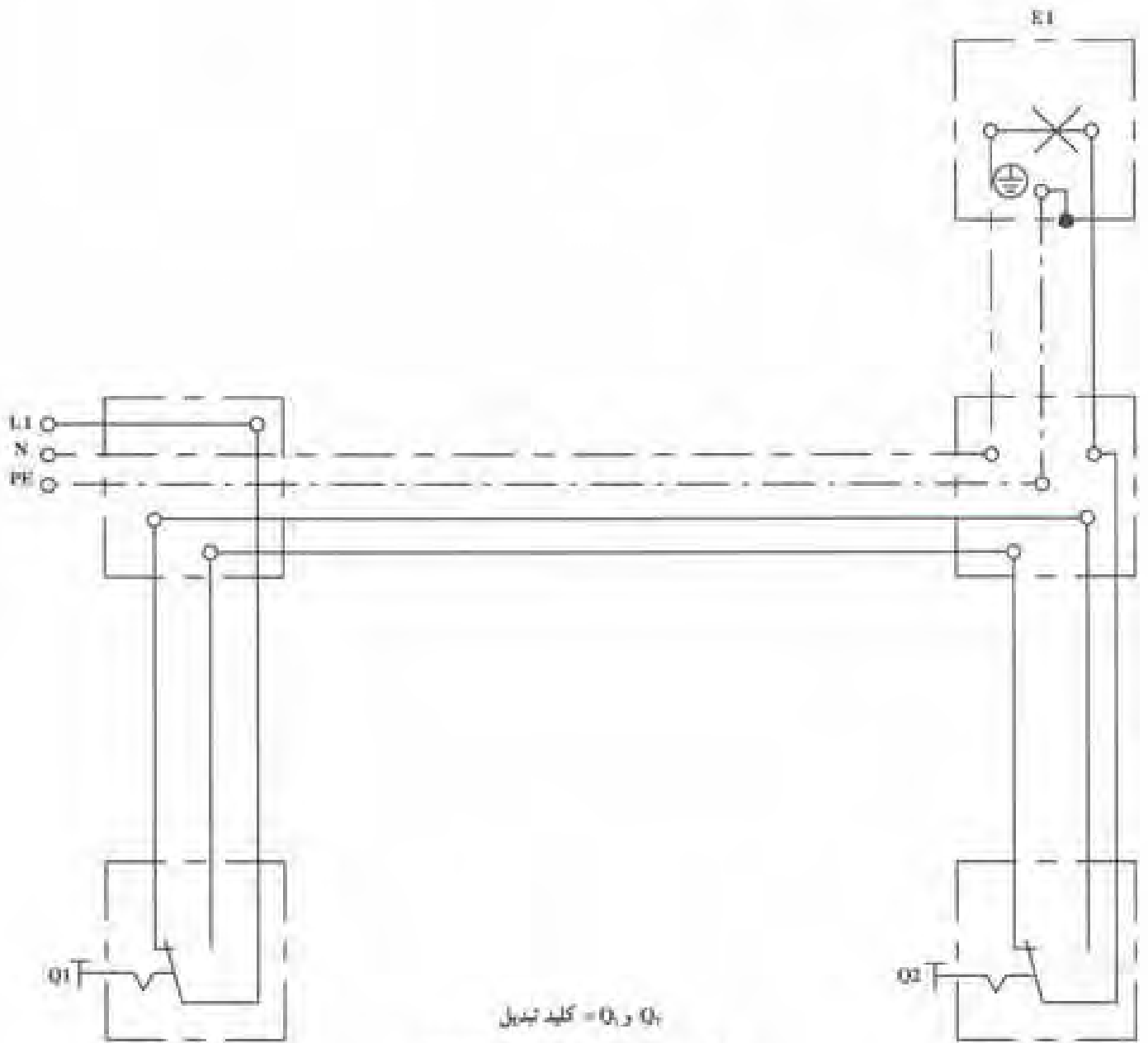


شکل ۲-۸- نمای مسیر جریان کلید تبدیل



شکل ۲-۹ - نمای فنی کلید تبدیل

شکل ۱۰-۲ نقشه‌ی چندسیمه‌ی (حقیقی) کلید تبدیل
 همراه با لامپ را نشان می‌دهد.



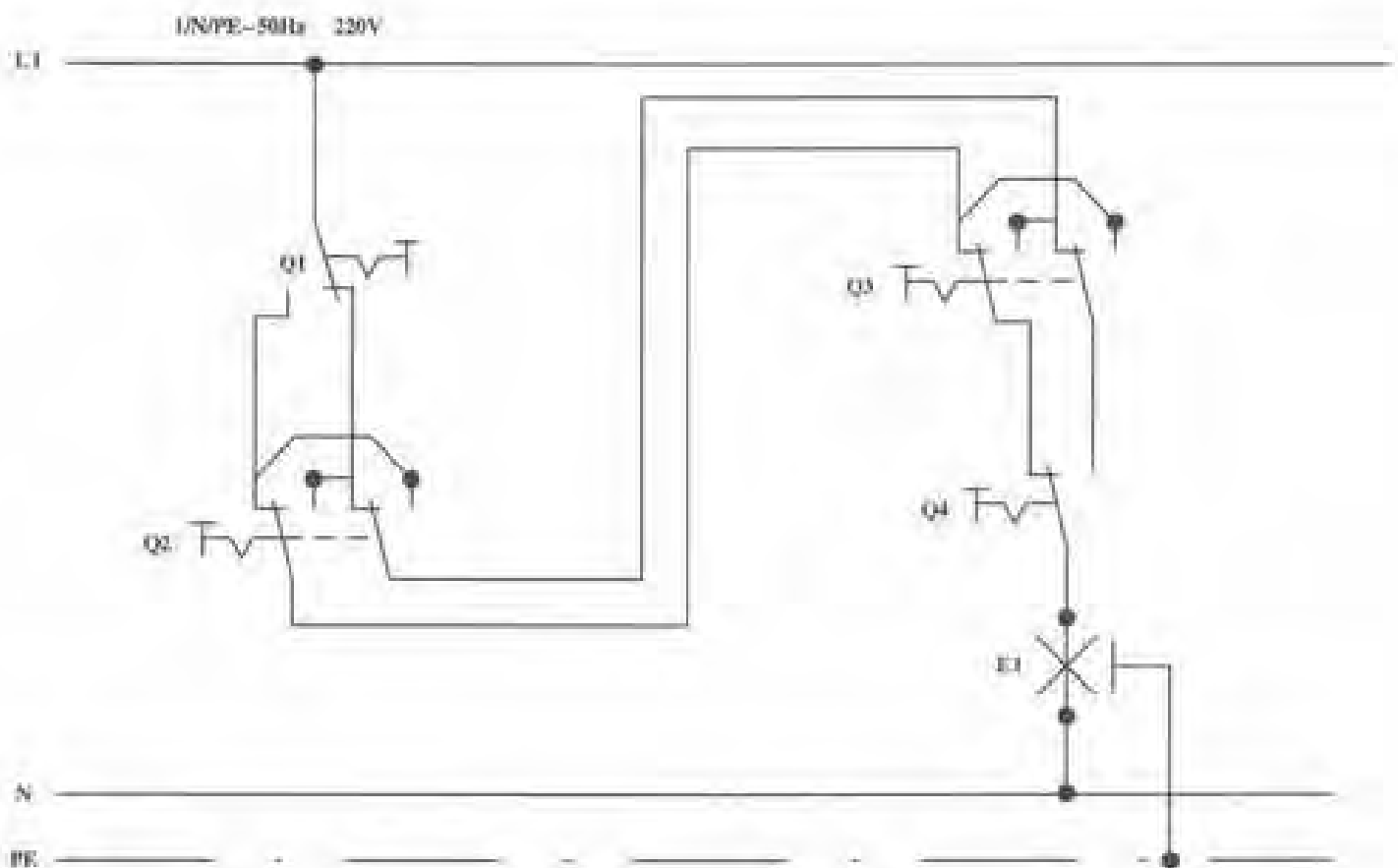
Q_1 و Q_2 = کلید تبدیل

شکل ۱۰-۲ - نمای حقیقی مدار کلید تبدیل

۲-۲-۲- نقشه‌کشی مدار روشنایی کلید صلیبی
 همراه کلید تبدیل یا یک لامپ: برای کنترل یک لامپ
 (روشن و خاموش کردن یک لامپ) از سه نقطه یا بیشتر، از
 کلیدهای صلیبی و کلیدهای تبدیل استفاده می‌شود. بدین ترتیب
 که دو کلید تبدیل در ابتدا و انتهای مدار و کلیدهای صلیبی در
 وسط آن‌ها قرار می‌گیرد. اگر کنترل یک لامپ از سه نقطه
 باشد، از دو کلید تبدیل و یک کلید صلیبی در وسط آن‌ها استفاده
 می‌شود و اگر کنترل لامپ از بیش از سه نقطه باشد از دو کلید
 تبدیل در ابتدا و انتها استفاده می‌شود و بقیه کلیدها از نوع
 صلیبی و در وسط کلیدهای تبدیل قرار می‌گیرند.
 شکل ۲-۱۱ نقشه‌ی گسترده کلیدهای صلیبی و تبدیل با

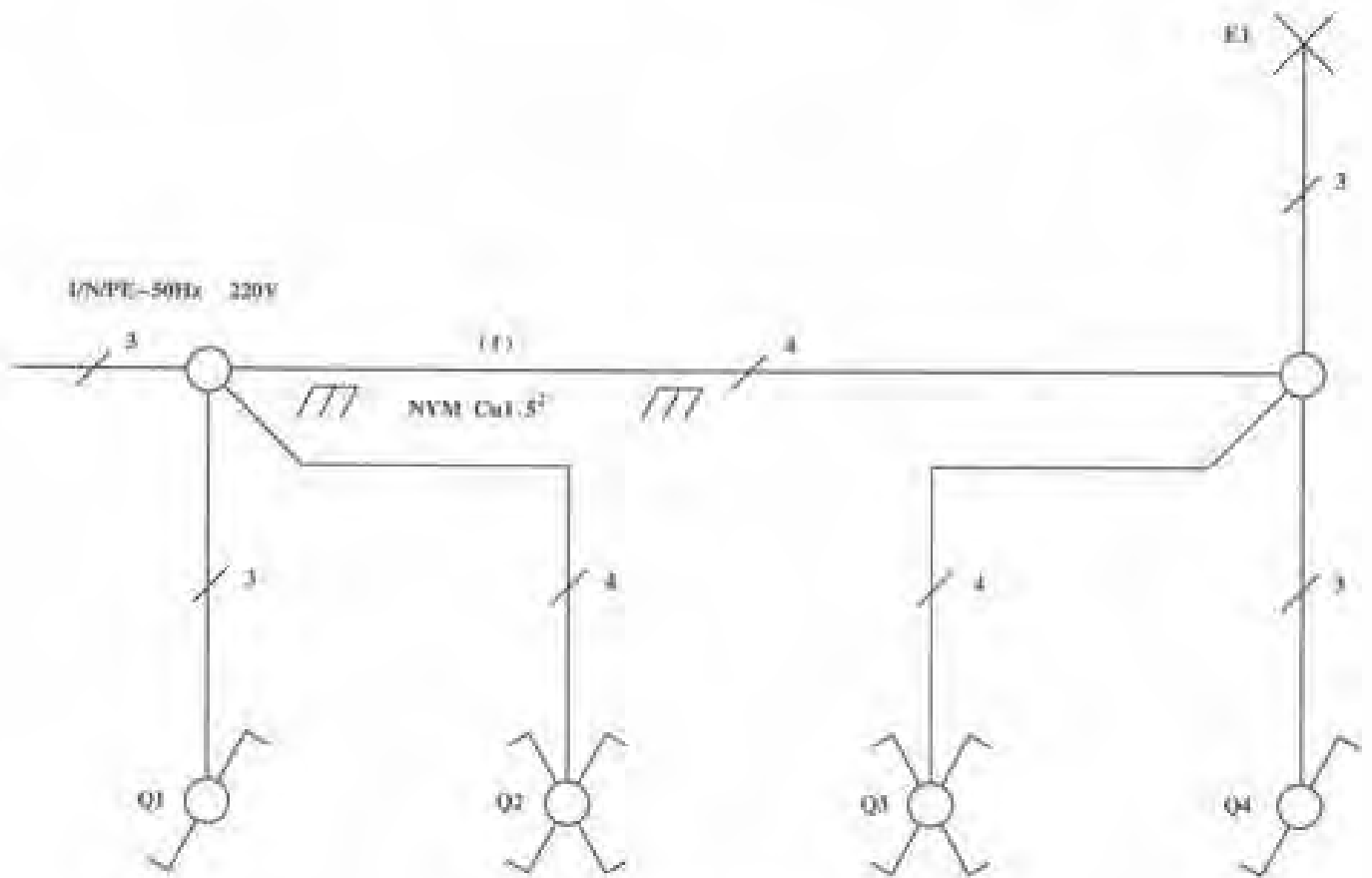
یک لامپ را نشان می‌دهد. برای اتصال مدار، ابتدا فاز به کنتاکت
 مشترک کلید تبدیل می‌آید و از دو کنتاکت دیگر همان کلید به دو
 کنتاکت کلید صلیبی به‌طور مستقیم در کلیدهای زبانه‌ای صلیبی و
 به‌طور ضربدری به کنتاکت‌های بالای کلید صلیبی گردان وصل
 می‌شود. از زیر کنتاکت‌های کلید صلیبی به کلیدهای صلیبی
 دیگر وصل شده و ادامه می‌یابد که در نهایت به دو کنتاکت
 غیرمشترک کلید تبدیل انتهای مدار وصل می‌شود. کنتاکت
 مشترک کلید تبدیل انتهای خط به لامپ و طرف دیگر لامپ به
 نول متصل می‌شود.

شکل ۲-۱۱ نقشه‌ی مسیر را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۱- نمایش مسیر جریان مدار کلید صلیبی

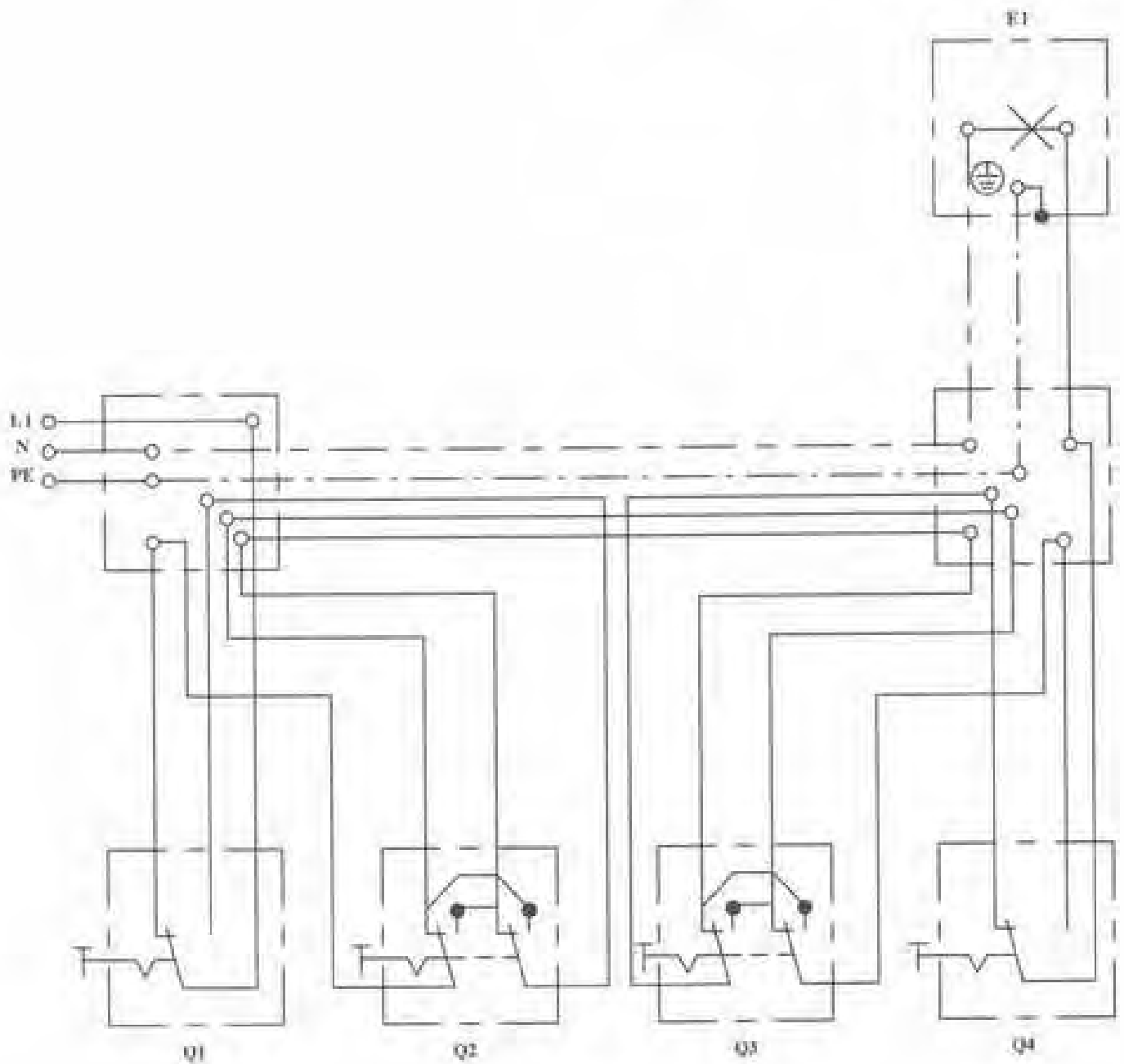
شکل ۲-۱۲ نقشه‌ی فنی با تأسیساتی کلید صلیبی و تبدیل
کنترل از چهار نقطه را نشان می‌دهد.



Q_1 و Q_2 = کلیدهای تبدیل
 Q_3 و Q_4 = کلیدهای صلیبی

شکل ۲-۱۲ - نمای فنی مدار کلید صلیبی

شکل ۱۳-۲ نقشه‌ی چند سیمه (حقیقی) کلیدهای صلیبی و تبدیل کنترل یک لامپ از چهار نقطه را نشان می‌دهد.



Q_1 و Q_3 = کلیدهای تبدیل
 Q_2 و Q_4 = کلیدهای صلیبی

شکل ۱۳-۲ - نمای حقیقی مدار کلید صلیبی

۲-۴- علائم اختصاری حفاظها و حفاظت‌کننده‌های الکتریکی

۱-۴-۲- علائم حفاظت در روی تجهیزات

استاندارد

علامت	شرح	علامت	شرح
	حفاظت‌شده در برابر قطرات آب، حفاظت در برابر رطوبت زیاد هوا، بخار و قطرات آب		حفاظت‌شده در برابر بانس آب
	حفاظت‌شده در برابر قطرات مایل آب		حفاظت‌شده در برابر ورود آب بدون فشار
	حفاظت‌شده در برابر ترشح آب		با حفاظ ضد گرد و خاک
			با حفاظ ضد گرد و غبار، حفاظت کامل در برابر گرد و غبار

شکل ۲-۱۲

۲-۴-۲- حفاظت بین‌المللی تجهیزات برقی در برابر

ذرات خارجی و چکیدن قطرات آب

عدد شناسایی اول	حفاظت در برابر ذرات خارجی	عدد شناسایی دوم	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب
-	بدون حفاظت	۰	بدون حفاظت
۱	حفاظت در برابر ذرات بزرگ خارجی، $d > 5.0mm$ بدون حفاظت در دخول عمده	۱	حفاظت در برابر قطرات آب که عمودی فرو می‌چکند
۲	حفاظت در برابر ذرات متوسط خارجی، $d > 1.2mm$	۲	حفاظت در برابر قطرات آب که مایل فرو می‌چکند با زاویه ۱۵ درجه
۳	حفاظت در برابر ذرات کوچک خارجی، $d > 0.5mm$	۳	حفاظت در برابر ترسحات آب تا ۶۰ درجه نسبت به قائم
۴	حفاظت در برابر ذرات خارجی، $d > 1mm$	۴	حفاظت در برابر ترشح آب از هر سو
۵	حفاظت در برابر ذرات خارجی، $d > 1mm$	۵	حفاظت در برابر ترشح آب از هر استا
۵	حفاظت در برابر گرد و خاک، حفاظت نامی کامل	۶	حفاظت در برابر فوران شدید آب
۶	حفاظت کامل در برابر گرد و غبار	۷	حفاظت در برابر غوطه‌ور شدن آب در شرایط معین فشار و زمان
		۸	حفاظت در برابر غوطه‌ور شدن دائمی در آب

حفاظت بین‌المللی یا IP نشان داده می‌شود.

مثال: مفهوم ۱۲۴۵ چیست؟

پاسخ: این علامت به معنی حفاظت بین‌المللی در برابر ذرات خارجی با قطر بزرگ‌تر از یک میلی‌متر و در برابر ترشح آب از هر راستا می‌باشد.

۲-۴-۳- علائم اختصاری روی دستگاه‌های حفاظت‌کننده الکتریکی

شرح	علامت	شرح	علامت
فیوز		کلید محافظ موتور سه قطبسی حرارتی مغناطیسی	
علامت فیوز کند کار		رله‌ی ولتاژ کم	
فیوز طرف پهن، سمت شبکه وصل می‌شود		رله‌ی ولتاژ زیاد	
کلید فیوز		رله‌ی جریان کم	
رله‌ی حرارتی		رله‌ی جریان زیاد	
کنتاکت رله‌ی حرارتی		کلید میندآوری سه‌قطب	
رله‌ی مغناطیسی (کلید محافظ سه)			

شکل ۱۵-۲

۲-۵- علائم اختصاری دستگاه‌های خبری و صوتی

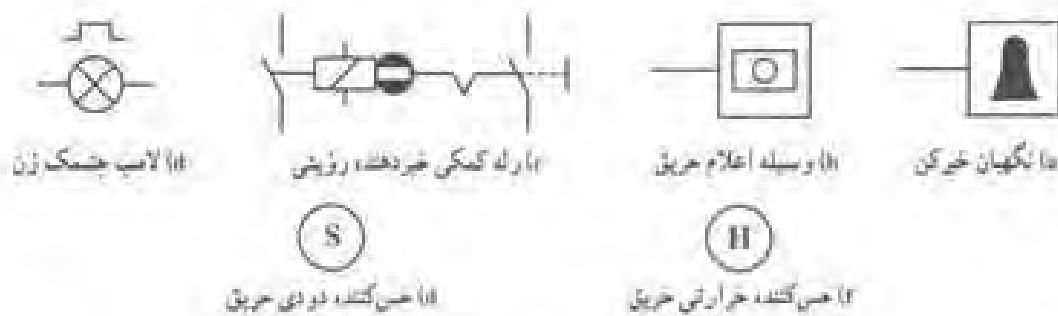
۱-۲-۵- علائم زنگ اخبار، بیزر، بوق، آژیر



شکل ۱۶-۲

۲-۵-۲- علائم خیردهنده‌ها و حس‌کننده‌ها

(دکتورها)

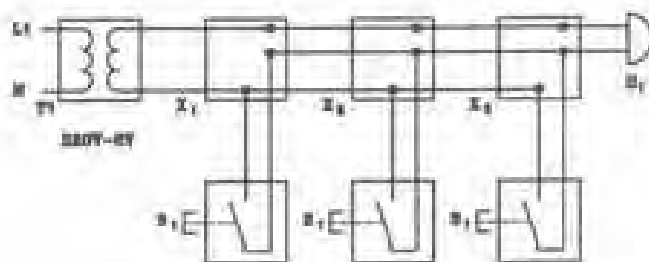


شکل ۲-۱۷

۲-۶- ترسیم انواع نقشه مدارهای خیری و صوتی

۲-۶-۱- مدار زنگ اخبار؛ شکل ۲-۱۸ نقشه‌ی

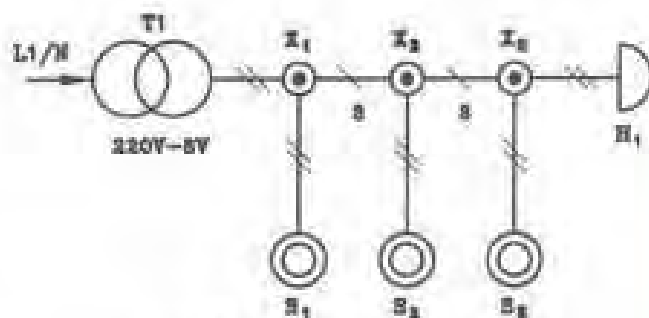
مدار چند سیمه‌ی زنگ اخبار کنترل از سه نقطه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۸- نمای حقیقی مدار زنگ اخبار

شکل ۲-۱۹- مدار زنگ خطی زنگ اخبار کنترل در سه نقطه

را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۹- نمای قبی مدار زنگ اخبار

S_1, S_2, S_3 = سیم‌های زنگ اخبار
 B_1 = زنگ اخبار
 T_1 = ترانسفورماتور
 X_1, X_2, X_3 = تقسیم‌ها

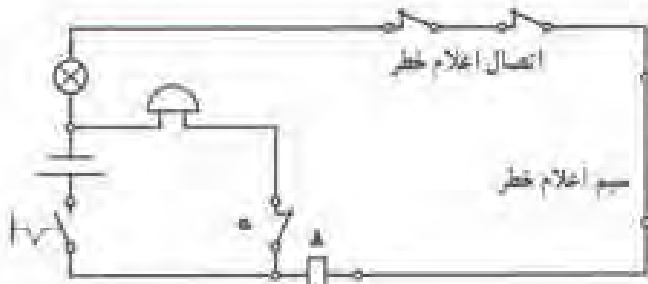
۲-۶-۲- مدار دستگاه اعلام خطر در این دستگاه

برای حفاظت اماکن از دستبرد و دزدی به کار می‌رود. در این دستگاه، اتصال‌ها و رشته‌سیم‌های نازکی را می‌توان کنار گذاشت که با قطع هر یک از آن‌ها، دستگاه اعلام خطر می‌کند.

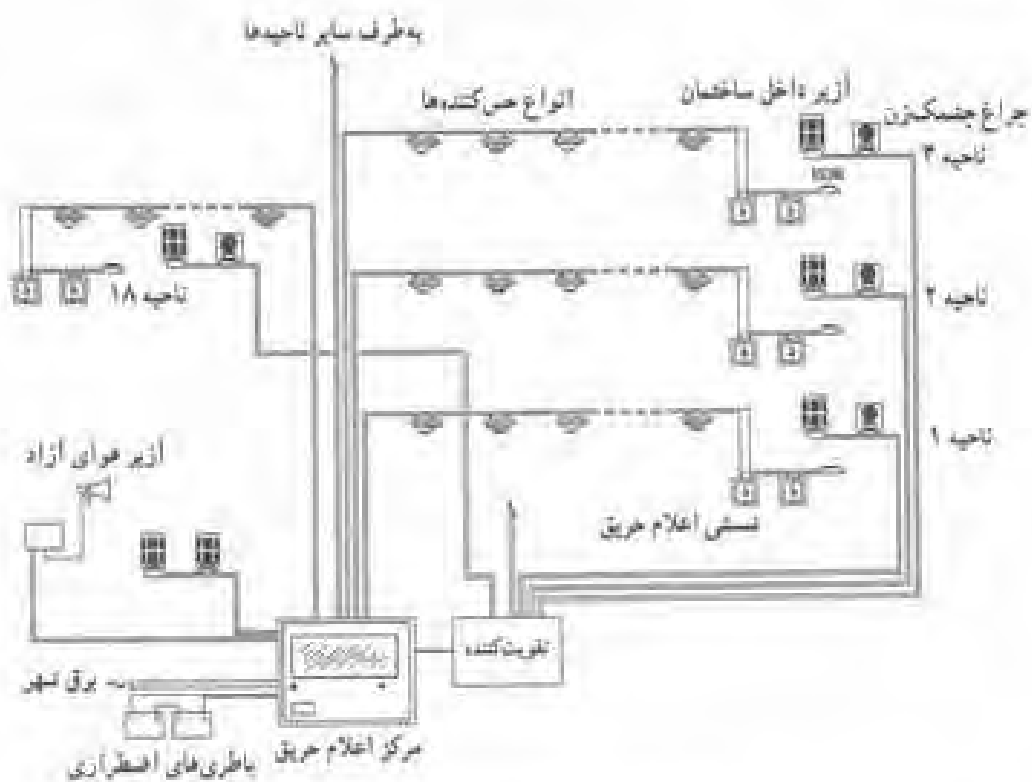
شکل ۲-۴۰ نمونه‌ای از نقشه‌ی مدار اعلام خطر را نشان می‌دهد. وقتی که هنگام برقراری جریان، تستی وصل است لامپ روشن می‌شود، بویین A، مغناطیسی شده و کنتاکت «۱» را باز می‌کند و مدار زنگ قطع می‌شود.

وقتی که کنتاکت‌های اعلام خطر به هر علتی باز می‌شوند لامپ خاموش شده و بویین A، مغناطیسی نمی‌شود، در این حالت کنتاکت «۵» به حالت بسته باز می‌گردد و زنگ به صدا درمی‌آید.

۳-۶-۲ نقشه مدار دستگاه اعلام حریق؛ مدار دستگاه‌های اعلام حریق به دو صورت خطی و حلقه‌ای ساخته می‌شود. در حالت خطی هر تستی و کنتاکت عمل کننده با دو رشته سیم با مرکز کنترل در تماس است. هر یک از سیم‌ها به وسیله دستگاه، کنترل می‌شوند. شکل ۲-۴۱ نمونه‌ای از این مدار را نشان می‌دهد. در دستگاه اعلام حریق حلقه‌ای، تستی‌ها و کنتاکت‌های عمل کننده‌ی پشت سر هم به هم وصل شده و به مرکز کنترل متصل می‌شوند.



شکل ۲-۴۰



شکل ۲-۴۱ نمای کلی یک سیستم اعلام حریق








با عمل کردن تستی‌ها و کنتراکت‌های کنترل، مرکز کنترل به کار می‌افتد و آژیر و یا لامپ خبر را به کار می‌اندازد. در شکل ۲-۲۲ شمای ظاهری تعدادی از عناصر مدارهای اعلام حریق دیده می‌شود.



- ۱- انواع حس‌کننده‌ها
- ۲- چراغ‌الارم
- ۳- آژیر هوایی آزاد
- ۴- آژیر داخل ساختمان
- ۵- مرکز اعلام حریق

شکل ۲-۲۲- انواع تجهیزات سیستم اعلام حریق

۲-۷- علائم اختصاری منابع تغذیه

علائم	شرح
	۱- بریز ساده
	۲- بریز ساده سه تایی
	۳- بریز ارتدادار
	۴- بریز یا درپوش
	۵- بریز یا کلید لفل شونده
	۶- بریز سه فاز شش قطبی
	۷- بریز تلفن
	۸- بریز آنتن
	۹- مقسم ۵ یا پایه آن (۵ ترمینال)
	۱۰- تابلوی برق فرعی
	۱۱- تابلوی برق اصلی و نیمه اصلی

شکل ۲-۲۳

۸-۲- علائم اختصاری سیم‌ها، کابل‌ها، انشعابات، اتصالات و لوله‌کشی

علائم	شرح
	مسیر لوله و سیم (با دو سیم)
	مسیر لوله و سیم، تعداد خطوط مورب نمایانگر تعداد سیم (پیش از دو سیم) در لوله می‌باشد.
	دو رشته سیم با سطح مقطع ۱/۵ میلی‌متر مربع در لوله‌ی شماره ۱۱
	مسیر لوله و سیم به طرف تابلوی محلی، مدار شماره‌ی ۸
	مسیر لوله و سیم به طرف بالا
	مسیر لوله و سیم به طرف پایین
	مسیر لوله و سیم از پایین به بالا، یا برعکس
	قطعه‌ی انشعاب
	تقاطع، بدون اتصال الکتریکی
	مسیر لوله‌کشی توکار در سقف، کف یا دیوار
	مسیر لوله‌کشی روکار روی سقف، کف یا دیوار
	مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم برق اضطراری
	مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم تلفن

شکل ۲-۲۲

علامت	شرح
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اینترنت فون (تلفن داخلی)
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم احضار پرستار
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم آنتن
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم مادر ساعت
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اعلام و اطفاء حریق
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم صوتی
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم موسیقی
	جمعیه ی انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک راه، نوع روکار
	جمعیه تقسیم، دو راه، نوع روکار
	جمعیه تقسیم، سه راه، نوع روکار
	جمعیه تقسیم، چهار راه، نوع روکار
	جمعیه ی انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک راه، نوع توکار
	جمعیه تقسیم، دو راه، نوع توکار
	جمعیه تقسیم، سه راه، نوع توکار
	جمعیه تقسیم، چهار راه، نوع توکار

بقیه ی شکل ۲۲-۲

۲-۹- علامت اختصاری مدار سلول فتوالکتریک

سلول فتوالکتریک با فتوسل که برای کنترل لامپ‌های معیار به هنگام تاریک و روشن شدن هوا به کار می‌رود دارای علامت اختصاری مطابق شکل ۲-۲۵ است.



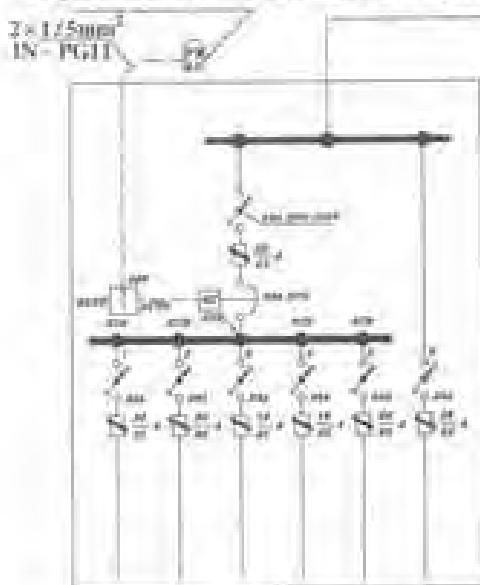
سلول برنده از گاز - سلول خلا

شکل ۲-۲۵- انواع علامت نشان دهنده فتوسل

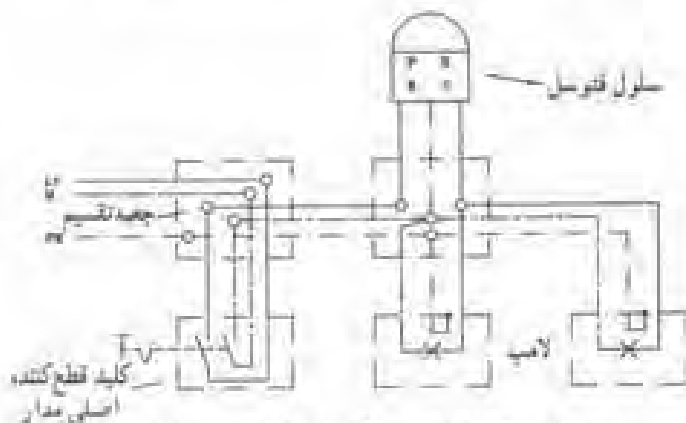
۲-۱۰- نقشه مدار سلول فتوالکتریک

شکل ۲-۲۶- الف نمونه‌ای از مدار تابلو فرمان روشنایی محوطه توسط فتوسل را به صورت تک خطی نشان می‌دهد. کلید OFF, AUTO, HAND برای حالت دستی، قطع و اتوماتیک مدار به کار می‌رود. وقتی کلید روی HAND است مدار دستی عمل می‌کند. در حالت OFF مدار دستی و اتوماتیک هر دو قطع است و در حالت AUTO مدار به طور اتوماتیک توسط فتوسل عمل می‌کند. کنتاکتور HC توسط فتوسل و کلید دستی اتوماتیک عمل می‌کند. با وصل کلید اصلی ۶۳A و کلیدهای مربوط به هر خط خروجی، چراغ‌ها در تاریکی روشن و در روشنایی خاموش می‌شوند. فتوسل دارای سه سیم است. فاز و نول وارد فتوسل شده و یک سیم برگشت از فتوسل خارج می‌شود.

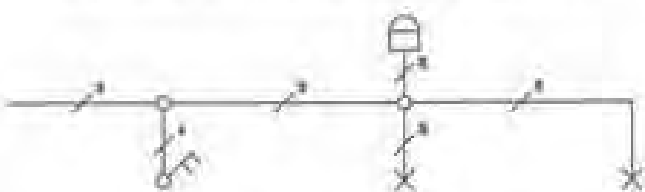
واحد فتوسل در دیوار بی خارجی ایستگاه فرعی نصب می‌شود.



الف - نمای تک خطی یک تابلوی روشنایی مجهز به فتوسل



ب - نمای مدار حقیقی روشن کردن دو لامپ به وسیله فتوسل



ج - نمای قتی روشن کردن دو لامپ به وسیله فتوسل

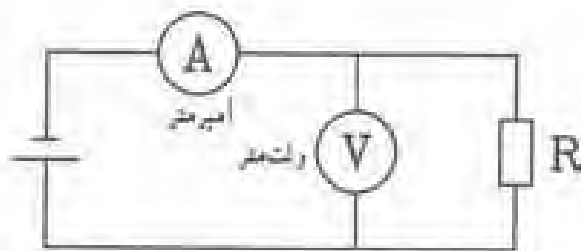
شکل ۲-۲۶

شکل ۲-۲۶- ب مدار فتوسل را نشان می‌دهد که دو لامپ را به طور اتوماتیک روشن و خاموش می‌کند. ضمن اینکه توسط یک کلید دو قطبی می‌توان مدار فاز و نول را به طور کلی قطع کرد. نمای قتی این مدار در شکل ۲-۲۶- ج آمده است. در مدار شکل ۲-۲۶- کلید اصلی ۶۳ آمپر، سه فاز و ۵۰ ولت است. شماره‌ی بالای فیوزها جریان نامی فیوزها و شماره‌ی زیر کسره، جریان نامی پایه‌ی فیوزهای مربوطه می‌باشند.

۱۱-۲- علائم اختصاری دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز

علامت	شرح
	دستگاه الکترو دینامیکی بدون هسته
	دستگاه الکترو دینامیکی با هسته آهنی
	دستگاه الکترو دینامیکی با قاب صلیبی بدون هسته
	دستگاه الکترو دینامیکی با قاب صلیبی با هسته آهنی بسته
	دستگاه اندوگسیونی
	دستگاه اندوگسیونی نسبت‌سنج
	دستگاه اندازه‌گیری با سیم حرارتی
	دستگاه اندازه‌گیری بی‌مثال
	دستگاه الکترو استاتیکی
	دستگاه ویرا سیمونی (توساتی)
	دستگاه مبدل حرارتی (ترموکوپل) متصل به سیم حرارتی
	دستگاه مبدل حرارتی (ترموکوپل) عایق
	یکسو کننده
	اتصال سیم حفاظتی (اتصال زمین)
	علامت جهت میزان کردن صفر دستگاه
	در مواقع اندازه‌گیری با این دستگاه دقت مورد
	دستگاه با ولتاژ امتحان شده میزان نیست

علامت	شرح
—	جریان مستقیم
~	جریان متناوب
— ~	جریان مستقیم و متناوب
☆	با ۵۰۰ ولت آزمایش شده
☆	با ۳۰۰۰ ولت آزمایش شده
☆	با هیچ ولتاژی آزمایش نشده
⊥	قرارگیری دستگاه به طور عمودی
┌	قرارگیری دستگاه به طور افقی
∠ 60°	قرارگیری دستگاه با زاویه ۶۰ درجه
1.5	دقت کلاس برابر است با خطای مطلق دستگاه نسبت به حداکثر مقداری که دستگاه می‌سازد مثلاً ۱.۵٪
⊐	دستگاه با آهنربای دائم و قطب گردان
⊐	دستگاه با آهنربای دائم و قطب گردان صلیبی
⊕	دستگاه با آهنربای گردان
⊗	دستگاه با آهنربای گردان و حوزه صلیبی
⊕	دستگاه با آهنربای نرم گردان



شکل ۲-۲۸- قرار گرفتن آمپر متر و ولت متر در مدار

۲-۱۲- نقشه کشی مدارهای دستگاه های اندازه گیری الکتریکی تک فاز و سه فاز

۲-۱۲-۱- نقشه ی مدار آمپر متر و ولت متر: آمپر متر در مدار به صورت سری و ولت متر به صورت موازی با مصرف کننده قرار می گیرد (شکل ۲-۲۸).

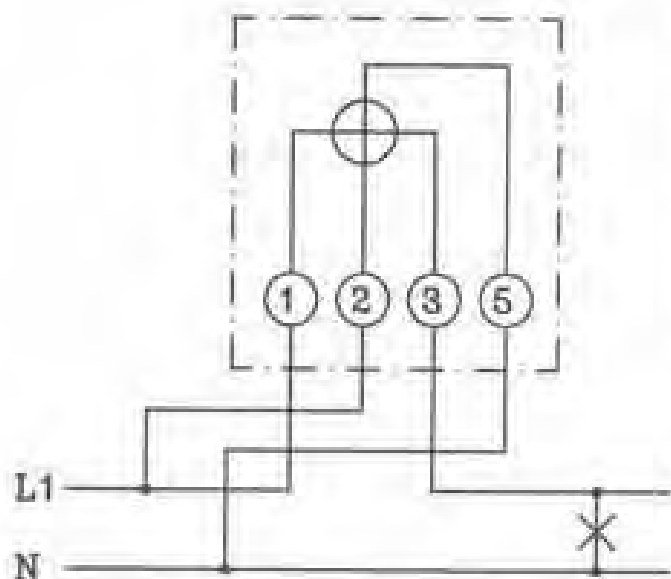
۲-۱۲-۲- مدار وات متر: وات متر وسیله ای است که توان مفید یا اکتیو را اندازه گیری می کند.

وات متر تک فاز دارای دو سیم پیچ است. یکی سیم پیچ جریان و دیگری سیم پیچ ولتاژ.

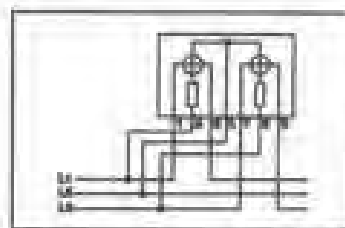
سیم پیچ جریان وات متر به صورت سری و سیم پیچ ولتاژ وات متر به صورت موازی با مصرف کننده در مدار قرار می گیرد.

بدین ترتیب که یک سر سیم پیچ جریان (شماره ۱) به فاز و طرف دیگر آن (شماره ۲) به مصرف کننده وصل می شود. هم چنین یک سر سیم پیچ ولتاژ (شماره ۴) به فاز و سر دیگر آن (شماره ۵) به نول وصل می شود.

شکل ۲-۲۹- مدار وات متر تک فاز را نشان می دهد.

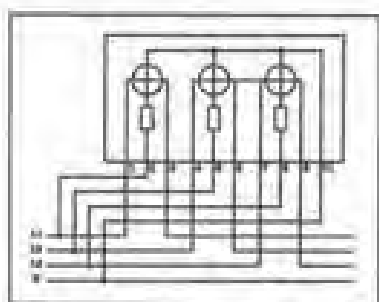


شکل ۲-۲۹- مدار وات متر تک فاز



شکل ۲-۳۰- مدار وات متر سه فاز سه سیمه

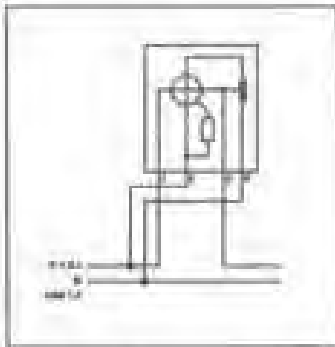
وات مترهای سه فاز در دو سیستم دو وات متری (سه سیمه) و سه وات متری (چهار سیمه) ساخته می شوند. در دو وات متری، در داخل دستگاه از دو وات متر یک فاز استفاده می شود و سیم پیچ های جریان به صورت سری در مسیر دو فاز مختلف قرار می گیرند و سیم پیچ های ولتاژ بین دو فاز وصل می شوند (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۱- مدار وات متر سه فاز چهار سیمه

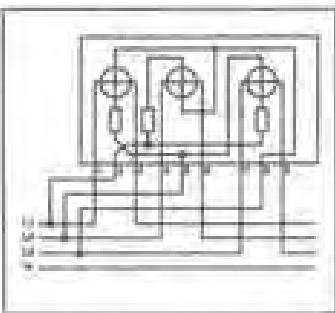
در سه وات متری، در داخل دستگاه از سه وات متر تک فاز استفاده می شود و سیم پیچ های ولتاژ به فاز و نول و سیم پیچ های جریان به طور سری در مسیر هر فاز قرار می گیرند (شکل ۲-۳۱).

۲-۱۲-۳- نقشه‌ی مدار وارمتر: وارمتر توان اکتیو را اندازه‌گیری می‌کند و دارای دو سیم‌پیچ است. سیم‌پیچ جریان به‌طور سری در مسیر فاز و سیم‌پیچ ولتاژ به فاز و نول در وارمتر یک فاز، به دو فاز در وارمتر سه‌فاز دو وارمتری، و به فاز و نول در وارمتر سه‌فاز سه وارمتری وصل می‌شود.



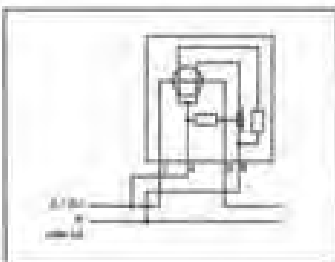
شکل ۲-۱۲-۳- مدار وارمتر یک‌فاز

شکل ۲-۱۲-۴- نقشه‌ی مدار وارمتر یک‌فاز و شکل ۲-۱۲-۵- نقشه‌ی مدار وارمتر سه‌فاز چهارسیمه (سه وارمتری) را نشان می‌دهد.



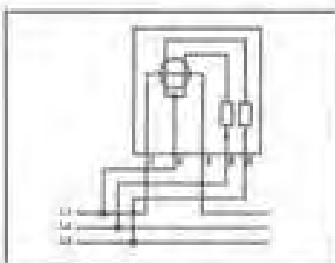
شکل ۲-۱۲-۴- مدار وارمتر سه‌فاز

۲-۱۲-۴- مدار کسینوس فی‌متر: کسینوس فی‌متر، ضریب قدرت مدار را اندازه‌گیری می‌کند. شکل ۲-۱۲-۴ کسینوس فی‌متر یک‌فاز و شکل ۲-۱۲-۵ کسینوس فی‌متر سه‌فاز را نشان می‌دهد. در کسینوس فی‌متر نیز سیم‌پیچ جریان به‌طور سری در مسیر فاز و سیم‌پیچ ولتاژ به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند.



شکل ۲-۱۲-۴- مدار کسینوس فی‌متر تک‌فاز

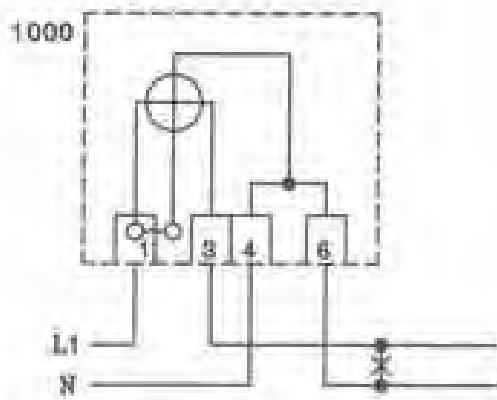
در کسینوس فی‌متر یک‌فاز، شماره‌های ۱ و ۳، مربوط به سیم‌پیچ جریان و شماره‌های ۲ و ۵، مربوط به سیم‌پیچ ولتاژ هستند که با دو مقاومت و یک سیم‌پیچ در داخل دستگاه به مدار کسینوس فی‌متر وصل شده و به‌صورت موازی به فاز و نول متصل می‌شوند. در کسینوس فی‌متر سه‌فاز، شماره‌های ۱ و ۳، سیم‌پیچ جریان و ۱ و ۵ و ۸ سیم‌پیچ ولتاژ است. ۲ به سر وسط سیم‌پیچ ولتاژ و ۵ و ۸ توسط دو مقاومت به انتهای دو سیم‌پیچ ولتاژ وصل می‌شوند. شماره‌ی ۲ به فاز ۱، ۵ و ۸ به فازهای ۲ و ۳ وصل می‌شوند.



شکل ۲-۱۲-۵- کسینوس فی‌متر در مدار سه‌فاز

۲-۱۲-۵- نقشه‌ی مدار کنتور اکتیو: کنتور اکتیو، انرژی مصرفی مفید مصرف‌کننده را اندازه‌گیری می‌کند.

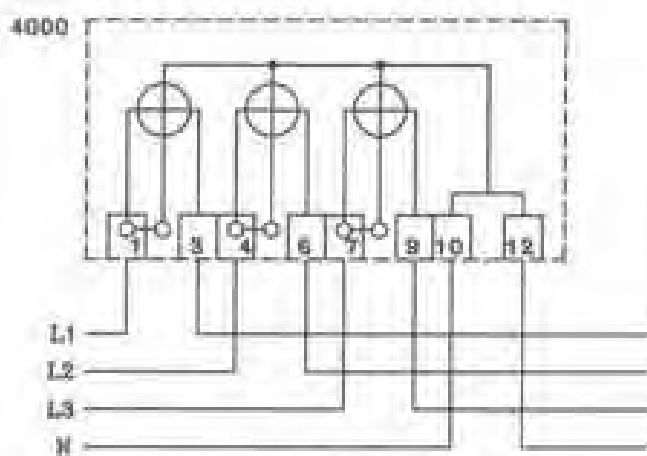
کنتور اکتیو یک فاز دارای دو سیم‌پیچ جریان و ولتاژ



شکل ۲-۳۶- مدار کنتور تک‌فاز

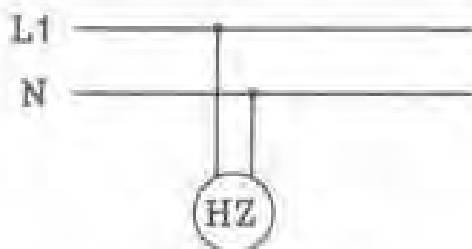
می‌باشد. سیم‌پیچ جریان سری در مسیر فاز و سیم‌پیچ ولتاژ به فاز و نول وصل می‌شوند.

شکل ۲-۳۶- مدار کنتور یک فاز اکتیو را نشان می‌دهد. شماره‌های ۱ و ۴ ورودی و شماره‌های ۳ و ۶ خروجی است. کنتور اکتیو سه‌فاز دارای سه سیم‌پیچ جریان و سه سیم‌پیچ ولتاژ است. هرکدام از سیم‌پیچ‌های جریان در مسیر یک‌فاز قرار می‌گیرند و سیم‌پیچ‌های ولتاژ به ترتیب به فازها و نول وصل می‌شوند.



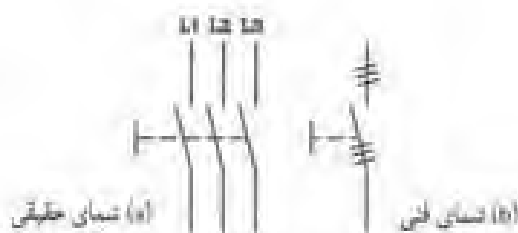
شکل ۲-۳۷- مدار کنتور سه‌فاز چهارسیمه

شکل ۲-۳۷- مدار کنتور سه‌فاز اکتیو را نشان می‌دهد. شماره‌های ۱ و ۴ و ۷ و ۱۰ ورودی و شماره‌های ۳ و ۶ و ۹ و ۱۲ خروجی می‌باشند.



شکل ۲-۳۸- مدار فرکانس متر

۲-۱۴-۶- نقشه‌ی مدار فرکانس متر: فرکانس متر به‌طور موازی به شبکه (فاز و نول) وصل می‌شود و برای اندازه‌گیری فرکانس شبکه به کار می‌رود. شکل ۲-۳۸- اتصال فرکانس متر به شبکه را نشان می‌دهد.

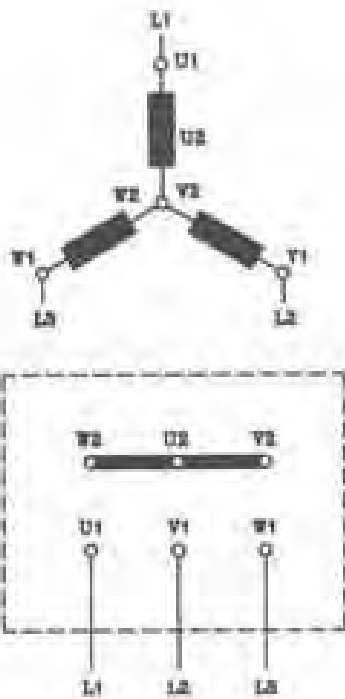


شکل ۲-۳۹- کلید چاقویی سه‌فاز

۲-۱۴-۳- علائم اختصاری زنراتور جریان متناوب سه‌فاز

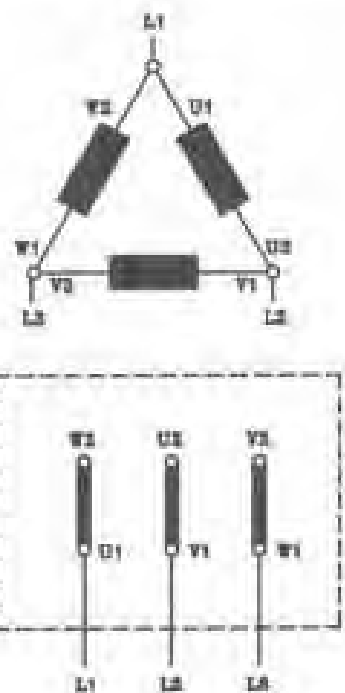
۲-۱۴-۱- علائم اختصاری کلید قطع سه‌فاز چاقویی: شکل ۲-۳۹- علامت چندسیمه و تک‌خطی کلید چاقویی سه‌فاز را نشان می‌دهد.

۲-۱۳-۲- علائم اختصاری اتصالات ستاره و مثلث: در شکل ۲-۴۰ اتصال ستاره، و در شکل ۲-۴۱ اتصال مثلث نشان داده شده است.



شکل ۲-۴۰- ترمینال‌های موتور با اتصال ستاره

در اتصال ستاره، سه سری کلاف‌های فازها، به هم وصل شده و به سر سری کلاف‌های فازها، سه فاز وصل می‌شود. این اتصال در روی پلاک با علامت \star و یا Y مشخص می‌شود.

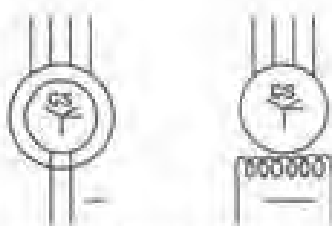


شکل ۲-۴۱- ترمینال‌های موتور با اتصال مثلث

در اتصال مثلث سه سری کلاف‌های هر فاز به سر سری کلاف‌های فاز بعد وصل می‌شود و به شکل مثلث درمی‌آید. این اتصال بر روی پلاک با علامت Δ یا D نشان داده می‌شود.

۲-۱۳-۳- علائم اختصاری ژنراتور جریان

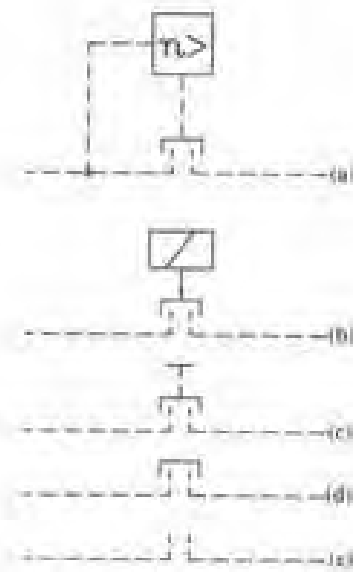
متناوب: شکل ۲-۴۲ علائم اختصاری ژنراتور سنکرون جریان متناوب سه فاز، تحریک با جریان مستقیم (سیم وسط بیرون آمده) را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۲- ژنراتور سنکرون سه فاز

شکل ۲-۲۳ علامت اختصاری گوبلینگ موتور ژنراتور

را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲۳

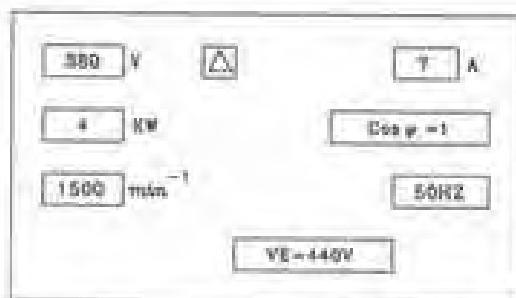
ها کلاج کنترل شده با نیروی گریز از حرکت، در تعداد دور بالا درگیر می‌شوند.

(a) گوبلاز مکانیکی قطع و وصل به وسیله مغناطیسی

(c) گوبلاز مکانیکی قطع و وصل به وسیله دست

(d) گوبلاز مکانیکی قابل قطع

(e) گوبلاز مکانیکی (بطور کلی)



شکل ۲-۲۴ - بلاک مشخصات ژنراتور سنکرون

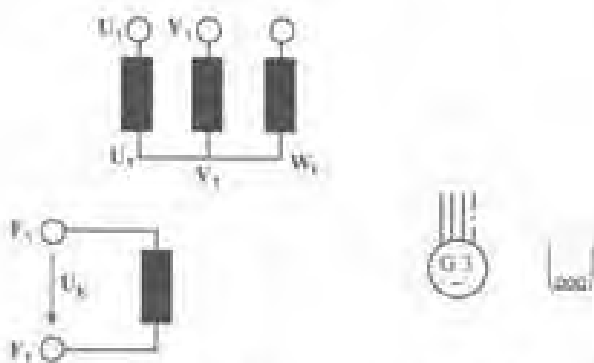
شکل ۲-۲۴ بلاک مشخصات یک نمونه از ژنراتور سه

فاز سنکرون کوچک را نشان می‌دهد ($V_D =$ ولتاژ تحریک).

ژنراتور با اتصال مثلث ۲۸۰۷، ۷۸ با ضریب قدرت یک.

۴۴۰۷، ۱۴kW، ۱۵۰۰ دور در دقیقه، ۵۰ هرتز با ولتاژ تحریک ۲۴۰۷

می‌باشد.



ب - اتصال سه بیج فا

الف - علامت اختصاری

شکل ۲-۲۵

۲-۱۳-۴ - مدار ژنراتور سه فاز: شکل ۲-۲۵ مدار

ژنراتور سه فاز سنکرون با اتصال ستاره را نشان می‌دهد.

F_1, F_2, F_3 دو سر سیم بیج میدان تحریک می‌باشد.

۲-۱۴- علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی
(شکل ۲-۴۶)

علامت		شرح
نماد مداري I	نماد مداري II	
		موتور یا روتور قفسی سه فاز، مدار ستاره، ۷
		موتور یا روتور حلقه لغزان سه فاز، استاتور مثلث، ۸
		موتور یا روتور قفسی و یا تعداد قطب متغیر (مدار دالانبر)
		موتور خازنی
		موتور با قطب مجزا
		موتور سری متشابه (موتور بوتورسالی)
		موتور دائم‌مای پولسون

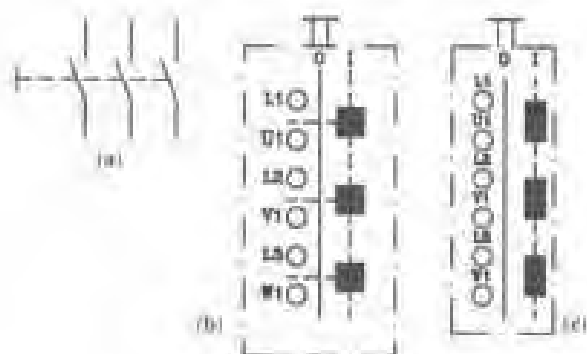
شکل ۲-۴۶

۲-۱۵- علائم اختصاری فلوتر سوئیچ (کلید شناور)،
لیمیت سوئیچ (کلید حد)، میکروسوئیچ (شکل ۲-۴۷)

علامت	شرح
	فلوتر سوئیچ، با کنتاکت باز
	لیمیت سوئیچ (میکروسوئیچ) با کنتاکت‌های بسته و باز
	میکروسوئیچ (لیمیت سوئیچ) با کنتاکت بسته

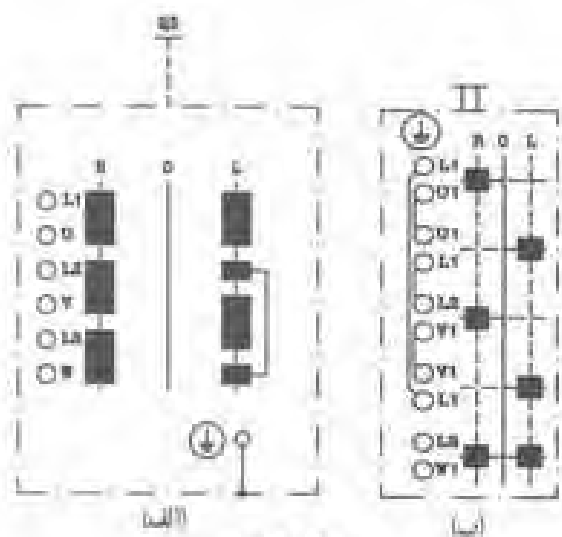
شکل ۲-۴۷

۲-۱۶- علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز
 شکل ۲-۲۸ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز ساده
 را نشان می‌دهد.



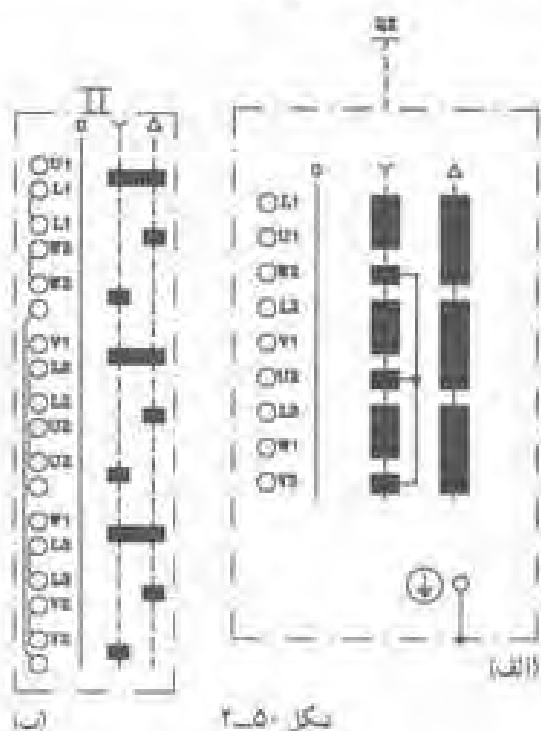
الف) کلید اهرمی سه فاز ساده
 ب) کلید زیانه‌ای سه فاز ساده
 ج) کلید غلطکی سه فاز ساده

شکل ۲-۲۸



شکل ۲-۲۹

شکل ۲-۲۹- الف) کلید دستی سه فاز غلطکی جیب‌گردد و
 راست‌گردد را نشان می‌دهد.
 شکل ۲-۲۹- ب) کلید دستی زیانه‌ای سه فاز جیب‌گردد و
 راست‌گردد را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۰

شکل ۲-۵۰- الف) کلید دستی سه فاز غلطکی ستاره
 مثلث را نشان می‌دهد.
 شکل ۲-۵۰- ب) کلید دستی سه فاز زیانه‌ای ستاره مثلث
 را نشان می‌دهد.

۲-۱۷- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای

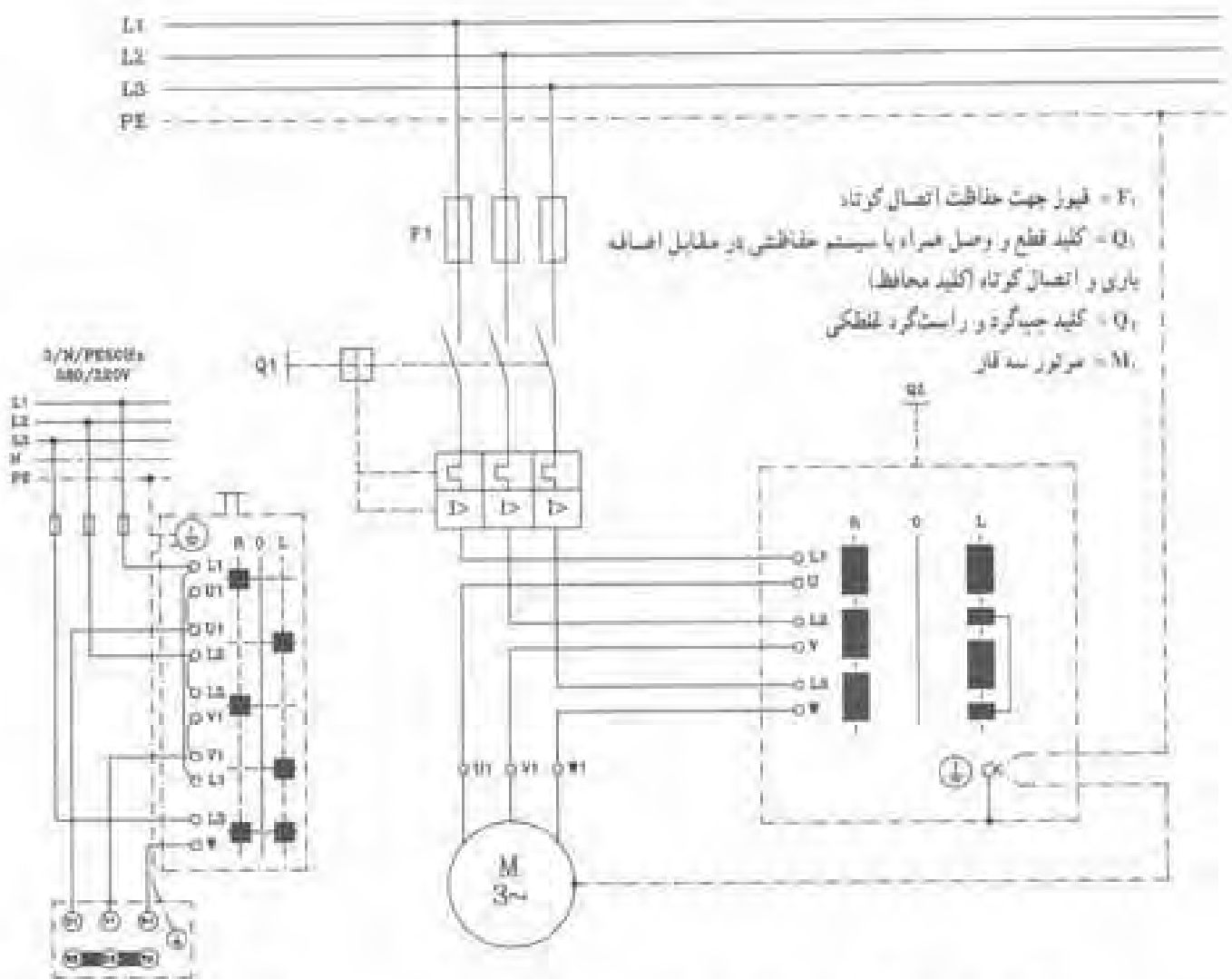
سه فاز توسط کلیدهای دستی

۲-۱۷-۱- شکل ۲-۵۱- الف نقشه‌ی مدار راه‌اندازی

الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز غلطکی چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۵۱- ب نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور

سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز زمانه‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

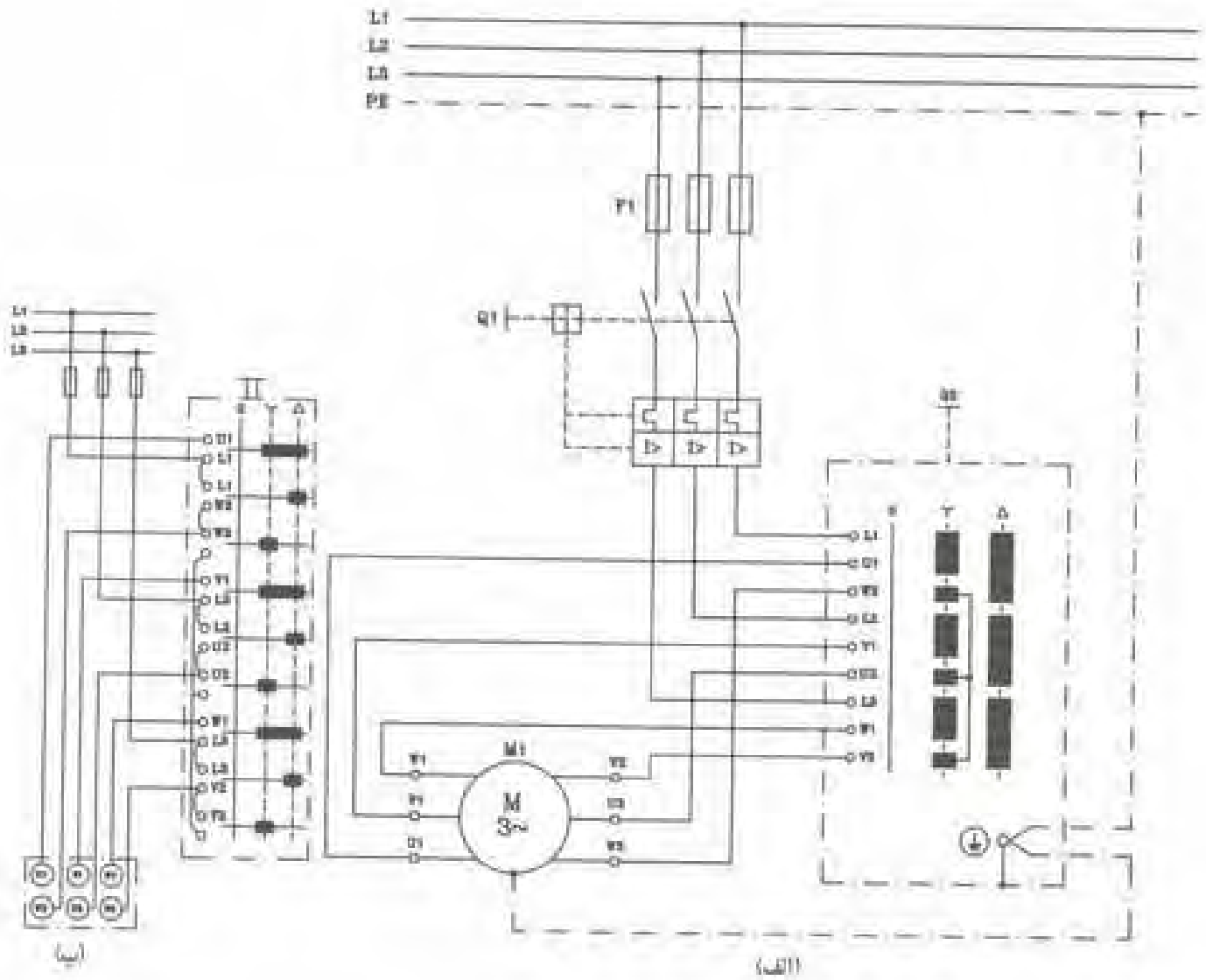


الف- مدار کلید زمانه‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد

الف- مدار کلید غلطکی چپ‌گرد و راست‌گرد

شکل ۵۱- ۲

۲-۱۷-۲ - شکل ۵۲-۲ - الف نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث توسط کلید غلطکی دستی سه فاز ستاره - مثلث را نشان می‌دهد. شکل ۵۲-۱۷-۲ ب نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث توسط کلید دستی زیاده‌ای سه فاز ستاره - مثلث را نشان می‌دهد.



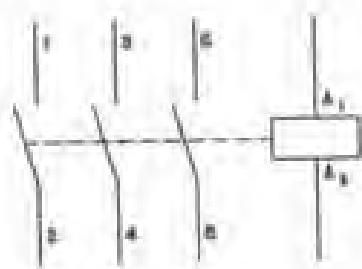
- ۱ - فیوز سه فاز برای حفاظت اتصال کوتاه.
- ۲ - کلید سه فاز اهرمی به غیر از محافظ حرارتی جهت حفاظت اهرامه بار و محافظ مغناطیسی جهت حفاظت اتصال کوتاه.
- ۳ - کلید ستاره مثلث سه فاز.
- ۴ - موتور سه فاز (۳۸۰/۲۲۰) در شبکه‌ی برق ایران.

شکل ۵۲-۲

۲-۱۸-۱- علائم اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوپ و استارت

۲-۱۸-۱-۱- شکل ۲-۵۳ علامت اختصاری کنتاکتور را با کنتاکت‌های اصلی نشان می‌دهد.

۸، ۸، دو سر بوبین کنتاکتور و سه یغه‌ای که با شماره‌های ۱ تا ۶ مشخص شده‌اند کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور می‌باشد.

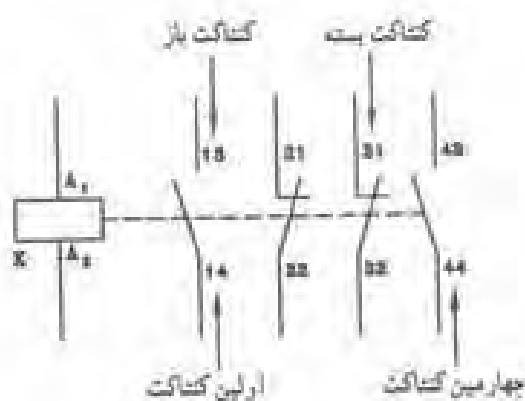


شکل ۲-۵۳

۲-۱۸-۲- شکل ۲-۵۴ علامت اختصاری کنتاکتور

را با کنتاکت‌های کمکی نشان می‌دهد. این کنتاکتور دارای دو کنتاکت باز (بسته نبوده S یا NO) و دو کنتاکت بسته (باز نبوده N یا NC) می‌باشد.

شماره‌های سمت راست کنتاکت‌هایی کمکی نشانه کنتاکت‌های بسته یا اعداد ۱ و ۲ و کنتاکت‌های باز یا اعداد ۳ و ۴ می‌باشند. شماره‌های سمت چپ نشان‌دهنده ردیف کنتاکت می‌باشد.



شکل ۲-۵۴

۲-۱۸-۳- شکل ۲-۵۵ علامت اختصاری رله زمانی

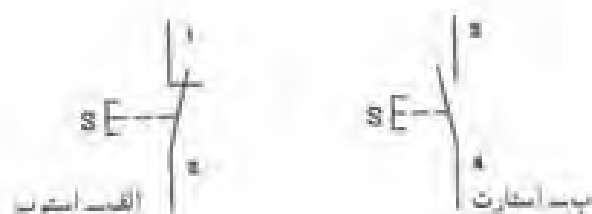
را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۵

۲-۱۸-۴- شکل ۲-۵۶ علامت اختصاری

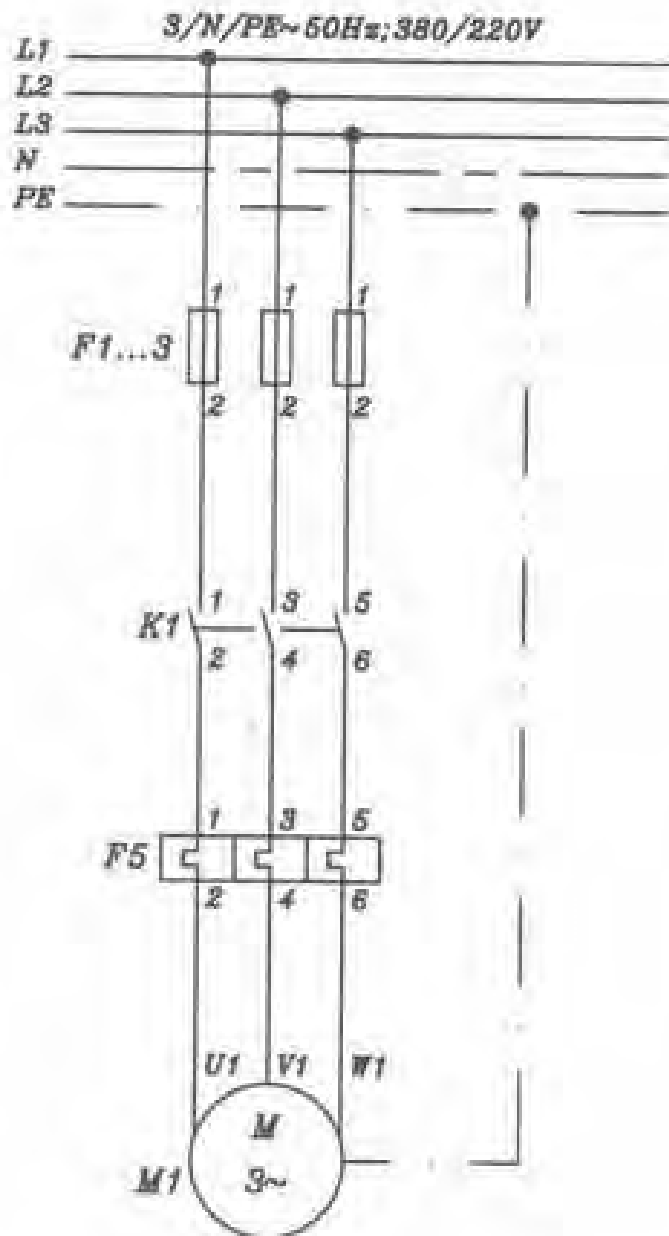
شستی‌های استوپ و استارت را نشان می‌دهد.



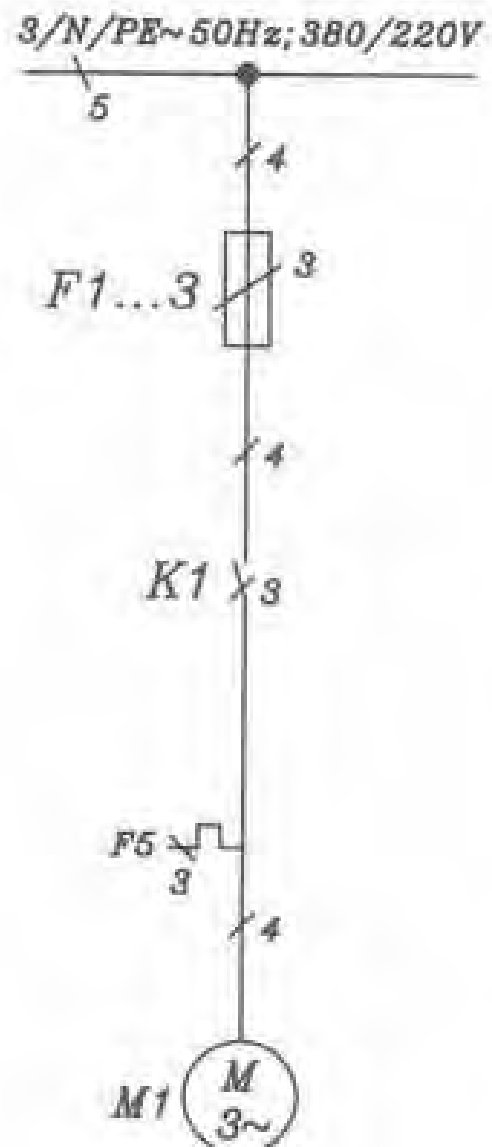
شکل ۲-۵۶

۲-۱۹- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه‌فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت

۲-۱۹-۱- مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز کنترل از یک نقطه و دو نقطه: شکل ۲-۵۷ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.



الف - نقشه‌ی قدرت

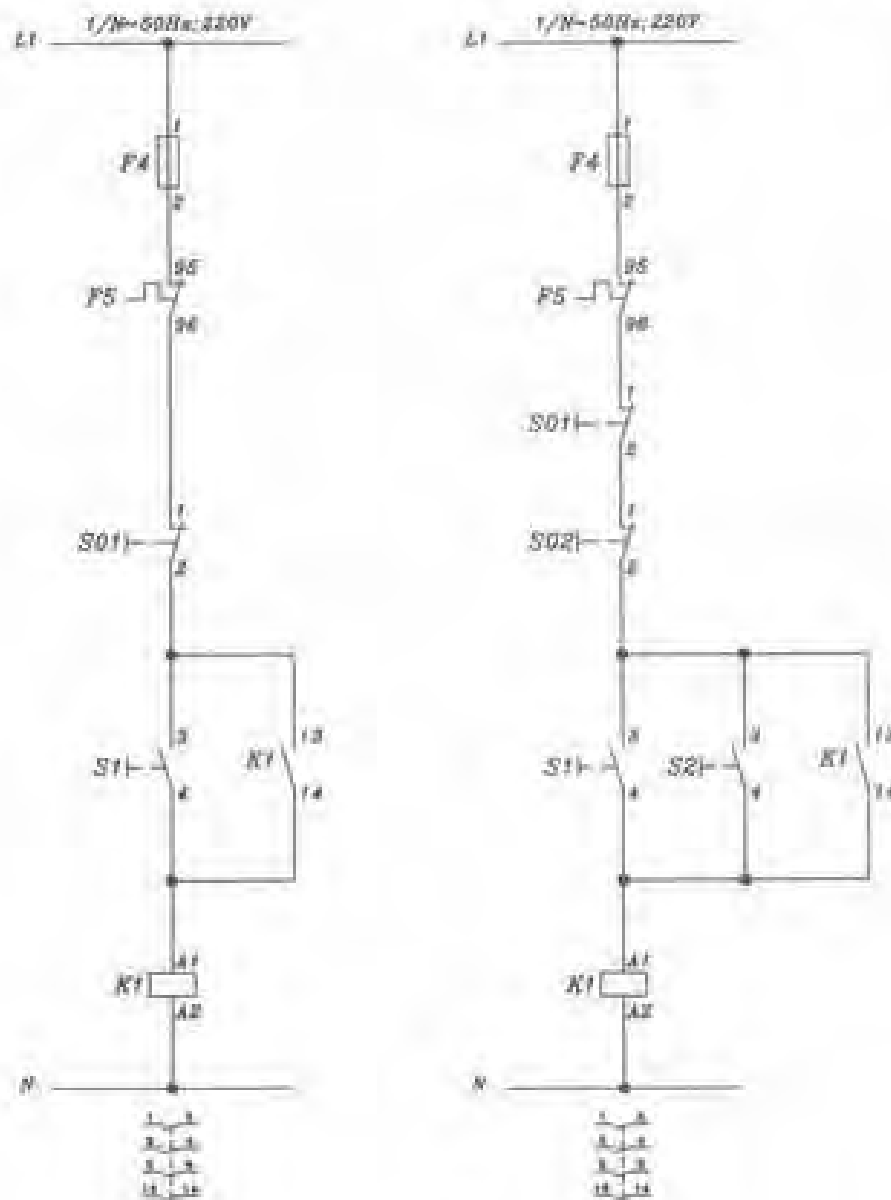


ب- نقشه‌ی تک‌خطی


شکل ۲-۵۷

شکل ۲-۵۸ نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.

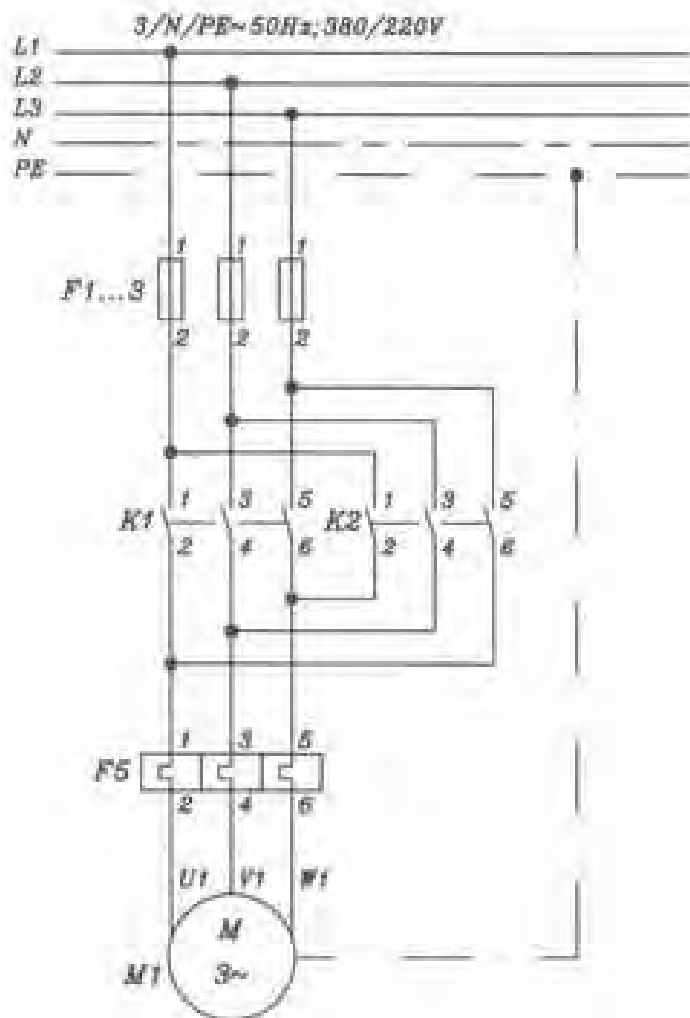
- نقشه‌ی فنی راه‌اندازی یک الکتروموتور از دو نقطه
- کنترل از یک نقطه (یک استوپ SO1 برای خاموش کردن مدار و یک استارت S1 برای روشن کردن مدار)
- کنترل از دو نقطه (دو استوپ SO1 و SO2 برای خاموش کردن مدار از دو محل و دو استارت S1 و S2 برای روشن کردن مدار از دو محل)



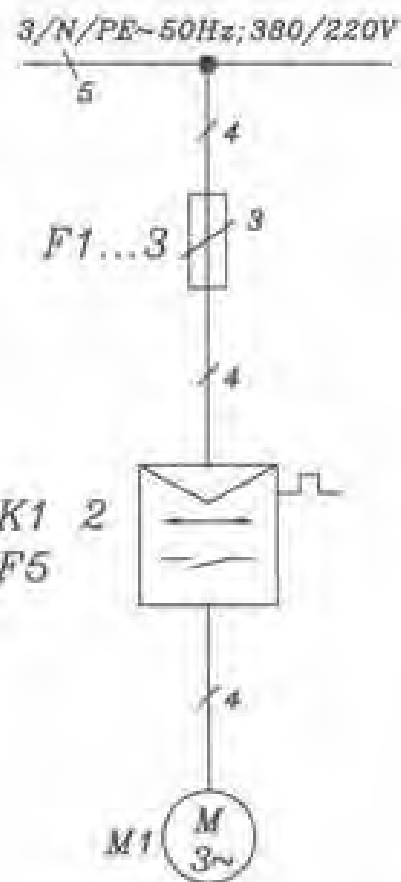
شکل ۲-۵۸

توجه: معمولاً برای تعاقب چند عنصر به صورت مجموعه در مدار تک خطی از علامت  استفاده می‌شود.

۲-۱۹-۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز
 چپ‌گرد و راست‌گرد: شکل ۲-۵۱ مدار راه‌اندازی
 الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان
 می‌دهد.

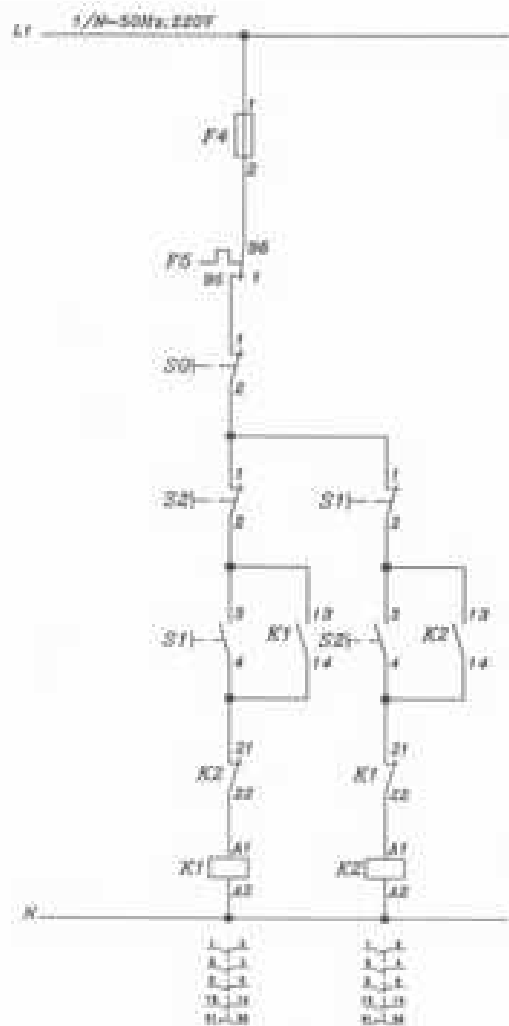


الف- نقشه قدرت



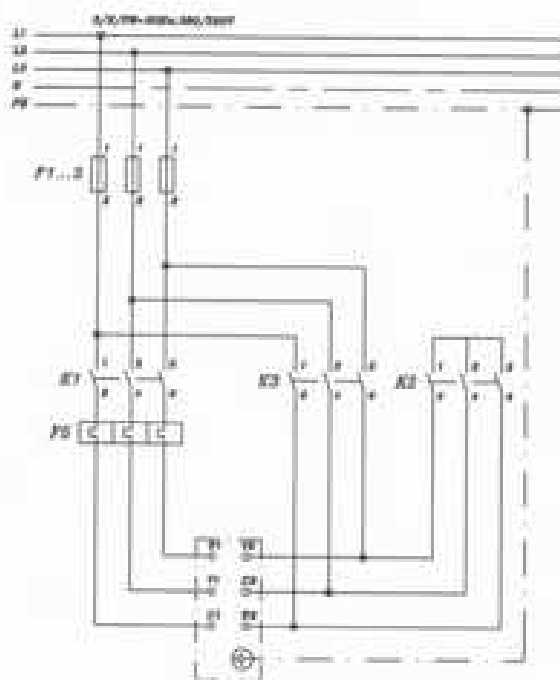
ب- تک سیمه (تک خطی)

شکل ۲-۵۱



شکل ۲-۶۰

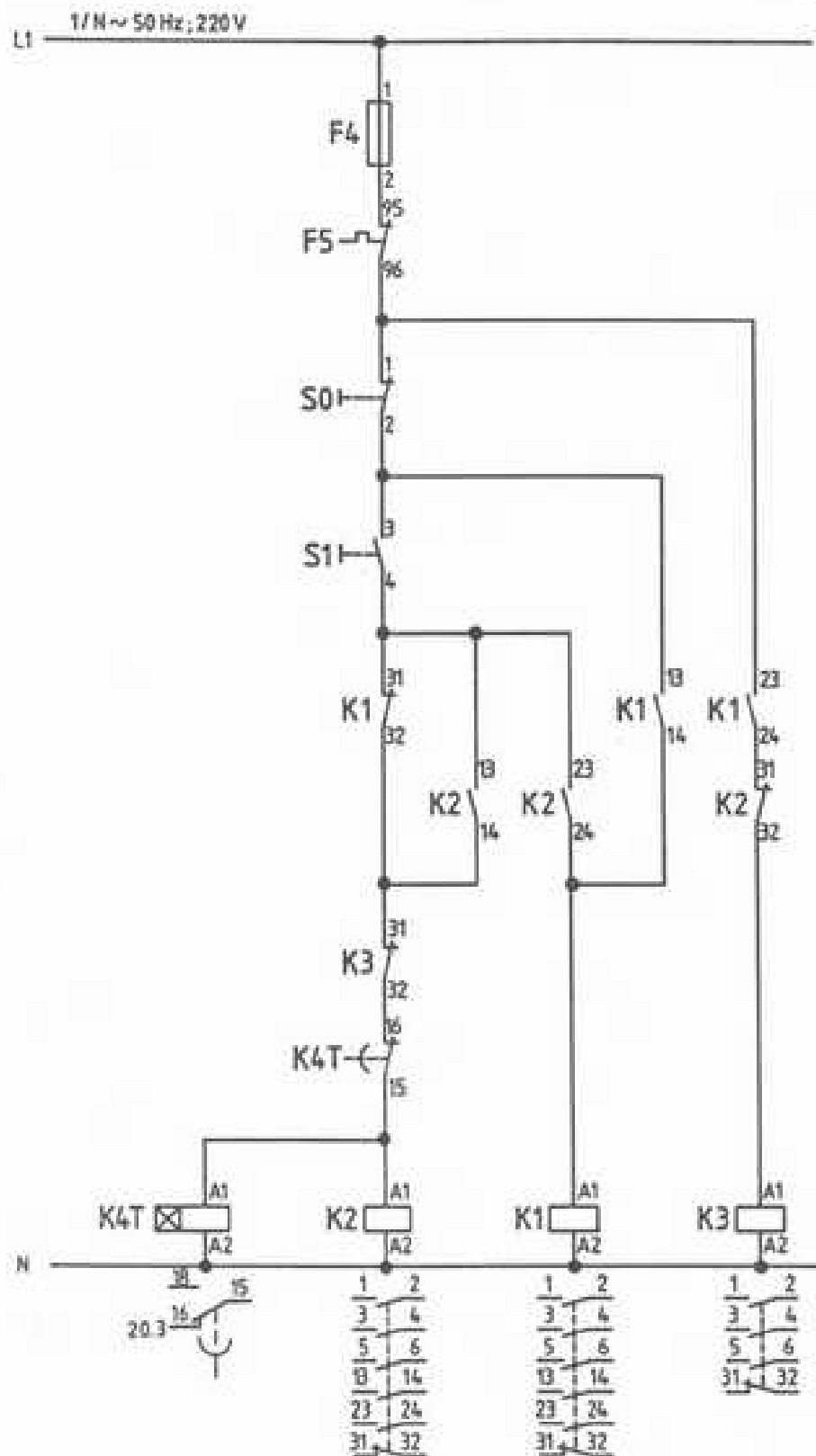
شکل ۲-۶۰ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد با یک استوپ (S₀) و دو استارت استوپ ذویل (S₁ و S₂) حفاظت کامل را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶۱

۳-۱۹-۲- مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق ستاره مثلث: شکل ۲-۶۱ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق ستاره مثلث را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۶۲ مدار فرمان راه اندازی الکتروموتور سه فاز
 به طریق ستاره مثلث اتوماتیک (با استفاده از ولعزمی K_{PT} تأخیر
 در وصل) را نشان می دهد.

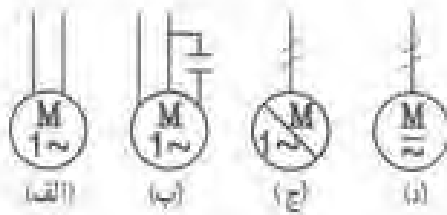


شکل ۲-۶۲

۲-۲۰- علائم اختصاری الکتروموتورهای تک فاز

شکل ۲-۶۳ علائم اختصاری انواع الکتروموتورهای

تک فاز را نشان می‌دهد.



الف- الکتروموتور تک فاز با سیم‌پیچ راه انداز

ب- الکتروموتور تک فاز خازنی

ج- الکتروموتور تک فاز ریولوسیونی

د- الکتروموتور اونیورسال

شکل ۲-۶۳

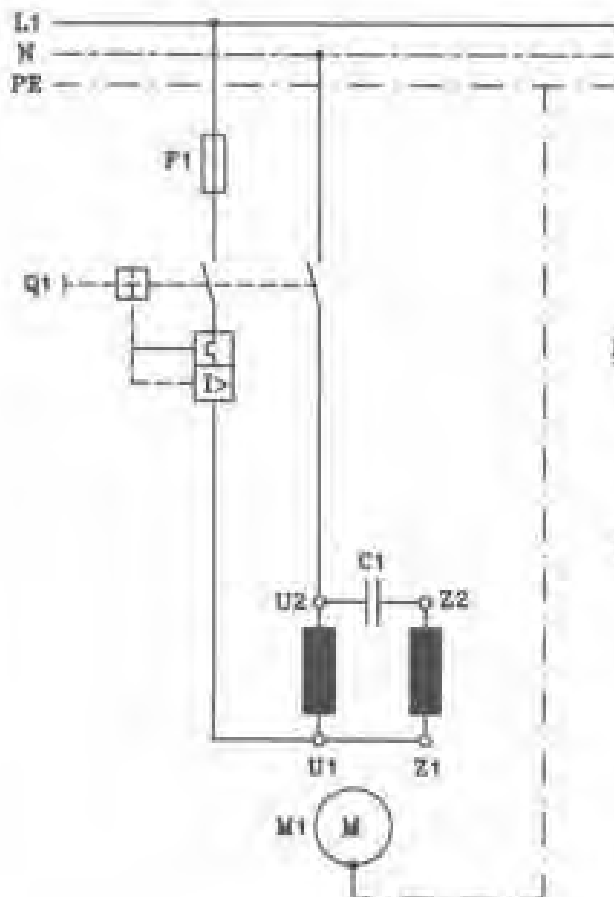
۲-۲۱- مدار راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز

توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور

۱- ۲-۲۱-۱- مدار راه اندازی الکتروموتور

تک فاز خازنی (خازن راه انداز) توسط کلید دستی Q1 را نشان

می‌دهد.

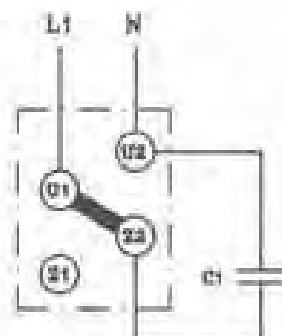


الف- شمای حقیقی

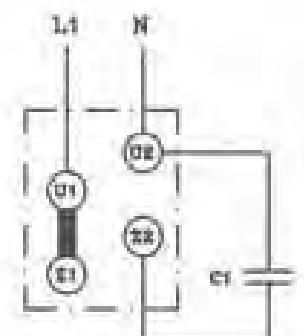
L1 / N / PE / 220V / 50Hz



ب- شمای تک خطی



ج- راست‌گرد



د- چپ‌گرد

شکل ۲-۶۴

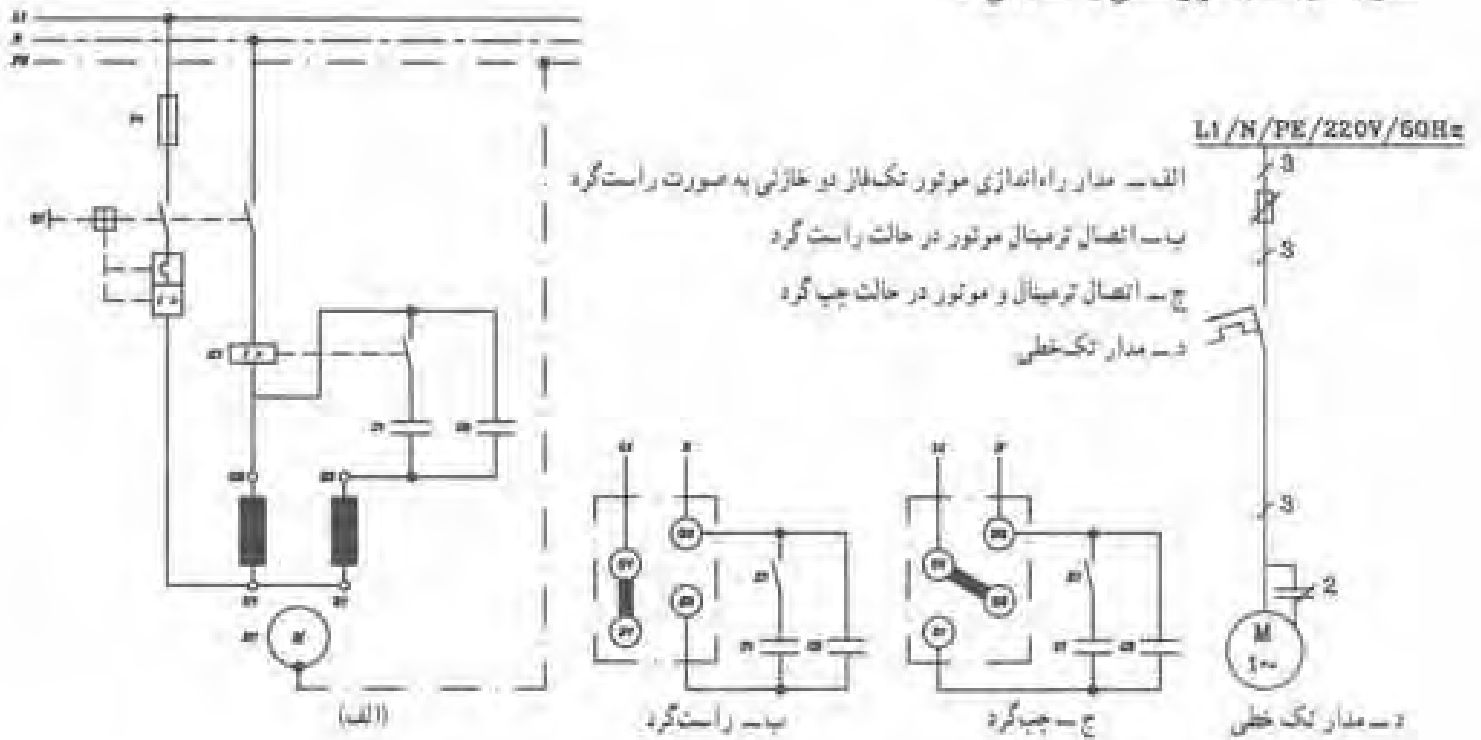
الف- نقشه مدار اتصال

ب- تسمای تک خطی

ج- اتصالات ترمینال موتور در حالت راست‌گرد

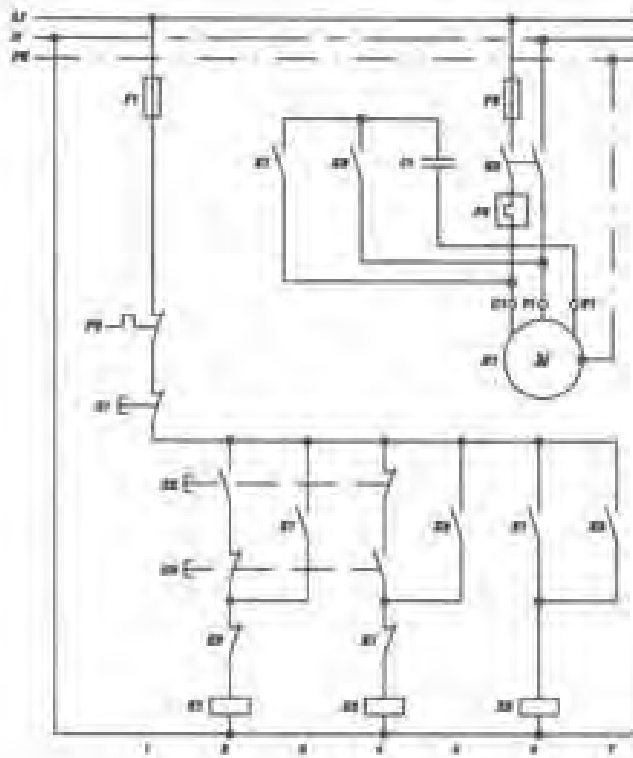
د- اتصالات ترمینال موتور در حالت چپ‌گرد

۲-۲۱-۲- شکل ۲-۶۵ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی
الکتروموتور تک‌فاز دو‌خازنی (خازن راه‌انداز و خازن دائم در
مدار C_1 و C_2) به طریق دستی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶۵

۲-۲۱-۳- شکل ۲-۶۶ مدار راه‌اندازی الکتروموتور
سه‌فاز تک‌فاز شده توسط خازن و کنتاکتور K_2 و کنتاکتورهای
کمیکی K_1 و K_2 به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد با استفاده از رله
حرارتی (FR)، استوب (S_1) و اشارت‌های دویل (S_2 و S_3)



شکل ۲-۶۶

۲۲-۲- نقشه‌های راه‌اندازی موتورها به وسیله‌ی کنتاکتورها

در این بخش نقشه‌های تک خطی و گسترده و نقشه‌های مسیر جریان، ترمینال‌ها، اتصالات خارجی، موتاز و جدول‌های علائم مربوطه ارائه می‌شود.

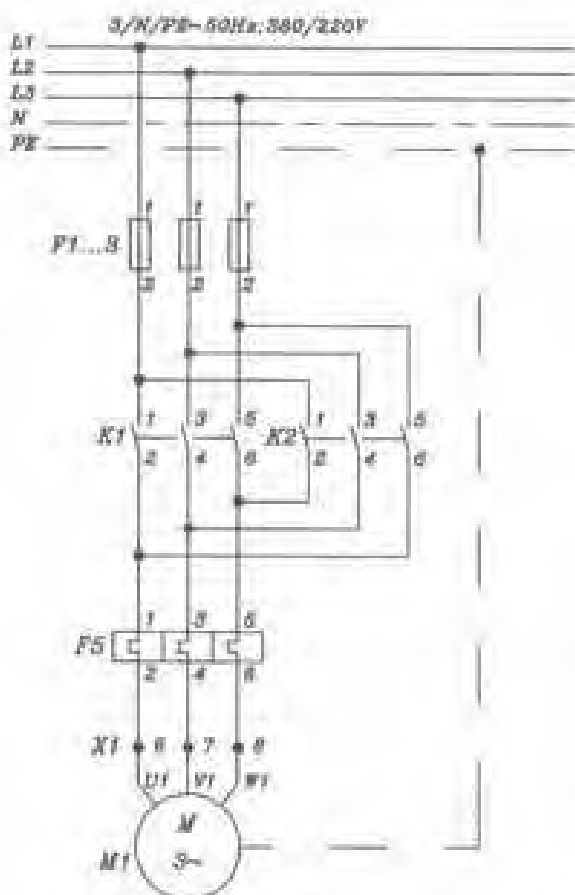
۱-۲۲-۲- نقشه‌ی تک خطی: در نقشه‌ی تک خطی، مدار یا یک خط رسم می‌شود و تعداد سیم‌ها و وسایل الکتریکی روی آن‌ها مشخص می‌شود.



F1,2,3 - سه فیوز حفاظتی
K1,2 - دو کنتاکتور سه فاز پارله حرارتی
3~ - موتور سه فاز

شکل ۴۷-۲- نقشه تک خطی

شکل ۴۷-۲- نقشه‌ی مدار تک خطی راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور و همراه پارله حرارتی را نشان می‌دهد. از این نقشه معمولاً برای تهیه‌ی تجهیزات استفاده می‌شود.



شکل ۴۸-۲- مدار قدرت راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

۲-۲۲-۲- نقشه گسترده یا مسیر جریان: نقشه مسیر جریان تمامی مدار قدرت و فرمان را با مشخصات و جزئیات کامل نشان می‌دهد. مسیر جریان در مدار قدرت از سه فاز که به طرف مصرف کننده می‌رود تشکیل شده است. در مسیر جریان به سیم‌ها و کلیه وسایل مورد استفاده در مدار شماره‌هایی اختصاصی می‌یابد. هر مسیر نیز با شماره‌هایی مانند ۱ و ۲ و ۳ و ... مشخص می‌شود. شکل ۴۸-۲- نقشه مسیر جریان مدار قدرت راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور همراه پارله حرارتی را نشان می‌دهد.

مسیر ۱ نشان‌دهنده سیم‌های شبکه ورودی بوده و مسیر ۲ و ۳ مسیرهای تغذیه مصرف‌کننده را نشان می‌دهد. از نقشه‌های مسیر جریان بیشتر برای سیم‌بندی و تعریف مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

نقشه‌ی گسترده با مسیر جریان مدار فرمان بدین ترتیب است که فاز و نول و یا دو فاز (بستگی به ولتاژ بوبین‌های کنتاکتورها و زله دارد که ۲۲۰ ولت باشند یا ۳۸۰ ولت) در دو طرف عناصر مدار رسم، و وسایل الکتریکی بین آن‌ها واقع می‌شوند (شکل ۶۹-۲). در نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان، در زیر مسیر کنتاکتورها و زله‌ها جدولی درج می‌شود که نشان دهنده تعداد کنتاکت‌های اصلی (قدرت) و فرعی (فرمان) باز و بسته و همچنین معرفی این کنتاکت‌ها در شماره مسیرهای مختلف می‌باشد (شکل ۶۹-۲). حروف به کار رفته در جدول عبارتند از:

- H = کنتاکت اصلی (قدرت)
- F = کنتاکت باز شونده (کنتاکت بسته) (فرمان)
- S = کنتاکت بسته شونده (کنتاکت باز) (فرمان)

مثلاً جدول در روبرو کنتاکتور K_1 در

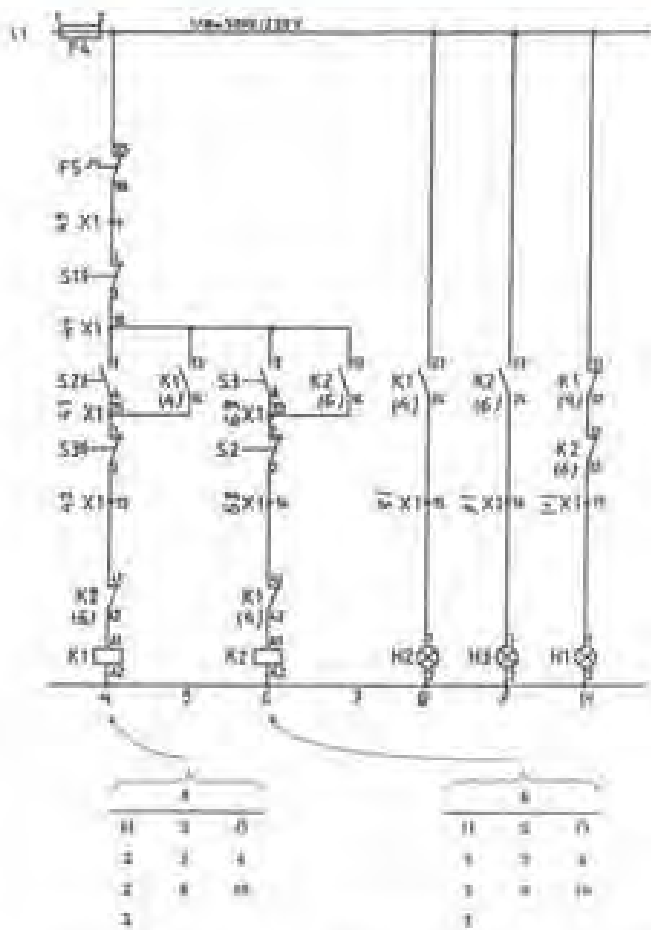
	۴		
	H	S	F
	۲	۵	۱
	۲	۸	۱۰
	۲		

مسیر جریان ۴ (شکل ۶۹-۲) در مدار فرمان، نشان دهنده‌ی این است که سه کنتاکت اصلی در مسیر ۴ و دو کنتاکت بسته شونده‌ی (باز) این کنتاکتور در مسیرهای ۵ و ۸ و دو کنتاکت باز شونده‌ی (بسته) این کنتاکتور در مسیرهای ۴ و ۱۰ قرار دارند.

شکل ۶۹-۲ نقشه‌ی مدار فرمان مسیر جریان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور همراه با زله‌ی حرارتی و لامپ‌های سیگنال H_1 و H_2 و H_3 را نشان می‌دهد.

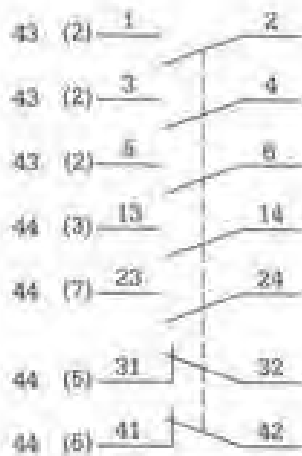
در زیر کنتاکت‌های باز و بسته‌ی کنتاکتورها و زله‌ها در مدار فرمان، عدد مسیر جریان بوبین آن کنتاکتور و یا زله در داخل پرانتز نوشته می‌شود. مثلاً عدد (۴) زیر کنتاکت باز کنتاکتور K_1 نشان می‌دهد که بوبین کنتاکتور K_1 در مسیر ۴ می‌باشد. سیم‌هایی که به ترمینال موجود در نابلو وصل می‌شوند و توسط کنتاکت‌ها، سیمپیچ‌ها، مقاومت‌ها، ... در داخل نابلو فرمان قطع‌شدگی ندارند را با یک عدد مشخص می‌کنند. این عدد از شماره‌ی مسیر جریان و یک عدد دیگر تشکیل شده است و از پایین به بالا از ۱ شماره گذاری می‌شود. مثلاً X_1 شماره‌ی سیمی است که در مسیر ۸ قرار دارد و اولین سیم از پایین به بالا است که به ترمینال شماره ۱۵ وصل می‌شود.

امروزه کنتاکت‌های باز و بسته‌ی هر کنتاکتور و یا هر زله، در زیر بوبین کنتاکتورها و زله‌ها در مدار فرمان، رسم و شماره‌های



شکل ۶۹-۲ نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

مربوطه روی آن‌ها نوشته می‌شود. در سمت چپ کنتاکت‌های رسم شده، شماره‌ی مسیر جریان و در سمت چپ شماره‌ی مسیر جریان، شماره‌ی صفحه‌ای که نقشه روی آن رسم شده نوشته می‌شود (شکل ۲-۷۰).

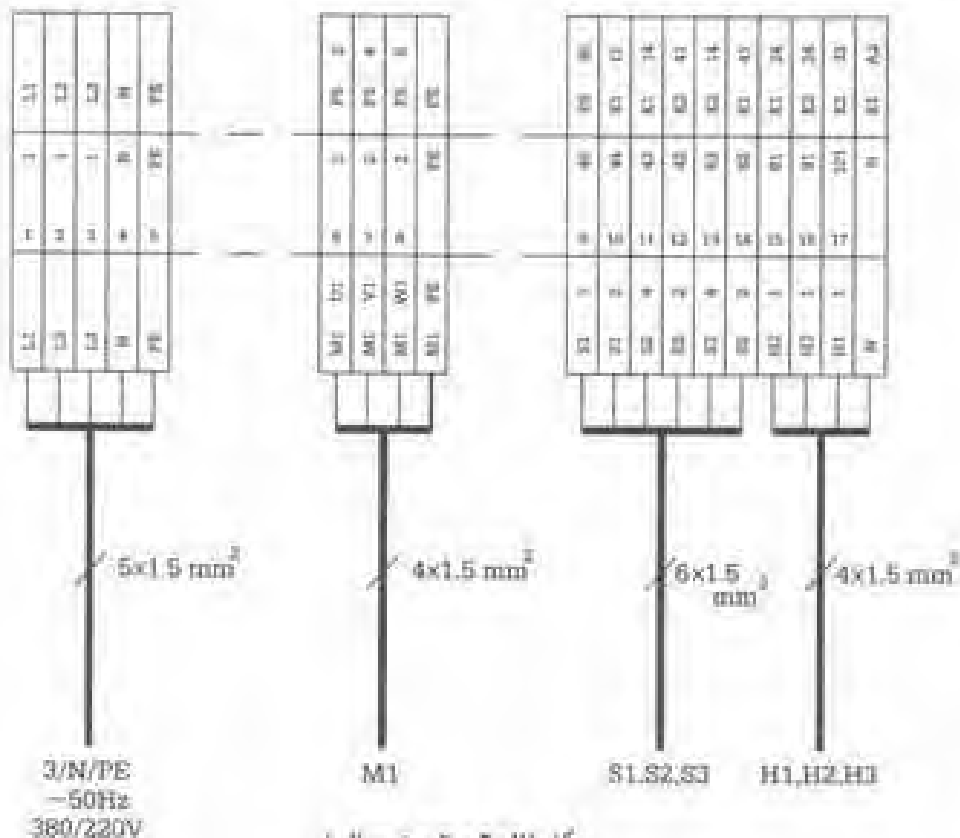


شکل ۲-۷۰

مثلاً در شکل ۲-۷۰ سه کنتاکت اصلی (۱، ۲ و ۳) و ۴-۵ و ۶) در مسیر شماره‌ی ۲ و در صفحه‌ی ۲۳ و کنتاکت باز ۱۳ و ۱۴ در مسیر شماره‌ی ۳ در صفحه‌ی ۲۲، کنتاکت باز ۲۳ و ۲۴ در مسیر شماره‌ی ۷ در صفحه‌ی ۲۲، کنتاکت بسته‌ی ۳۱ و ۳۲ در مسیر شماره‌ی ۵ در صفحه‌ی ۲۲ و کنتاکت بسته‌ی ۴۱ و ۴۲ در مسیر شماره‌ی ۶ در صفحه‌ی ۲۲ رسم شده‌اند.

۳-۲۲-۲- نقشه‌ی ترمینال‌ها: در این نقشه ترمینال‌های تابلو به همراه سیم‌های ورودی و خروجی، ترسیم و شماره‌گذاری می‌شود و شماره‌ی سیم‌های نقشه در مسیر جریان در روی ترمینال‌ها و در روی هر یک از سیم‌های ورودی و خروجی به ترمینال محل اتصال دیگر آن‌ها نوشته می‌شود. همچنین سطح مقطع سیم‌ها یا کابل‌ها را نیز مشخص می‌کنند (شکل ۲-۷۱).

از نقشه‌ی ترمینال‌ها برای نصب و اتصال سیم‌های مصرف‌کننده به تابلو استفاده می‌شود.

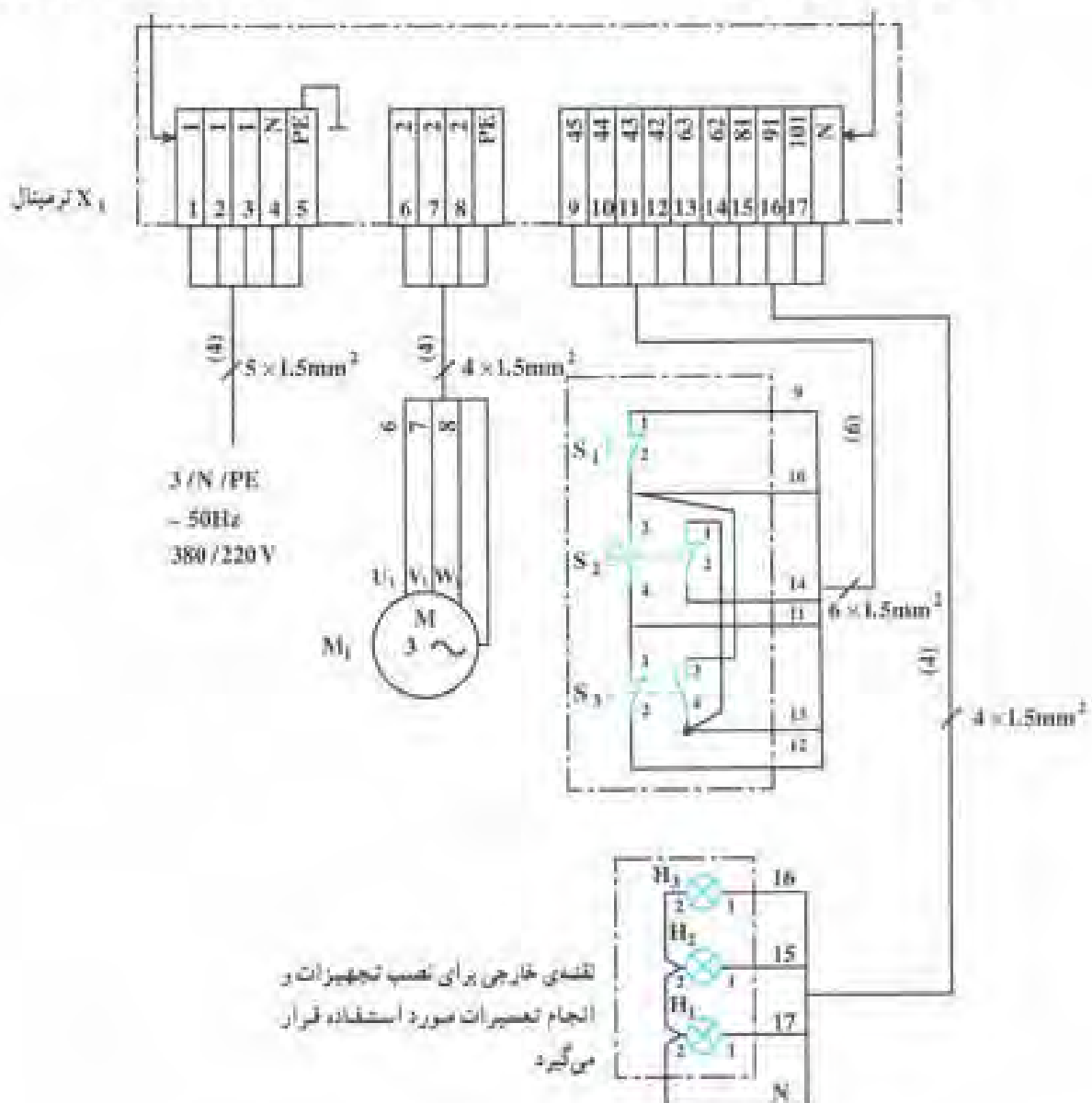


شکل ۲-۷۱ - نقشه ترمینال‌ها

۴-۲۲-۲- نقشه‌ی اتصالات خارجی و مونتاژ: در نقشه‌ی اتصالات خارجی، اتصالات خارج تابلو که از ترمینال‌های تابلو توسط سیم به دستگاه‌های خارج تابلو می‌روند، رسم می‌شود. برای سادگی نقشه، همه‌ی سیم‌ها ترسیم نمی‌شوند بلکه آن‌ها را به صورت یک دسته ترسیم می‌کنند و در روی آن، تعداد سیم‌ها را در داخل پراکتور به طرز نمودی روی دسته‌ی سیم می‌نویسند. همچنین در ابتدا و انتهای دسته‌ی سیم، شماره‌ی تک تک سیم‌ها را مشخص می‌کنند (شکل ۷۲-۲).

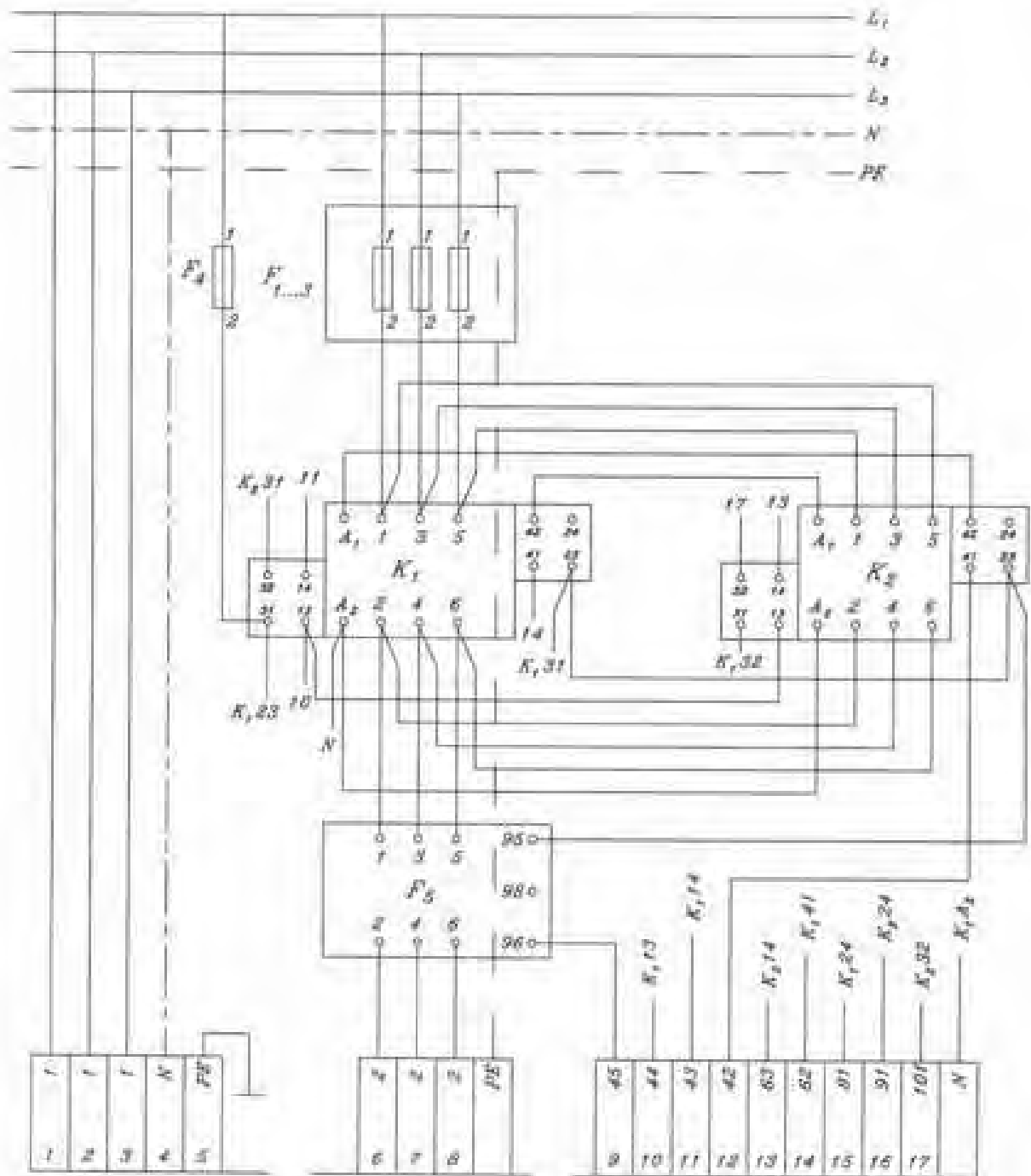
شماره‌ی سیم جریان در نقشه‌ی سیم جریان

شماره‌ی محل در نقشه‌ی سیم جریان



شکل ۷۲-۲- نقشه‌ی اتصالات خارجی

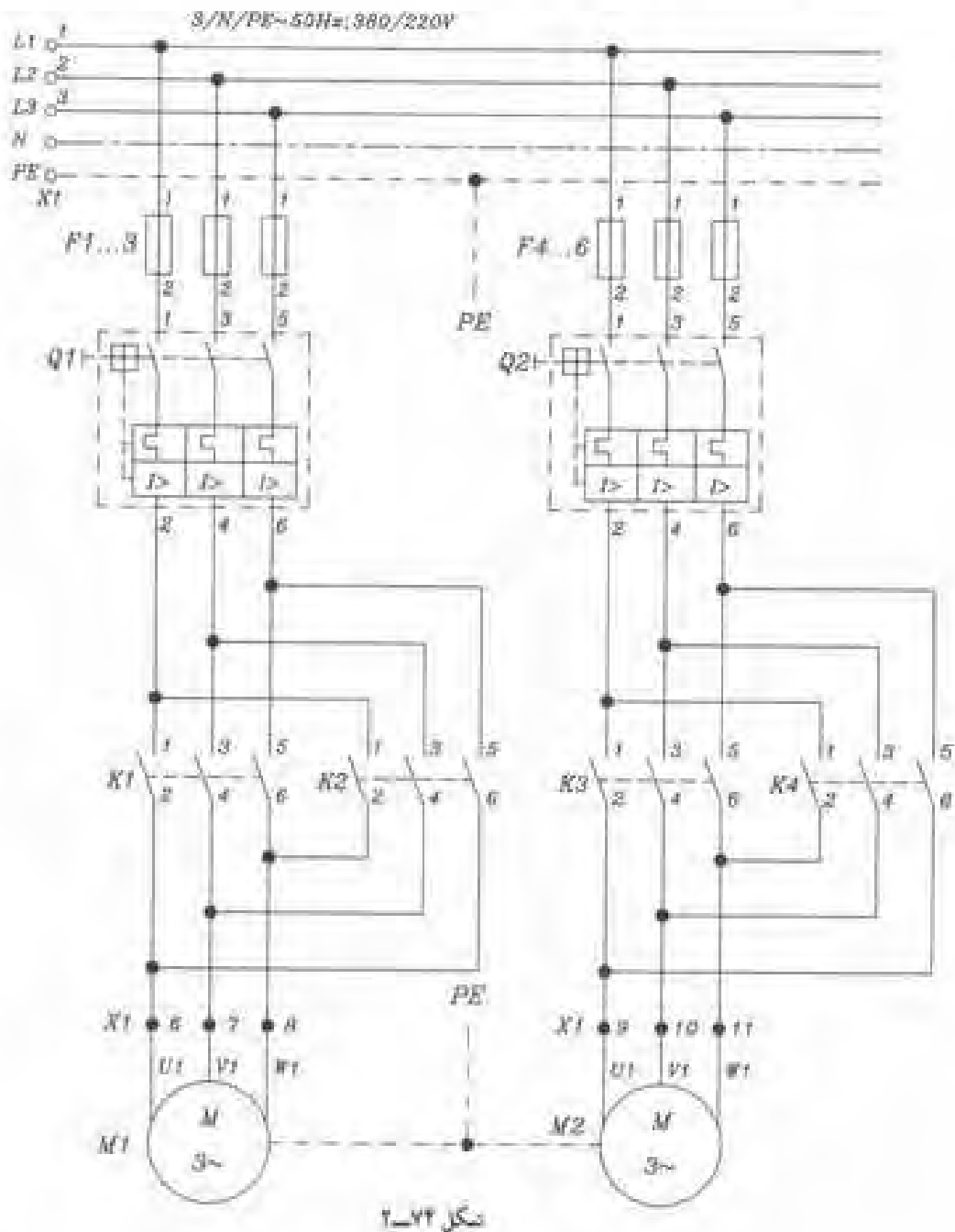
در تاسیسات الکتریکی بزرگ، علاوه بر نقشه‌ی مسیر جریان، از نقشه‌ی موتاز نیز استفاده می‌شود. این نقشه، تنها برای موتاز وسایل الکتریکی در تابلو فرمان و سیم‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۷۳).



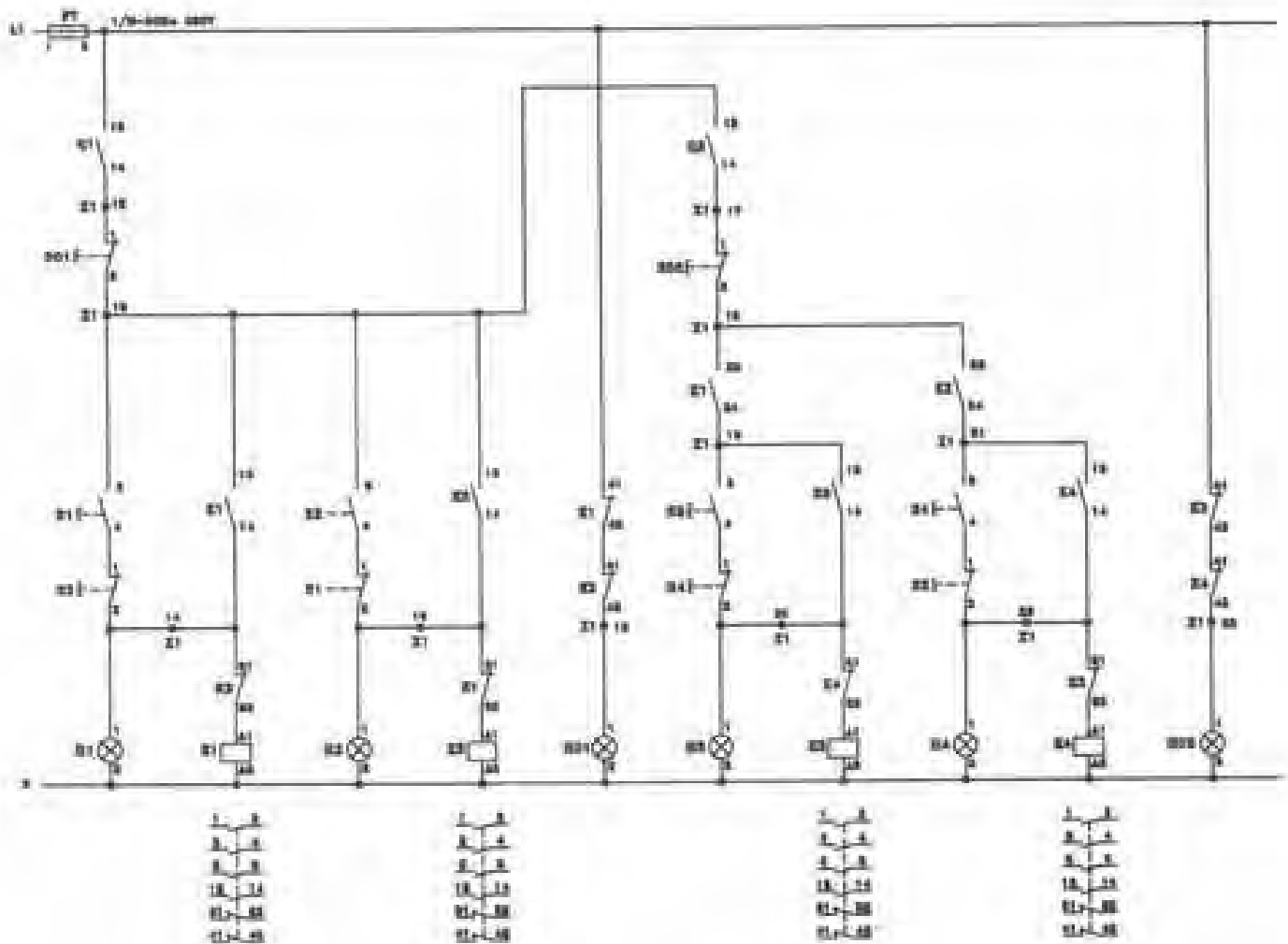
شکل ۲-۷۳ - نقشه‌ی موتاز

برای رسم نقشه‌ی مسیر جریان، از روش‌های دیگری نیز استفاده می‌شود. شکل‌های ۲-۷۵ و ۲-۷۴ نمونه‌ای از نقشه‌های مسیر جریان مدار فرمان و قدرت برای راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق جب گرد و راست گرد یکی پس از دیگری (هر دو راست گرد کار می‌کنند و یا هر دو جب گرد کار می‌کنند) را نشان می‌دهد. در این روش، شماردهی مسیرها با تقسیم بندی صفحه در بالای نقشه مشخص می‌شود.

شکل ۲-۷۴ مدار قدرت راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز جب گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷۵ مدار فرمان راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طرفی چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می دهد.



شکل ۳-۷۵

دوم از سمت راست شماره های نوار ترمینال را نشان می دهد. ستون چهارم از سمت راست نوع کابل ها و سیم ها را مشخص می کند. مثلاً در ردیف ۱ شماره پنج ۱ از فیوز F_1 به شماره ۱ نوار ترمینال و فاز ۱ توسط سیم نوع $NyM-15 \times 15$ وصل می شوند.

شکل ۳-۷۶ دیاگرام اتصال ترمینال را برای مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طرفی چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می دهد. این شکل اخیراً به جای نقشه ترمینال ها مورد استفاده قرار می گیرد. در ستون اول و سوم سمت راست محل اتصال سیم ها با علامت مشخصه، نوشته می شود مثلاً محل اتصال ۱ علامت مشخصه F_1 یعنی پنج شماره ۱ فیوز F_1 - ستون

کابل‌ها و سیم‌ها					مشخص کردن مقصد سیم‌ها		نوار ترمینال			مشخص کردن مقصد سیم‌ها	
					محل اتصال	علامت مشخصه				محل اتصال	علامت مشخصه
				X	L1			1		F1	1
				X	L2			2		F2	1
				X	L3			3		F3	1
				X	N			N		K1	K2
				X	PE			PE			
								4			
								5			
				X	M1	U1		6		K1	2
				X	M1	V1		7		K1	4
				X	M1	W1		8		K1	6
				X	M1			PE			
			X		M2	U1		9		K3	2
					M2	V1		10		K3	4
			X		M2	W1		11		K3	6
			X		M2			PE			
			X		S01	1		12		Q1	14
			X		S01	2		13		K1	13
			X		S2	2		14		K1	14
			X		S1	2		15		K2	14
			X		H01	1		16		K2	42
			X		S02	1		17		Q2	14
			X		S02	2		18		K1	23
			X		S3	3		19		K1	24
			X		S4	2		20		K3	14
			X		S4	3		21		K2	24
			X		S3	2		22		K4	14
			X		H02	1		23		K4	42
			X		H1	2		N			
			X		Doors	PE		PE			

شکل ۲-۲۶- به‌گروم اتصال ترمینال برای راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق جداگانه و راست‌گرد یکی پس از دیگری

۲-۲۳- کار عملی شماره ۲: ترسیم مدارهای روشنایی

ترسیم مدار روشنایی کلید سری با پرز تک فاز ارتدار

۱-۲۳-۲- وسایل مورد نیاز:

مداد، مداد تراش، پاک کن، کاغذ A₄، خط کش، شابلون دایره، شابلون علامت الکتریکی، تخته رسم، میز کار، صندلی، گونیا، نوار چسب

۲-۲۳-۲- مراحل انجام کار:

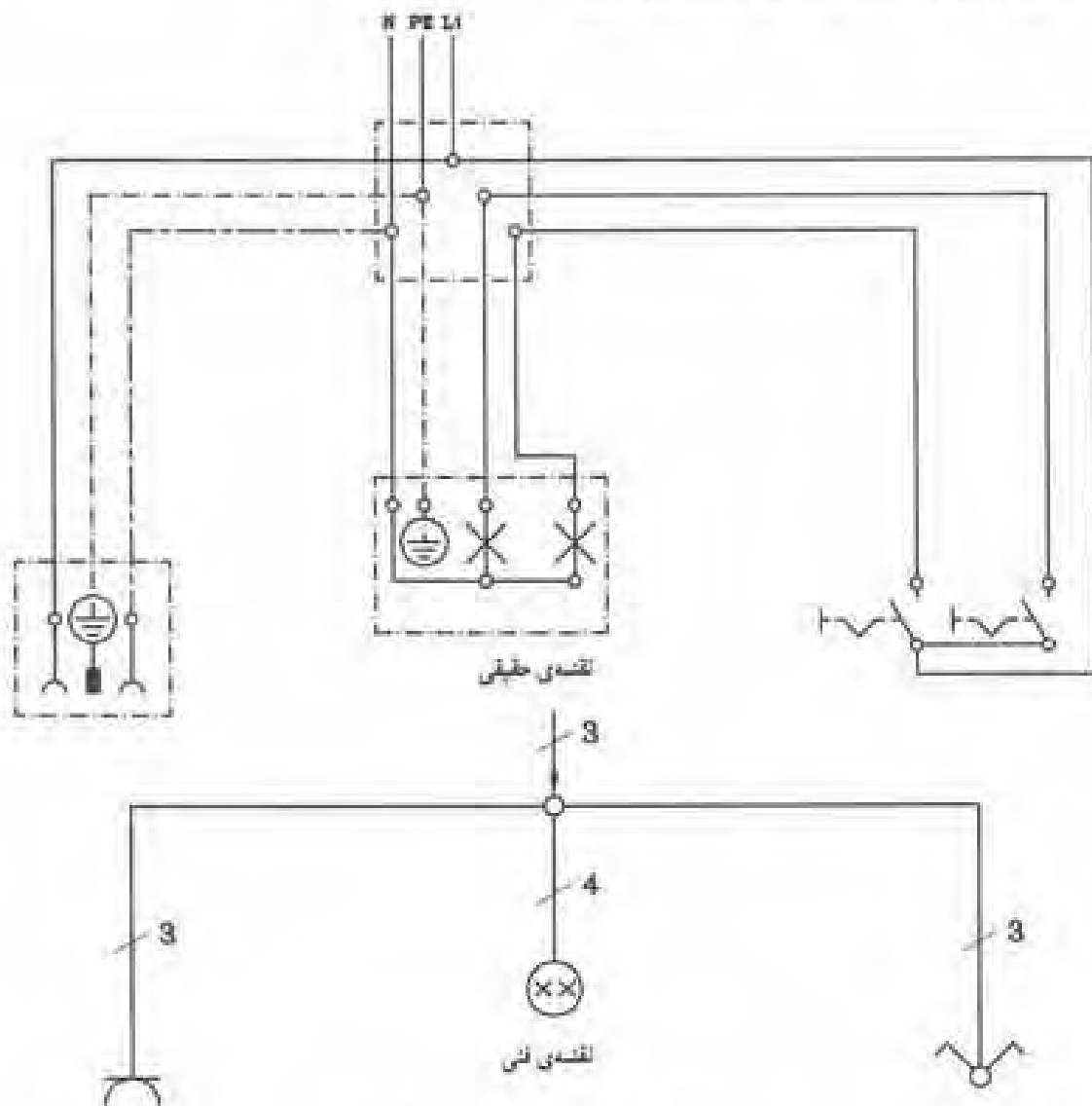
■ مدار چند سیمه‌ی حقیقی کنترل لامپ H₁ توسط کلید

یک پل، و کنترل لامپ‌های H₁ و H₂ توسط کلید سری (دوبل)

و مدار پرز یا سیم محافظ را در کاغذ A₄ رسم کنید.

■ مدار فنی را نیز در کاغذ A₄ رسم کنید. (مانند شکل

(۲-۷۷)



شکل ۲-۷۷- مدار کلید سری و پرز ارتدار

۲-۲۴- کار عملی شماره ۳: ترسیم مدارهای خبری

ترسیم مدار زنگ اخبار کنترل از سه محل

۱- ۲-۲۴- وسایل مورد نیاز:

مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A۴، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون علامت الکتریکی، شابلون حروف، تخته رسم، نوارچسب، گوتیا، میز

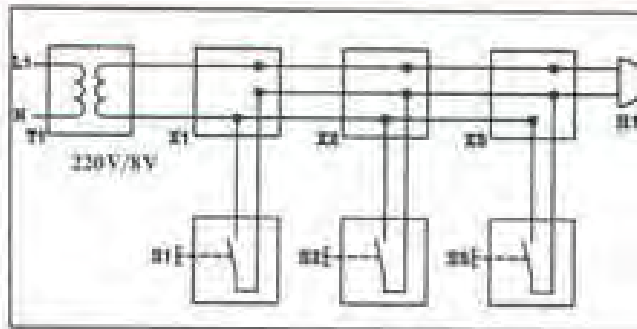
۲- ۲-۲۴- مراحل انجام کار:

■ مدار حقیقی دریاژکن برقی را مطابق شکل ۲-۷۸ روی

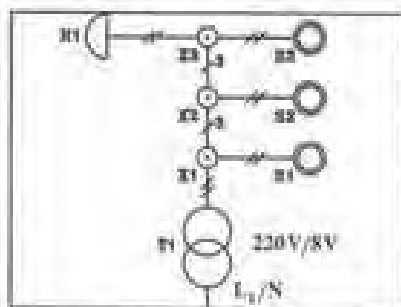
کاغذ A۴ رسم کنید.

■ مدار تک خطی در باژکن را نیز روی همان کاغذ A۴

رسم کنید.



الف- مدار حقیقی



ب- مدار تک خطی

شکل ۲-۷۸- مدار زنگ اخبار

۲-۲۵- کار عملی شماره ۴: ترسیم مدار سلول

فتوالکتریک

۱- ۲-۲۵- وسایل مورد نیاز:

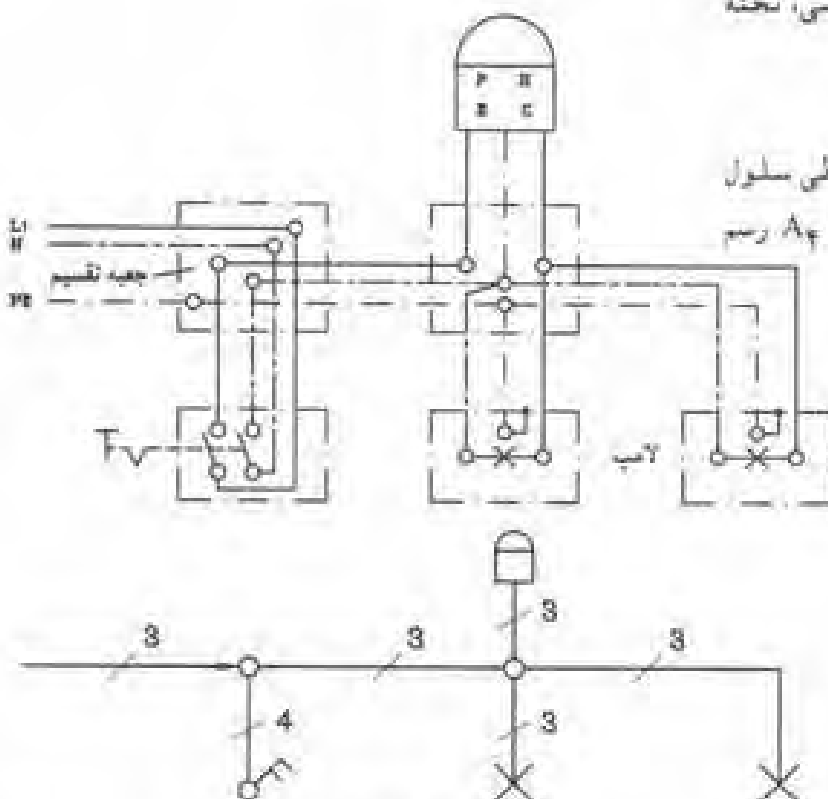
مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A۴، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون علامت الکتریکی، شابلون حروف انگلیسی، تخته رسم، نوار چسب، گوتیا، میز کار

۲- ۲-۲۵- مراحل انجام کار:

■ نقشه‌ی مدار حقیقی و مدار تک خطی سلول

فتوالکتریک را با توجه به شکل ۲-۷۹ روی کاغذ A۴ رسم

کنید.



شکل ۲-۷۹- مدار فتوسل

۲-۲۶-۲ کار عملی شماره ۵: ترسیم مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری

۲-۲۶-۱ وسایل مورد نیاز:

مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A۴، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، نخته رسم، تراز جیب، گوتیا، میز کار

۲-۲۶-۳ ترسیم مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری

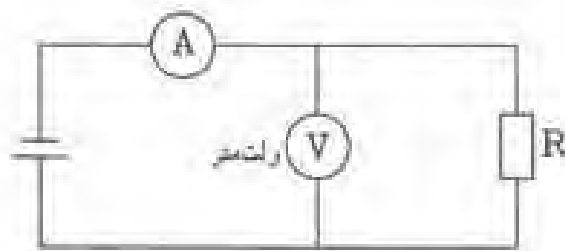
آمپر متر و ولت‌متر

■ نقشه‌ی مدار شکل ۲-۸۰ را در کاغذ A۴ رسم کنید.

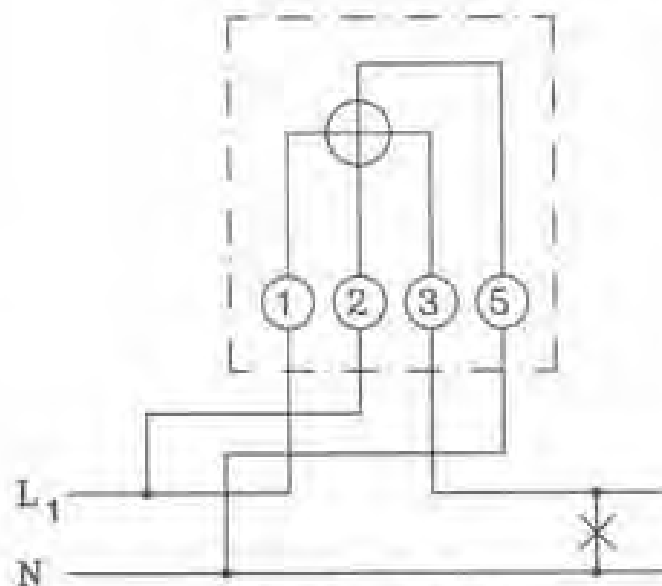
۲-۲۶-۳ ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور تک فاز

■ نقشه‌ی مدار کنتور تک فاز شکل ۲-۸۱ را در کاغذ

A۴ رسم کنید.



شکل ۲-۸۰- ترسیم مدار آمپر متر و ولت‌متر



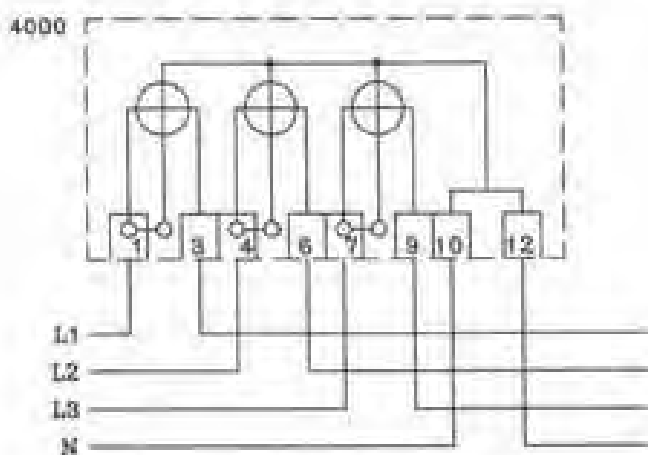
شکل ۲-۸۱- مدار کنتور تک فاز

۲-۲۶-۴ ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور سه فاز

چهار سیمه

■ نقشه‌ی مدار سه فاز چهار سیمه شکل ۲-۸۲ را در

کاغذ A۴ رسم کنید.

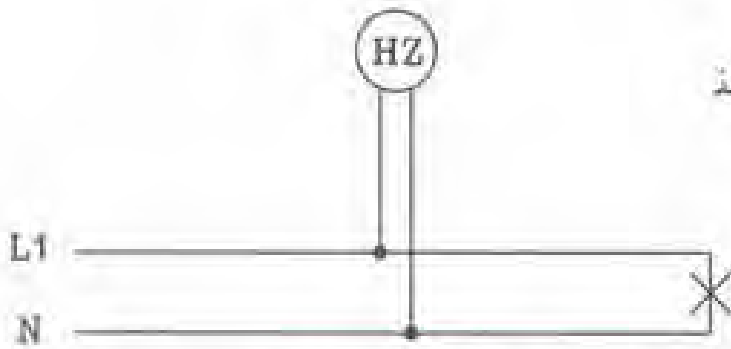


شکل ۲-۸۲- مدار کنتور سه فاز چهار سیمه

۵-۲۶-۲- ترسیم نقشه‌ی اتصال فرکانس متر

■ نقشه‌ی مدار فرکانس متر شکل ۸۳-۲ را در کاغذ

۸۴ رسم کنید.

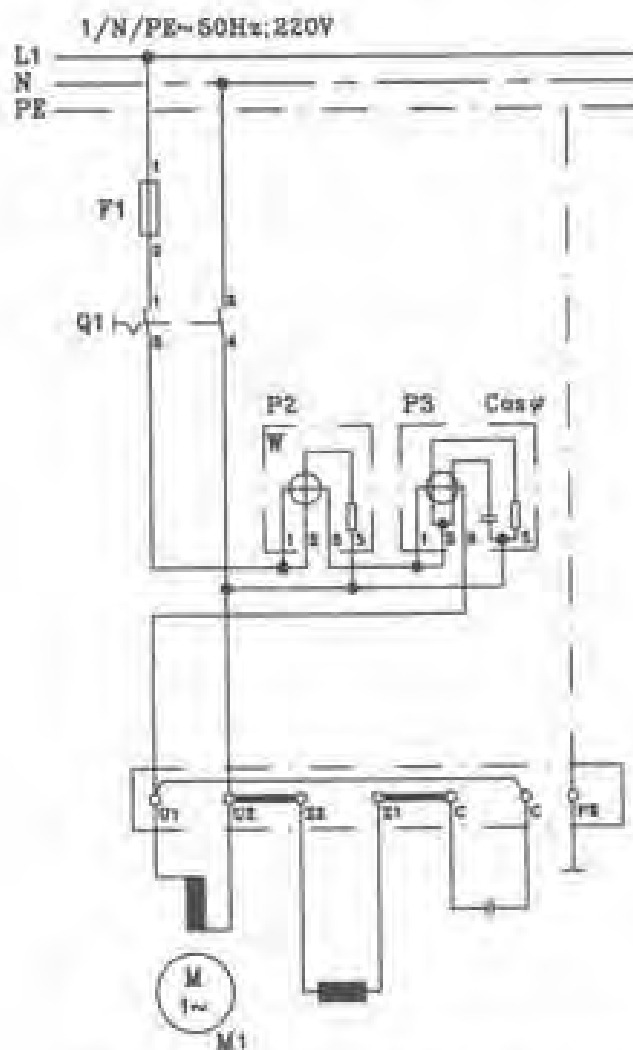


شکل ۸۳-۲- مدار فرکانس متر

۶-۲۶-۲- ترسیم نقشه‌ی مدار وات متر تک فاز

و کسینوس فی متر تک فاز

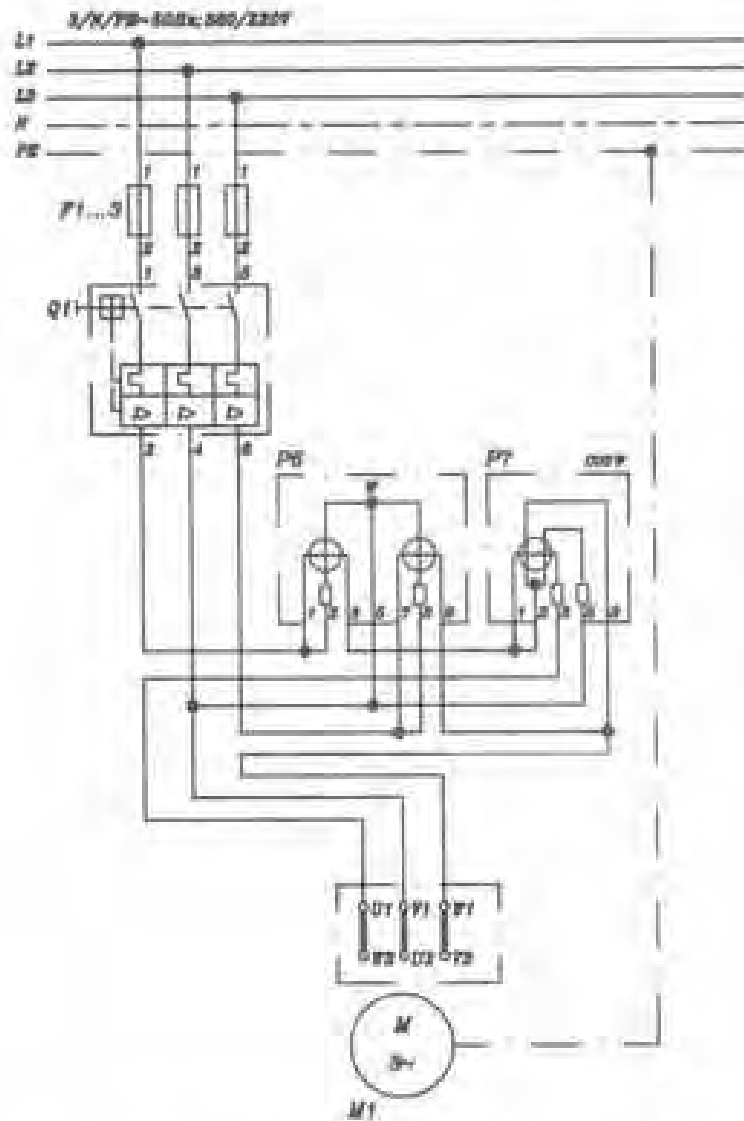
- نقشه‌ی مدار شکل ۸۴-۲ را در کاغذ ۸۴ رسم کنید.



شکل ۸۴-۲- مدار اندازه‌گیری توان و ضریب قدرت در تک فاز

۷-۲۶-۲- ترسیم نقشه مدار وات متر سه فاز و
کسینوس فی متر سه فاز

- نقشه شکل ۸۵-۲ مدار وات متر سه فاز و
کسینوس فی متر سه فاز را در کاغذ A۴ رسم کنید.



شکل ۸۵-۲- مدار اندازه گیری توان الکتریکی و ضریب قدرت در سه فاز

۲۷-۲- کار عملی شماره ۶: ترسیم نقشه ژنراتور

سه فاز

۱- ۲۷-۲- وسایل مورد نیاز:

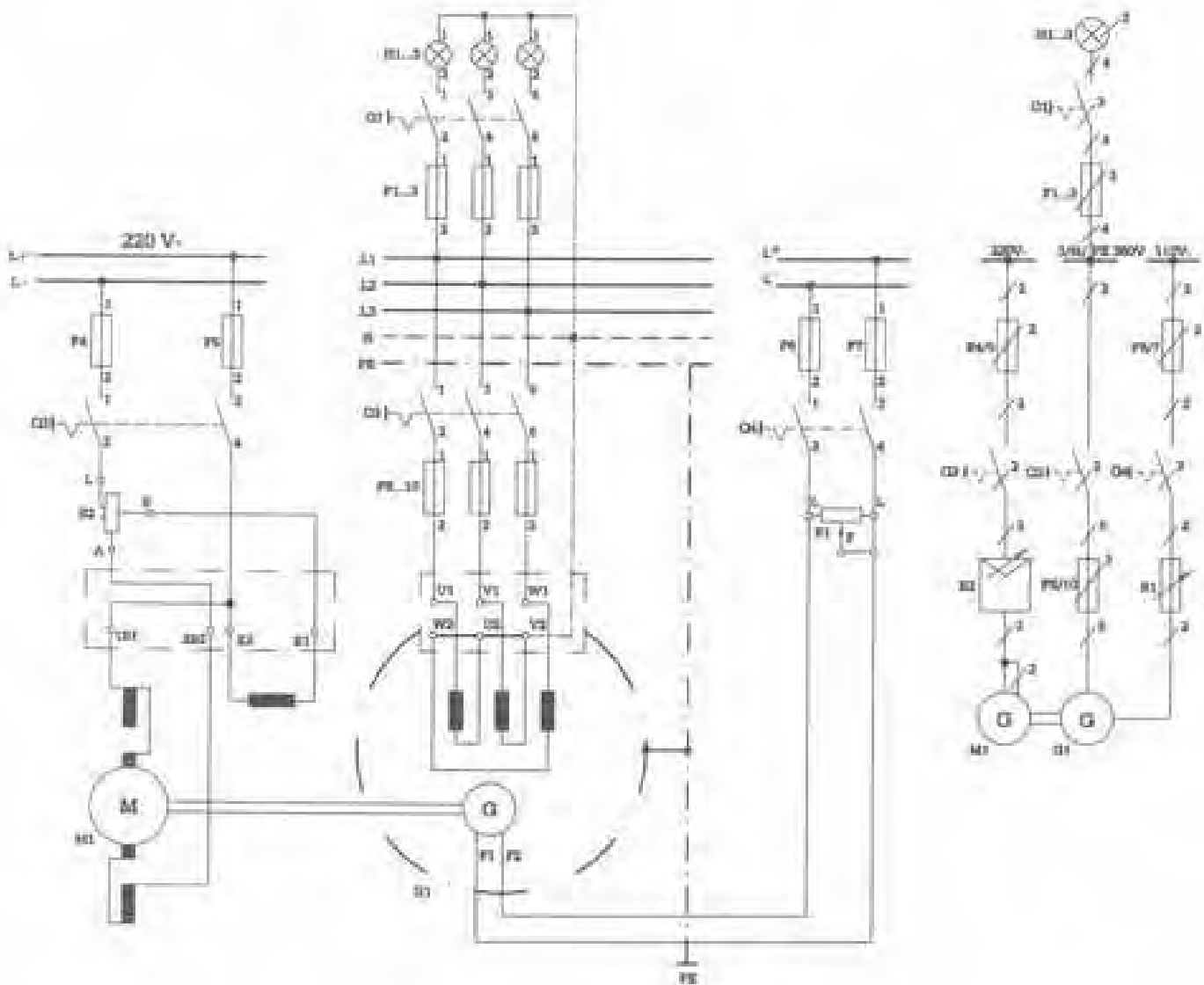
مداد، مداد تراش، پاک‌کن، کاغذ A۴، خط‌کش، نایلون
 بایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، تخته
 رسم، توار چسب، گونیا، میز کار

۲- ۲۷-۲- مراحل انجام کار:

■ مدار واقعی ژنراتور سه فاز را در کاغذ A۴ رسم کنید.

■ نقشه‌ی فنی اتصالات ژنراتور سه فاز را در کاغذ A۴

رسم کنید (شکل ۸۶-۲).



شکل ۸۶-۲- مدار راه‌اندازی ژنراتور سه فاز

۲۸-۲- کار عملی شماره ۲: ترسیم نقشه راه اندازی

الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی

۱-۲۸-۲- وسایل مورد نیاز:

مدار، مدار ترائس، پاک‌کن، کاغذ A۴، خط‌کش، شابلون

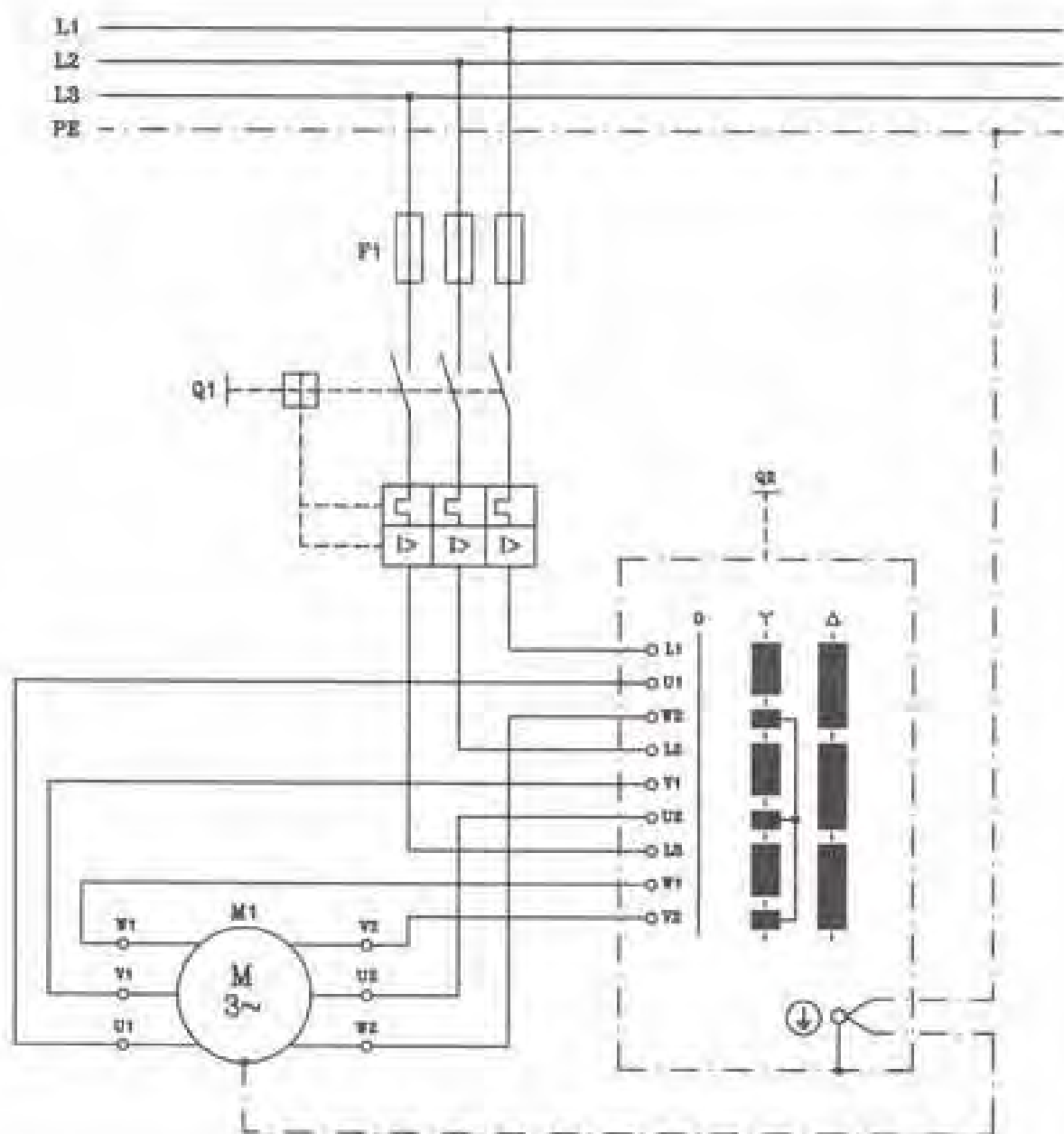
دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، تخته

رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲-۲۸-۴- مراحل انجام کار:

■ نقشه‌ی مدار کلید دستی ستاره مثلث شکل ۸۷-۲ را

در کاغذ A۴ رسم کنید.



شکل ۸۷-۲- نقشه‌ی مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز توسط کلید ستاره مثلث

۲۹-۲- کار عملی شماره ۸: ترسیم نقشه‌ی راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوب و استارت

۱-۲۹-۲- وسایل موردنیاز:

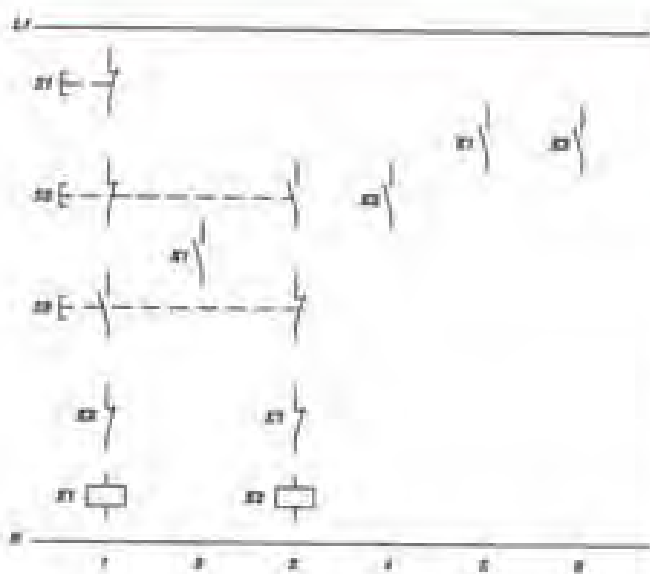
مداد، پاک‌کن، مداد تراش، کاغذ A۴، خط‌کش، شابلون زاویه، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲-۲۹-۲- مراحل انجام کار:

■ شکل ۲-۸۸ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور

سه فاز روئور قفسی توسط کنتاکتور و استوب و استارت به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد با حفاظت کامل می‌باشد. این مدار را با استفاده از مدار شکل ۲-۶۶ و مطالبی که برای نقشه مسیر جریان آموختید تکمیل نمایید.

■ مدار تکمیل شده را در کاغذ A۴ رسم کنید.



شکل ۲-۸۸- نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روئور قفسی به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد حفاظت کامل

آزمون پایانی (۲)

زمان: ۵۰ دقیقه

۱- علامت /// و (f) در مورد سیم‌ها چه مفهومی دارد؟

الف - سیم نصب شده روی کار، سیم نصب شده در جاهای مرطوب

ب - سیم نصب شده روی کار، سیم نصب شده در جاهای خشک

ج - سیم نصب شده زیر کار، سیم نصب شده در جاهای مرطوب

د - سیم نصب شده زیر کار، سیم نصب شده در جاهای خشک

۲- علائم L و N به ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می‌دهند؟

الف - دوپل (سری) تبدیل

ج - تبدیل، دوپل

د - دو قطبی (دو پل)، تبدیل

۳- نشانه‌ی مسیر جریان (یا نشانه‌ی گسترده) به چه منظوری رسم می‌شود؟

الف - برای موافق مدار

ج - برای تفهیم بهتر مدار

د - سیم‌های فاز، نول و ارت (اتصال زمین) را در روی نقشه‌ها به ترتیب با چه حروفی نشان می‌دهند؟

الف - L, PE, N

ج - L, PE, N

۵- لامپ و سینی را به ترتیب روی نقشه‌ها به ترتیب با چه حروفی نشان می‌دهند؟

الف - S, E

ب - S, Q

ج - L, Q

د - Q, P

۶- کلید روستپلن و بریز را به ترتیب روی نقشه‌ها با چه حروفی نشان می‌دهند؟

الف - X, S

ب - S, X

ج - X, Q

د - S, Q

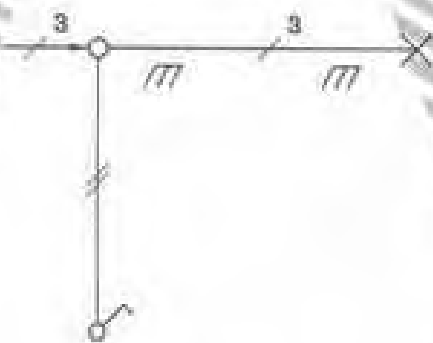
۷- شکل مقابل سعای نقشه فنی کدام مدار است؟

الف - کلید یک پل

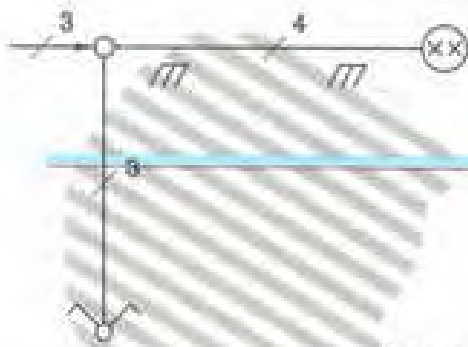
ب - کلید دو پل

ج - کلید تبدیل

د - بریز یک فاز

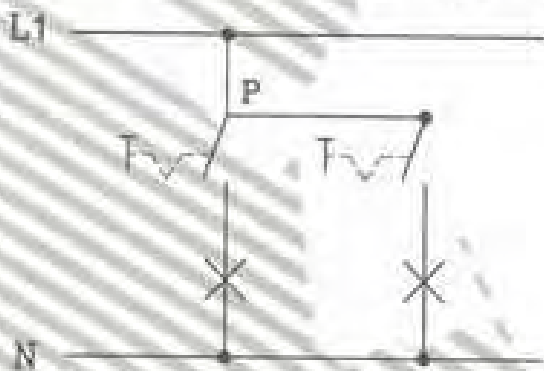


۸- شکل مقابل نقشه‌ی فنی (تک سیمه) کدام مدار را نشان می‌دهد؟



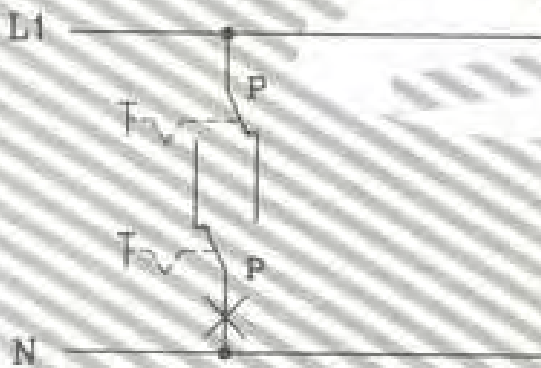
- الف - کلید دوپل
- ب - کلید سری
- ج - کلید تبدیل
- د - برزارت‌دار یک فاز

۹- شکل مقابل نقشه‌ی گسترده کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟



- الف - کلید یک پل
- ب - کلید دوپل (سری)
- ج - کلید گروهی
- د - کلید تبدیل

۱۰- شکل مقابل نقشه‌ی گسترده کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟



- الف - کلید دوپل
- ب - کلید صلیبی
- ج - کلید تبدیل
- د - کلید یک پل

۱۱- علامت  روی وسیله‌ی حفاظت کننده، چه مفهومی دارد؟

- الف - کنده‌کار
- ب - تندکار
- ج - کلید فیوز
- د - حرارتی

۱۲- علامت  و  بهترین چه مفهومی دارد؟

- الف - کنتاکت رله‌ی حرارتی، کلید فیوز
- ب - کنتاکت رله‌ی مغناطیسی، رله جریان کم
- ج - کنتاکت رله‌ی حرارتی، کنتاکت رله مغناطیسی
- د - کنتاکت رله‌ی مغناطیسی، کلید مثبت‌آوری

۱۳- علامت  چیست؟

- الف - کلید مثبت‌آوری
- ب - رله‌ی حرارتی
- ج - رله‌ی مغناطیسی
- د - رله‌ی جریان کم

۱۳- علامت  و  چیست؟

الف- رله‌ی بالای ولتاژ، رله‌ی جریان کم

ب- رله‌ی زیر ولتاژ، رله‌ی جریان کم

ج- رله‌ی بالای ولتاژ، رله‌ی جریان زیاد

د- رله‌ی زیر ولتاژ، رله‌ی جریان زیاد

۱۵- IP65 برای حفاظت دستگاه‌ها چه مفهومی دارد؟

الف- حفاظت بین‌المللی با حفاظت کامل در برابر گرد و غبار ترشح آب از بالا

ب- حفاظت بین‌المللی با حفاظت در برابر گرد و خاک و حفاظت در مقابل ترشح در هر سو

ج- حفاظت ملی با حفاظت کامل در برابر گرد و غبار و حفاظت در برابر ترشح آب از هر راستا

د- حفاظت ملی با حفاظت در برابر گرد و خاک با فزادت خارجی بزرگتر از یک میلی‌متر و حفاظت در مقابل

ترشح آب از هر راستا

۱۶- علامت  چیست؟

الف- رله‌ی کمکی نشان‌دهنده

ج- نگهدارنده خیر کن

ب- وسیله‌ی اعلام حریق

د- خبردهنده

۱۷- علامت  و  چیست؟

الف- خبردهنده، بیزر

ب- لامپ چشمک‌زن، سوت خطر

ج- لامپ چشمک‌زن، وسیله اعلام حریق

د- خبردهنده‌ی رؤی، لامپ چشمک‌زن

۱۸- علامت  و  چیست؟

الف- بوق، بیزر

۱۹- علامت  و  چیست؟

الف- بیزر ساده، بیزر تلفن

ج- بیزر ساده، بیزر آنتن

ب- بیزر آنتن، بیزر آنتن

د- بیزر آنتن، بیزر تلفن

۲۰- علامت  و  چیست؟

الف- سلول فتوالکترونیک، سلول فتوالکترونیک

ب- سلول فتوالکترونیک، لامپ فلورسنت

ج- لامپ خبری، سلول فتوالکترونیک

د- لامپ خبری، نگهدارنده خیر کن

د- بوق، زنگ

ج- آژیر، زنگ

ب- آژیر، بیزر

۲۱- علامت \star و \square روی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی چه مفهومی دارد؟

الف - بدون ولتاژ آزمون به نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور افقی

ب - ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور افقی

ج - ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور عمودی

د - ولتاژ آزمون صفر، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور عمودی

۲۲- علامت --- و --- نشان‌دهنده‌ی چه نوع دستگاه‌سنجش است؟

الف - حرارتی، آهن نرم گردان

ب - حرارتی، الکترواستاتیکی

ج - ویراسیونی، آهن نرم گردان

د - ویراسیونی، الکترواستاتیکی

۲۳- علامت --- و --- چه نوع دستگاه‌سنجش الکتریکی است؟

الف - آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی

ب - آهن نرم گردان، ویراسیونی

ج - اندوکسیونی، الکترواستاتیکی

د - اندوکسیونی، ویراسیونی

۲۴- علامت --- و --- چه نوع دستگاه اندازه‌گیری است؟

الف - الکتروودینامیکی

ب - ویراسیونی، الکترواستاتیکی

ج - ویراسیونی، الکتروودینامیکی

د - اندوکسیونی، الکترواستاتیکی

۲۵- علامت --- و --- چه نوع دستگاه‌سنجش الکتریکی است؟

الف - آهنربای گردان، آهنربای دائم و قاب گردان

ب - الکتروودینامیکی، الکترواستاتیکی

ج - آهنربای گردان، ویراسیونی

د - آهن نرم گردان، آهنربای دائم و قاب گردان

۲۶- روی دستگاه اندازه‌گیری الکتریکی نشان‌دهنده‌ی چیست؟

الف - زاویه قرارگیری دستگاه ۱/۵ درصد

ب - کلاس دستگاه ۱/۵ می‌باشد

ج - خطای دستگاه ۱/۵ درصد

د - مقدار سنجش ۱/۵ برابر نبود

۲۷- علامت --- و --- روی صفحه مدرج دستگاه‌های اندازه‌گیری چه مفهومی دارد؟

الف - نحوه‌ی قرارگیری دستگاه مایل با زاویه‌ی ۶۰ درجه، جریان مستقیم و متناوب

ب - نحوه‌ی قرارگیری دستگاه مایل با زاویه‌ی ۶۰ درجه، جریان متغیر

ج - زاویه‌ی انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه، جریان مستقیم و متناوب

د - زاویه‌ی انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه، جریان متغیر

۲۸- علامت Var و Hz چیست؟

ب- وات متر، وار متر

الف- ولت متر، وار متر

د- ولت متر، وار متر

ج- وات متر، ولت آمپر

۲۹- علامت Hz و $\text{Cos } \phi$ چیست؟

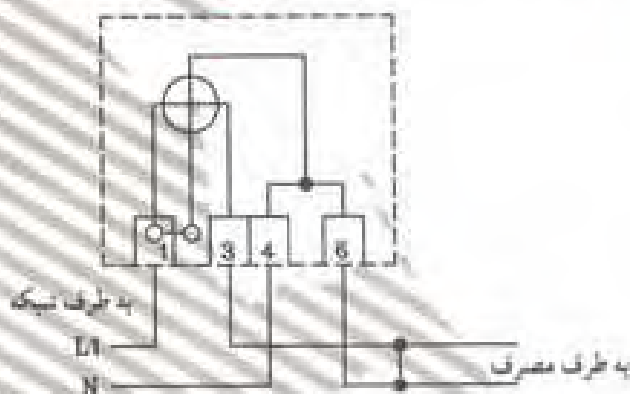
ب- کسینوس فی متر، کنتور

الف- کسینوس فی متر، فرکانس متر

د- فرکانس متر، وار متر

ج- فرکانس متر، کنتور

۳۰- شکل زیر، مدار کدام دستگاه اندازه گیری را نشان می دهد؟



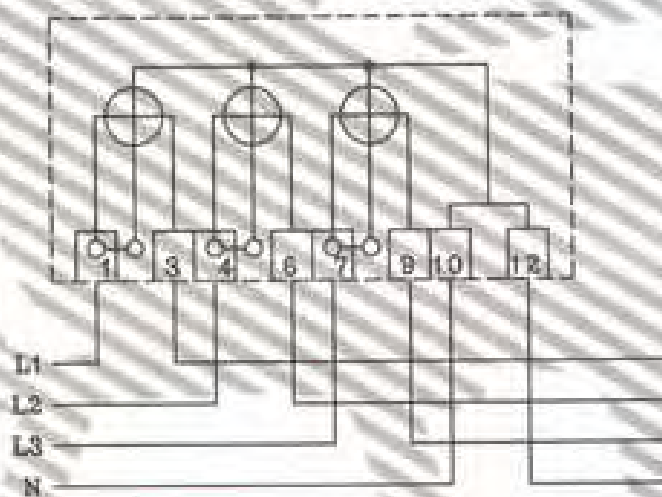
الف- ولت متر

ب- کنتور تک فاز

ج- فرکانس متر

د- کسینوس فی متر

۳۱- شکل زیر مدار کدام دستگاه اندازه گیری را نشان می دهد؟



الف- کنتور سه فاز چهار سیمه

ب- ولت متر سه فاز چهار سیمه

ج- کسینوس فی متر سه فاز

د- الف و ب

۳۲- علامت Hz و $\text{Cos } \phi$ چیست؟

الف- کوبلاز مکانیکی قابل قطع، کنتاکتور سه فاز

ب- هستی استارت، کلید جاقویی سه فاز

ج- کوبلاز مکانیکی قابل قطع، کلید جاقویی سه فاز

د- هستی استارت، کنتاکتور سه فاز

۳۳- علامت  و  چیست؟

الف- موتور سه فاز روغور سیم پیچی شده، موتور ریولسیون

ب- موتور سه فاز روغور قفسی، موتور ریولسیون

ج- موتور سه فاز روغور سیم پیچی شده، موتور تک فاز خازنی

د- موتور سه فاز روغور قفسی، موتور انورسال


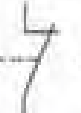
۳۲- علامت  و  چه نوع الکتروموتورهایی هستند؟

الف- انورسال، تک فاز روغور قفسی خازنی

ب- انورسال، موتور ریولسیون

ج- ریولسیون، تک فاز روغور قفسی خازنی

د- تک فاز روغور قفسی، انورسال

۳۵- علامت  و  چیست؟

الف- میکروسویچ، استوب

ب- میکروسویچ، استارت

ج- استوب، کنتاکت بسته کنتاکتور

د- استوب، کنتاکت باز کنتاکتور

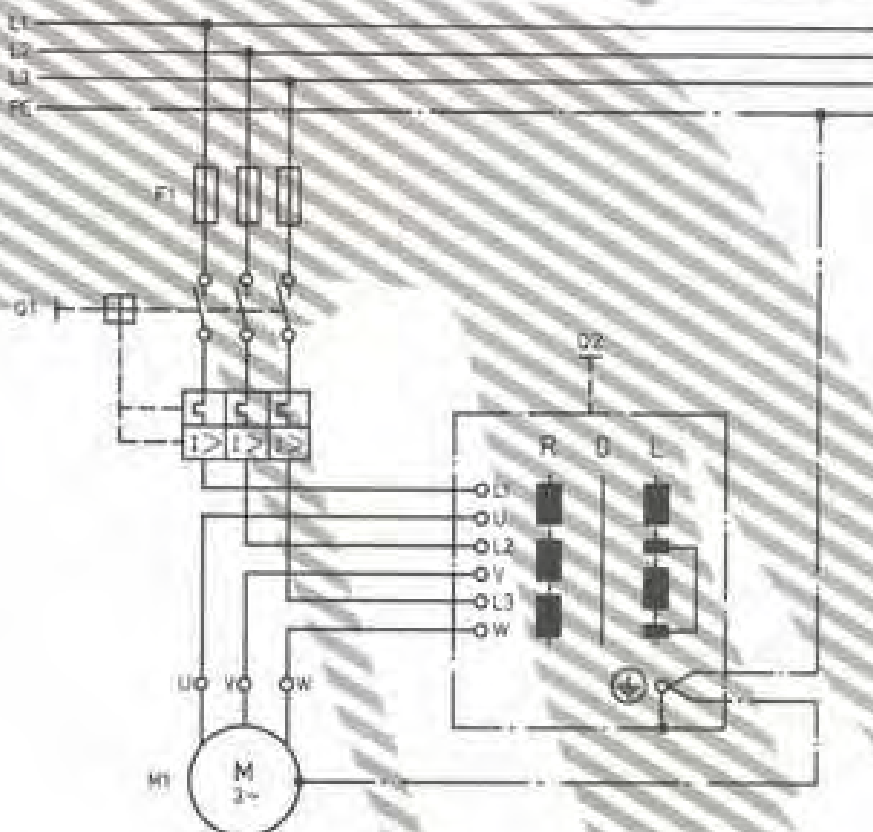
۳۶- شکل زیر، مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز را به چه طریق نشان می دهد؟

الف- ستاره مثلث

ب- ساده

ج- دو دور

د- چپ گرد و راست گرد



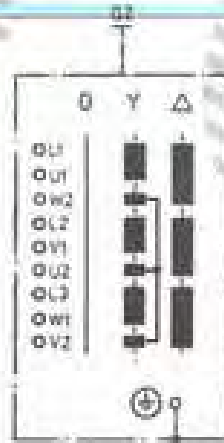
۳۷- شکل زیر چه نوع کلید دستی را نشان می‌دهد؟

الف - چپ‌گرد و راست‌گرد سه فاز

ب - چپ‌گرد و راست‌گرد تک فاز

ج - دو دور سه فاز

د - ستاره مثلث



۳۸- علامت E و κ چیست؟

الف - استارت، رله زمانی تأخیر در برگشت

ج - کنتاکت کمکی کنتاکتور، رله حرارتی

ب - استارت، رله زمانی تأخیر در انجام کار

د - کنتاکت باز کنتاکتور، رله مغناطیسی

۳۹- کدام علامت برای نشان دادن کنتاکت باز (بسته نبوده) کنتاکتور صحیح است؟



الف -



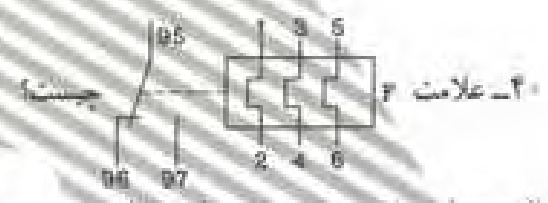
ب -



ج -



د -



الف - رله حرارتی

ب - رله مغناطیسی

ج - کنتاکتور

د - رله حرارتی مغناطیسی



الف - کنتاکتور

ب - رله حرارتی

ج - رله زمانی تأخیر در انجام کار

د - ولادی زمانی تأخیر در وصل

۴۲- شماره‌های کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور کدام است؟

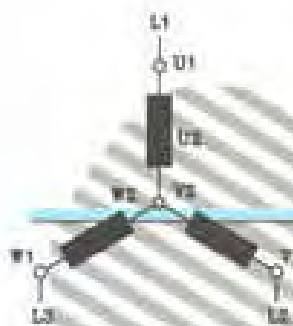
الف - (۱ و ۱۳) و (۱۴ و ۳۱) و (۳۲ و ۳۳) و (۳۴ و ۳۵)

ب - (۱ و ۳) و (۴ و ۵) و (۶ و ۷)

ج - (۱ و ۱۱) و (۱۲ و ۱۳) و (۱۴ و ۱۵) و (۱۶ و ۱۷)

د - (۱ و ۲) و (۳ و ۴) و (۵ و ۶)

۲۳- شکل مقابل چه نوع اتصال الکتریکی موتور سه فاز را نشان می دهد؟

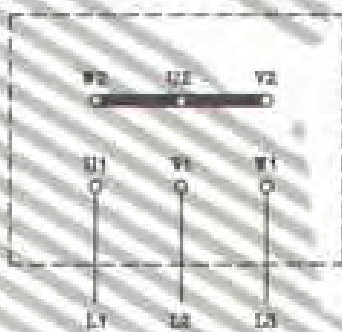


الف - ستاره

ب - مثلث

ج - ستاره مثلث

د - سری



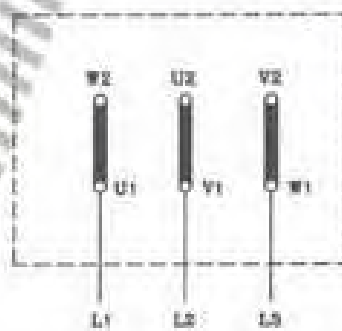
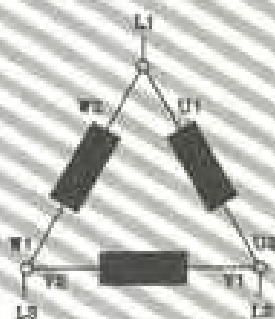
۲۴- شکل مقابل چه نوع اتصال الکتریکی موتور سه فاز را نشان می دهد؟

الف - ستاره

ب - مثلث

ج - ستاره مثلث

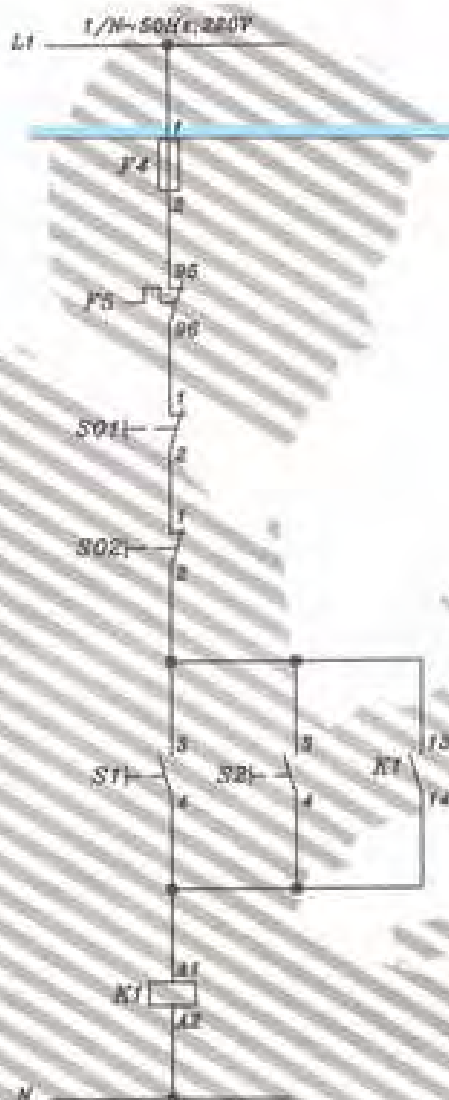
د - موازی



۲۵- شکل مقابل، نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز آسنکرون رونور فسی را نشان می‌دهد. این مدار کدام است؟

الف- راه‌اندازی ساده‌ی لحظه‌ای دائم
ب- جیب‌گرد و راست‌گرد

ج- راه‌اندازی کنترل از یک نقطه
د- راه‌اندازی ساده کنترل از دو نقطه



۲۶- در شکل مقابل مفهوم عدد ۱۱/۶ چیست؟

الف- در مسیر جریان ۶ و در صفحه ۱۱

ب- در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه ۶

ج- کنتاکتور ۶ در صفحه ۱۱

د- کنتاکتور ۱۱ در صفحه ۶

10.2	3	2
10.2	3	4
10.2	5	6
11.8	13	14

۲۷- در شکل مقابل مفهوم ۱۱/۳، ۱۳، ۱۲ چیست؟

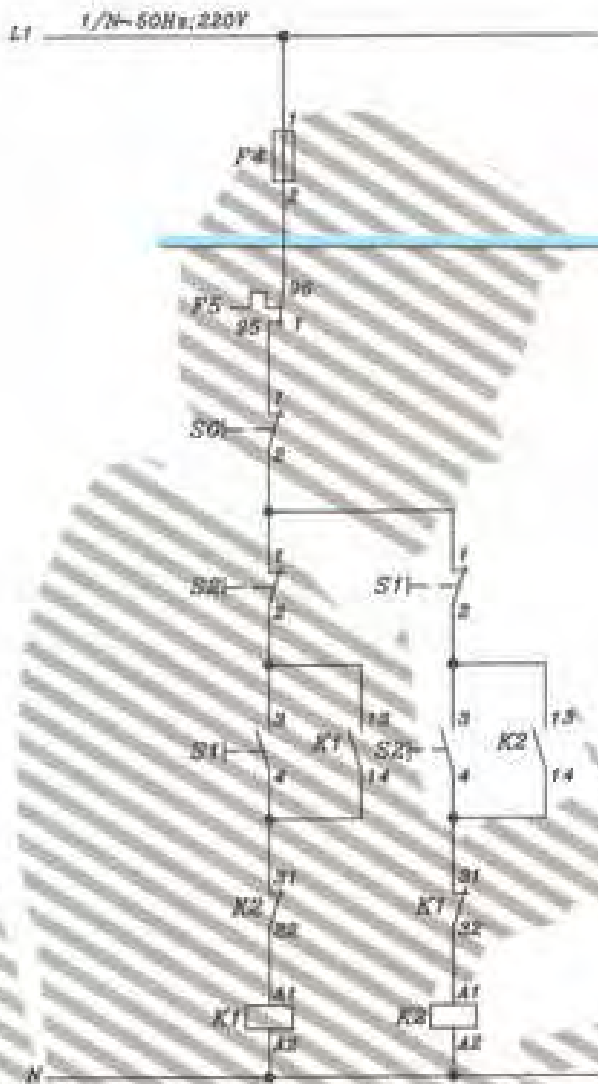
الف- کنتاکت باز کنتاکتور در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه‌ی ۳ می‌باشد.

ب- کنتاکت باز کنتاکتور در مسیر جریان ۳ صفحه‌ی ۱۱ می‌باشد.

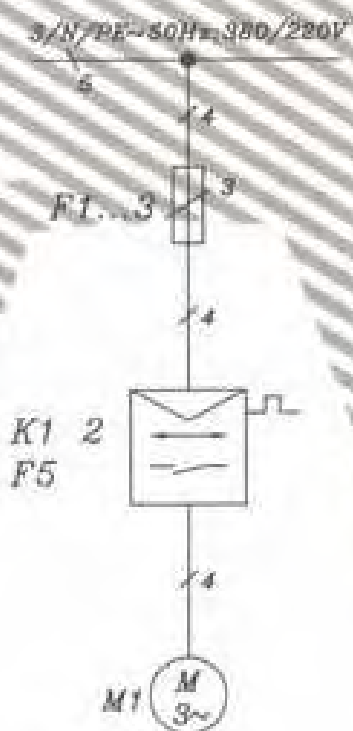
ج- کنتاکت قدرت کنتاکتور در مسیر جریان ۳ و در صفحه‌ی ۱۱ می‌باشد.

د- کنتاکت قدرت کنتاکتور در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه‌ی ۳ می‌باشد.

10.2	1	2
10.2	3	4
10.2	5	6
11.3	13	14



۲۸- شکل مقابل کدام نقشه‌ی راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی را نشان می‌دهد؟
 الف - ستاره مثلث کنتاکتوری
 ب - یکی پس از دیگری کنترل از دو نقطه
 ج - چپ‌گرد راست‌گرد اتوماتیک
 د - چپ‌گرد و راست‌گرد کنتاکتوری حفاظت کامل



۲۹- شکل مقابل نقشه‌ی فنی (تک خطی) کدام مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی را نشان می‌دهد؟
 الف - چپ‌گرد راست‌گرد کنتاکتوری
 ب - چپ‌گرد و راست‌گرد دستی
 ج - ستاره مثلث ساده
 د - ستاره مثلث اتوماتیک

۵۰- نقشه‌ی شکل زیر کدام راه‌اندازی الکتروموتور

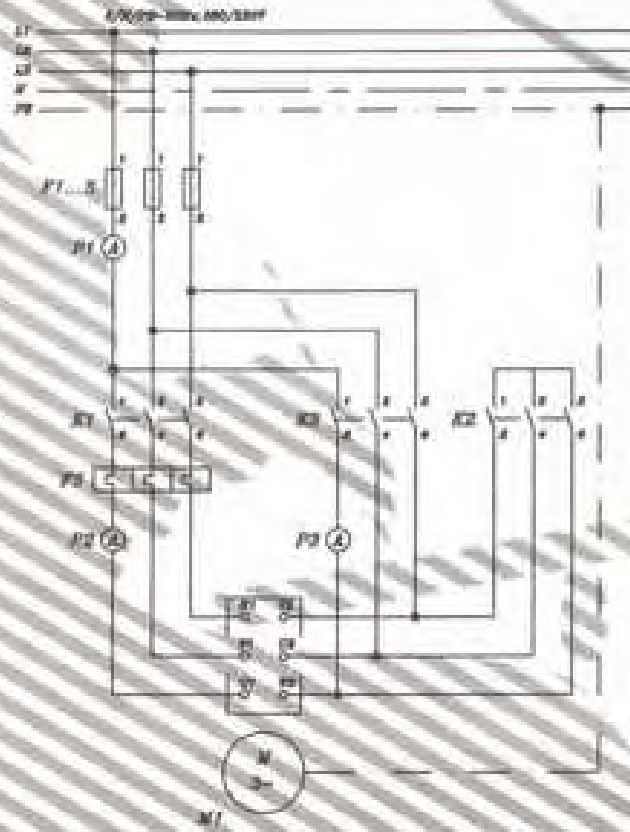
سه فاز را نشان می‌دهد؟

الف- قدرت جنب‌گرد و راست‌گرد

ب- قدرت سناره مثلث

ج- فرمان جنب‌گرد و راست‌گرد

د- فرمان سناره مثلث



۲-۳۰- آزمون پایانی عملی (۲)

۱- ۲-۳۰- وسایل مورد نیاز:

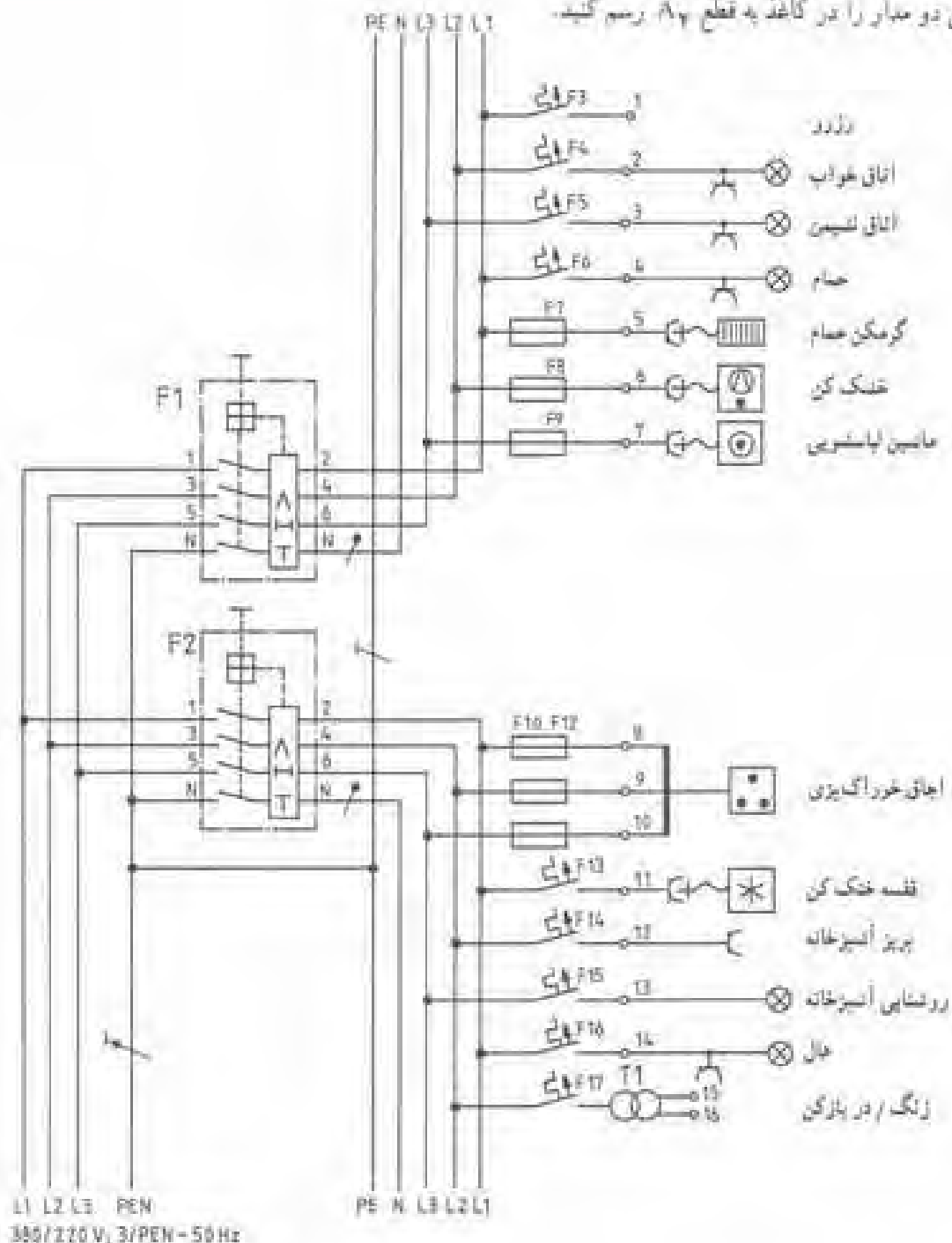
مداد، پاک‌کن، مداد تراش، کاغذ A۴، خط‌کش، تابلو
حروف، تابلو دایره، تابلو علامت الکتریکی، تخته رسم، نوار
چسب، گولیا، میز کار

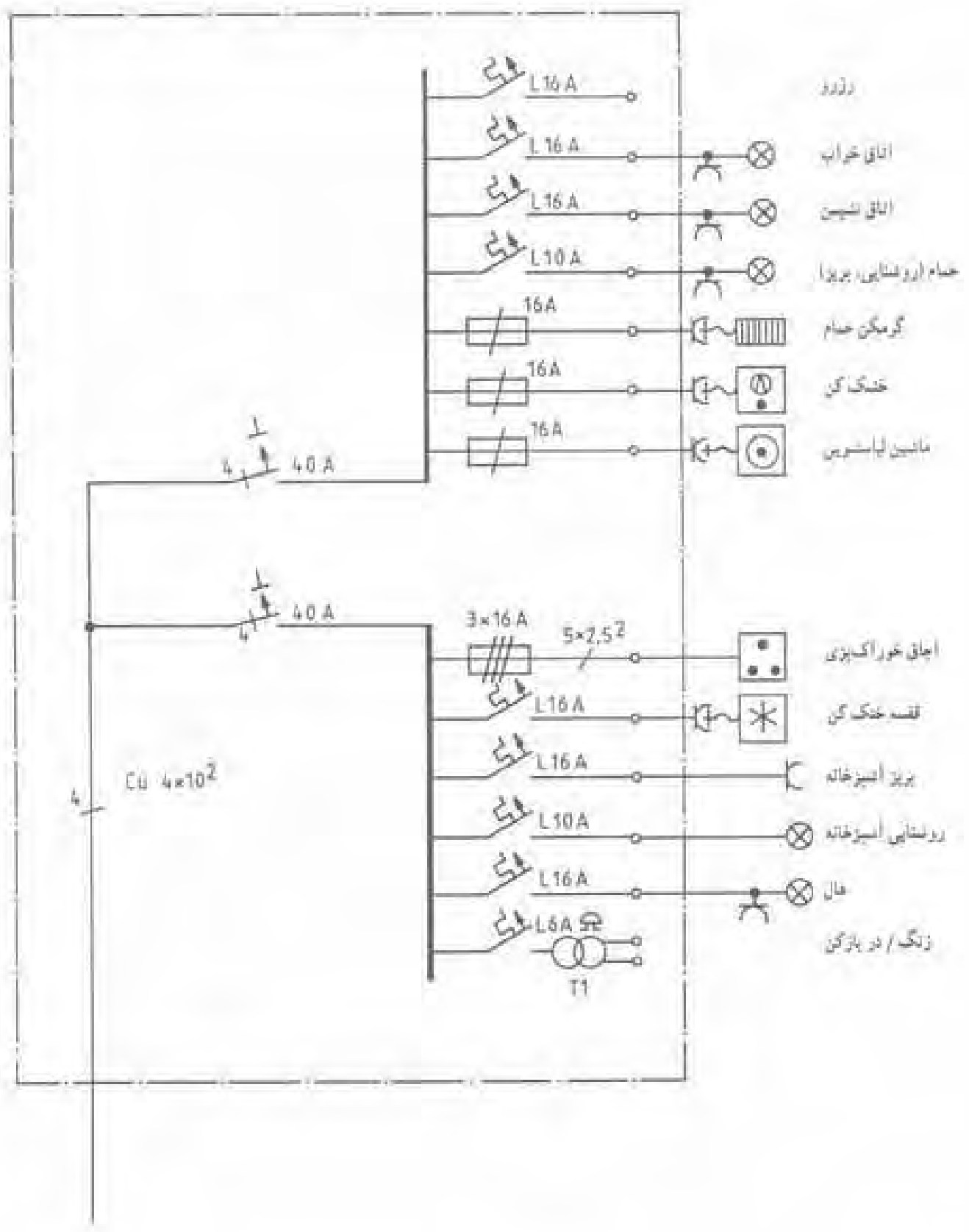
۲- ۲-۳۰- مراحل انجام کار:

■ تمکّل زیر مدار چند سیمه و تک خطی یک تابلو را

تست می‌دهد.

■ این دو مدار را در کاغذ به قطع A۴ رسم کنید.





واحد کار سوم

مدارهای روشنایی

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی بریزهای ساده و اربت‌دار یک فاز و سه فاز و مدارهای روشنایی

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- کاربرد بریزهای یک فاز و سه فاز و مدارهای روشنایی را توضیح دهد.
- ۲- اصول نصب بریزهای تک فاز و سه فاز و مدارهای روشنایی را بیان کند.
- ۳- مدارهای روشنایی، بریزهای تک فاز و سه فاز را به صورت روکار نصب و اجرا کند.

ساعات آموزشی		
نظری	عملی	جمع
۶	۲۰	۲۶

بیش آزمون (۳)

۱- واحد ارزی الکتریکی کدام است؟

الف - Kwh ب - w ج - VA د - KVAR

۲- اگر دو مقاومت به صورت سری وصل شوند :

الف - باید هر دو یک مقدار مقاومت داشته باشند.

ب - ولتاژ بین هر کدام از آن‌ها باید یکسان باشند.

ج - باید مقاومت متفاوتی از یکدیگر داشته باشند.

د - فقط یک مسیر جریان برای هر دو مقاومت وجود دارد.

۳- رنگ سیم‌های کابل یا سیم محافظ چهار سیمه کدام است؟

الف - مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی

ب - سبز و زرد، مشکی، قهوه‌ای، آبی

ج - مشکی، خاکستری، آبی، قرمز

د - سبز و زرد، قهوه‌ای، خاکستری، آبی

الف - سیم با قطر ۴ میلی‌متر

ب - سیم با سطح مقطع ۴ میلی‌متر مربع

ج - سیم با قطر ۴ سانتی‌متر

د - سیم با سطح مقطع با عایق ۴ سانتی‌متر مربع

۵- رنگ بولک فیوز ۱۶۸ کدام است؟

الف - قهوه‌ای ب - سبز ج - زرد د - خاکستری

۶- وسیله‌ای که با مدار به‌طور سری قرار می‌گیرد و مصرف‌کننده را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان زیاد

محافظت می‌کند، کدام است؟

الف - رله‌ی حرارتی ب - فیوز ج - کلید FI د - آمپر متر

۷- عنصر مغناطیسی در کلید مینیاتوری به چه منظوری تعبیه می‌شود؟

الف - برای قطع اتصال کوتاه ب - برای قطع ولتاژ زیاد

ج - برای قطع بار زیاد د - برای قطع اتصال کوتاه و بار زیاد

۸- با چه وسیله‌ای سیم فاز را از نول تشخیص می‌دهند؟

الف - فازمتر ب - آومتر ج - ولت‌متر د - اهم‌متر

۹- برای روشن و خاموش کردن یک لامپ از دو محل از کدام کلید ر به چه تعداد استفاده می‌شود؟

الف - کلید یک پل، دو عدد ب - کلید تبدیل، دو عدد

ج - کلید دو پل، یک عدد د - کلید سری، یک عدد

- ۱۰- استفاده از خازن در استارت مدار لامپ فلورسنت به چه منظوری است؟
 الف - جلوگیری از پیدایش جرقه و پرازیت ب - اصلاح ضریب قدرت
 ج - بالا بردن راندمان لامپ د - افزایش جریان لامپ
- ۱۱- ارتفاع نصب کلیدها از کف تمام شده در اتاق‌های مسکونی و اماکن صنعتی چند سانتی‌متر است؟
 الف - ۹۰ ب - ۱۰۰ ج - ۱۱۰ د - ۱۴۰

- ۱۲- کلید سری (دو پل) در مدار روشنایی چه عملی انجام می‌دهد؟
 الف - دو لامپ را از دو نقطه روشن و خاموش می‌کند.
 ب - دو لامپ را از یک نقطه توسط دو پل جداگانه کنترل می‌کند.
 ج - یک لامپ را از دو نقطه کنترل می‌کند.
 د - یک لامپ را از یک نقطه کنترل می‌کند.



۳-۱-۱ حفاظت و ایمنی در نصب بریزها و مدارهای روشنایی

علاوه بر حفاظت و ایمنی عمومی در برق، رعایت اصول حفاظت و ایمنی زیر ضروری است:

۳-۱-۱-۱ سیم‌ها و کابل‌های مورد مصرف در سیم‌کشی باید طوری انتخاب شوند که بتوانند شدت جریان را که مصرف‌کننده می‌کشد تحمل کنند.

۳-۱-۱-۲ سیم‌های مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کنند.

۳-۱-۱-۳ همه‌ی سیم‌هایی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرند باید بک تکه و بدون زدگی باشند.

۳-۱-۱-۴ از قرار دادن سیم‌ها در ابتدا و قبل از لوله‌کشی در داخل لوله‌های برق اکیداً خودداری کنید.

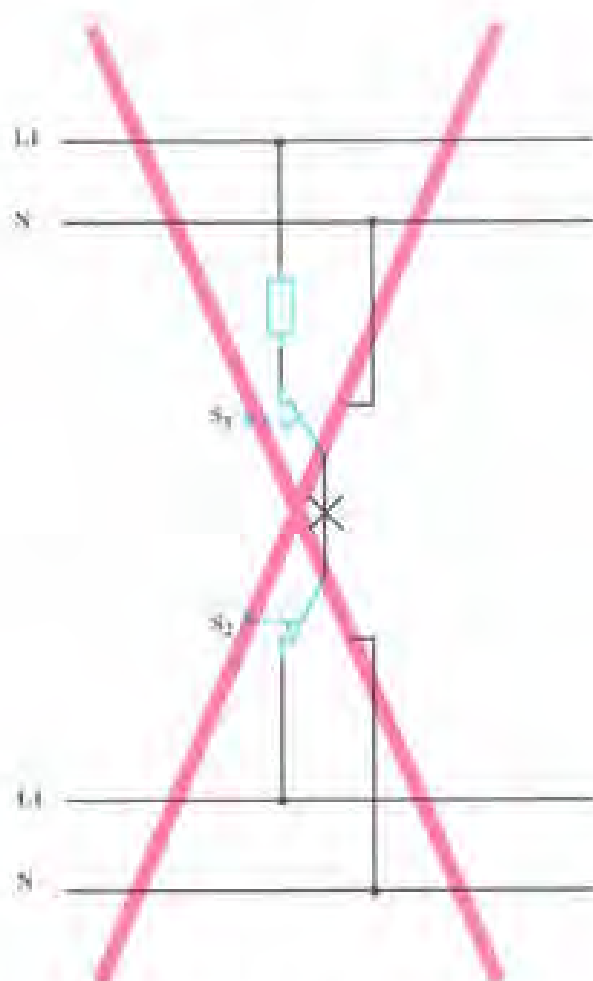
۳-۱-۵ اتصال سیم‌ها باید در داخل جعبه‌های تقسیم و توسط ترمینال‌های مخصوص انجام شود.

۳-۱-۶ پوشش سیم‌ها باید برای مصارف مختلف به رنگ‌های متفاوت باشد.

۳-۱-۷ سیم نول هر مدار باید به‌طور مجزا تعبیه شود. استفاده از یک نول مشترک، جهت مدارهای مختلف مجاز نمی‌باشد.

۳-۱-۸ لوله‌های فلزی و پوشش فلزی سیم‌های عایق‌دار نباید به عنوان سیم نول یا سیم حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱-۹ در مدارهای روشنایی با کلیدهای تبدیل، فاز و نول نباید وارد کلید شوند بلکه مطابق نقشه‌ی استاندارد عمل شود، (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱- مدار حفاظت کلید تبدیل

۳-۲- انواع پریزهای یک فاز و سه فاز روکار
 هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به وسیله‌ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه موردنظر (مانند سمپاور، بخاری، موتور ماشین تراش و...) برسانیم. این اتصال توسط وسیله‌ای به نام پریز انجام می‌شود. پریزها به دو دسته توکار و روکار تقسیم می‌شوند.



نمای ظاهری

۱-۲-۲- پریزهای یک فاز ساده‌ی روکار: این پریزها از دو قسمت رویه و پایه ساخته می‌شوند. معمولاً توسط پیچی که در وسط رویه قرار دارد به یکدیگر متصل می‌شوند. پایه پریز دارای دو بیج اتصال سیم می‌باشد که به مادگی پریز متصل است و مجموعاً بر روی پایه عایقی قرار می‌گیرد. این پایه ممکن است از جنس چینی و یا کائوچویی باشد. پریزهای ساده یک فاز روکار در مکان‌های خشک استفاده می‌شود. در جاهای نمناک از پریزهای بارانی استفاده می‌شود. این پریزها در لوله‌کشی با لوله فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۳-۲- الف پریز یک فاز روکار را نشان می‌دهد.



نمای داخلی

الف- پریز یک فاز ساده روکار

۲-۲-۳- پریزهای یک فاز با سیم محافظ زمین
 روکار: این پریزها از دو قسمت پایه و رویه مجزا ساخته شده که توسط پیچی به یکدیگر وصل می‌باشند. بر روی پایه آن سه بیج اتصال وجود دارد که دو بیج آن به مادگی وصل شده و سومی به شاخک‌هایی که به بیرون هدایت شده‌اند، متصل است. رویه پریزهای ارت‌دار در قسمتی که دو شاخه بر آن می‌نشینند، فرورفته است؛ به طوری که دو شاخه کاملاً در داخل این فرورفتگی جای می‌گیرد. شکل ۳-۲- ب پریز یک فاز ارت‌دار روکار را نشان می‌دهد. بعضی از پریزهای ارت‌دار یک فاز دارای سه سوراخ در یک ردیف می‌باشند که سوراخ وسطی مخصوص اتصال بدنه (سیم زمین) بوده و غیر از این مورد سطح رویه پریز بدون فرورفتگی می‌باشد.



مدل چهارگونی



مدل گرد

ب- پریز با سیم محافظ
 شکل ۳-۲

۳-۲-۳- بریز سه فاز ارت دار روکار: این بریزها از دو قسمت تنه و پایه تشکیل شده است. پایه به عنوان جعبه تقسیم و تنه به عنوان قسمت اصلی است. تنه دارای پنج پیچ است که به پیچ مادگی وصل می‌بندند. پیچ مادگی شامل سه فاز، N، PE است. برای استفاده از این بریزها از پنج شاخه‌ی نر استفاده می‌شود. شکل ۳-۳ ساختمان بریز سه فاز ارت دار چهار سوراخه و چهار شاخه‌ی نر را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)

شکل ۳-۳

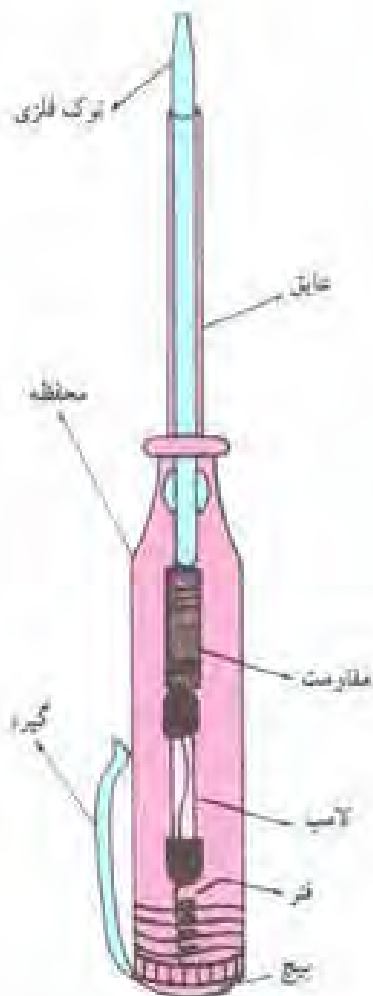
۳-۳-۳- ابزار و لوازم سیم‌کشی

۳-۳-۳-۱ فازمتر: فازمتر یا فازنما وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان سیم‌های فاز را از تون تشخیص داد. ساختمان داخلی فازمتر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- ۱- نوک فلزی فازمتر که به فاز اتصال پیدا می‌کند و معمولاً به وسیله‌ی روکش عایق پلاستیکی پوشیده شده است.
- ۲- مقاومت داخلی فازمتر حدود چند کیلو اهم است که در موقع اتصال به فاز، جریان بسیار ضعیفی (در حدود میکرو آمپر) از مدار فازمتر می‌گذرد.
- ۳- لامپ تون فازمتر که با روشن شدن، وجود فاز را مشخص می‌کند.

۴- تریبالای لامپ تون که می‌توان توسط بیج انتهایی فازمتر آن را به بدن اتصال داد تا مدار بسته و لامپ روشن شود.

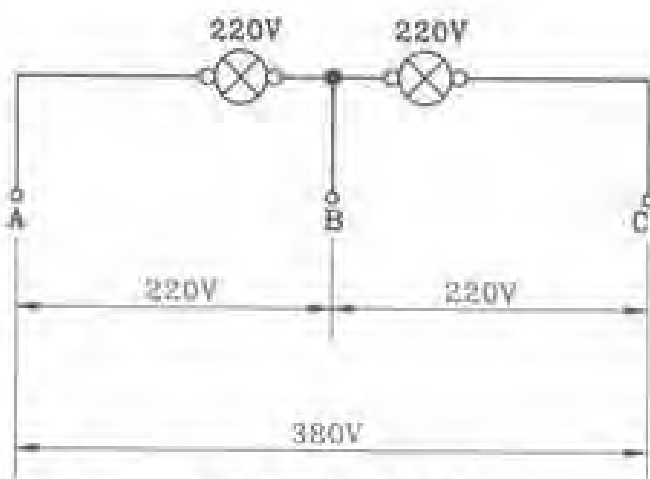
- ۵- کلیه‌ی قسمت‌های ذکر شده در شماره‌های ۲ الی ۴ در داخل یک عایق پلاستیکی به نام دسته فازمتر جای می‌گیرد. معمولاً مقدار ولتاژ عایق فازمتر روی آن نوشته می‌شود. شکل ۳-۳-۴ ساختمان داخلی فازمتر را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴- فازمتر

۳-۳-۲- لامپ آزمایشی: وسیله‌ای است برای

تشخیص ولتاژ فاز و تون (۲۲۰ ولت) و دو فاز (۳۸۰ ولت). هرگاه دو لامپ ۲۲۰ ولتی را طبق شکل ۳-۳-۵ به‌طور سری ببندیم و آن را در داخل یک محفظه عایق، جاسازی کنیم، با مشخص کردن قیاس‌های مادگی رنگی و ذکر ولتاژ ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت می‌توان برای تشخیص فاز و تون و یا دو فاز استفاده نمود. بدین ترتیب که A و B یا B و C برای تشخیص فاز و تون و از نقاط A و C برای تشخیص دو فاز استفاده می‌شود.



شکل ۳-۵- مدار لامپ آزمایشی

۳-۳-۳- فنر سیم کشی: برای عبور دادن سیم از داخل لوله‌های سیم کشی از فنر مخصوص سیم کشی استفاده می‌کنند. این فنر از یک نوار نازک فولادی درست شده که به یک انتهای آن یک قرقره یا گوی فلزی یا پلاستیکی و به انتهای دیگر آن یک فلاپ فلزی متصل است. هنگام سیم کشی، فنر را از طرف گوی یا قرقره وارد لوله می‌کنند؛ پس از عبور دادن آن از لوله و خارج شدن گوی از داخل قوطی تقسیم یا کلید، تعداد سیم‌هایی را که باید از داخل لوله عبور کنند پس از زویوس برداری به فلاپ طرف دیگر وصل می‌کنند. سپس با کشیدن انتهای که قرقره به آن وصل است، فنر به داخل لوله می‌رود و سیم‌ها را به دیال خود می‌کشد. پس از خارج شدن سیم از قوطی تقسیم، قسمت وصل شده به فلاپ را جدا می‌کنند. شکل ۳-۶ تصویر ظاهری یک فنر سیم کشی را نشان می‌دهد. برای سهولت کار غالباً گوی فلزی را به روغن یا گریس آغشته می‌کنند. هنگام کشیدن فنر باید با انگشتان یک دست، فنر را به بیرون هدایت کرد و با کف دست دیگر روی فنر فشار وارد آورد تا از خمیدگی و شکستن فنر جلوگیری شود.

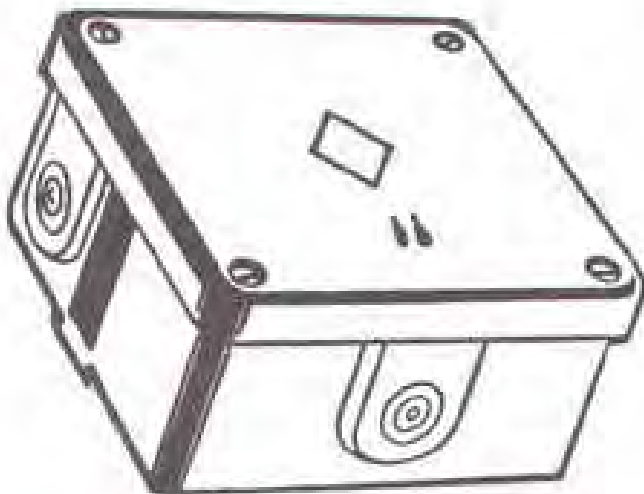


شکل ۳-۶- فنر سیم کشی

۳-۳-۴- قوطی کلید و جعبه تقسیم روکار: برای جاسازی کلیدها از قوطی کلید و برای ارتباط چند لوله و یا چند کابل، از جعبه تقسیم استفاده می‌شود. قوطی کلیدها به شکل استوانه و از جنس پلاستیک یا چدن می‌باشد.

روی جعبه تقسیم، سوراخ‌هایی متناسب با تعداد و قطر لوله‌ها تعبیه می‌شود. شکل ۳-۷ یک نمونه جعبه تقسیم روکار را نشان می‌دهد.

اتصالات سیم‌های ورودی و خروجی، در داخل جعبه تقسیم انجام می‌شود.



شکل ۳-۷- جعبه تقسیم روکار

۴-۳- نصب و سیم‌کشی انواع بریزه‌های تک‌فاز و سه‌فاز

نصب و سیم‌کشی بریزه‌ها به سه صورت انجام می‌شود:

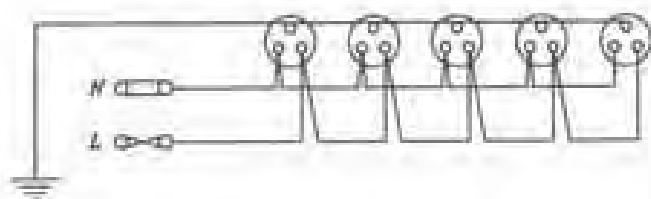
- نصب انواع بریزه‌های روکار و توکار و سیم‌کشی داخل لوله
- نصب و سیم‌کشی انواع بریزه‌های روکار با استفاده از کابل روکار
- نصب و سیم‌کشی انواع بریزه‌ها در داخل کانال‌های پلاستیکی

بریزه‌های برق باید بر اساس موارد کاربرد، شرایط محل نصب، میزان ولتاژ و تعداد فاز، ایمنی مورد لزوم، و محاسبه مقدار جریانی که تغذیه می‌کند در انواع توکار یا روکار، با اتصال زمین یا بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب و یا عوامل شیمیایی، یک فاز یا سه فاز، قفل‌شو یا بی‌خطر انتخاب شود.

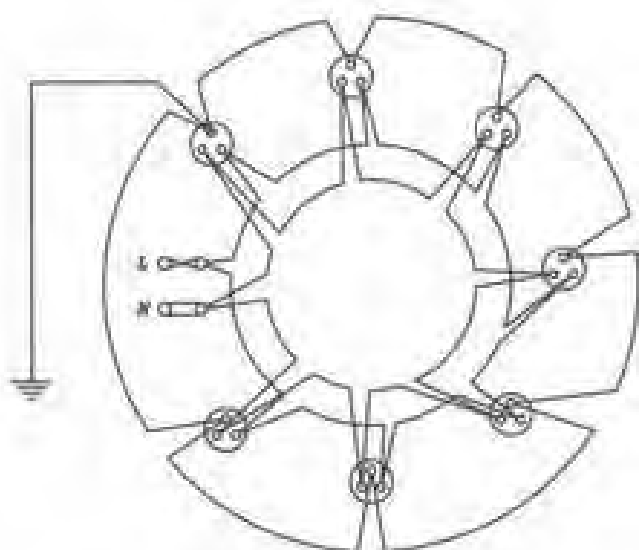
بریزه‌ها را به سیستم شعاعی و یا حلقوی سیم‌کشی می‌کنند، در مواردی که برای سیم‌کشی مدار بریزه‌ها از سیستم شعاعی استفاده می‌شود، باید هادی برق‌دار از فیوز حفاظتی مدار به کنتاکت فاز و هادی نول به کنتاکت نول و سیم زمین به کنتاکت اتصال زمین هر یک از بریزه‌ها متصل شوند (شکل ۸-۳-الف).

حفاظت مدار بریزه‌های با اتصال شعاعی در برابر اضافه‌بار به وسیله فیوزهای مدار فرعی یا ظرفیت متناسب انجام می‌شود، یا توجه به این نکته که ظرفیت بار فیوز نباید از ظرفیت بار سیم یا کابل مربوط تجاوز کند. در سیستم شعاعی چنانچه در قسمتی از مدار، سیم قطع شود، مدار بریزه‌های بعدی قطع می‌شود.

در مواردی که برای سیم‌کشی مدار بریزه‌ها از سیستم حلقه‌ای یا رینگ استفاده می‌شود، باید هر دو سر هادی برق‌دار به ترمینال فیوز حفاظتی، هر دو سر هادی خنثی به ترمینال نول و هر دو سر سیم اتصال زمین به سیم محافظت زمین متصل شود. (شکل ۸-۳-ب). در این سیستم هر یک از مدارهای فرعی رینگ که در محل‌های مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار می‌گیرد نباید سطحی بیش از ۱۰۰ متر مربع را پوشش دهد. در سیستم حلقه‌ای چنانچه یکی از سیم‌ها قطع شود، برق بریزه‌ها از طرف دیگر تأمین می‌شود و هیچ‌کدام از بریزه‌ها قطع نمی‌شوند.

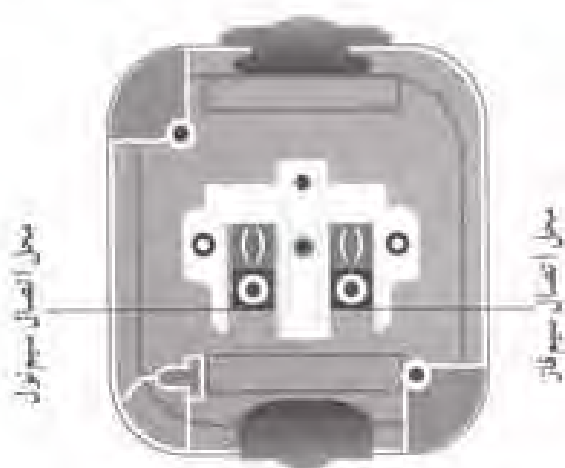


الف- مدار شعاعی اتصال بریزه‌ها

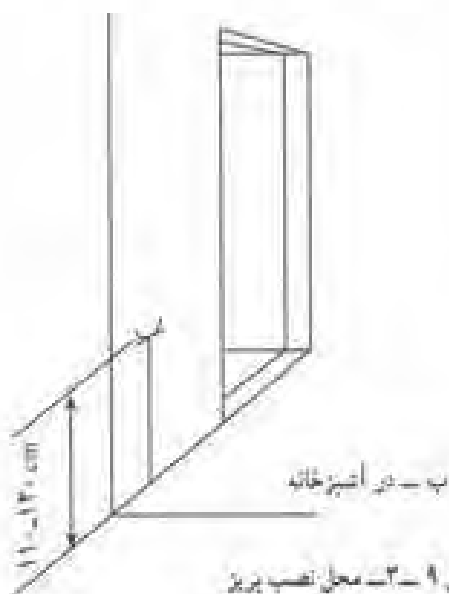
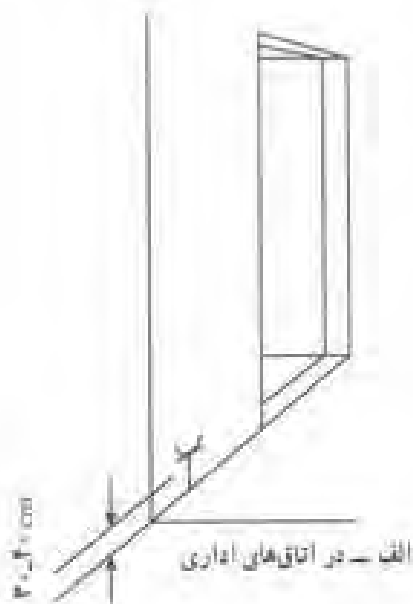


ب- مدار حلقوی اتصال بریزه‌ها

شکل ۸-۳



ج - نحوه اتصال سیم ها به بریز
شکل ۸ - ۲



شکل ۹ - ۳ - محل نصب بریز

حداقل سطح مقطع سیم ها در سیم کشی بریزها در هر سست ۲/۵ میلی متر مربع است.

بریز برق یک فاز ۲۲۰ ولت باید حداقل دارای قدرت تحمل ولتاژ ۲۵۰ ولت، جریان ۱۶ آمپر و مجهز به اتصال زمین باشد.

بریزهای سه فاز ۲۸۰ ولت باید حداقل دارای قدرت تحمل ولتاژ ۵۰۰ ولت، جریان ۱۶ آمپر و مجهز به اتصال زمین باشد. در بریزهای یک فاز و نول اتصال سیمها به گسائت های بریز باید به ترتیبی انجام شود که سیم فاز مسنه راست و سیم نول سمت چپ فردی که رویه روی بریز قرار می گیرد وصل شده باشند. (شکل ۸ - ۳ - ج)

بریزهای مخصوص کارهای صنعتی مانند دریل و میزی، سنگ سنباده، دستگاه جوش و مانند آن باید دارای مدار جداگانه بوده و برای تحمل بار مشخص شده به طور مداوم، تحمل کافی داشته باشند. این گونه بریزها باید به درپوش مخصوص و مناسب، مجهز و در صورت امکان از نوع جدنی قفل شو باشند.

بریزهای برق در اتاق ها ۳۰ الی ۴۰ سانتی متر از کف تمام شده (شکل ۹ - ۳ - الف)

بریزهای برق، که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، کاراز نصب می شود ۱۱۰ الی ۱۲۰ سانتی متر از کف تمام شده بریزهای برق در اتاق عمل که از نوع ضد انفجار نباشند حداقل در ارتفاع ۱۵۵ سانتی متر از کف تمام شده نصب می شوند (شکل ۹ - ۳ - ب).

بریزهای سه فاز باید برحسب مورد با چهار شاخه و پنج شاخه ی مربوط همراه باشند.

در مکان های تر و مرطوب و خارج ساختمان ها باید از بریز محافظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب متناسب با نیاز مربوط استفاده شود.

در سیم کشی داخل لوله، از فتر سیم کشی جهت عبور سیمها از داخل لوله ها استفاده می شود و پس از جاگذاری سیمها در داخل لوله، سرسیم های مربوط فازها و نول و ارت را به بیج های مربوطه وصل می کنند. لوله ها توسط بست به دیوار نصب می شوند. در نصب و سیم کشی بریزها با استفاده از کابل، نصب کابل روی دیوار با بست انجام می شود.

۳-۵- کلیدهای روشنایی روکار

کلیدهای روشنایی برای قطع و وصل جریان الکتریکی به کار می‌روند. برای قطع جریان، باید یکی از سیم‌های حامل جریان قطع شود. برای وصل مجدد باید مسیر قطع شده، به حالت اولیه برگردد.

کلیدها بسته به نوع مصرف آن، روکار (معمولی - پارانی) و توکار ساخته می‌شوند.

۳-۵-۱- کلید یک پل (یک راهه): این کلید دارای یک پل و یا یک دکمه می‌باشد و به صورت توکار و روکار ساخته می‌شود. دکمه قطع و وصل می‌تواند به صورت فشاری (F)، الکتریکی (E) و یا دوار (D) باشد. (شکل ۳-۱-الف). جنس محفظه و داخل آن از جنس گانوجو و یا پلاستیک مخصوص است که قادر به تحمل ولتاژ معینی است.

کلید یک پل (یک راهه)، از یک تیغه‌ی اتصال متحرک فلزی و یک تیغه‌ی اتصال ثابت، یک فنر و یک میله درست شده است. تیغه‌های ثابت و متحرک به دو پیچ خروجی ارتباط دارند. در انتهای تیغه‌های ثابت و متحرک شبیه پلاتین اتومبیل ساخته می‌شود و در مقابل حرارت و جرقه مقاوم است. تیغه‌های ثابت و متحرک را گنتاگت می‌نامند (شکل ۳-۱-ب).

شکل ۳-۱-ب داخل کلید یک پل (یک راهه) را نشان می‌دهد.



روکار



توکار



تابلویی

الف - انواع کلید یک پل از نظر ظاهری



ا- اهرم قطع و وصل الکتریکی
ب- ترمینال‌های ورودی و خروجی



ف- فنر عمل کننده



تیغه‌ی پلاتین

ب - اجزای داخل کلید یک پل

شکل ۳-۱



شکل الف - نمای ظاهری نوع دوگانه



شکل ب - نمای داخلی نوع دوگانه

شکل ۱۱-۳ - کلید سری (دو پل)

۲-۵-۳ - کلید سری (دو پل): این کلید مثل دو کلید یک پل عمل می‌کند و دو دکمه قطع و وصل دارد که هر یک به تنهایی و هم با هم می‌توانند مدار را قطع و وصل کنند. این کلید در بازار به نام کلید دو پل شناخته می‌شود. کلید سری زیانه‌ای دارای سه بیج است که یک بیج مشترک می‌باشد. کلید سری، دو دسته لامپ را به‌طور جداگانه و یا با هم روشن و خاموش می‌کند. شکل ۱۱-۳ - کلید سری (دو پل) را نشان می‌دهد.

۲-۵-۳ - کلید تبدیل: کلید تبدیل دارای سه بیج اتصال می‌باشد که یکی از بیج‌ها، بیج مشترک است. شکل ظاهری کلید تبدیل شبیه کلید یک پل است به همین دلیل برای تشخیص باید به تعداد بیج‌ها توجه کرد (شکل ۱۲-۳).



الف - قسمت داخلی کلید تبدیل دوگانه



ب - تستی و فلز کلید تبدیل



ج - برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت غیر مشترک ۱



د - برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت غیر مشترک ۲



ه - پلاتین جدا شده و پایه‌های ثابت کلید

شکل ۱۲-۳ - اجزای داخل کلید تبدیل

دو عدد کلید تبدیل می‌توانند یک با یک گروه لامپ را از دو نقطه روشن و خاموش کنند. کار کلید تبدیل، تغییر مسیر جریان الکتریکی از یک سیم به سیم دیگر و بالعکس است.

۳-۶ لامپ رشته‌ای

لامپ‌های رشته‌ای بر اساس گرم شدن فیلامان و بخش نور کار می‌کنند و به شکل‌ها و توان‌های مختلف ساخته می‌شوند. در این لامپ‌ها فیل از این که الکتریسته مستقیماً به نور تبدیل شود (اولی به حرارت تبدیل می‌شود سپس نور تولید می‌کند). بنابراین بهره‌ی نوری این لامپ‌ها کم است. لامپ‌های رشته‌ای از چهار قسمت تشکیل شده‌اند:

۱- رشته‌ی لامپ که از جنس تنگستن است و به‌طور ماریج با قطر کم ساخته می‌شود. درجه‌ی حرارت ذوب بالا و همچنین زمان تبخیر طولانی تنگستن باعث شده است که در لامپ‌های کتونی مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۳-۱۳ الف).

۲- درجه‌ی حرارت فیلامان لامپ‌های کتونی هنگام کار در حدود ۲۶۱۰ تا ۲۷۱۰ درجه سانتی‌گراد است. در لامپ‌هایی که دارای دو ماریج فیلامان است (شکل ۳-۱۳ ب) به دلیل تأثیر حرارت بر همدیگر درجه حرارت کار بالاتر می‌رود در نتیجه راندمان لامپ بهتر می‌شود. در اثر تبخیر فیلامان مقداری از فلز روی حباب نیشه‌ای ته‌نشین شده و مانع عبور نور می‌شود در نتیجه نور لامپ کاهش می‌یابد. در قدرت مساوی، نور چراغ‌های با رشته‌ی مضاعف بیشتر از چراغ با فیلامان تک‌رشته است.

۳- جنس حباب لامپ‌های رشته‌ای، از نیشه است. حباب‌ها در انواع و شکل‌های گوناگون ساخته می‌شوند. پایه‌ی چراغ‌های رشته‌ای از نوع پیچی و یا خاردار است. مزیت نوع پیچی، در ثابت بودن موقعیت و سرعت تعویض آن است. گاز داخل حباب چراغ از گازهای نادر (اختی) مانند آرگون، هلیموم، کریپتون و گزتون است. در لامپ‌های کم‌قدرت، در داخل حباب خلأ ایجاد می‌کنند. وجود گاز در داخل لامپ سب جلوگیری از تبخیر رشته‌ی فیلامان شده و افزایش طول عمر و نوردهی آن می‌شود. شکل ۳-۱۳ ج لامپ رشته‌ای را با پایه خاردار نشان می‌دهد.



الف - رشته لامپ از جنس تنگستن بطور ماریج با قطر کم



ب - فیلامان یا دو ماریج



ج - ساختمان چراغ رشته‌ای با پایه خاردار

شکل ۳-۱۳

۳-۷- لامپ فلورسنت

لامپ معمولی فلورسنت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ و یا ۱۱۰ ولت از لوله‌های شیشه‌ای به قطر ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر و طول ۲۰ تا ۱۶۰ سانتی‌متر ساخته می‌شود. دوسر این لوله‌ها، دو رشته‌ی فلزی تنگستن اندوده به باریت کار گذاشته‌اند. باریت دارای تشعشع الکترونی خوبی است. فضای داخلی لوله از بخار جیوه با فشار کم پر شده و جدار داخلی لوله با مواد فلورسانس انود شده است (شکل ۳-۱۲ الف و ب).

برای روشن شدن لامپ فلورسنت وسایلی مورد نیاز است که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.



الف- نمای داخلی لامپ فلورسنت



ب- نمای ظاهری لامپ با قاب

۳-۷-۱- چک (سیم بیج): چک، یک سیم بیج یا هسته است که دو عمل انجام می‌دهد، اولاً بالا بردن ولتاژ جهت راه‌اندازی و دوم محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ. زیرا در لحظه راه‌اندازی، اختلاف سطح زیادی لازم است تا تخلیه الکترونیکی در لامپ به وجود آید و لامپ روشن شود. پس از تخلیه الکترونیکی، ولتاژ زیاد در مدار باعث ایجاد جریان زیاد می‌شود. در این حال چک با تغییر جریان مخالفت کرده، جریان را محدود می‌کند.

از طرف دیگر چک باعث پایین آمدن ضریب قدرت مدار می‌شود که با قرار دادن خازن می‌توان ضریب قدرت مدار را اصلاح کرد. شکل ۳-۱۲ ج- علامت اختصاری و شمای واقعی چک لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.



ج- شمای ظاهری و علامت نشان دهنده چک

شکل ۳-۱۲

۳-۷-۳ استارتر: استارتر از یک لامپ نئون کوچک تشکیل می‌شود که یکی از الکترودهای آن را یک بی‌مثال و الکترود دیگر آن را یک تیغه فلزی تشکیل می‌دهد.

اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود ۱۲۰ تا ۱۶۰ ولت (ولتاژ مورد نیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) است و اگر اختلاف سطح به حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ ولت برسد خاموش می‌شود.

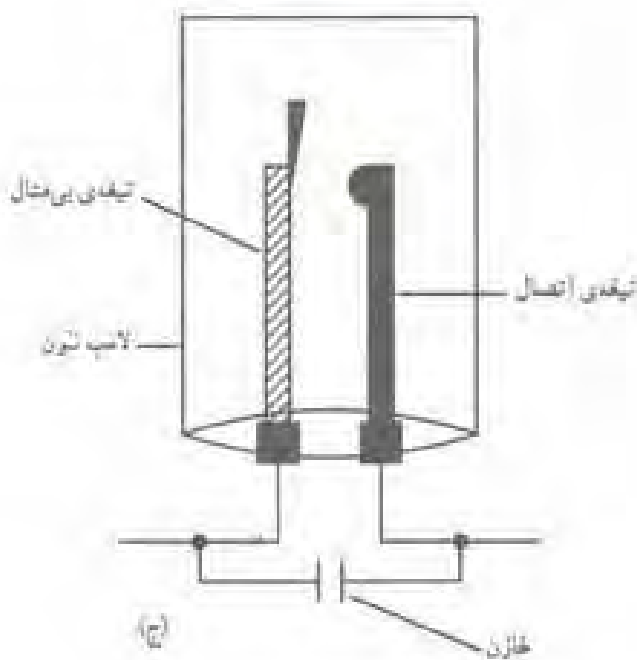
برای جلوگیری از پیدایش جرقه و بارازیت، یک خازن یا استارتر به صورت موازی بسته می‌شود. شکل ۳-۱۵ الف ظاهر استارتر و شکل ۳-۱۵ ب قسمت داخلی آن و شکل ۳-۱۵ ج شمعی مدار داخلی استارتر را نشان می‌دهد.



الف



ب

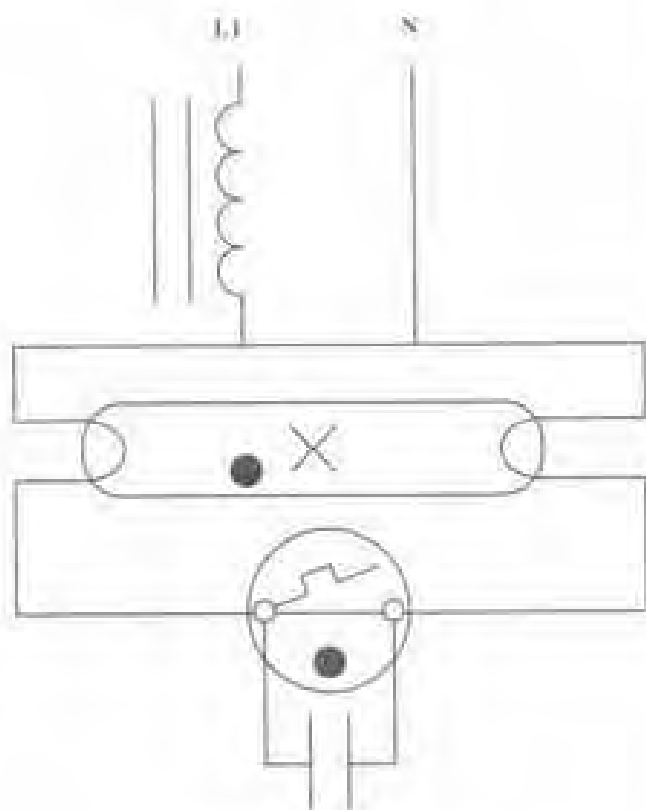


ج

شکل ۳-۱۵- استارتر لامپ فلورسنت

۳-۷-۲ مدار لامپ فلورسنت: وقتی که لامپ

فلورسنت به برق وصل می‌شود ولتاژی که در دوسر الکترودهای استارتر قرار می‌گیرد برای تخلیه‌ی الکتریکی آن کافی است. این اختلاف سطح باعث یونیزاسیون گاز شون داخل استارتر شده و از آن جریان عبور می‌کند. در اثر عبور جریان، گاز شون و تیغه‌ی بی‌مثال، گرم شده خام می‌شود و دو الکترود به هم می‌چسبند. در این حالت جریان در فیلامان لامپ و استارتر و چک برقرار شده و باعث سرخ شدن فیلامان‌های لامپ می‌شود. این عمل موجب پرتاب الکترون‌ها از سطح فیلامان شده و گازهای اطراف را یونیزه می‌کند. در این حالت چون الکترود به بی‌مثال چسبیده است دیگر تخلیه الکتریکی بین بی‌مثال و الکترود صورت نمی‌گیرد. بی‌مثال سرد و از الکترود جدا و در نتیجه مدار سری قطع می‌شود. قطع آبی این جریان در دوسر چک، ولتاژ القایی زیادی ایجاد می‌کند (حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ولت) و چون این ولتاژ در دوسر لامپ قرار می‌گیرد باعث تخلیه‌ی الکتریکی در لوله‌ی بین دو فیلامان می‌شود. پس از گذشت ۲ تا ۵ ثانیه لامپ روشن می‌شود. شکل ۳-۱۶ مدار الکتریکی لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۶ مدار لامپ فلورسنت

۳-۸ نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی کلیدهای

یک بل، سری، تبدیل با لامپ‌های رشته‌ای و فلورسنت

کلیدهای روشنایی باید بر اساس موارد استفاده، شرایط محل نصب، ولتاژ مورد لزوم و محاسبه‌ی مقدار جریانی که از آن عبور می‌کند از انواع توکار یا روکار، یک بل، دو بل، سه بل، تبدیل، صلبی، و در صورت لزوم از انواع محافظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یا ضد جرقه و یا ضد حریق انتخاب شود. این نوع کلیدها در سیستم برق یک فاز ۲۲۰ ولت باید حداقل تحمل ولتاژ ۲۵۰ ولت و جریان ۱۰ آمپر را داشته باشند.

کلیدهای روشنایی باید برای بار لامپ‌های رشته‌ای تنگستن و فلورسنت مناسب باشد به طوری که مثلاً برای یک کلید ۱۰ آمپر ممکن است حداکثر ۳۰ عدد لامپ فلورسنت ۴۰ وات یا خازن و با مجموع قدرت ۱۵۰۰ وات، یا ۲۰ عدد لامپ فلورسنت ۴۰ وات بدون خازن و با مجموع شدت جریان ۸/۸ آمپر یا ۱۶۰۰ وات بار رشته‌ای در نظر گرفته شود و برای مدارهایی که دارای بار بی‌سی از این مقدار باشند باید کلید متناسبی با قدرت بیشتر



شکل ۳-۱۷ نمونه یک کلید مدار

انتخاب شود. کلیدها اصولاً باید فاز را قطع و وصل کنند مگر در مواردی که از کلید دو قطبی برای قطع و وصل فاز و نول استفاده شود. به کلید دو قطبی، کلید دوپل نیز می‌گویند.

محل دقیق نصب کلیدها بر اساس نقشه‌های معماری و با توجه به استقرار تجهیزات، بر روی نقشه‌های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص می‌شود.

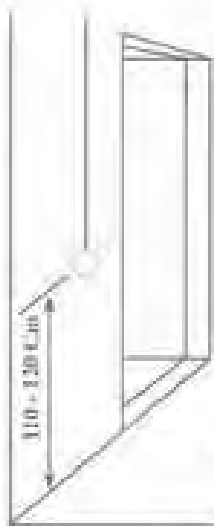
کلیدهایی که در کنار در ورودی واقع می‌شود باید در طرف قفل در و در فواصل مساوی از چارچوب نصب شوند.

کلید باید طوری تعبیه شود که رویه پایین روشن و رویه بالا خاموش باشد.

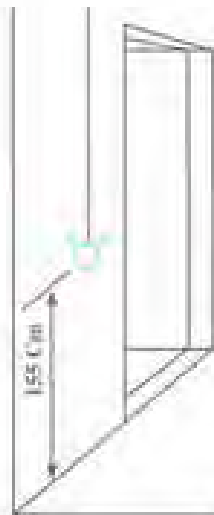
ارتفاع نصب کلیدها به شرح زیر خواهد بود: برای اتاق‌های مسکونی، اداری یا کار، آسیرخانه اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۶۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده، شکل (۳-۱۸) الف).

برای اتاق‌های بخش عمل در صورتی که از نوع ضد انفجار نباشد ۱۵۵ سانتی‌متر از کف تمام شده، کلید راه‌انداز موتور ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل ۳-۱۸ ب).

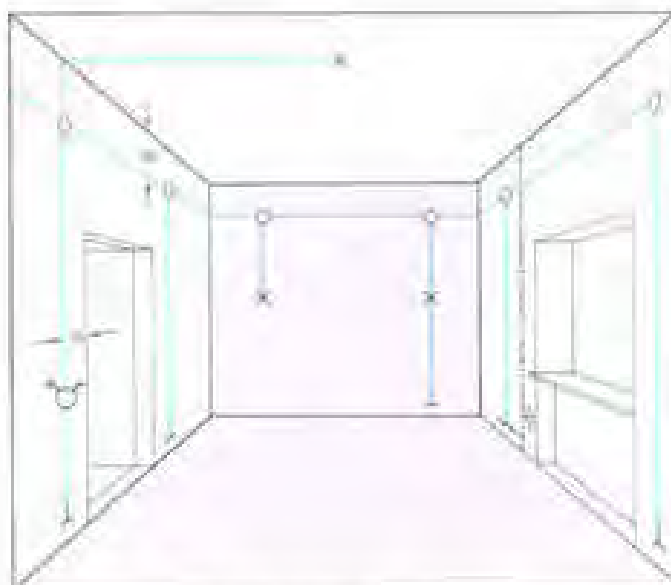
کلید کنترل هواکش ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده، کلید و لوازم برقی در اتاق عمل که ضد انفجار نباشد در ارتفاع ۱۵۵ سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل ۳-۱۸ ب).



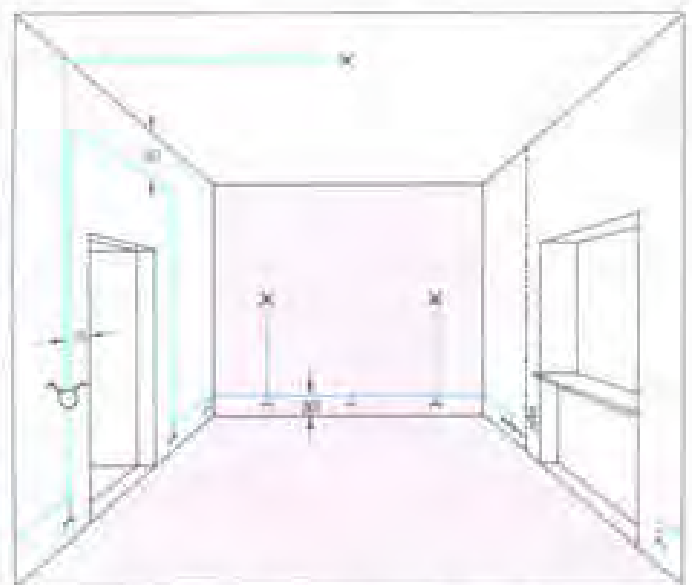
الف - ارتفاع کلید در اماکن اداری و صنعتی



ب - ارتفاع کلید اتاق‌های عمل

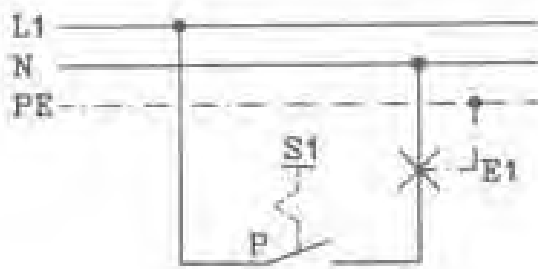


ج - سیم‌کشی با استفاده از جعبه تقسیم



د - سیم‌کشی بدون استفاده از جعبه تقسیم

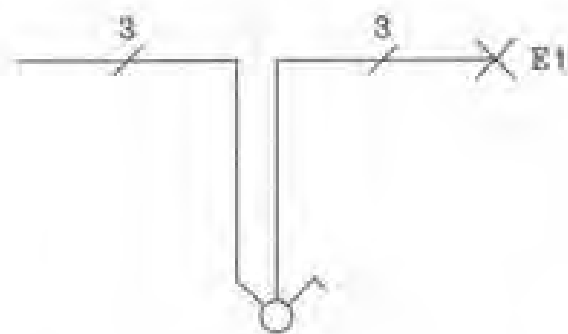
۳-۸-۱ مدار روشنایی کلید یک پل: از کلید یک پل برای قطع و وصل مدار یک یا چند مصرف کننده از یک نقطه به طور همزمان استفاده می شود. فاز به پایه ی ثابت کلید وصل شده و از بیج پایه ی متحرک کلید به بیج زیرین سریع لامب وصل می شود. سیم نول نیز مستقیماً به بیج پهلوی سریع لامب اتصال می یابد.



شکل ۳-۱۹

علت اتصال برگشت فاز از کلید به بیج زیرین سریع لامب این است که در موقع باز کردن و بستن لامپ، تماس با قسمت فلزی لامپ موجب نشود. علت قرار گرفتن کلید در مسیر فاز این است که فاز مستقیماً به مصرف کننده نرسد بلکه کنترل به وسیله ی کلید انجام گیرد. این امر سبب افزایش میزان حفاظت می باشد.

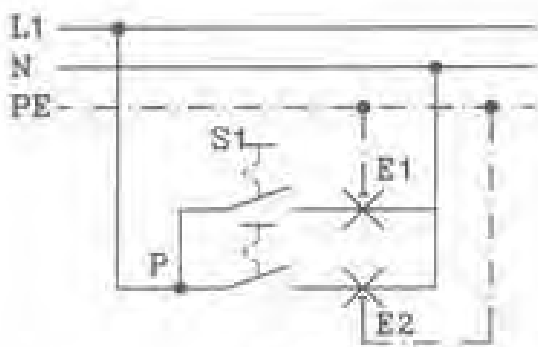
شکل ۳-۱۹ نقشه ی گسترده و شکل ۳-۲۰ نقشه ی فنی مدار کلید یک پل را نشان می دهد.



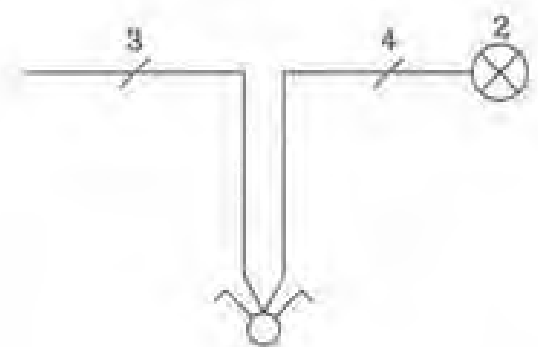
شکل ۳-۲۰

۳-۸-۲ مدار روشنایی کلید سری (دو پل): برای قطع و وصل دو گروه لامب به صورت گروه گروه یا با هم، از کلید سری استفاده می کنند. سیم فاز را به بیج مشترک کلید و پایه های سری وصل کرده و از دو بیج دیگر به دو گروه لامب وصل می کنند. سرهای دیگر لامب ها را به سیم نول متصل می کنند.

شکل ۳-۲۱ نقشه ی گسترده و شکل ۳-۲۲ نقشه ی فنی کلید سری یا دو لامب را نشان می دهد.



شکل ۳-۲۱

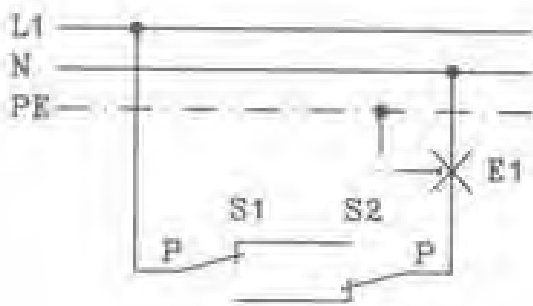


شکل ۳-۲۲

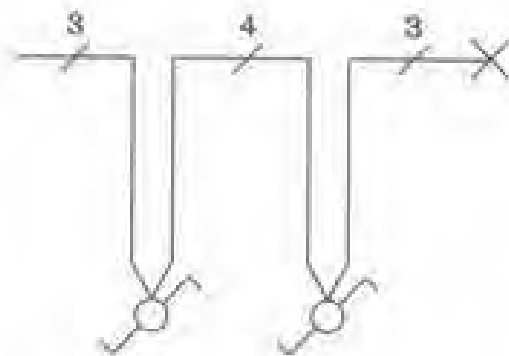
۳-۸-۳ مدار روشنایی کلید تبدیل: برای قطع و وصل یک یا چند مصرف کننده به طور همزمان از دو نقطه، از دو کلید تبدیل استفاده می شود. سیم فاز به بیج متصل به تیغه‌ی متحرک (بج مشترک) یکی از کلیدهای تبدیل وصل شده و از دو بیج دیگر مربوط به تیغه‌ی ثابت همان کلید به دو بیج مشابه کلید تبدیل دیگر وصل می شود. از بیج تیغه‌ی متحرک، کلید تبدیل دومی به بیج ته سر بیج لامپ (مصرف کننده) و از بیج پهلو بیج سر بیج لامپ به سیم نول اتصال داده می شود.

توضیح این که اتصال فاز و نول به کلیدهای تبدیل و برگشت از کلیدها به لامپ، شلط بوده و نباید از این روش اتصال کلیدهای تبدیل به لامپ که در بازار به مدار صرفه‌ای معروف است استفاده نمود زیرا این مدار از نظر ایمنی خطرناک است.

شکل ۳-۲۳ نقشه‌ی گسترده (مسیر جریان) و شکل ۳-۲۴ نقشه‌ی فنی کلید تبدیل را نشان می دهند.



شکل ۳-۲۳



شکل ۳-۲۴



۳-۹- کار عملی شماره ۹: نصب و سیم‌کشی انواع بریزه‌های ساده و ارت‌دار یک فاز و سه‌فاز روکار
۳-۹-۱- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- تابلو مننیک ۱۵ عدد
- ترمینال ۷۵ عدد
- لوله فولادی نمره ۱۳/۵ ۲۵ عدد
- لوله خم‌کن لوله فولادی ۳ عدد
- اره آهن‌بر ۳ عدد
- گیره رومبیز ۳ عدد
- میزکار ۳ عدد
- برقی ۳ عدد
- جدید ۳ عدد
- آچار کلاغی ۸ عدد
- بست لوله فولادی ۹۰ عدد
- بیج و مهره ۱۵۰ عدد
- سیم افشان نمره ۲/۵ ۲۵۰ متر
- فتر سیم‌کشی ۳ عدد
- بیج‌گوشی ۱۵ عدد
- انبردست ۱۵ عدد
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت‌کن ۱۵ عدد
- فاز متر ۱۵ عدد
- آوومتر ۳ عدد
- ولت‌متر ۳ عدد
- خط‌کشی فلزی ۱۵ عدد
- بریز تک‌فاز ارت‌دار روکار ۱۵ عدد
- بریز سه‌فاز ارت‌دار روکار ۱۵ عدد

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح‌شده در قسمت ۳-۲-۱ توجه کنید.

۳-۹-۲- مراحل انجام کار:

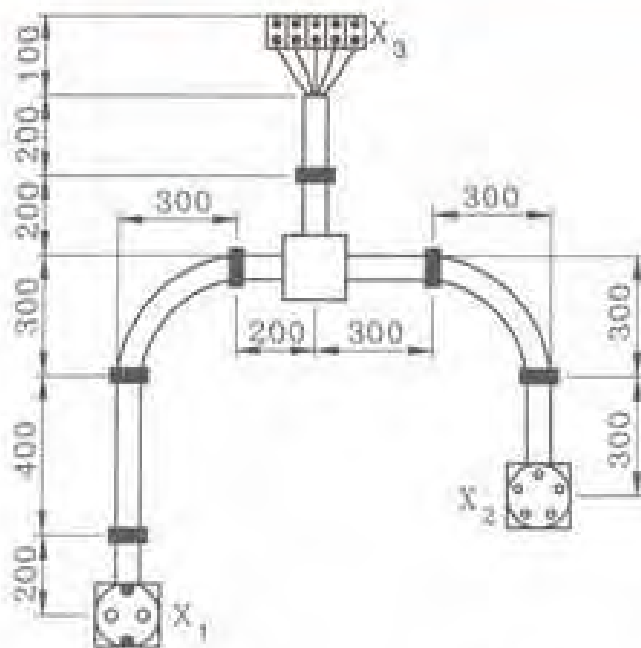
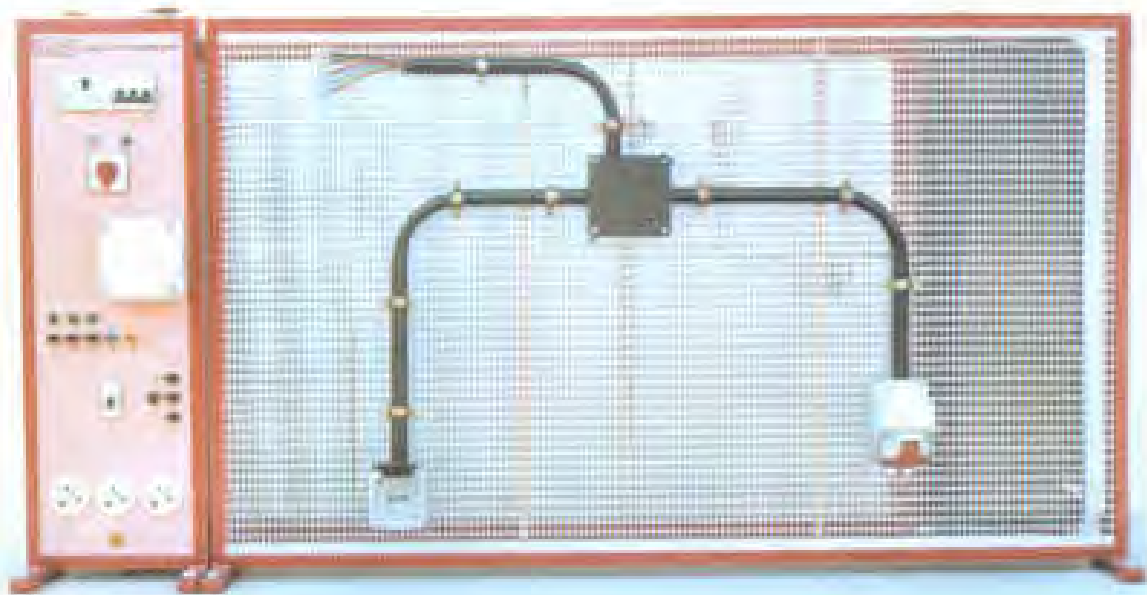
- مطابق شکل ۳-۲۵ لوله فولادی نمره ۱۳/۵ را به اندازه‌های داده شده ببرید و خم کنید.
- سر لوله‌ها را که به جمیع تقسیم و فوطی بریزها وصل

می‌شوند، حذف‌ده کنید.

■ لوله‌ها و بریزها و ترمینال را روی تابلوی مشبک نصب کنید.

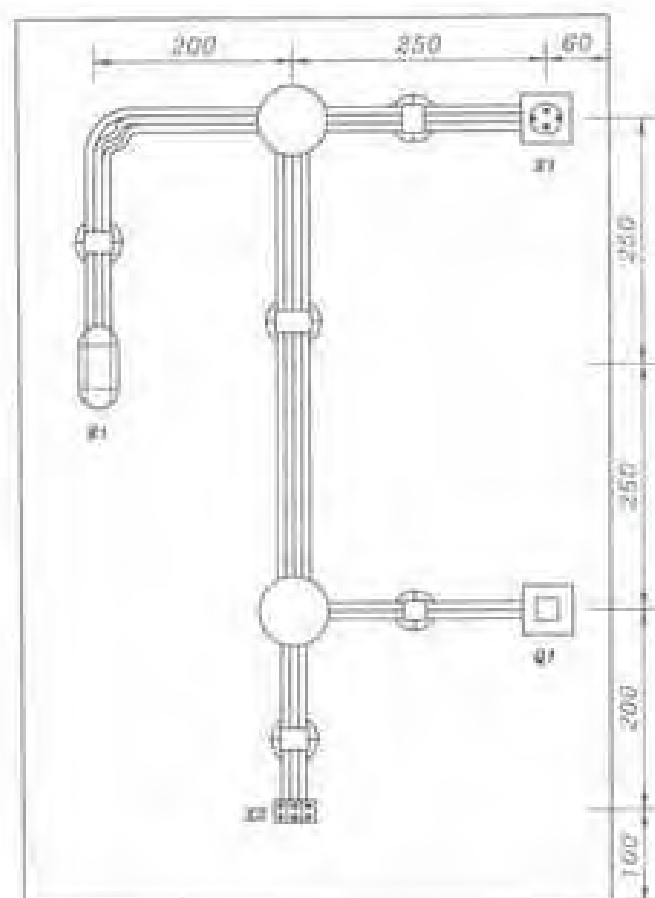
■ توسط فتر سیم‌کشی، سیم‌ها را از ترمینال به بریزها بکشید و به پیچ‌های مربوطه وصل کنید.

■ بریزها را ببندید و با اتصال سه فاز و ارت و نول به ترمینال، بریزها را آزمایش کنید.



X_1 = بریز تک‌فاز روکار ارت‌دار
 X_2 = بریز سه‌فاز روکار ارت‌دار و نول
 X_3 = ترمینال (اندازه‌ها به mm)

شکل ۲۵-۳



شکل ۲۶-۳

۱-۳ کار عملی شماره ۱۰: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید یک پل با لامپ رشته‌ای و بریز یک فاز روکار

۱-۱۰-۲ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- تابلوی مشبک ۱۵ عدد
- ترمینال ۷۵ عدد
- کلید یک پل روکار ۱۵ عدد
- بریز یک فاز آرت‌دار روکار ۱۵ عدد
- جعبه تقسیم روکار ۳- عدد
- لامپ رشته‌ای تونلی ۱۵ عدد
- بست کابل تخت ۱۵ عدد
- کابل تخت $NYIF2 \times 1/5mm$ ۱۰ متر
- کابل تخت $NYIF3 \times 1/5mm$ ۳۰ متر
- کابل تخت $NYIF4 \times 1/5mm$ ۱۵ متر
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- دم بار یک ۱۵ عدد
- بیج گونستی ۱۵ عدد
- فاز متر ۳ عدد
- آوومتر ۳ عدد
- میرکار ۳ عدد
- بیج و مهره ۱۸۰ عدد
- خط کش فلزی ۱۵ عدد

قبل از انجام کار به نکات ایسی مطرح شده در قسمت ۱-۴-۲ توجه کنید.

۲-۱۰-۲ مراحل انجام کار:

- مطابق شکل ۲۶-۳ کلید یک پل روکار، جعبه تقسیم‌های روکار، ترمینال و لامپ رشته‌ای را با توجه به اندازه‌های داده شده، روی تابلو مشبک نصب کنید.
- کابل‌های تخت $2 \times 1/5mm$ و $3 \times 1/5mm$ و $4 \times 1/5mm$ تک رشته‌ای را مطابق نقشه به ترمینال، کلید یک پل، بریز آرت‌دار یک فاز و لامپ رشته‌ای وصل کرده و در جعبه تقسیم‌ها به هم اتصال دهید.
- مدار را وصل و آزمایش کنید.

۱۱-۳- کار عملی شماره ۱۱: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید سری با لامپ فلورسنت روکار

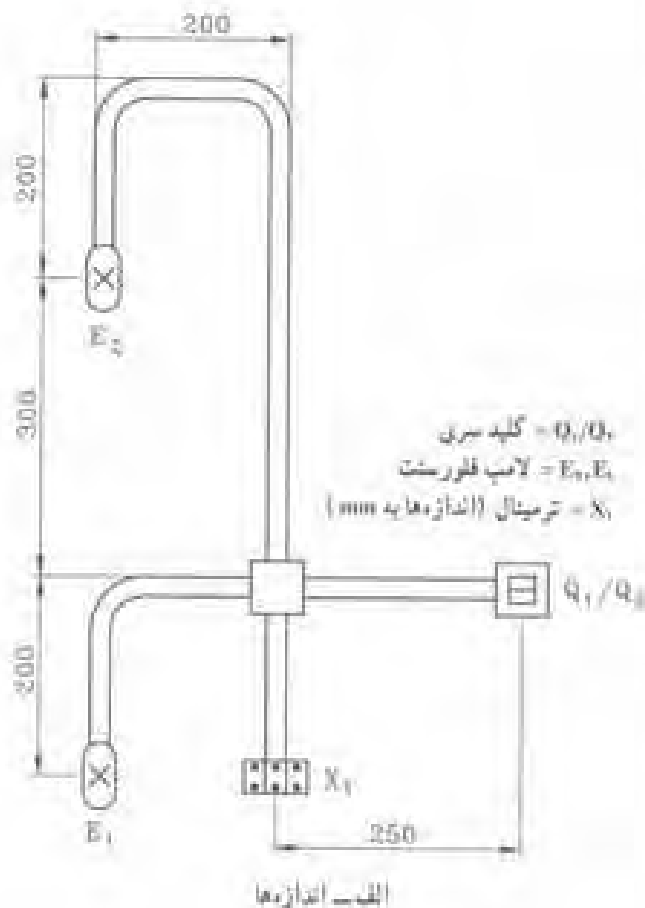
۱-۱۱-۳- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- کلید سری روکار ۱۵ عدد
- ترمینال ۲۵ عدد
- لامپ فلورسنت ۳۰ عدد
- جعبه تقسیم روکار ۱۵ عدد
- کابل افشان نمره $3 \times 1/5 \text{ mm}^2$ ۳۰ متر
- خط‌کش فلزی ۱۵ عدد
- انبردست ۱۵ عدد
- سیم چمن ۱۵ عدد
- سیم لخت کُن ۱۵ عدد
- پیچ گوشه ۱۵ عدد
- فاز متر ۳ عدد
- آوومتر ۳ عدد
- تابلو مشبک ۱۵ عدد
- چاقوی کابل‌بری ۱۵ عدد
- دم‌بازیک ۱۵ عدد

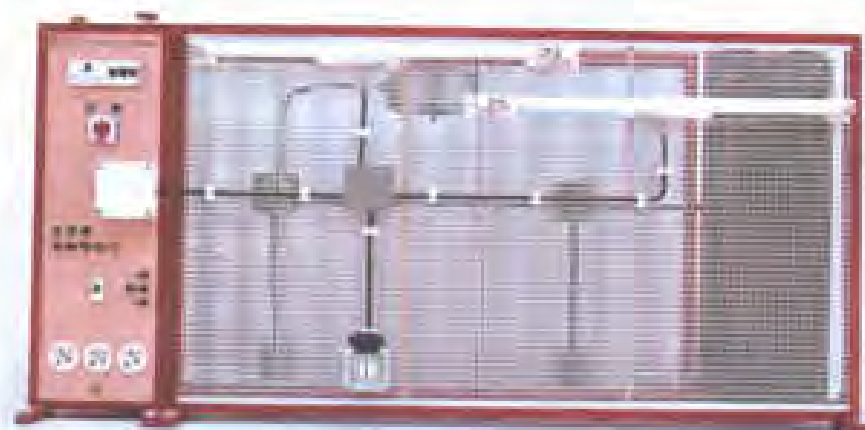
۲-۱۱-۳- مراحل انجام کار:

- مطابق شکل ۲۷-۳ کلید سری، لامپ‌های فلورسنت، جعبه تقسیم روکار و ترمینال را روی تابلو مشبک نصب کنید.
- توسط کابل‌های افشان نمره $3 \times 1/5 \text{ mm}^2$ مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



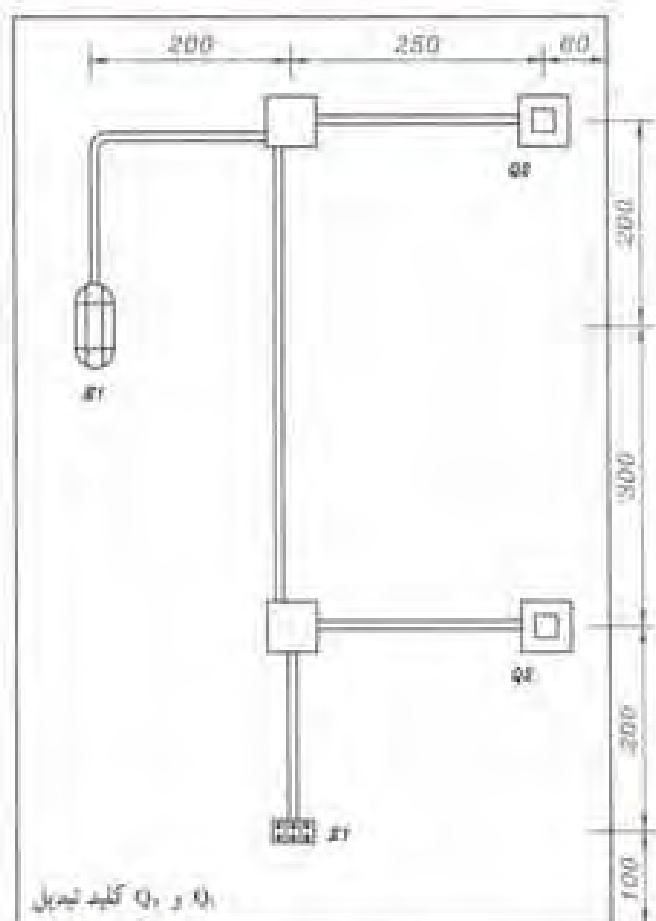
الف- اندازه‌ها



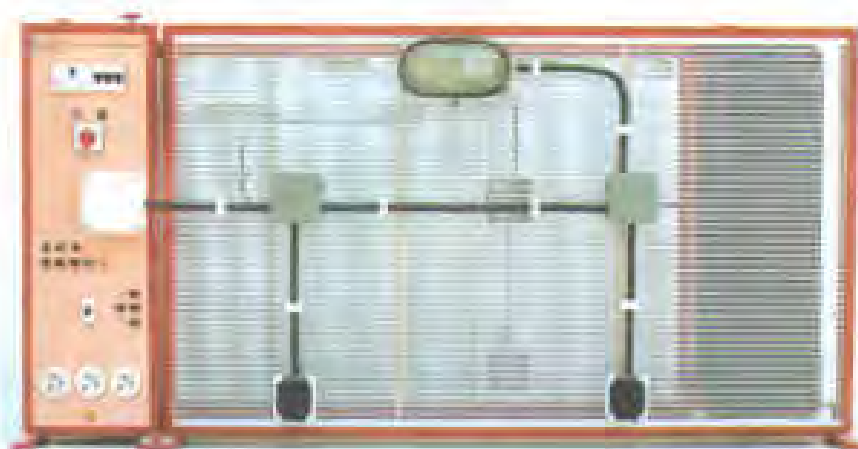
ب- سیم‌کشی واقعی

شکل ۲۷-۳

زمان: ۲ ساعت



الف - اندازه‌های مدار



ب - شکل واقعی

شکل ۳-۲۸

۱۲-۳ کار عملی شماره ۱۲: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید تبدیل با لامپ رشته‌ای روکار

۱۲-۳-۱ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- کلید تبدیل روکار ۳ عدد
- جعبه تقسیم روکار ۳ عدد
- ترمینال ۲۵ عدد
- لامپ رشته‌ای روکار ۱۵ عدد
- کابل $NYM3 \times 1/5mm^2$ ۳۰ متر
- کابل $NYM4 \times 1/5mm^2$ ۱۵ متر
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- پیچ گونشی ۱۵ عدد
- پیچ و مهره ۱۸ عدد
- فاز متر ۳ عدد
- آومتر ۳ عدد
- نابلو مشبک ۱۵ عدد
- چاقوی کابل‌بری ۱۵ عدد
- میز کار ۳ عدد

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲-۴-۱ توجه کنید.

۱۲-۳-۲ مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۲۸-۳ کلیدهای تبدیل

روکار، جعبه تقسیم‌های روکار، لامپ رشته‌ای با قاب تونلی روکار، و ترمینال را روی نابلو مشبک نصب کنید.

■ با کابل‌های $NYM3 \times 1/5mm^2$

و $NYM4 \times 1/5mm^2$ با توجه به اندازه‌های داده شده در نقشه، مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.

زمان: ۲۴ ساعت

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۱-۲-۲ توجه کنید.



۳-۱۳- کار عملی شماره ۱۳: نصب و سیم‌کشی بریزهای یک فاز ارت‌دار و مدار روشنایی

۳-۱۳-۱- وسایل مورد نیاز

- نابلو خالی برق همراه با نکات ایمنی

- تیننه مسی

- کابل $3 \times 1.6 \text{mm}^2 \text{ NYM}$

- کلیدهای مبتئاتوری ۱۶ A

- کابل نمره $3 \times 1.5 \text{mm}^2$

- سیم نمره 1.5mm^2

- لامپ رشته‌ای کلیددار روکار

- لامپ رشته‌ای روکار

- بروزکتور روکار

- بریز یک فاز ارت‌دار روکار

- بریز دوپل یک فاز ارت‌دار روکار

- بریز آنتن

- کابل آنتن

- پیچ و مهره

- کابلتنو

- برس کابلتنو

- جاقوی کابل‌بری

- سیم چین

- سیم‌لخت‌کن

- انبردست

- پیچ‌گونی

- دم‌باریک

- فازمتر

- آوومتر

- دریل دستی برقی

- ته‌الماسه

- ته فولادی

- چکش فلزی

- رولیلای

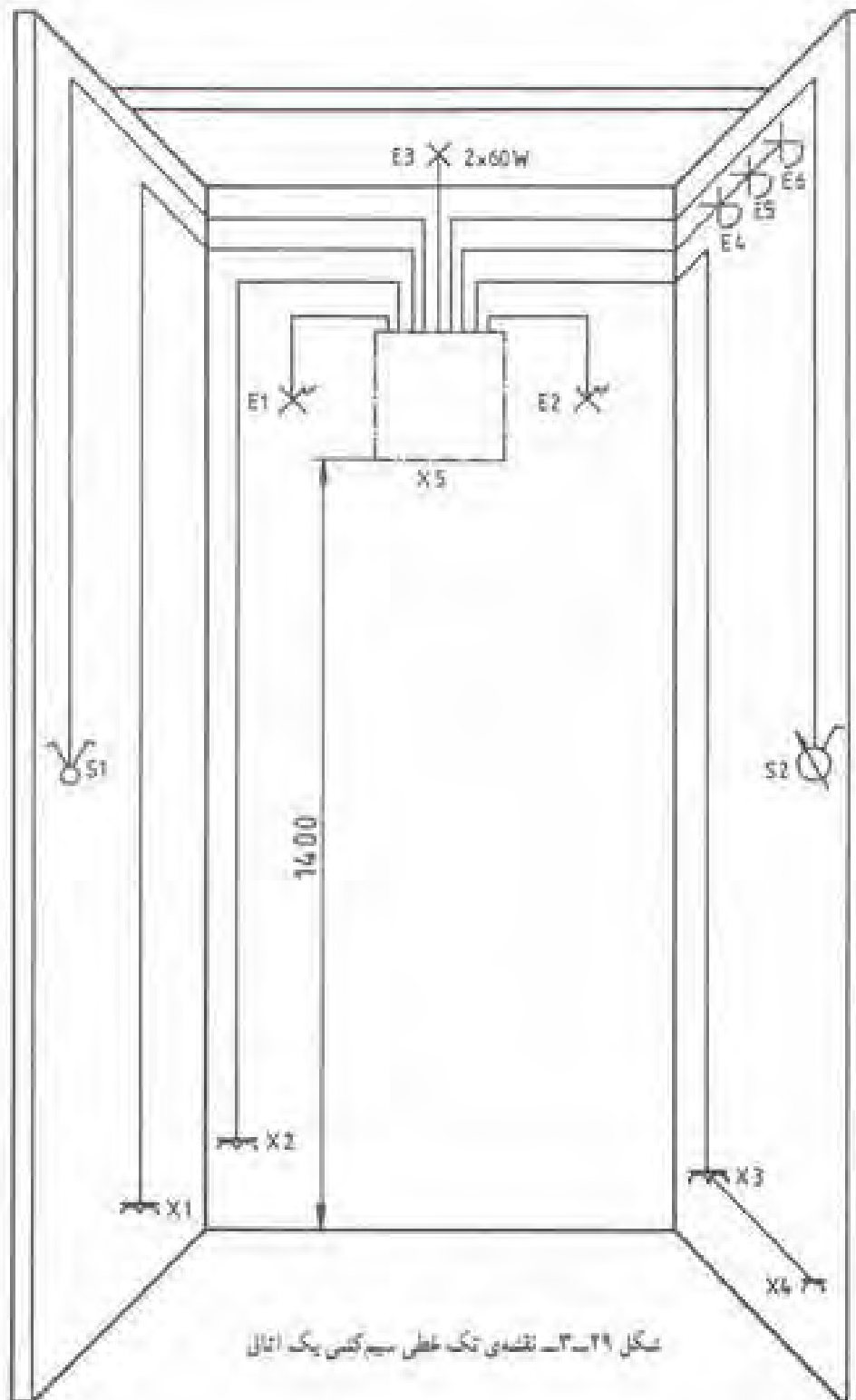
- پیچ‌چوب

- بست کابل

- کابین سیم‌کشی با اتاق

۳-۱۳-۲- مراحل انجام کار:

■ شکل ۳-۲۹ دیاگرام تک خطی (نقشه‌فتی) شکل ۳-۳۰ نقشه‌ی قرارگیری وسایل الکتریکی در پلان ساختمانی با کابین سیم‌کشی و شکل ۳-۳۱ دیاگرام تک خطی تابلوی الکتریکی را نشان می‌دهند. وسایل الکتریکی را روی یک اتاق و یا کابین سیم‌کشی نصب کنید.



شکل ۳-۲۹- نقشه‌ی تک خطی سیم‌کشی یک اتاق

■ مطابق نقشه‌ی شکل ۳-۳۱ کلیدهای مینیاتوری را داخل تابلوی خالی که در اختیار دارید نصب و سیم‌کشی کنید.

■ سیمه‌های فاز و نول و ارت را داخل تابلو نصب کنید.

■ کابل ورودی به تابلو NYM 16mm² را انتخاب کنید.

سرکابل سه‌رشته را لخت کنید، سرسیم‌های لخت شده را کابلشو بزنید و به شیشه‌های مربوطه بچسب کنید.

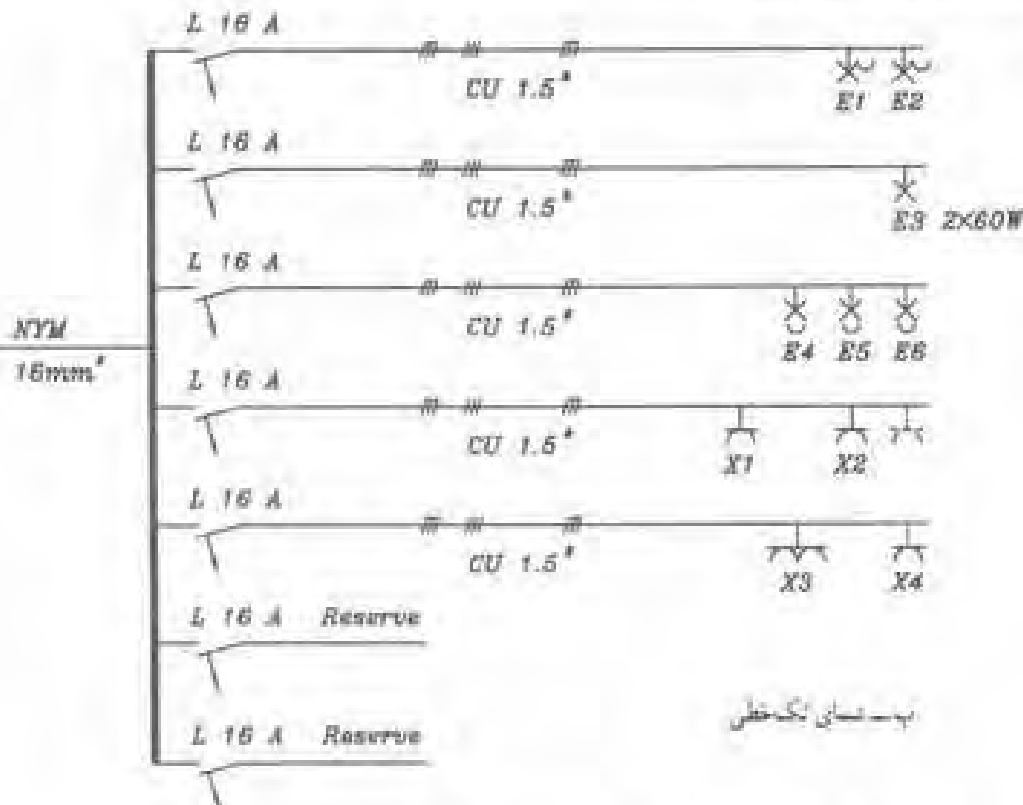


الف - نمای ظاهری

■ از شیشه‌ی فاز به کلیدهای مینیاتوری را توسط سیم نمره 1/5mm² اتصال دهید، این اتصال به شیشه توسط کابلشو و به کلیدهای مینیاتوری با برداشتن روپوش سرسیم‌ها و قراردادن سیم‌های بدون روپوش در زیر بیج کلیدهای مینیاتوری انجام دهید.

■ از کلیدهای مینیاتوری به لامپ‌های کلیددار E₁ و E₂، لامپ E₃ که توسط کلید دیگری S₁ کنترل می‌شوند، پرده‌های یک فاز ارت‌دار X₁ و X₂، پرز دوپل تک‌فاز ارت‌دار X₃ و پرز یک فاز ارت‌دار X₄ توسط کابل‌های مسی نمره 1/5mm² اتصال دهید. (اتصال کابل‌ها از تابلو به لامپ‌ها و پرزها به وسیله‌ی بست کابل انجام شود).

■ مدار را به برق وصل کنید و آزمایش را انجام دهید.



ب - نمای تک‌خطی

شکل ۳-۳۱ - نقشه‌ی فنس سیم‌کشی از تابلو به قسمت‌های مختلف

آزمون پایانی (۳)

زمان: ۲۴ دقیقه

- ۱- استفاده از انرژی الکتریکی به طور مستقیم توسط کدام وسیله ممکن می‌شود؟
الف - بریز ب - کلید ج - فیوز د - کابل
- ۲- در جاهای تماگ از چه نوع بریزی استفاده می‌شود؟ این بریز با کدام نوع لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
الف - بریز معمولی، لوله‌ی PVC ب - بریز معمولی ارت‌دار، لوله فولادی
ج - بریز بارانی، لوله‌ی PVC د - بریز بارانی، لوله‌ی خرطومی
- ۳- سیم ارت به کدام بیج ارت‌دار یک فاز وصل می‌شود؟
الف - بیج مربوط به سوراخ سمت راست ب - بیج مربوط به سوراخ سمت چپ
ج - بیج مربوط به شاخک‌ها د - موارد الف تا ب
- ۴- در بریزهایی که دارای سه سوراخ در یک ردیف می‌باشند (بریزهای یک فاز) کدام سوراخ مربوط به بدنه (ارت) است؟
الف - سوراخ سمت راست ب - سوراخ سمت چپ
ج - سوراخ سمت راست با چپ د - سوراخ وسطی
- ۵- سیم‌های فاز را از تابلو توسط چه وسیله‌ای تشخیص می‌دهند؟
الف - فازمتر ب - آمپرمتر ج - ولتمتر د - اهم‌تر
- ۶- برای تشخیص وجود اختلاف پتانسیل بین فاز و نول و در فاز از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
الف - لامپ آزمایش ب - فازمتر ج - آمپرمتر د - اهم‌تر
- ۷- برای عبور دامن سیم از داخل لوله از چه وسیله‌ای استفاده می‌شوند؟
الف - فتر کش ب - فتر سیم‌کشی ج - سیم فولادی د - سیم تگر رشته‌ی مسی
- ۸- برای ارتباط چند لوله و با چند کابل از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
الف - قوطی کلید ب - جعبه تقسیم ج - بریز د - هر سه مورد
- ۹- بریزهای روی برجچه اساسی انتخاب می‌شوند؟
الف - موارد کاربرد، شرایط محل نصب، میزان و نشان و تعداد فازها
ب - اساسی مورد لزوم، منحنی‌های مقدار جریانی که تقه‌به می‌کند در انواع توکار و روکار
ج - اتصال زمین با بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یک فاز و سه فاز، فصل نیوی یا بی خطر
د - هر سه مورد

۱۰- ارتفاع نصب بریزها در موتورخانه و تعمیرگاه چندسائتی متر از کف تمام شده باید باشد؟

- الف - ۱۰۰ ب - ۱۲۰ ج - ۱۴۰ د - ۱۱۰

۱۱- ارتفاع بریزهای برقی در اتاق عملی که از نوع ضدانفجار نباشد حداقل در ارتفاع چندسائتی متری از کف

تمام شده باید باشد؟

- الف - ۳۰ ب - ۱۱۰ ج - ۱۵۵ د - ۱۲۰

۱۲- برای روشن و خاموش کردن یک لامپ از یک محل از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

- الف - کلید یک پل ب - بریز
ج - کلید تبدیل د - کلید سری

۱۳- برای روشن و خاموش کردن یک لامپ از دو محل از کدام کلید استفاده می‌شود؟

- الف - کلید سری ب - دو کلید تبدیل ج - یک کلید تبدیل د - کلید دوپل

۱۴- برای روشن و خاموش کردن دو لامپ از یک محل که هر لامپ هم به تنهایی و هم باهم کنترل شوند از

کدام کلید روشنایی استفاده می‌شود؟

- الف - کلید دو قطبی ب - کلید تبدیل
ج - کلید سری د - کلید یک پل

۱۵- جنس رشته‌ی لامپ رشته‌ای از چیست؟

- الف - مس ب - کرم نیکل ج - تنگستن د - آلومینیوم

۱۶- چراغ (سنتیج) دو لامپ فلورسنت چه عملی انجام می‌دهد؟

الف - جرقه زدن داخل لوله لامپ فلورسنت و قطع مدار پس از راه اندازی

ب - بالا بردن ولتاژ جهت راه اندازی

ج - محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ

د - ب و ج

۱۷- برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پادان‌ها در مدار لامپ فلورسنت، چه وسیله‌ای به‌استوارتر وصل

می‌شود؟

الف - خازن به‌طور سری

ج - سلف به‌طور سری

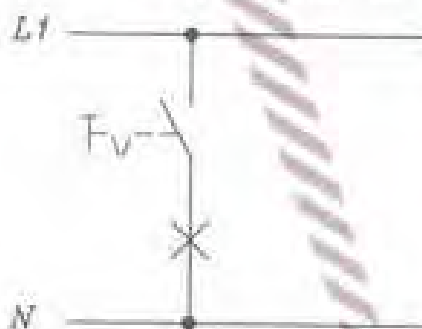
ب - خازن به‌طور موازی

د - سلف به‌طور موازی

۱۸- ارتفاع نصب کابینا از کف تمام شده هر محل‌های مسکونی و اماکن صنعتی چند سائتی متر است؟

- الف - ۲۰ ب - ۱۱۰ ج - ۱۵۵ د - ۱۳۰

۱۹- شکل مقابل شمای گسترده مدار کتاب کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

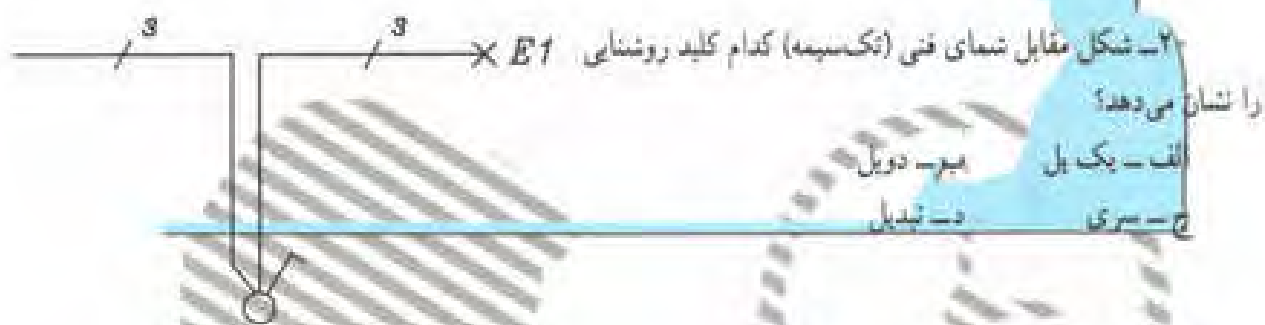


الف - یک پل

ب - دوپل

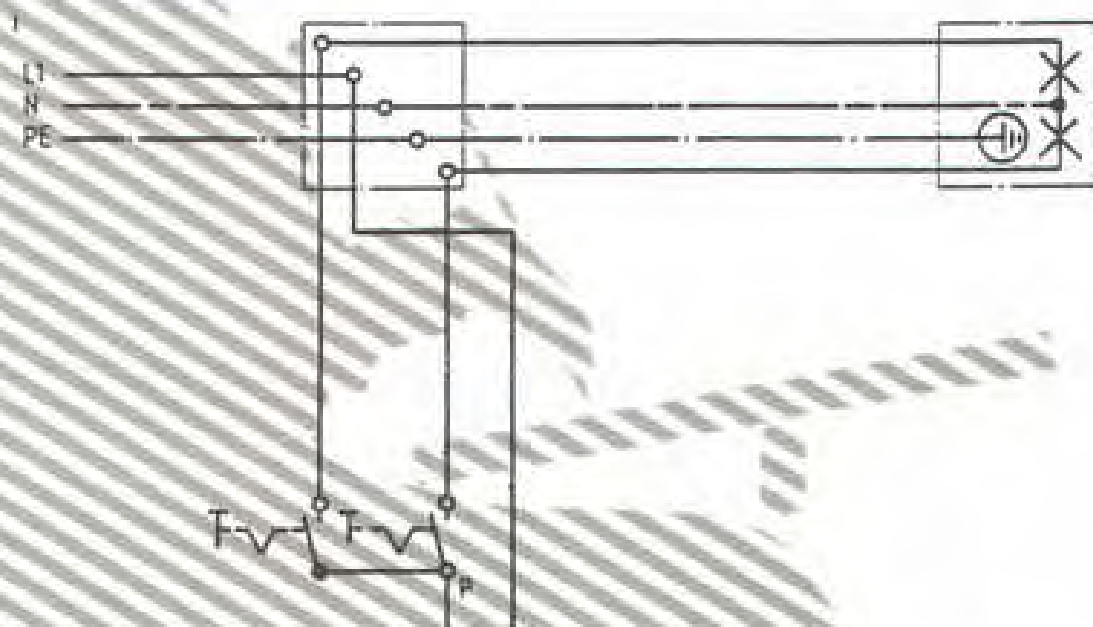
ج - سری

د - تبدیل



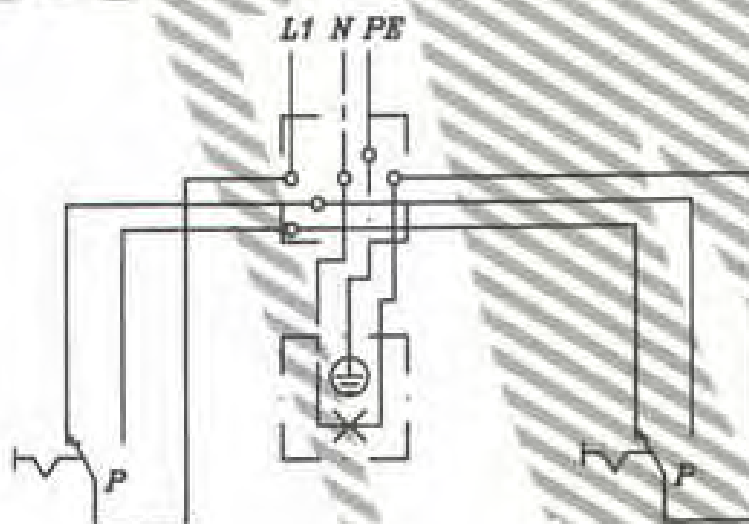
۲۱- شکل زیر نقشه‌ی حقیقی (چند سیمه) کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

الف - یک پل
ب - دوپل (دوقطبی)
ج - سری (دوپل)
د - تبدیل



۲۲- شکل مقابل مدار چند سیمه‌ی کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

الف - دوپل (دوقطبی)
ب - سری
ج - تبدیل
د - یک پل



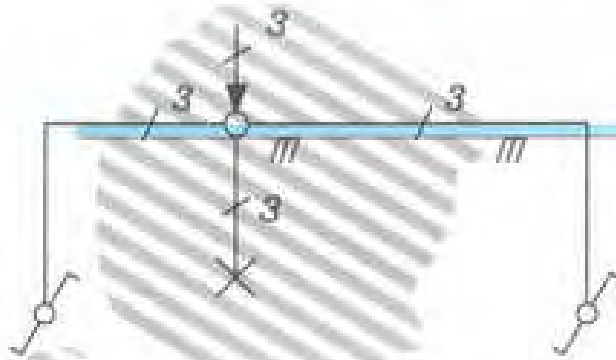
۲۳- شکل مقابل مدار تک خطی کدام کلید روشنایی را نشان می دهد؟ سیم کشی چگونه باید انجام شود؟

الف- کلید تبدیل، روکار

ب- کلید تبدیل، زیرکار

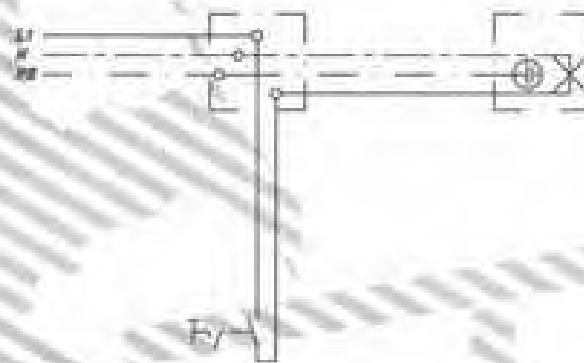
ج- کلید سری، روکار

د- کلید سری، زیرکار



۲۴- در شکل زیر سیم ارت به کدام قسمت از لامپ وصل می شود؟

الف- به ته لامپ ب- به بدنه ی لامپ ج- به جناب قنری لامپ د- به هوسه قسمت



۳-۱۴-۱- آزمون پایانی عملی (۳)

نصب و سیم‌کشی بریزه‌های یک فاز ارت‌دار روکار و مدارات روشنایی

۳-۱۴-۱- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

۱۵ عدد	- جعبه تقسیم
۶۱ عدد	- ترمینال
۳۰۰ عدد	- بیج چوب
۳۰۰ عدد	- رولپلاک
۱۰۰ متر	- کابل‌های سه‌رشته‌ای نمره 1.5mm^2
۱۵۰ عدد	- بست کابل
۳۰ عدد	- لامپ رشته‌ای روکار
۳۱ عدد	- کلید سری روکار
۷۵ عدد	- بریز یک فاز ارت‌دار روکار
۱۵ عدد	- انبردست
۱۵ عدد	- سیم‌چین
۱۵ عدد	- سیم‌نخت کن
۱۵ عدد	- بیج گوشتی
۳ عدد	- فاز متر
۱۵ عدد	- دم‌باریک
۳ عدد	- آوو متر
۳ عدد	- پروژکتور

۳-۱۴-۲- مراحل انجام کار:

- وسایل الکتریکی را مطابق شکل صفحه‌ی بعد در روی صفحه‌ی مشبک نصب کنید.
- از جعبه تقسیم توسط کابل‌های مربوطه مطابق شکل به کلیدها، بریزها و لامپ‌ها و پروژکتورها وصل کنید. در جعبه تقسیم از ترمینال استفاده کنید و کابل‌ها توسط بست کابل به دیوار یا دیوارهای کابین سیم‌کشی نصب کنید.
- مدار را به برق وصل کرده، آزمایش کنید.



نقشه‌ی آزمون عملی پایانی

واحد کار چهارم

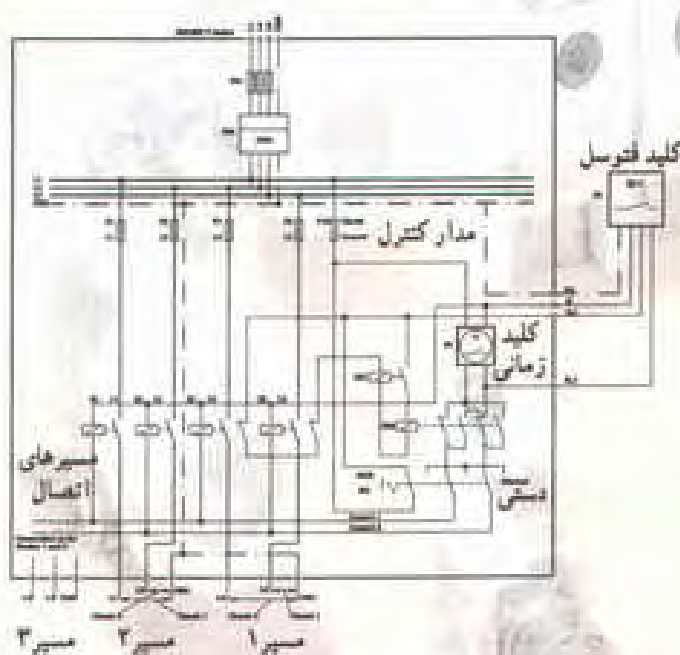
سلول فتوالکتریک

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی فتوسل

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- اصول کار و کاربرد فتوسل را توضیح دهد.
- ۲- اصول نصب و سیم‌کشی فتوسل را بیان کند.
- ۳- فتوسل را نصب و سیم‌کشی کند.



مدار سیستم روشنایی خیابان (سیستم کنترل ردهلی)

بیش آزمون (۴)

۱- کابل نرم شده‌ی استاندارد VDE یا سیم مسی با عایق PVC سیم و پوشش کابل یا کدام علامت نشان داده می‌شود؟

الف - NYY

ب - NAYY

ج - NYM

د - ANYM

۲- منظور از سیم نرمی ۲/۵ چیست؟

الف - سیم با قطر ۲/۵ mm

ب - سیم با سطح مقطع $2/5 \text{ mm}^2$

ج - سیم با قطر ۲/۵ cm

د - سیم با سطح مقطع 25 mm^2

۳- فتوسل در چه محلی باید نصب شود؟

الف - زیرزمین، داخل موتورخانه

ب - داخل تابلو برق

ج - داخل اتاق

د - در محلی که در معرض نور طبیعی باشد.

۴- فتوسل به چه منظوری به‌کار می‌رود؟

الف - برای روشن و خاموش کردن اتوماتیک چراغ‌های معاینه

ب - برای روشن کردن لامپ‌های محوطه

ج - برای ایجاد ولتاژ و خاموش کردن لامپ‌های معاینه

د - برای روشن و خاموش کردن راه‌پله‌ها

۱-۴- سلول فتوالکتريک

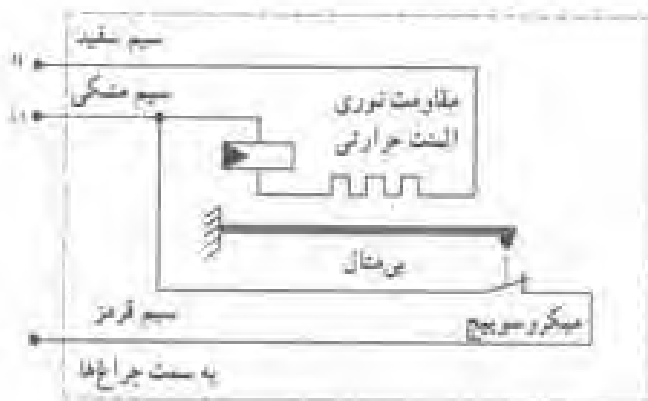
از سلول های فتوالکتريک برای خودکار کردن چراغ های معيار استفاده می شود. به این ترتيب، چراغ ها به طور خودکار با تاریک شدن هوا، روشن و با روشن شدن هوا خاموش می شوند. سلول در فتوالکتريک با فتوسل در انواع مختلف ساخته می شود، در این جا با دو نوع آن آشنا می شويد.

فتوسل با سلول مقاومت نوری

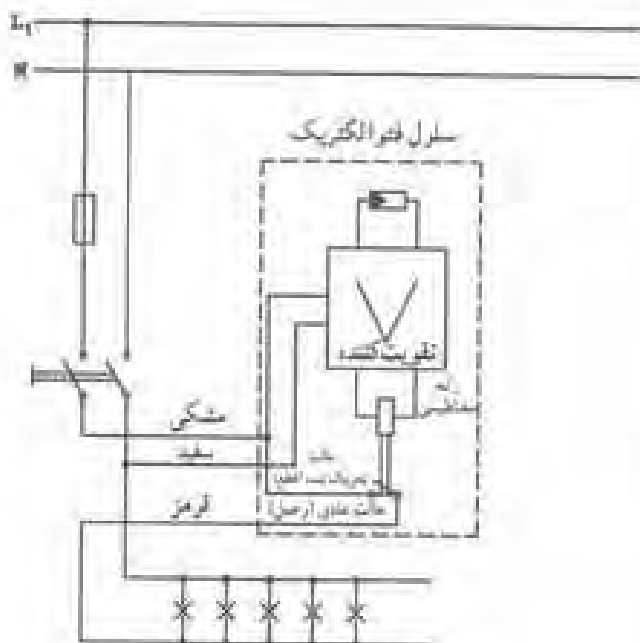
این نوع سلول دارای سلول مقاومتی نوری یا فتورزیستانس می باشد. همان طور که در شکل (۱-۴) می بینید سیم های سفيد و مشکی به وناز شبکه بری شهر (۷۰-۲۲) وصل می شوند. هنگام تاریک بودن هوا، مقدار مقاومت نوری زیاد است و جریانی از مدار عبور نمی کند. در این حالت فشار بی مثال روی میکروسویچ باعث می شود که فاز از طریق سیم قرمز رنگ به چراغ ها برسد. به سر دیگر چراغ ها سیم نول وصل است. در نتیجه روشن هستند. با روشن شدن هوا، مقاومت نوری کم می شود؛ جریان از المنت حرارتی، عبور کرده، آن را گرم می کند. در این حالت بی مثال خم می شود، میکروسویچ مدار را باز می کند و سبب خاموشی شدن چراغ ها می شود. با تاریکی هوا جریان المنت حرارتی، قطع و بی مثال سرد می شود و به جای اول خود برمی گردد. در نتیجه چراغ ها روشن می شوند.

فتوسل با تقویت کننده الکترونیکی

در نوع دیگر فتوسل به کمک یک تقویت کننده جریان، یک رله ای مغناطیسی را برای قطع مدار، فعال می کنند تا با روشن شدن هوا مدار را قطع کند (شکل ۲-۴).



شکل ۱-۴- ساختمان و مدار داخلی فتوسل با مقاومت نوری

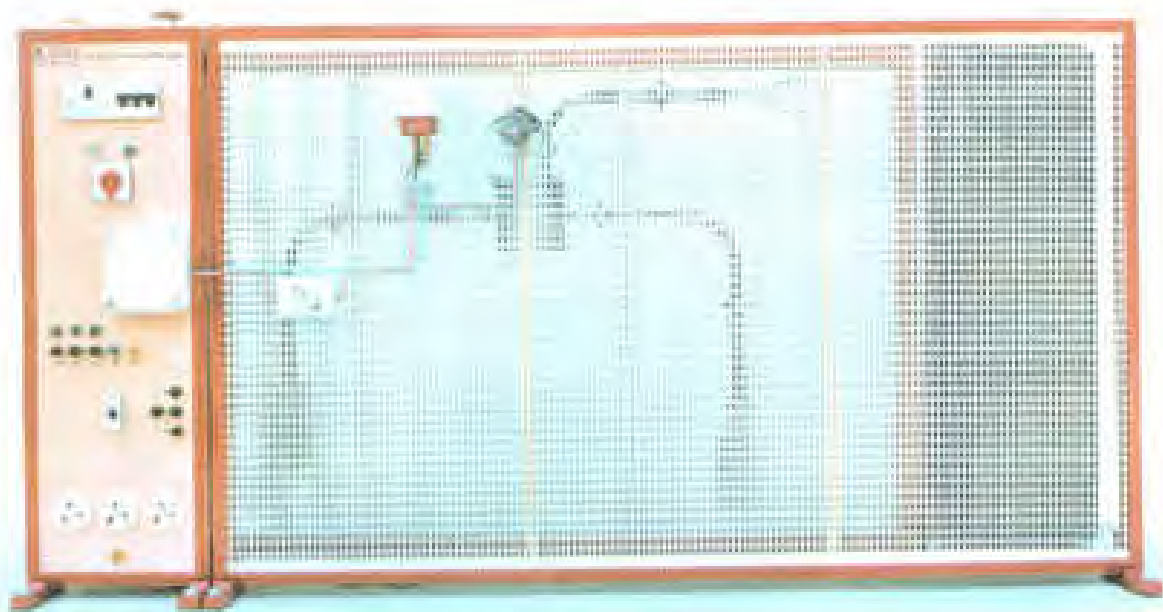


شکل ۲-۴- مدار فتوسل با تقویت کننده

۴-۲- نصب و سیم‌کشی مدار سلول فتوالکتريک

فتوسل را در محلی نصب می‌کنند که در معرض نور طبیعی باشد (شکل ۴-۳). فتوسل‌ها معمولاً دارای سه ترمینال هستند که به دوتهای آن فاز و نول وصل می‌شود. سوئی برگشت فاز می‌بایند که به لامپ‌ها وصل است. معمولاً سیم‌های فتوسل دارای رنگ مشکی برای فاز، سفید برای نول و قرمز برای برگشت فاز می‌باشند.

شرایط نوری مناسب می‌تواند میزان خطرات را کاهش دهد و دقت کار را بالا ببرد.



شکل ۴-۳- نصب فتوسل

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۱-۲-۱ توجه کنید.

۴-۳- کار عملی شماره ۱۴: کنترل (روشن و خاموش کردن) ۳ عدد لامپ توسط فتوسل و کنتاکتور

۴-۳-۱ وسایل مورد نیاز

- فتوسل ۱ عدد
- کنتاکتور ۱۶A ۱ عدد
- لامپ ۱۰۰ وات ۲۲۰ ولتی ۳ عدد
- سیم نمره ۱/۵mm² ۵ متر
- سیم نمره ۲/۵mm² ۵ متر
- تابلو مشبک ۱ عدد
- پایه‌ی لامپ روکار ۳ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- دم باریک ۱ عدد
- بیج گوشه ۱ عدد
- بیج و مهره - مقدار مورد نیاز
- انبردست ۱ عدد
- قیوز ۱۶A ۱ عدد
- فاز متر ۱ عدد
- آومتر ۱ عدد

۴-۳-۲ مراحل انجام کار:

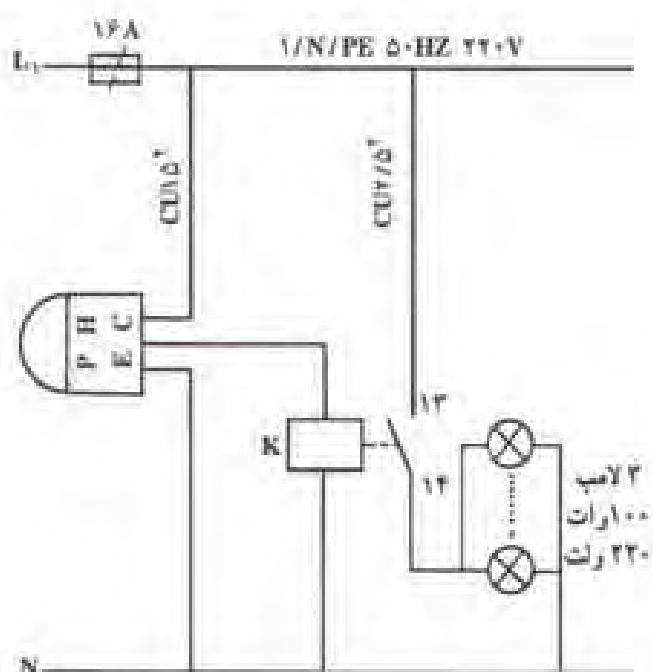
■ مداری مطابق شکل ۴-۴ روی تابلوی مشبک نصب

کنید.

■ مدار را سیم کشی کنید.

■ با دادن نور به فتوسل و تاریک کردن اطراف فتوسل

لامپ‌ها را روشن و خاموش و مدار را آزمایش کنید.



الف - نمای حقیقی مدار



ب - تصویر مدار عملی

شکل ۴-۴

۴-۴- آزمون پایانی عملی (۴)

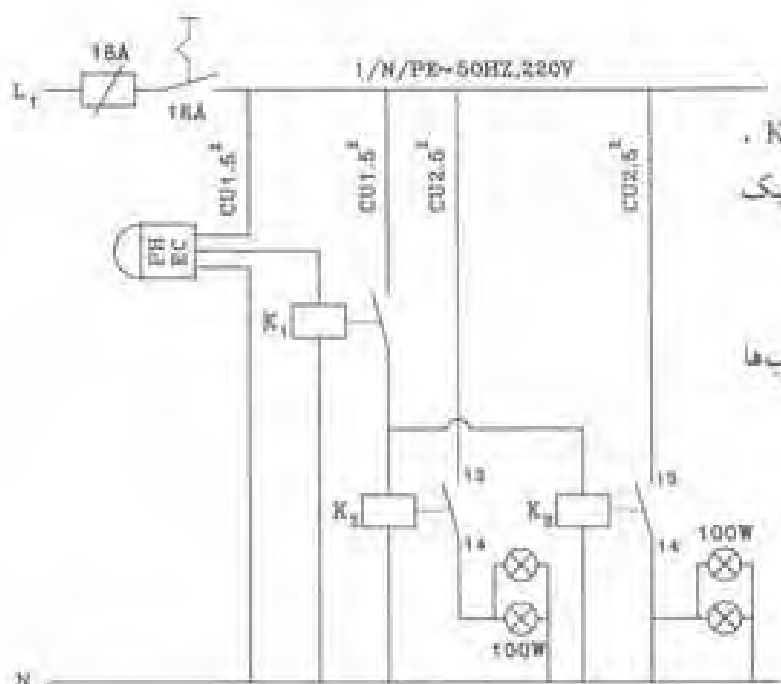
کنترل در گروه لامپ توسط یک فتوسل و دو کنتاکتور
وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- فتوسل ۱۵ عدد
- فیوز ۱۶A ۱۵ عدد
- کلید یک فاز ۱۶A ۱۵ عدد
- کنتاکتور کمکی K_1 ، K_2 ۱۵ عدد
- کنتاکتورهای K_1 و K_2 ، $16A$ ۱۵ عدد
- سیم نمره $1.5mm^2$ ۶ متر
- سیم نمره $2.5mm^2$ ۶ متر
- تابلو منبیک ۱۵ عدد
- پایه لامپ روکار ۱۵ عدد
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- دم باریک ۱۵ عدد
- پیچ کونستی ۱۵ عدد
- پیچ و مهره ۳۰ عدد
- انبردست ۱۵ عدد
- فاز متر ۱۵ عدد
- آوومتر ۵ عدد
- لامپ $220V-100W$ ۱۵ عدد

در هنگام اجرای کار عملی نکات ایمنی را به طور دقیق رعایت کنید زیرا در ارزیابی پایانی دخالت دارد. همچنین ابزار را به طور صحیح به کار ببرید تا با توجه به زمان داده شده بتوانید کار را به اتمام برسانید. تعجیل در کار موجب بروز استرس و نهایتاً کاهش کیفیت کار عملی می شود.

مراحل انجام کار:

- فیوز، کلید یک فاز، فتوسل، کنتاکتور کمکی K_1 ، کنتاکتورهای K_1 و K_2 و سیم پیچ لامپ ها را روی تابلو منبیک نصب کنید.
- مدار را سیم کشی کنید.
- با دادن نور به فتوسل و نارنج کردن اطراف آن لامپ ها را روشن و خاموش و مدار را آزمایش کنید.



آزمون پایانی (۴)



۱- برای روشن کردن چراغ‌های معابر هنگام روشن شدن هوا و خاموش کردن آنها به طور اتوماتیک، از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف - فتوسل

ب - چراغ چشمک‌زن

ج - رله‌ی حرارتی

د - کنتاکتور

۲- در فتوسل همراه فتوالمان از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف - رله‌ی مغناطیسی

ب - رله‌ی حرارتی

ج - تقویت‌کننده

د - هر سه

۳- در فتوالمان مقاومتی با افزایش نور، مقاومت مدار می‌شود و شدت جریان مدار داخلی

الف - زیاد - کاهش می‌یابد

ب - زیاد - زیاد می‌شود

ج - کم - افزایش می‌یابد

د - کم - کم می‌شود

۴- فتوسل در چه محلی باید نصب شود؟

الف - داخل اتاق

ب - در محلی که در معرض نور طبیعی باشد

ج - زیر زمین، داخل موتورخانه

د - داخل تابلو برق

۵- علامت  چیست؟

الف - فتوالمان

ب - تقویت‌کننده

ج - رله‌ی زمانی

د - رله‌ی حرارتی

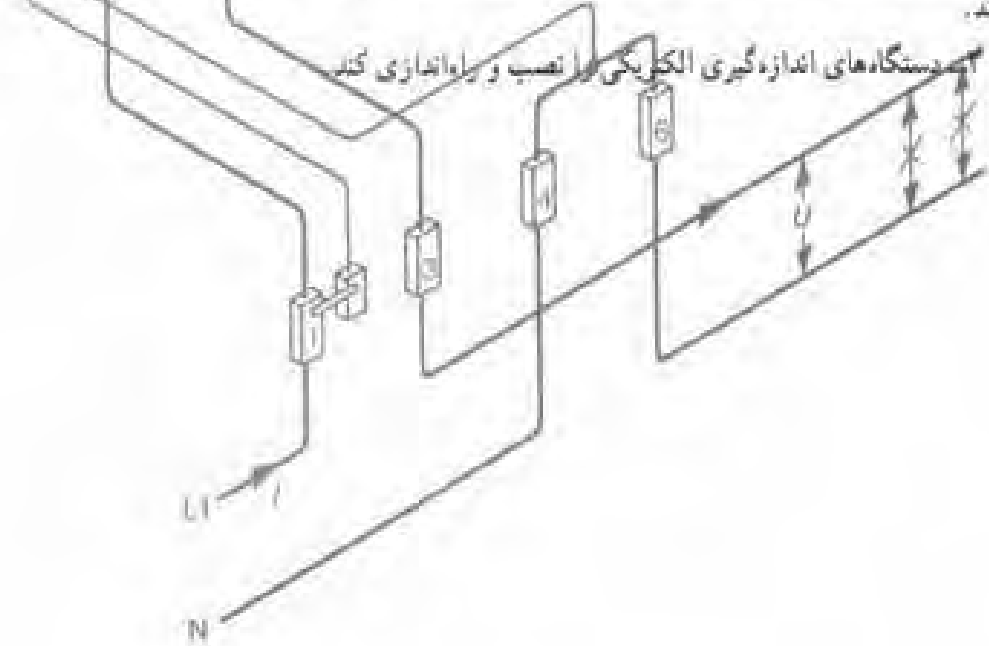
واحد کار پنجم

دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی



هدف‌های رفتاری : فراگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

- ۱- مشخصات و کارکرد وسایل اندازه‌گیری الکتریکی را توضیح دهد.
- ۲- اصول سیم‌کشی و نصب و اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی را توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی بیان کند.



بیش آزمون (۵)

- ۱- با ازدیاد مقاومت مدار در ولتاژ ثابت، تغییرات توان مصرفی کدام است؟
 الف) کاهش ب) افزایش ج) بدون تغییر د) ممکن است کم یا زیاد شود.
- ۲- یک پیل به نیروی محرکه 11 V و مقاومت داخلی $0.1\text{ }\Omega$ به مقاومت R وصل شده است. در صورتی که جریان 5 A از مدار بگذرد مقاومت R چند اهم است؟



- الف) ۲ ب) ۳ ج) ۵

۳- واحد توان مصرفی در مقاومت اهمی کدام است؟

- الف) VA ب) VAh ج) W

۴- نیروی محرکه‌ی مغناطیسی یک مدار عبارتست از:

الف) آمپر دور آن مدار

ب) آمپر در مقاومت مغناطیسی مدار

ج) مقاومت مغناطیسی در تعداد حلقه‌های یک سیم‌پیچ

د) فلوی مغناطیسی در آمپر مدار

۵- کمیتی که باعث جلوگیری و کاهش جریان مغناطیسی (Φ) می‌شود، کدام است؟

الف) فلوی مغناطیسی ب) شدت میدان مغناطیسی

ج) مقاومت مغناطیسی د) اندوکتیون مغناطیسی

۶- توان مصرفی مداری 1000 وات و توان ظاهری آن 2000 وات آمپر است. ضریب قدرت مدار کدام است؟

- الف) 0.2 ب) 0.5 ج) 2 د) 0.5

۷- علامت $\frac{\rho}{\square}$ و $\frac{\rho}{\nabla}$ به ترتیب نمادهای چه نوع دستگاه اندازه‌گیری الکتریکی هستند؟

الف) حرارتی، الکترواستاتیکی

ب) حرارتی، الکترودینامیکی

ج) ویراسیونی، الکترواستاتیکی

د) ویراسیونی، الکترودینامیکی

۸- خطای سنجش در اندازه‌گیری الکتریکی چیست؟

الف) مقدار حقیقی به اضافه مقدار سنجیده شده

ب) مقدار سنجیده شده ضرب در مقدار حقیقی

ج) مقدار سنجیده شده منهای مقدار حقیقی

د) مقدار حقیقی منهای مقدار سنجیده شده

۹- برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی الکتریکی از چه وسیله‌ی اندازه‌گیری استفاده می‌شود؟

- الف) وات‌متر ب) کنتور ج) وارمتر د) ولت‌متر

۱-۵- انواع سنجش، خطا، حساسیت و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری

۱-۱-۵- انواع سنجش: سنجش به مفهوم مقایسه‌ی یک کمیت مجهول با مقداری معلوم از همان کمیت است که توسط استاندارد مشخص شده است. اندازه‌گیری، با دستگاه‌ها و روش‌های مختلف انجام می‌گیرد.

روش‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری را معمولاً به روش‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کنند. مانند دستگاه‌های انحرافی، مقایسه‌ای، الکترونیکی و دیجیتال.

دستگاه‌های انحرافی یا عقربه‌ای که دستگاه‌های آنالوگ نامیده می‌شوند و به آن‌ها اندازه‌گیرهای پیوسته نیز گفته می‌شود، کمیت مورد سنجش را با انحراف عقربه نشان می‌دهند (شکل ۱-۵-۱).



شکل ۱-۵-۱ نمونه دستگاه انحرافی



شکل ۱-۵-۲ نمونه‌ی دستگاه مقایسه‌ای

دستگاه‌های مقایسه‌ای کمیت مورد سنجش را در مقایسه با کمیت معلوم مشخص می‌کنند. در این دستگاه‌ها معمولاً در هنگام مشخص شدن کمیت مجهول، عقربه مقدار صفر را نشان می‌دهد. مانند پل‌های اندازه‌گیری (شکل ۱-۵-۲).

دستگاه‌های الکترونیکی از عناصر الکترونیکی درست شده‌اند و می‌توانند اندازه‌گیری را به صورت پیوسته انجام دهند. برای نمونه می‌توان از اسیلوسکوپ نام برد (شکل ۱-۵-۳).



شکل ۱-۵-۳ نمونه دستگاه الکترونیکی



شکل ۲-۵-۳ نمونه دستگاه دیجیتال

$$\Delta A = A_m - A$$

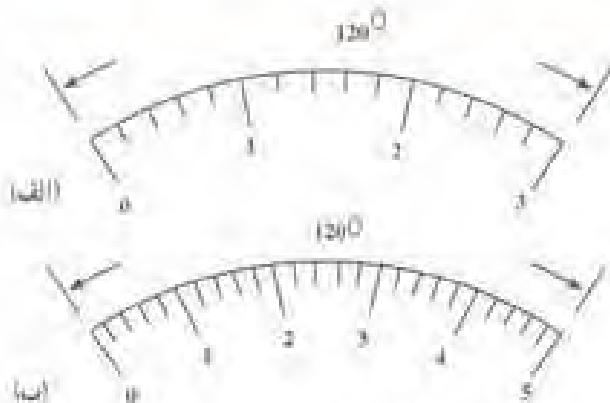
ΔA = مقدار خطا که به آن خطای مطلق نیز گفته می‌شود.

A_m = مقدار سنجیده شده

A = مقدار واقعی

$$\gamma_A = \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta A}{A_m}$$

$$\gamma_A = \frac{\text{خطای مجاز}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} \times 100$$



شکل ۲-۵-۴ دستگاه الف حساس‌تر از دستگاه ب است

دستگاه‌های دیجیتالی مقادیر مورد سنجش را با اعداد و به صورت رقمی نشان می‌دهند. در این دستگاه‌ها کمیت مورد اندازه‌گیری، ابتدا به ولتاژ تبدیل می‌شود و سپس سنجیده و به مقدار و واحد کمیت اصلی نمایش داده می‌شود (شکل ۲-۵-۳).

۲-۱-۵-۲ خطا در دستگاه‌های اندازه‌گیری: بنا به

تعریف، خطا عبارتست از مقدار سنجیده شده منهای مقدار واقعی، یا به عبارت دیگر خطا برابر است با مقدار سنجیده شده منهای مقداری که باید سنجیده شود.

خطای نسبی: از تقسیم مقدار خطا بر مقدار واقعی خطای نسبی به دست می‌آید که تقریباً برابر نسبت مقدار خطا به مقدار اندازه‌گیری شده است.

درصد خطای نسبی: از حاصل ضرب خطای نسبی در عدد صد، درصد خطای نسبی حاصل می‌شود.

$$\gamma_A \% = \gamma_A \times 100$$

کلاس دستگاه‌های اندازه‌گیری: درصد خطای نسبی در انحراف ماکزیمم دستگاه را کلاس می‌نامند. کلاس دستگاه به صورت یک عدد روی صفحه دستگاه درج می‌شود ولی همواره مقدار آن منفی و مثبت است. هر چه عدد کلاس یک دستگاه کوچکتر باشد، دقت اندازه‌گیری آن بیشتر است.

خطای مجاز دستگاه: به مقدار خطایی که یک دستگاه می‌تواند در هر اندازه‌گیری داشته باشد خطای مجاز دستگاه گفته می‌شود. خطای مجاز هر دستگاه به کمک کلاس آن قابل محاسبه است.

حدود اندازه‌گیری ماکزیمم مقداری است که دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری کند. به حدود اندازه‌گیری، رنج نیز گفته می‌شود.

۳-۱-۵-۳ حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری: به میزان انحراف غقره‌ی یک دستگاه به ازای یک واحد از کمیت مورد اندازه‌گیری، حساسیت می‌گویند. بدیهی است هر چه میزان انحراف دستگاه به ازای اندازه‌گیری یک کمیت معین، بیشتر باشد آن دستگاه حساس‌تر است (شکل ۲-۵-۴).

$$\left[\frac{\text{میلی متر یا درجه}}{\text{واحد کثرت مورد اندازه گیری}} \right] = \frac{\text{طول یا زاویه‌ی صفحه مدرج}}{\text{حدود اندازه گیری}} = \frac{\text{میزان انحراف عمربه}}{\text{میزان مسبب انحراف}} = \text{حساسیت}$$

مثال: یک ولت متر دارای حدود اندازه گیری ۲۵۰ ولت و کلاس ۲/۵ می باشد. صفحه‌ی این دستگاه ۱۲۵ درجه است. مطلوبست محاسبه:

الف - خطای مجاز دستگاه

برای حل ابتدا رابطه را می نویسیم و مقادیر را جایگزین می کنیم. توجه داشته باشید که کلاس دارای مقادیر منفی و مثبت است که در محاسبات بایستی در نظر گرفته شود.

حل:

الف - داریم

$$\text{پس } \text{خطای مجاز} \times ۱۰۰ = \frac{\text{خطای مجاز}}{\text{حدود اندازه گیری}} = \text{کلاس}$$

$$\text{کلاس} \times \text{حدود اندازه گیری} = \text{خطای مجاز} \times ۱۰۰$$

بنابراین

$$[۷] \text{ خطای مجاز} = \frac{۲۵۰ \times (\pm ۲/۵)}{۱۰۰}$$

ب -

$$\left[\frac{\%}{۷} \right] = \frac{۱۲۵}{۲۵۰} = ۰/۵ = \frac{\text{زاویه صفحه}}{\text{حدود اندازه گیری}} = \text{حساسیت}$$

درجه بر ولت

ج -

خطای مجاز \pm مقدار اندازه گیری شده = مقدار واقعی

$$۲۰۰ \pm ۶/۲۵ = \text{مقدار واقعی}$$

$$\text{یا } ۲۰۶/۲۵ < \text{مقدار واقعی} < ۱۹۳/۷۵$$

د -

$$\frac{\text{مقدار خطا}}{\text{مقدار اندازه گیری شده}} = \frac{\text{مقدار خطا}}{\text{مقدار واقعی}} = \text{خطای نسبی}$$

$$\text{خطای نسبی} = \frac{\pm ۶/۲۵}{۲۰۰} = \pm ۰/۰۳۱$$

ه -

$$\pm ۰/۰۳۱ \times ۱۰۰ = \pm ۳/۱ \% = \text{درصد خطای نسبی}$$

$$\text{درصد خطای نسبی} = \pm ۳/۱ \%$$

ب - حساسیت

رابطه را می نویسیم و مقادیر را جایگزین می کنیم.

ج - اگر ولتاژی با این دستگاه، ۲۰۰ ولت اندازه گیری

شود. مقدار واقعی ولتاژ چقدر است؟

مقادیر را در رابطه جایگزین می کنیم و محدوده‌ی مقدار

واقعی را به دست می آوریم.

د - خطای نسبی اندازه گیری فوق

ابتدا رابطه را می نویسیم. سپس مقادیر را جایگزین می کنیم

و خطای نسبی را به دست می آوریم.

ه - درصد خطای نسبی این اندازه گیری

درصد خطای اندازه گیری از حاصلضرب خطای نسبی







در عدد صد به دست می آید.

۴-۱-۵- جداول علائم و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری

جدول ۱-۵- دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

علامت	شرح	
	دستگاه اندازه‌گیری	کمیت مورد اندازه‌گیری
A	آمپر متر	جریان
V	ولت متر	ولتاژ
W	وات متر	توان
kWh	کیلووات ساعت متر (کنتور)	انرژی
Ah	آمپر ساعت متر	مقدار الکتریسیته
φ	ضریب قدرت سنج (فازسنج)	اختلاف فاز
Hz	فرکانس متر	فرکانس
Ω	اوم متر	مقاومت
H	اندوکتانس متر (ضریب سلفی سنج) (هاری متر)	ضریب خودالقایی
F	کاپاسیتانس متر (ظرفیت خازن سنج) (فاراد متر)	ظرفیت خازن

جدول ۲-۵- علامت نشان دهنده مکانیزم دستگاه‌های اندازه‌گیری

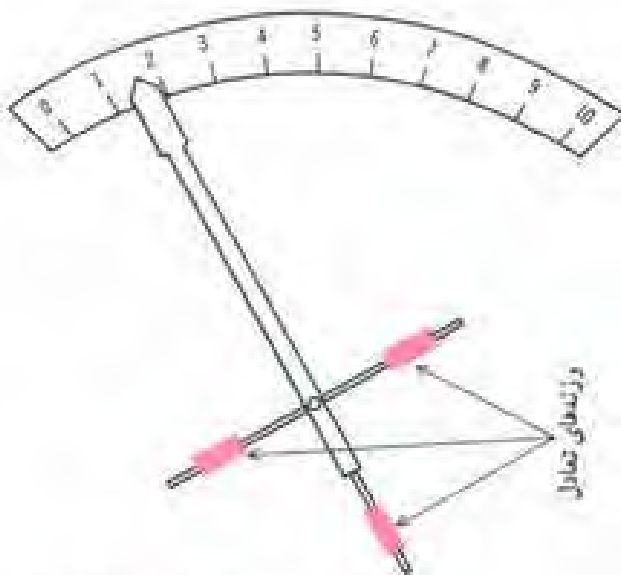
علامت		شرح دستگاه	
برای دستگاه‌های با گشتاور مکانیکی برگشت به حالت اول	برای دستگاه‌های تسبیح‌سنج (بدون گشتاور مکانیکی برگشت به حالت اول)	جزئیات	مکانیزم اصلی
		باقاب‌گردان	آهن‌ریز دائم
		با آهن‌ریزای گردان	
		—	آهن‌نرم گردان
		همراه با آهن‌ریزای دائم	
		—	الکترو دینامیکی
		بافت مغناطیسی بسته (فرو دینامیک)	
		—	اندوکسپونی
		اندوکسپونی - مغناطیسی	
		سیم حرارتی	حرارتی
		بی‌مثالی	
		حرارتی عایق شده	ترمو کوپلی
		حرارتی عایق نشده	
		نیمه هادی	پکسو کننده
		لامپی	
		ترمو کوپلی و آهن‌ریزای دائم با قاب گردان	ترکیبی
		پکسو کننده همراه با آهن‌ریزای دائم گردان	
		—	الکترو استاتیک
		—	ارتعاشی

جدول ۵-۲ - مقابله با نفوذ میدان های خارجی

علامت	شرح
	محافظت خارجی در مقابل میدان های مغناطیسی (اولین طبقه حفاظت)
	محافظت خارجی در مقابل میدان های الکتریکی (اولین طبقه حفاظت)
	دستگاه اندازه گیری آهنربای دایم و قاب گردان که با اولین طبقه حفاظت میدان مغناطیسی تهیه شده است.
	دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی که با اولین طبقه حفاظت میدان الکتریکی تهیه شده است.

جدول ۵-۳ - علائم مورد استفاده برای تعیین نوع جریان

علامت	شرح
	جریان مستقیم
	جریان متناوب
	جریان سه فاز
	مستقیم و متناوب با هم



وزنه های تعادل، برای ایجاد تعادل در قسمت های گردان اندازه گیرها به کار می رود.

شکل ۵-۶ - نشان دهنده عقربه ای

۵-۲ سیستم های اندازه گیری در دستگاه های نشان دهنده عقربه ای (انحرافی)

دستگاه های اندازه گیری نشان دهنده عقربه ای از قسمت های زیر تشکیل شده است:

- قسمت ثابت که به نوع دستگاه اندازه گیری بستگی دارد و می تواند آهنربای دایم، سیم پیچ و غیره باشد.
- قسمت متحرک که به نوع دستگاه اندازه گیری بستگی دارد و می تواند سیم پیچ یا آهن نرم و غیره باشد.
- عقربه ی دستگاه که متناسب با حساسیت دستگاه ها ساخته می شوند. مثلاً برای دستگاه های معمولی که موارد استعمال زیادی در کارخانجات دارند از عقربه ی بهین و محکم استفاده می شود. نوک این عقربه ها لوزی شکل می باشد (شکل ۵-۶).
- برای بالا بردن دقت دستگاه در ساختن دستگاه از عقربه ی نازک و بسیار سبک استفاده می کنند و برای این که در هنگام خواندن عددی که عقربه نشان می دهد اشتباهی به وجود نیاید و نگاه کاملاً عمودی روی عقربه بیفتد از یک آینه که در زیر عقربه نصب شده استفاده می کنند.

– ناحیه‌ی نشان‌دهنده، صفحه‌ای است در زیر عقربه که روی آن بر حسب کیفیت مورد نظر درجه بندی شده است (شکل ۷-۷). رنگ صفحه‌ی دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی، سفید است و اعداد یا رنگ سیاه مشخص شده است. ولی در وسایل اندازه‌گیری وسایل نقلیه، رنگ صفحه سیاه و اعداد سفید می‌باشند. در اسباب‌های اندازه‌گیری دقیق، اعداد خطوط روی صفحه خیلی زیاد و نازک ولی در دستگاه‌های معمولی تعداد خطوط کم و ضخیم می‌باشند.

در صفحه‌ی دستگاه‌ها ناحیه اندازه‌گیری مشخص می‌باشند و به ناحیه‌ای گفته می‌شود که دقت دستگاه اندازه‌گیری تضمین شده است.

– محور دستگاه‌های اندازه‌گیری که قسمت متحرک روی آن نصب می‌شود (شکل ۸-۸ ب).

این محورها یا به صورت عمودی و یا به صورت افقی قرار می‌گیرند.

دستگاه‌هایی که دارای محور عمودی هستند، دارای اصطکاک کمتر و در نتیجه دقت آن‌ها بیشتر است. ولی در دستگاه‌هایی که محور افقی دارند اصطکاک بیشتر، در نتیجه دقت اندازه‌گیری کمتر است.

– اتکالی محورهاى دستگاه‌های اندازه‌گیری:

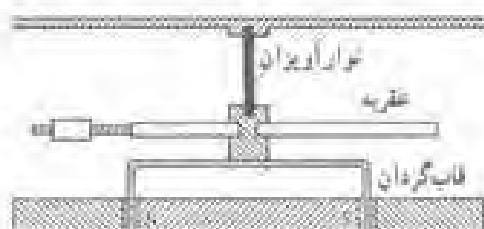
اسباب‌های اندازه‌گیری بر حسب اتکالی محور به دو قسمت تقسیم می‌شوند:

الف – دستگاه‌های اویزان؛ از این نوع دستگاه‌ها در جاهایی که احتیاج به اندازه‌گیری دقیق می‌باشند استفاده می‌شود. مانند آزمایشگاه‌ها (شکل ۸-۵ – الف).

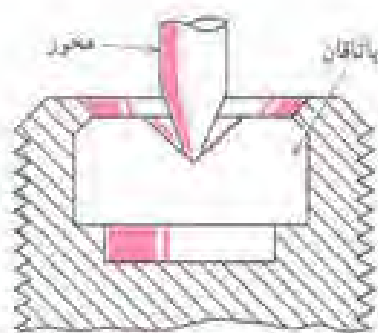
ب – دستگاه‌های متکی؛ سر و ته محور این دستگاه‌ها به شکل مخروط یا زاویه‌ی ۳۰ درجه و یا ۶۰ درجه می‌باشند. محور در یک قطعه فلز که اغلب از برنز می‌باشند و داخلش به شکل مخروط یا زاویه‌ی ۹۰ یا ۱۲۰ درجه تراشیده شده قرار می‌گیرد (شکل ۸-۸ ب).



شکل ۷-۷ درجه بندی میلی امپر متر



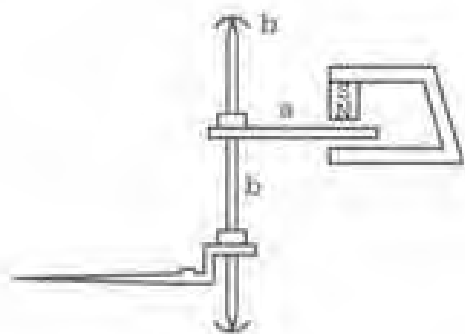
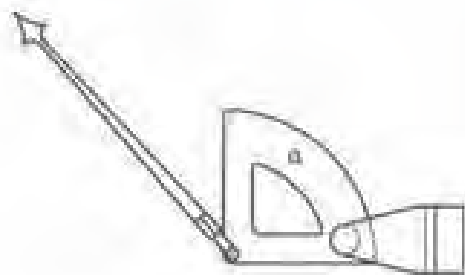
الف – اتکالی محور دستگاه‌های اویزان



ب – اتکالی محور دستگاه‌های متکی

شکل ۸-۸

خفه کننده‌ها مانع بروز نوسان در عقربه‌ی مولتی متر می‌شوند.



شکل ۹-۱- خفه کن جریان گردایی (الوکن)

خفه کننده با سیم بیج چرخان مشابه سایر خفه کننده‌ها است با این تفاوت که در آن از سیم بیج استفاده شده است.

خفه کننده‌ی نوسان (دمپینگ): پس از این که عبور نمود جریان از سیم بیجی دستگاه‌های اندازه گیری، عقربه‌ی دستگاه شروع به حرکت می‌کند و سپس در جایی که متناسب با جریان عبوری می‌باشد می‌ایستد. توقف عقربه، غالباً یا نوسان همراه می‌باشد. برای جلوگیری از نوسانات عقربه در هر دستگاه از یک خفه کن (ترمز) استفاده می‌نمود.

انواع خفه کننده

الف - خفه کن به وسیله‌ی جریان گردایی: خفه کن به وسیله‌ی جریان گردایی که به آن ترمز فوکو هم می‌گویند تشکیل شده از یک مغناطیس دائمی که در این حوزه‌ی مغناطیسی یک صفحه که متصل به محور عقربه می‌باشد حرکت می‌کند. خطوط قوای میدان مغناطیس دائمی پس از گذشتن از یک فاصله‌ی هوایی از صفحه عبور کرده، حال اگر صفحه به حرکت درآید این خطوط قوا را قطع کرده در نتیجه یک جریان گردایی در آن به وجود می‌آید و چون صفحه‌ی حامل جریان در میدان مغناطیسی قرار دارد، از طرف میدان یک نیروی بر صفحه وارد می‌شود در نتیجه یک گشتاور مخالف با جهت حرکت عقربه به وجود می‌آید که به آن گشتاور ترمز کننده گویند.

این عمل در دستگاه‌های اندازه گیری باعث می‌شود که از نوسانات قسمت متحرک دستگاه جلوگیری شود. عیب این نوع خفه کن‌ها در این است که حوزه‌ی مغناطیس دائمی بر روی حوزه مغناطیسی اصلی اثر می‌گذارد در نتیجه خطای اندازه گیری زیاد و دقت دستگاه کم می‌شود.

شکل ۹-۲ خفه کن جریان گردایی را نشان می‌دهد.

ب - خفه کننده به وسیله‌ی سیم بیج چرخان: دستگاه‌هایی که دارای سیم بیج متحرک هستند وقتی که سیم بیج در حوزه‌ی مغناطیسی به گردش در می‌آید بر اثر قطع خطوط قوا در آن یک نیروی القایی تولید می‌شود.

حال اگر مدار سیم بیج بسته باشند یک جریان از سیم بیج عبور کرده و با حوزه‌ی مغناطیسی یک گشتاور مخالف تولید می‌کند که این گشتاور باعث می‌شود نوسان دستگاه را از بین ببرد.

ج - خفه کن بادی: روی عقربه‌ی دستگاه یک صفحه‌ی سبک آلومینیومی نصب شده این صفحه در یک ظرف سر بسته



شکل ۱۰ - دستگاه خفه‌کن بادی

حرکت گردشی و دورانی می‌کند. این صفحه در موقع حرکت داخل ظرف هوای جلوی خود را قشرده کرده و از سوراخ باریکی به طرف دیگر صفحه هدایت می‌کند و باعث می‌شود که عمل سریع حرکت صفحه به‌کندی انجام گیرد.

حسن این خفه‌کن‌ها، سادگی و ارزانی ساختمان آن‌ها می‌باشد. این خفه‌کن‌ها در دستگاه‌های اندازه‌گیری بسیار دقیق به کار می‌روند.

شکل ۱۰-۵ یک خفه‌کن بادی را نشان می‌دهد.

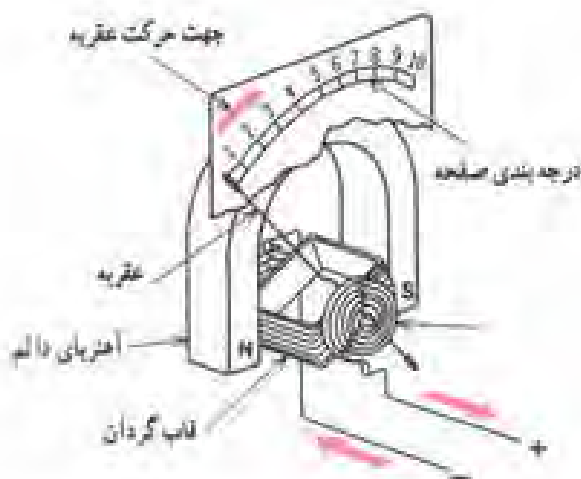
۱۰-۲- دستگاه اندازه‌گیری قاب‌گردان و آهنربای

دائمی: این دستگاه تشکیل شده از یک آهنربای دائمی یعنی شکل ۱۰-۲-۱ و یک استوانه‌ی آهنی ثابت که به فاصله‌ی کمی در اطراف آن یک قاب سیم‌پیچی شده قرار دارد که در وسط آهنربای دائمی حول محوری حرکت می‌کند.

قاب‌ی که روی آن سیم‌پیچی شده از جنس آلومینیوم می‌باشد. در بعضی از وسایل به جای قاب آلومینیومی، سیم‌پیچی به شکل قاب درآورده و برای این که حلقه‌های سیم‌پیچ از هم جدا نشوند توسط لاک به هم محکم می‌شوند. عقربه‌ی دستگاه که به محور قاب سیم‌پیچی متصل می‌باشد در مقابل صفحه‌ی مدرج حرکت می‌کند.

شکل ۱۰-۵- الف ساختمان دستگاه‌های اندازه‌گیری

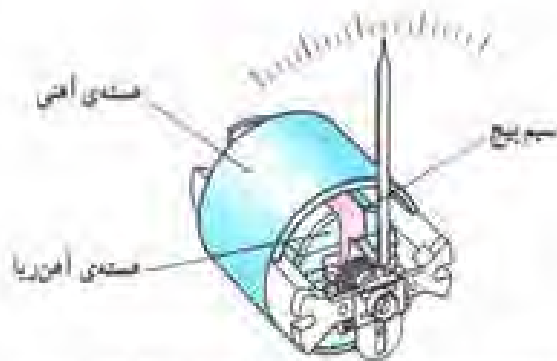
آهنربای دائم و قاب‌گردان را نشان می‌دهد. طرز کار دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب‌گردان به این صورت است که شدت جریان I به وسیله‌ی دو قطر که عمده‌دار ایجاد گشتاور مخالف و برگرداندن عقربه به نقطه صفر می‌باشند، به پیچک می‌رسد و اثر میدان مغناطیسی آهنربا در اطراف آن باعث ایجاد زوج نیروی F در دو طرف قاب سیم‌پیچی می‌شود و چرخش را به وجود می‌آورد. یا چرخش قاب، فنرهای ایجادکننده‌ی گشتاور، مقاوم جمع می‌شوند و در آن‌ها نیروی مخالف نیروی محرک ذخیره می‌شود. یا برابری گشتاورهای محرک و مقاوم، عقربه می‌ایستد. در زمانی که قاب در حال حرکت است در اثر برخورد خطوط قوای مغناطیسی در قاب آلومینیومی سیم‌پیچ، جریان فوکو به وجود می‌آید و باعث ایجاد نیروی مخالف حرکت قاب می‌شود. یعنی عمل ترمز را انجام می‌دهد و جلوی نوسانات عقربه را می‌گیرد. این پدیده در هنگام قطع شدن جریان و برگشت عقربه به صفر نیز به وجود می‌آید و حرکت عقربه



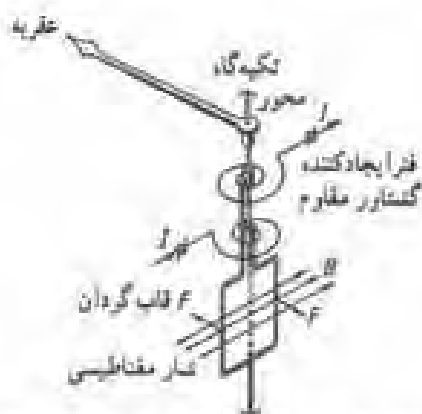
شکل ۱۰-۲- الف - دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم و قاب‌گردان آهنربا در بیرون

را آرام می‌کند.

وظیفه‌ی استوانه‌ی ثابت آهنی که در مرکز قرار دارد یکتواخت کردن میدان مغناطیسی و جلوگیری از پراکندگی خطوط قوا می‌باشد و چون اندوکیسون مغناطیسی B یکتواخت و ثابت است پس گردش قاب و عقربه، تابع تغییرات شدت جریان است. در نوع دیگری از این دستگاه، آهنربا در وسط و هسته‌ی آهنی در اطراف سیم‌پیچ قرار دارد (شکل ۱۱-۵-۱۱ ب).



شکل ۱۱-۵-۱۱ ب- دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم، آهنربا در وسط



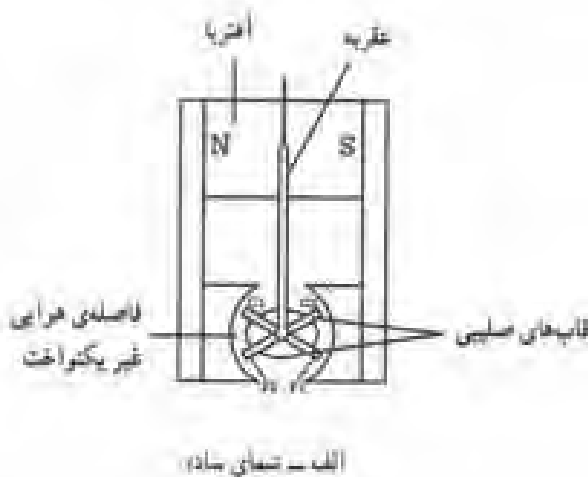
شکل ۱۲-۵-۱۲ دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب گردان

شکل ۱۲-۵-۱۲ عبور جریان در دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب گردان را نشان می‌دهد.

دستگاه با قاب گردان فقط در جریان مستقیم DC کار می‌کند و برای اندازه‌گیری جریان در مدار متناوب حتماً باید جریان ورودی به دستگاه یکسو بشود.

۲-۵-۲- دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی گردان و آهنربای دائم: این دستگاه تشکیل شده از یک آهنربای نعلی شکل و یک جفت کفش قطبی. کفش قطب‌ها طوری ساخته شده‌اند که فاصله هوایی موجود بین کفش قطبی و قسمت گردان دستگاه به یک اندازه نباشد بلکه فاصله هوایی در وسط قطب‌ها حداقل و در محل خط خشی حداکثر است.

در روی هسته‌ی گردان، دو قاب به شکل ضلعی قرار دارد. جهت جریان در سیم‌پیچ‌ها طوری است که گشتاور یکی مخالف گشتاور دیگری است. شکل ۱۳-۵-۱۳ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری قاب صلیبی و آهنربای دائم را نشان می‌دهد. طرز کار این دستگاه بدین ترتیب است که، وقتی به وسیله‌ی فنرهای بسیار حساس (که دیگر گشتاور مقاوم ایجاد نمی‌کنند) به دو سیم‌پیچ متحرک، جریان برسد، وجود آن دو جریان و میدان مغناطیسی آهنربا، باعث ایجاد گشتاور محرک در یک سیم‌پیچ و گشتاور مقاوم در سیم‌پیچ بعدی می‌شود. در این حالت قاب‌ها در جهت گشتاور بزرگتر به حرکت در می‌آیند. با گردش قاب‌ها، قابی که گشتاور بزرگتر ایجاد کرده، از میدان قوی به سمت میدان ضعیف‌تر می‌رود و گشتاور آن

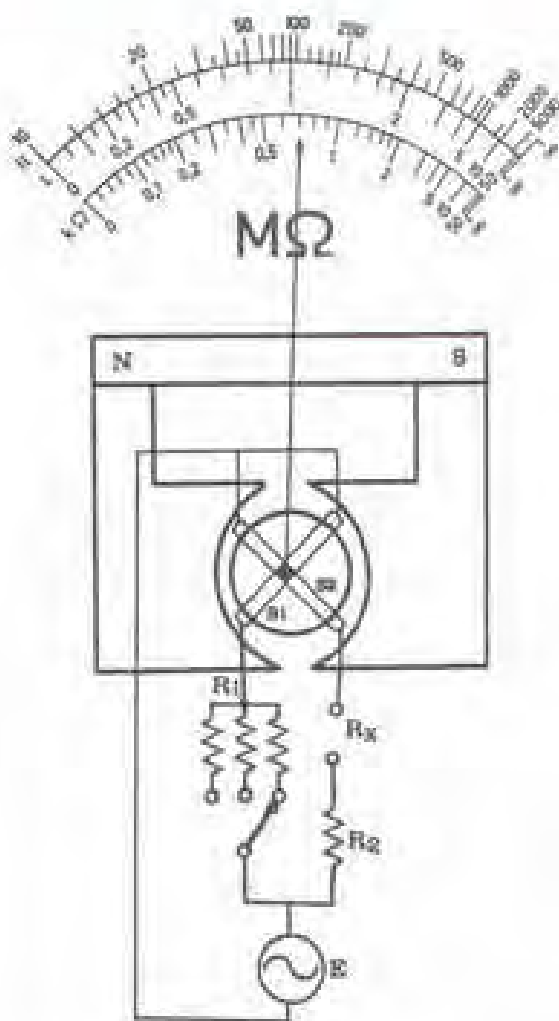


کوچک‌تر می‌شود. از طرف دیگر قاب دوم به سمت میدان قوی‌تر رفته و گشتاورش بزرگ‌تر می‌شود. وقتی دو گشتاور مساوی شدند حالت تعادل پیش آمده و عقربه می‌ایستد.

در این دستگاه انحراف عقربه متناسب است با نسبت دو جریان. در نتیجه دستگاه با قاب صلیبی یک دستگاه ثبت سنج می‌باشد. از این دستگاه معمولاً در میگر که یک اندازه‌گیر مقاومت‌های بزرگ است استفاده می‌شود.



ب- سنجای ظاهری

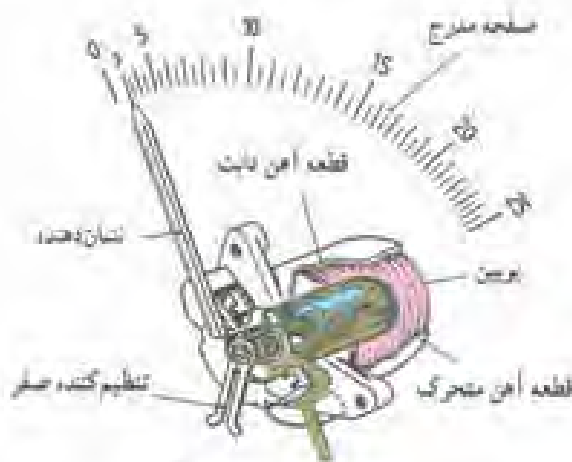


ج- سنجای مداري

شکل ۱۳-۵- دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی و آهنربای دائم

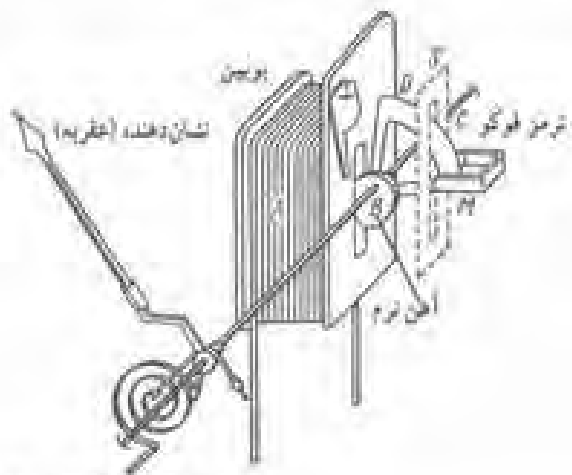


الف - بوبین گرد



ب - ساختمان کامل دستگاه

شکل ۱۴ - دستگاه اندازه‌گیری با آهن نرم گردان و بوبین گرد نوع دفعی



فتر ایجاد کننده گشتاور مقاوم

شکل ۱۵ - دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم گردان نوع کششی

۲-۲-۵ - دستگاه اندازه‌گیری با بوبین گرد و آهن نرم گردان: این دستگاه از یک بوبین گرد که در داخل آن دو تکه آهن نرم قرار دارد، تشکیل شده است. یکی از آهن‌ها ثابت و دیگری متحرک و متصل به محور دستگاه می‌باشد.

اگر دو سر بوبینی را به منبع جریان وصل کنیم یک حوزه‌ی مغناطیسی در بوبین ایجاد می‌شود. بر اثر این حوزه، دو قطعه آهن در یک جهت مغناطیسی می‌شوند یعنی دو قطب هم نام تشکیل می‌دهند. در نتیجه همدیگر را دفع می‌کنند (شکل ۱۴-۵) و خفربه‌ی دستگاه به حرکت درمی‌آید.

شکل ۱۵-۵ دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم گردان نوع کششی را نشان می‌دهد که در آن A بوبین، B آهن نرم گردان، C محور و D خفه‌کن آلومینیومی جریان‌گردایی (فوکو) می‌باشد. در اثر عبور جریان از سیم‌پیچ در داخل بوبین میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود و قطعه‌ی آهن متصل به محور را به سمت داخل می‌کشد. گشتاور مقاوم در این دستگاه‌ها توسط فتر مارپیچ ایجاد می‌شود. دستگاه اندازه‌گیری با بوبین گرد و آهن نرم گردان، شدت جریان‌های زیاد را بدون اشکال اندازه‌گیری می‌کند این دستگاه مقدار مؤثر جریان را اندازه‌گیری می‌کند یعنی هم در جریان‌های DC و هم در جریان‌های AC کار می‌کند.

این دستگاه تحمل بار اضافی و استحکام زیاد دو مشابه تکان‌های شدید را دارد.

۴-۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی: این

دستگاه از دو سیم‌پیچ ثابت و متحرک تشکیل شده است (شکل ۱۶-۵). جریان توسط دو فنر مارییج به سیم‌پیچ گردان می‌رسد. در اثر عبور جریان از دو سیم‌پیچ ثابت و گردان، با ایجاد گشتاور، سیم‌پیچ گردان شروع به حرکت می‌کند. چون نیرویی که باعث گردش بوبین گردان می‌شود تابع جریان دو بوبین ثابت و متحرک است، لذا گشتاور، متناسب با حاصلضرب مقادیر لحظه‌ای دو جریان خواهد بود یعنی $I_1 \times I_2 \times 0.01$ (در رابطه فوق $\theta = 0$ زاویه الحزاف عقربه و علامت α به معنی متناسب بودن است).

این دستگاه هم در جریان مستقیم و هم در جریان متناوب کاربرد دارد.

اگر I_1 را متناسب با I (جریان یک مصرف‌کننده) و I_2 را متناسب با ولتاژ دو سر همان مصرف‌کننده داشته باشیم در این صورت گشتاور الکتریکی با توان مصرفی باز متناسب می‌شود و عقربه‌ی دستگاه مستقیماً توان را نشان می‌دهد. پس این دستگاه می‌تواند توان الکتریکی مصرف‌کننده را اندازه‌گیری کند.

سیم‌پیچ ثابت دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی به‌طور سری با مصرف‌کننده و سیم‌پیچ متحرک به‌طور موازی با آن قرار می‌گیرد. بنابراین سیم‌پیچ ثابت در مسیر جریان و سیم‌پیچ متحرک روی اختلاف سطح قرار می‌گیرد.

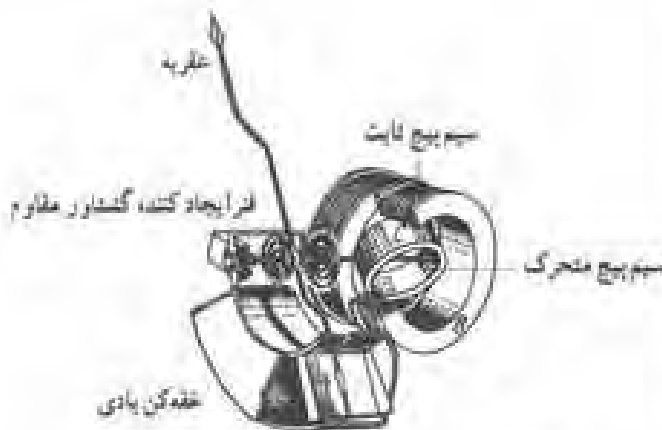
سیم‌پیچ ثابت دارای سیم ضخیم و سیم‌پیچ متحرک دارای سیم نازک است. شکل ۱۷-۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی را نشان می‌دهد.

۵-۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای گردان:

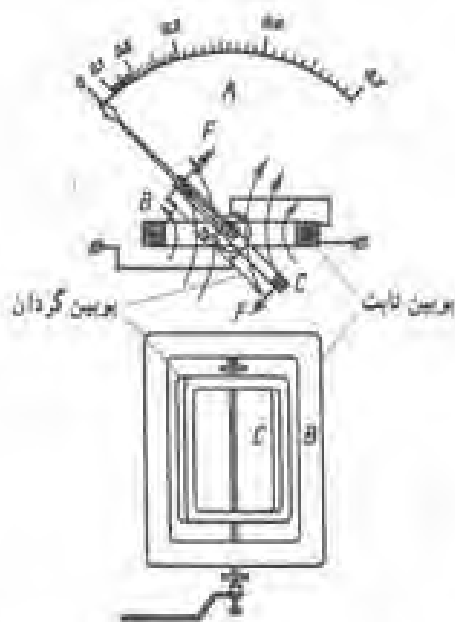
این دستگاه دارای یک مغناطیس دائم متحرک است که به عقربه وصل می‌باشد و در اثر تقابل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط یک بوبین به حرکت در می‌آید. چون مغناطیس دائم، سنگین‌تر از قاب گردان است این دستگاه نسبت به دستگاه با قاب گردان، گشتاور بیشتری برای گردش لازم دارد.

شکل ۱۸-۵ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان

را نشان می‌دهد که در آن شماره ۱، آهنربای گردان، ۲ محور، ۳ بوبین، ۴ فنر مارییج ایجادکننده گشتاور مقاوم، ۵ جام از جنس مس یا آلومینیوم، به عنوان خفه‌کن، حرکت مغناطیس باعث می‌شود در دیواره‌های خفه‌کن جریان فوکو (گردابی) به وجود آید و

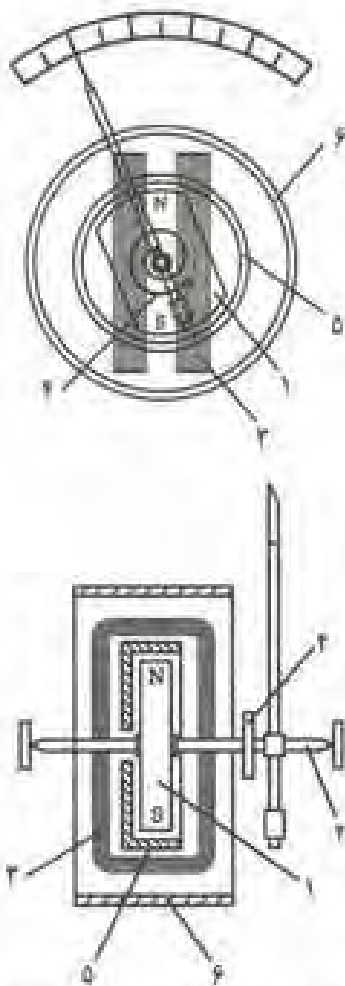


شکل ۱۶-۵ دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی



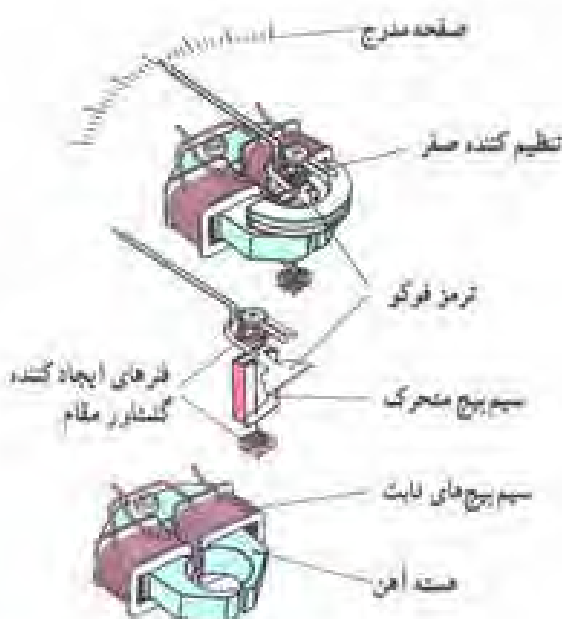
شکل ۱۷-۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی

گشناوری ترمزی ایجاد کند، ۶ سیر محافظ از آلیاژی ۸۰ درصد نیکل و ۲۰ درصد آهن جهت جلوگیری از تأثیر میدان‌های مغناطیسی خارجی. این دستگاه از نظر اصول کار و کاربردها درست مانند دستگاه آهنربای دائم و قاب گردان است.



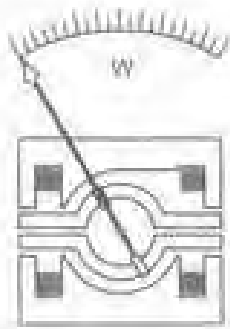
شکل ۱۸-۵- دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان

۶-۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک: این دستگاه دارای ساختمان دستگاه اندازه‌گیری الکترو دینامیکی است با این تفاوت که سیم‌پیچ‌ها روی هسته آهن نرم پیچیده شده‌اند. شکل ۱۹-۵ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک را نشان می‌دهد.

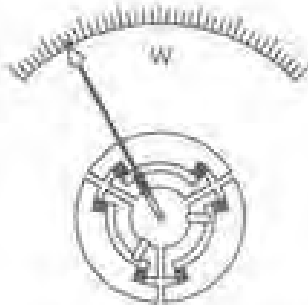


شکل ۱۹-۵- ساختمان دستگاه فرودینامیکی

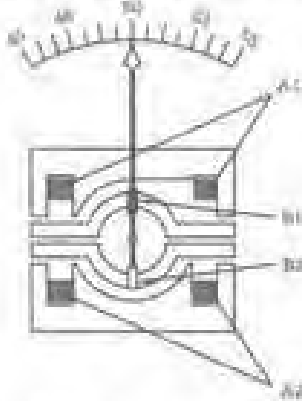
با توجه به مبرن شدن تکنولوژی همواره سعی می‌شود از مواد ترکیبی جدید برای هسته استفاده شود تا میزان تلفات در آن کاهش یابد.



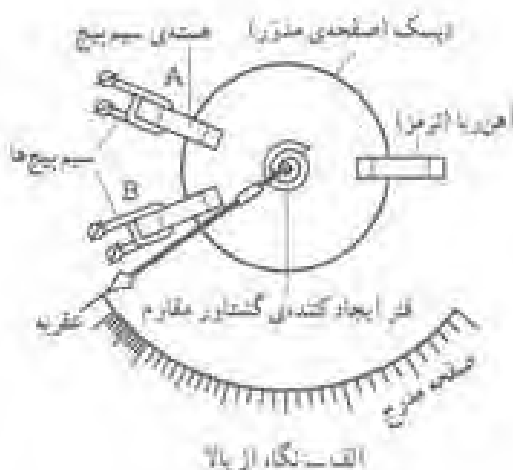
شکل ۵-۲۰ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با دو سیم‌بیج



شکل ۵-۲۱ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با سه سیم‌بیج



شکل ۵-۲۲ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک



شکل ۵-۲۰ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با دو گروه سیم‌بیج و شکل ۵-۲۱ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با سه دسته سیم‌بیج را نشان می‌دهند.

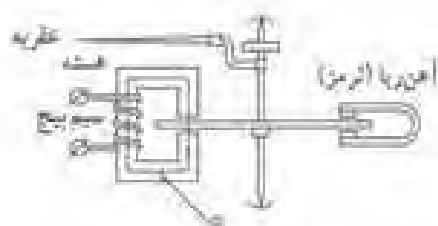
اضافه کردن سیم‌بیج‌ها در دستگاه فرودینامیک می‌تواند روی کیفیت کار دستگاه اثر بی‌کفایت دارد.

شکل ۵-۲۲ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک نسبت سنج را نشان می‌دهد که در آن A_1 و A_2 سیم‌بیج‌های ثابت و B_1 و B_2 سیم‌بیج‌های متحرک می‌باشند. دستگاه‌های فرودینامیکی نیز مانند دستگاه‌های الکترودینامیکی اندازه‌گیر توان هستند. از دستگاه شکل ۵-۱۹ به عنوان وات متر یک فاز و از دستگاه‌های شکل‌های ۵-۲۰ و ۵-۲۱ به عنوان وات مترهای سه‌فاز استفاده می‌شود. همچنین دستگاه شکل ۵-۲۲ با کمی تغییرات و اضافه کردن ملحقاتی به عنوان کسینوس فی متر به کار گرفته می‌شود.

۵-۲-۷ دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیون (القایی):
دستگاه‌های اندازه‌گیری اندوکسیون به وسیله‌ی عکس‌العمل بین فلزهای مغناطیسی متناوب و جریان‌های ایجاد شده در قسمت متحرک دستگاه عمل می‌کنند.

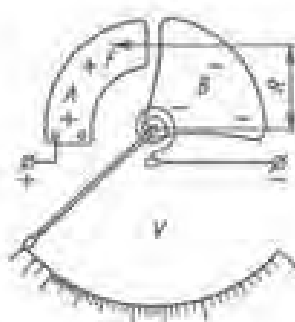
شکل ۵-۲۳ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیون را نشان می‌دهد. دیسک (صفحه) آلومینیومی در فاصله‌ی هوایی بین الکترومغناطیس A و B قرار دارد و به وسیله‌ی محوری به عقریه وصل است.

جریان‌های متناوب سینوسی i_1 و i_2 از سیم‌بیج‌های



ب - نگاه از پهلو

شکل ۲۳-۵- ساختمان دستگاه اندوکسیونی



الف - از تعاقب بالا

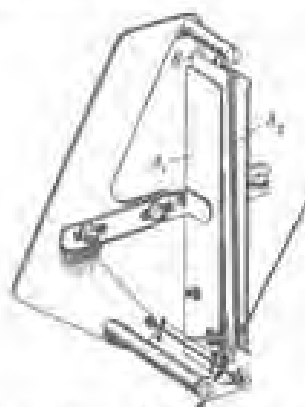


ب - از نمای پهلو

شکل ۲۴-۵- ساختمان دستگاه الکترواستاتیکی



شکل ۲۵-۵- دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی



شکل ۲۶-۵- دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی

الکترومغناطیس عبور می کنند.

در اثر عبور جریان های I_1 و I_2 از سیم پیچ ها، قلوهای مغناطیس Φ_1 و Φ_2 ایجاد می شود و در اثر این قلوها در دیسک نیروی محرکه به وجود می آید.

نیروی محرکه ای ایجاد شده در دیسک باعث ایجاد جریان و در نهایت گشتاور محرک می شود و دیسک به گردش در می آید. دستگاه اندازه گیری اندوکسیونی فقط در جریان متناوب کاربرد دارد زیرا القایی است. کنترل حرکت دیسک به وسیله مغناطیس دائم انجام می شود که عنوان ترمز را نیز دارد. معمولاً از این دستگاه به عنوان کنتور اندازه گیری انرژی استفاده می شود.

۸-۲-۵- دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی:

این دستگاه از یک خازن تشکیل شده است که یک جوشن آن ثابت و جوشن دیگر متحرک است و به عقریه متصل می باشد. دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی به طور مستقیم اختلاف سطح الکتریکی را اندازه گیری می کند.

شکل ۲۴-۵ اساس کار دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی را نشان می دهد. جنس جوشن ها از آلومینیوم بوده و جوشن ۸ ثابت و جوشن ۱۱ به عقریه وصل است. دستگاه اندازه گیری الکترواستاتیکی دارای ظرفیت خازنی کمی می باشد.

اختلاف پتانسیل بین دو جوشن باعث به وجود آمدن نیروی مکانیکی می شود و موجب حرکت جوشن متحرک و عقریه خواهد شد. از بین بردن اثر مغناطیس توسط ترمز فو کو یا خفگی هوایی انجام می شود.

شکل های ۲۵-۵ و ۲۶-۵ نمونه هایی از دستگاه های

اندازه گیری الکترواستاتیکی را نشان می دهد.

از آن جا که نیروی به وجود آمده بین دو صفحه، با انرژی ذخیره شده در خازن متناسب است و انرژی ذخیره شده در خازن نیز از رابطه $W = \frac{1}{2} CV^2$ به دست می آید، انحراف عقریه و صفحه ای متحرک با مجدور و تناز نسبت مستقیم دارد. بنابراین این دستگاه برای اندازه گیری ولتاژ مستقیم و ولتاژ مؤثر دو جریان متناوب کاربرد دارد.

۹-۲۵ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی؛ این دستگاه از یک سیم حرارتی تشکیل شده، دو سر این سیم بر روی پایه‌ای بسته و ثابت شده است. در وسط سیم قلابی قرار دارد و به این قلاب نخ متصل می‌باشد این نخ پس از عبور از روی فرقه به فنر متصل شده و سر دیگر فنر ثابت شده است.

وقتی که از سیم حرارتی جریان عبور می‌کند سیم بر اثر گرما منبسط شده و طول آن زیاد می‌شود و نخ که سیم را به فرقه وصل می‌کند به دور فرقه می‌پیچد و در نتیجه عقربه‌ای که به فرقه وصل است به حرکت در می‌آید. بر اثر حرکت عقربه، می‌توان مقدار انبساط طول سیم و در نتیجه شدت جریان را اندازه گرفت. چون انبساط طول سیم یا مجذور جریان آن متناسب است بنابراین تقسیمات صفحه مدرج با هم مساوی نخواهد شد و هر چه شدت جریان بیشتر باشد فاصله تقسیمات بیشتر می‌شود. جنس سیم حرارتی از آلیاژهای پلاتین و نقره و با پلاتین و ایریدیوم می‌باشد.

شکل ۲۷-۵ ساختمان دستگاه سیم حرارتی را نشان

می‌دهد.

۱- سیم حرارتی

۲- ورق خلفه‌کن

۵- فنر سیم‌های

۸- آهنربای خلفه‌کن

۳-۵ دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

۱-۳-۵- گالوانومتر؛ این دستگاه از سیم بیج گردان

و آهنربای دائمی تشکیل شده است و مستقیماً جریان الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

سیم بیج گردان گالوانومتر به وسیله‌ی سیم یا نواری متصل

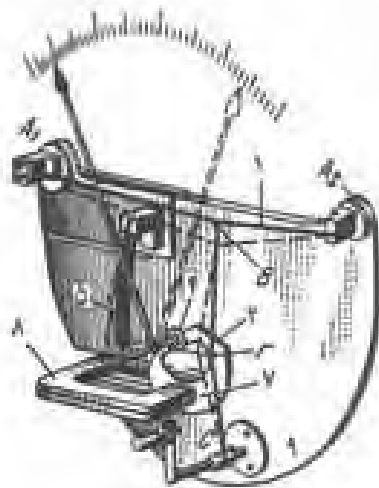
به یک آینه به حالت آویزان در داخل قطبین مغناطیسی ثابت N و S قرار دارد.

با عبور جریان از گالوانومتر، سیم بیج به چرخش در می‌آید

تا زمانی که گشتاور ایجاد شده با گشتاور مخالف سیم یا نوار یکی

شود، در این حالت آینه شاخص را روی صفحه مدرج منعکس

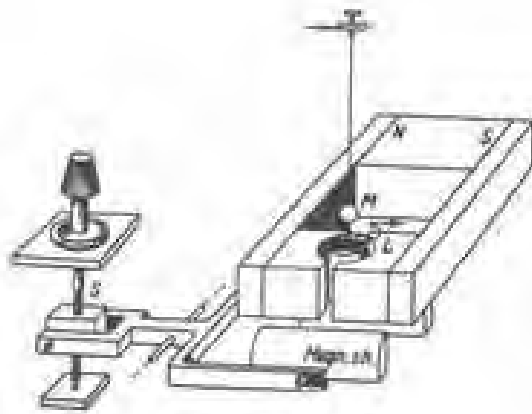
کرده و جریان اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۲۷-۵ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی

شکل ۵-۲۸ گالوانومتر آینه‌ای با آهنربای دائم و قلاب گردان را نشان می‌دهد.

از این دستگاه برای اندازه‌گیری جریان‌های بسیار کوچک در حد میلی و میکروآمپر استفاده می‌شود.



شکل ۵-۲۸- گالوانومتر

۵-۳-۲ آمپر متر: آمپر متر برای اندازه‌گیری شدت جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد (شکل ۵-۲۹).

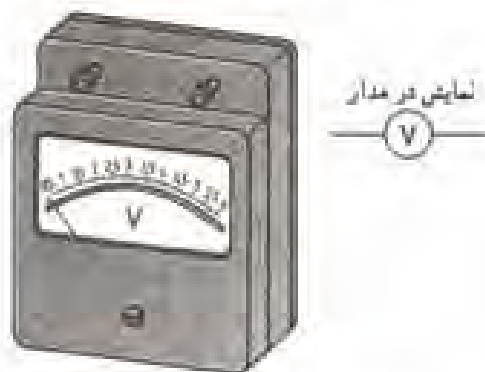


شکل ۵-۲۹- شکل ظاهری آمپر متر

برای اندازه‌گیری جریان مستقیم از دستگاه با آهنربای دائم و قلاب گردان، دستگاه با آهنربای گردان، دستگاه با آهن‌نرم گردان و دستگاه با سیم حرارتی، به‌طور مستقیم استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری جریان متناوب از دستگاه‌های الکترو دینامیکی، آهن نرم گردان، سیم حرارتی استفاده می‌شود. متداول‌ترین دستگاه سنجش جریان متناوب، دستگاه با آهن نرم گردان است. از دستگاه با قلاب گردان و آهنربای دائم با یکسو کننده نیز می‌توان جریان متناوب را اندازه‌گیری کرد.

۵-۳-۳ ولت‌متر: ولت‌متر برای اندازه‌گیری اختلاف سطح الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد (شکل ۵-۳۰).



شکل ۵-۳۰- شکل ظاهری ولت‌متر

برای اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم از دستگاه‌های اندازه‌گیری آهنربای دائم و قلاب گردان، آهنربای گردان، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی، سیم حرارتی به‌طور مستقیم استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری ولتاژ متناوب از دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترو دینامیکی، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی، سیم حرارتی و دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قلاب گردان با یکسو کننده استفاده می‌شود.

۵-۳-۴ اهم‌متر: دستگاهی است که مقدار مقاومت را اندازه‌گیری می‌کند. برای پیدا کردن اتصال سیم‌ها به یکدیگر (اتصال کوتاه)، اتصال سیم به بدنه (اتصال بدنه) و قطعی مدار (مدار باز) نیز از اهم‌متر استفاده می‌شود. اهم‌متر را از دستگاه‌های



شکل ۵-۳۱- طرز قرارگیری مقاومت با اهم‌تر

اندازه‌گیری با قاب گردان و آهنربای دائم، الکترواستاتیکی، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی می‌توان ساخت. اهم‌تر به‌طور موازی با مقاومت قرار می‌گیرد (شکل ۵-۳۱).

۵-۳۵- اوومتر (مولتی‌متر): اوومتر برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت به‌کار می‌رود. این دستگاه دارای یک سلکتور است. با انتخاب یکی از کمیت‌ها می‌توان اندازه‌گیری‌های مختلفی را برای جریان، ولتاژ و مقاومت انجام داد.



شکل ۵-۳۲- مولتی‌متر دیجیتال

اوومتر به دو صورت دیجیتال و آنالوگ ساخته می‌شود. دستگاه دیجیتالی، کمیت‌های الکتریکی را به‌صورت شماره و دستگاه آنالوگی توسط عقربه نشان می‌دهد.

شکل ۵-۳۳- دستگاه اندازه‌گیری مولتی‌متر دیجیتالی را نشان می‌دهد.

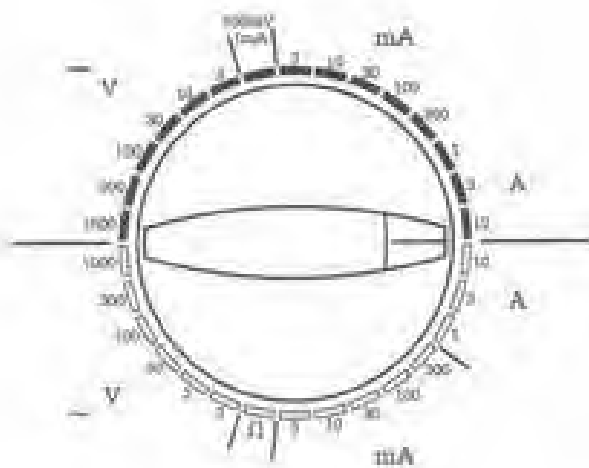


شکل ۵-۳۳

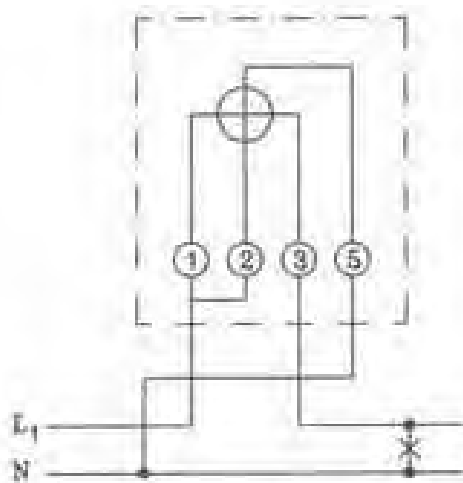
شکل ۵-۳۳- دستگاه اندازه‌گیری مولتی‌متر آنالوگ (عقربه‌ای) را نشان می‌دهد.

مولتی‌متر آنالوگ مولتی‌متری است که مقادیر را به صورت پیوسته و از طریق عقربه نشان می‌دهد. مولتی‌متر دیجیتال مقادیر را به صورت عدد و رقم روی صفحه نمایش نشان می‌دهد.

برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت، سلکتور را روی مقدار کمی باید قرار داد که از مقدار مورد اندازه‌گیری بیشتر باشد. شکل ۵-۳۴ سلکتور یک مولتی‌متر مولتی‌رنج را نشان می‌دهد. یعنی علاوه بر اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف برای هر کمیت نیز دارای چندین حدود اندازه‌گیری (رنج) است.



شکل ۵-۳۴



شکل ۵-۳۵ مدار وات‌متر

۶-۳-۵- وات‌متر: برای اندازه‌گیری توان مفید، از وات‌متر استفاده می‌شود. وات‌متر دارای دو سیم بیج است. یکی سیم بیج جریان که به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و دیگری سیم بیج ولتاژ که به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. معمولاً از دستگاه اندازه‌گیری الکتروپتانسیس به عنوان وات‌متر استفاده می‌شود.

شکل ۵-۳۵ مدار وات‌متر را نشان می‌دهد که سیم بیج جریان به بیج‌های ۱ و ۳ و سیم بیج ولتاژ به ترمینال‌های ۲ و ۵ وصل می‌شود.

ترمینال‌های ستاره‌دار باید با یکدیگر هم‌پتانسیل باشند تا عقربه‌ی وات‌متر در جهت راست حرکت کند. در غیر این صورت اگر وات‌متر به طرف چپ بچرخد باید با کلید مبدل + و - جهت چرخش آن را عوض کرد.



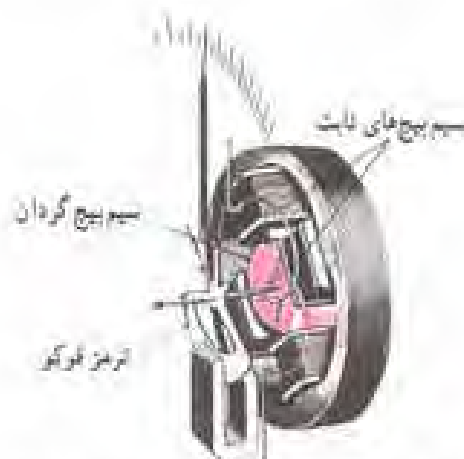
شکل ۵-۳۶- سنمای ظاهری وات‌متر

شکل ۵-۳۶ سنمای ظاهری وات‌متر را نشان می‌دهد.



شکل ۳۷-۵-۵: شکل ظاهری وارمتر

۷-۳-۵- وارمتر: وارمتر دستگاهی است که توان را اکتیو (غیر منفید) مدار را اندازه‌گیری می‌کند. اتصالات وارمتر نیز مثل اتصالات وانومتر است (شکل ۳۷-۵).



شکل ۳۸-۵-۵: نمای داخلی یک نوع کسینوس فی متر

۸-۳-۵- کسینوس فی متر (COS ϕ): کسینوس فی با ضریب قدرت، توسط کسینوس فی متر سنجیده می‌شود (شکل ۳۸-۵). کسینوس فی متر دارای دو سیم بیج متحرک و یک سیم بیج ثابت است و در مدارهای یک فاز و سه فاز به کار می‌رود. کسینوس فی مترهای معمولی که برای نصب روی تابلو استفاده می‌شوند معمولاً برای ولتاژهای ۱۱، ۲۲، ۳۸، ۵۰ و ۱۰۰ ولت و جریان ۵ و ۱ آمپر ساخته می‌شوند. برای ولتاژها و جریان‌های بیشتر از مقدار نامی ذکر شده باید از میبدل ولتاژ و میبدل جریان استفاده شود. شکل ۳۹-۵ صفحه‌ی عقربه کسینوس فی متر را نشان می‌دهند. در صورتی که بار فقط اندوکتیو (سلفی) و یا کاپاسیتیو (خازنی) باشد از کسینوس فی متر با صفحه‌ی مدرج یک طرفه و در صورتی که به هر دو صورت اندوکتیو و یا کاپاسیتیو باشد از صفحه‌ی مدرج دو طرفه و یا دوار (۳۶-۵) استفاده می‌شود. علامت اندوکتیو (ind) و کاپاسیتیو (cap) روی صفحه مدرج درج می‌شود. عقربه اگر به طرف ind حرکت کند مصرف‌کننده، اندوکتیو است و مقدار اندازه‌گیری شده، ضریب قدرت مدار اندوکتیو یا سلفی را نشان می‌دهد. در صورتی که عقربه به طرف cap حرکت کند، مصرف‌کننده کاپاسیتیو خازنی است و مقدار اندازه‌گیری شده، ضریب قدرت مدار کاپاسیتیو را نشان می‌دهد.



شکل ۳۹-۵-۵: نمای ظاهری کسینوس فی متر



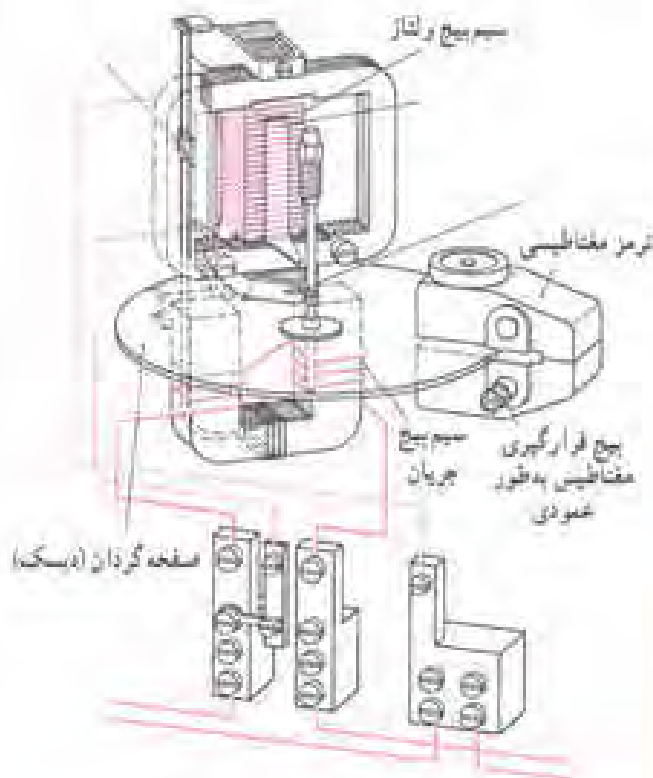
شکل ۲۰-۵- کنتور تک فاز اندوکسیونی

۹-۲-۵- کنتور تک فاز: کنتور برای اندازه گیری

انرژی مفید مصرفی مورد استفاده قرار می گیرد. این دستگاه دارای یک سیم پیچ ولتاژ و یک سیم پیچ جریان است. سیم پیچ ولتاژ دارای تعداد دور زیاد و قطر سیم کم و سیم پیچ جریان دارای تعداد دور کم و قطر سیم زیاد است. سیم پیچ ولتاژ به طور موازی و سیم پیچ جریان به طور سری در مدار قرار می گیرند. معمولاً از دستگاه اندازه گیری اندوکسیونی به عنوان کنتور استفاده می شود. کنتور دارای یک دیسک (صفحه گردان) است. در اثر اتصال سیم پیچ ولتاژ به شبکه و عبور جریان از سیم پیچ جریان، این دیسک به حرکت در می آید. صفحه‌های گردان به جرم دنده‌ها و شمارنده وصل است و انرژی مصرفی توسط شمارنده نشان داده می شود (شکل ۲۰-۵). برای کنترل دور دیسک از یک مغناطیسی دائم استفاده می شود (ترمز فوکو).

شکل ۲۰-۵- یک کنتور تک فاز اندوکسیونی را نشان

می دهد.



شکل ۲۱-۵- ساختمان داخلی کنتور تک فاز

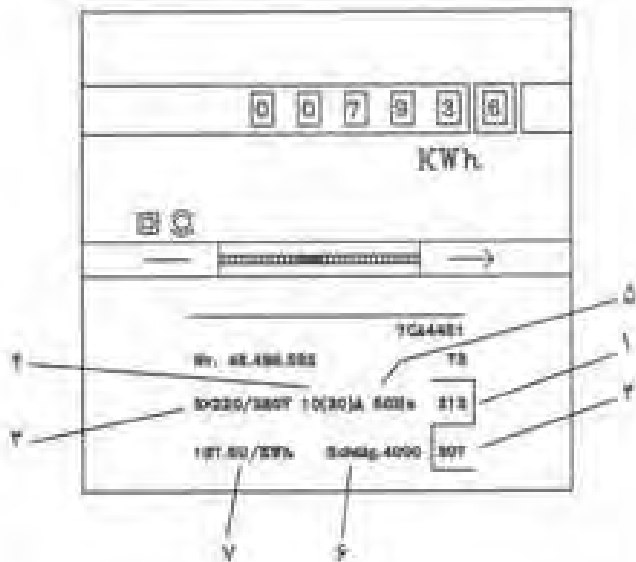
شکل ۲۱-۵- ساختمان داخلی یک کنتور تک فاز را نشان

می دهد. سیم پیچ ولتاژ در بالا قرار دارد و دارای قطر سیم نازک و تعداد دور زیاد است. سیم پیچ جریان در پایین قرار دارد. تعداد دور سیم پیچ جریان کمتر و قطر آن ضخیم تر است.

کنتور باید انرژی مصرفی را اندازه گیری کند. برای اندازه گیری انرژی مصرفی اندازه گیری ولتاژ و جریان ضرورت دارد.

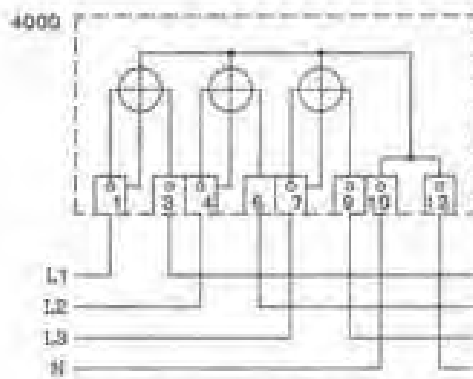
۱-۳-۵- کنتور سه‌فاز: کنتور سه‌فاز برای اندازه‌گیری

انرژی مصرفی در شبکه‌های سه سیمه و چهار سیمه به‌کار می‌رود. در کنتور سه‌فاز سه سیمه از دو سیم پیچ جریان و دو سیم پیچ ولتاژ استفاده و در کنتور سه‌فاز چهار سیمه از سه سیم پیچ جریان و سه سیم پیچ ولتاژ استفاده می‌شود. شکل ۴۲-۵ پلاک مشخصات کنتور سه‌فاز را نشان می‌دهد که به ترتیب عبارتند از: شماره ۱ علامت مجاز، شماره ۲ علامت استاندارد فنی از طرف اداره برق، شماره ۳ ولتاژ، شماره ۴ شدت جریان، شماره ۵ ترانس، شماره ۶ اتصال، شماره ۷ ثابت کنتور (تعداد دورگردش صفحه به ازای هر کیلووات ساعت) می‌باشد.



شکل ۴۲-۵ پلاک مشخصات کنتور سه‌فاز

شکل ۴۳-۵ شمای مدار کنتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.



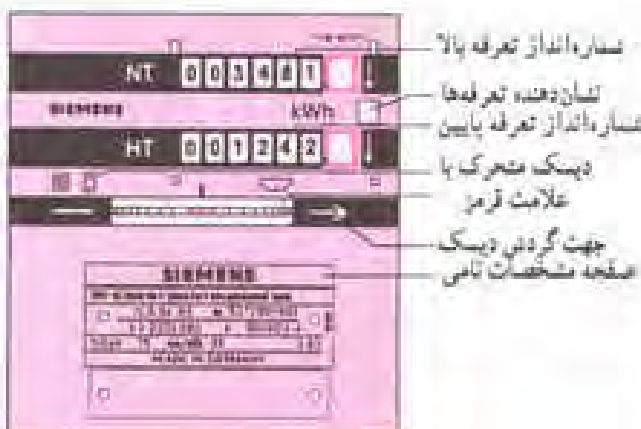
شکل ۴۳-۵ مدار کنتور سه‌فاز چهار سیمه

هنگام اتصال کنتور به برق باید به نحوه اتصال آن توجه کنید. معمولاً کنتور برق توسط اداره برق نصب می‌شود و آن را بلمب می‌کنند.

۱-۳-۵- کنتور سه‌فاز دو تعرفه: برای تشویق

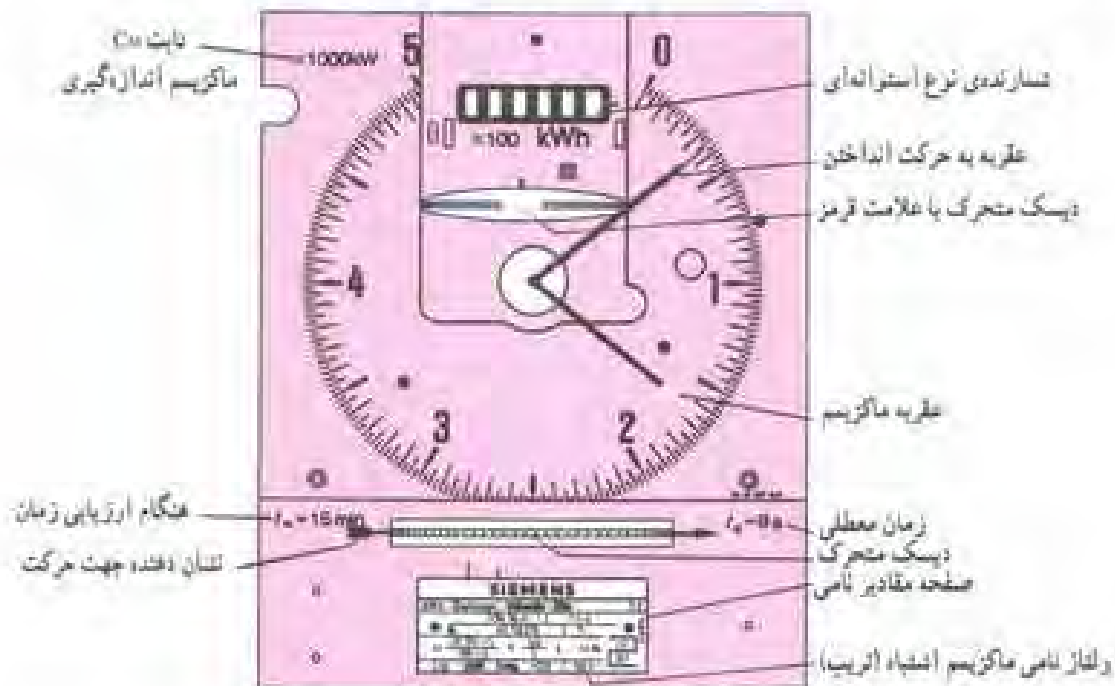
مصرف کنندگان برق به مصرف کمتر در زمان پیک بار (مثل اوایل شب) از سیاست تعرفه استفاده می‌شود. بدین ترتیب که در زمان پیک بار (ماکزیمم بار) قیمت کیلووات ساعت مصرفی توسط فروشنده برق زیاد در نظر گرفته می‌شود تا مصرف کنندگان در این زمان مصرف کمتری داشته باشند.

کنتورهای دو تعرفه، دو شماره‌انداز دارند. یک ساعت یرفی در خارج کنتور نصب می‌شود. انتقال هر یک از شماره‌اندازها توسط رله‌ی مغناطیسی به این ساعت صورت می‌گیرد. شکل ۴۴-۵ صفحه کنتور دو تعرفه را نشان می‌دهد.

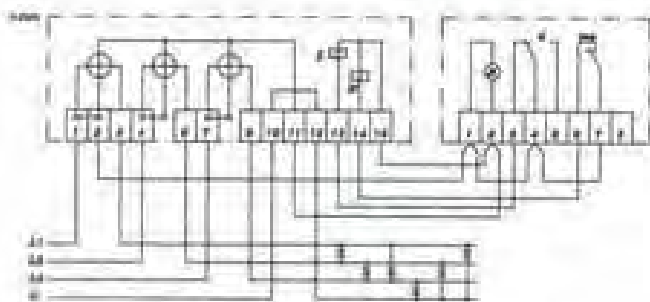


شکل ۴۴-۵ صفحه کنتور دو تعرفه

شکل ۴۵- ساعت کنتور دو تعرفه را نشان می‌دهد.



شکل ۴۵- ساعت کنتور دو تعرفه



شکل ۴۶- مدار کنتور سه‌فاز دو تعرفه چهار سیمه

شکل ۴۶- نمای مداری کنتور سه‌فاز دو تعرفه برای

اتصال مستقیم سیستم چهار سیمه را نشان می‌دهد.

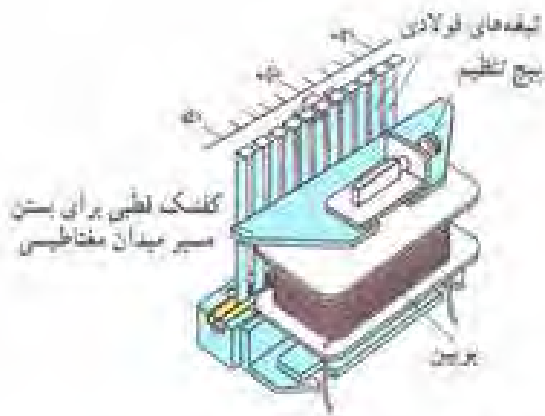


شکل ظاهری فرکانس متر تیغه‌ای

شکل ۴۷- الف

۱۲-۳-۵- فرکانس متر: فرکانس متر برای اندازه‌گیری

فرکانس به کار می‌رود. این دستگاه تعدادی تیغه فولادی است که در یک میدان مغناطیسی به ارتعاش درمی‌آیند. شکل ۲۷-۵- الف ساختمان ظاهری فرکانس متر را نشان می‌دهد. هر تیغه یک فرکانس دارد که با فرکانس تیغه‌های مجاور خود متفاوت است. با اتصال جریان متناوب به بوبین دستگاه، یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان متناوباً بر روی تیغه‌های فولادی نیرو وارد می‌کند. در هر زمان تناوب، تیغه دویار جذب می‌شود. بنابراین تیغه‌ای که فرکانس ارتعاشات آن دو برابر فرکانس جریان متناوب باشد با نیروی کششی حوزه‌ی مغناطیسی، رزونانس ایجاد می‌کند و به حرکت درمی‌آید.



شکل ۵-۲۷ ب - ساختمان داخلی فرکانس متر تیغه‌ای

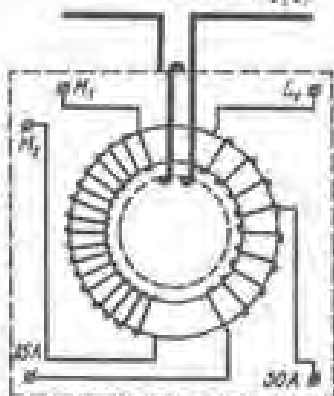


شکل ۵-۲۸ نمونه‌ای از ترانسفورماتور جریان



شکل ۵-۲۹ ب - ترانسفورماتور جریان با هسته مغناطیسی دایره‌ای شکل و سیم پیچی‌های اولیه و ثانویه

سیم پیچ اولیه برای جریان‌های ۱۰۰ تا ۴۰۰ آمپر پیچیده شده است.



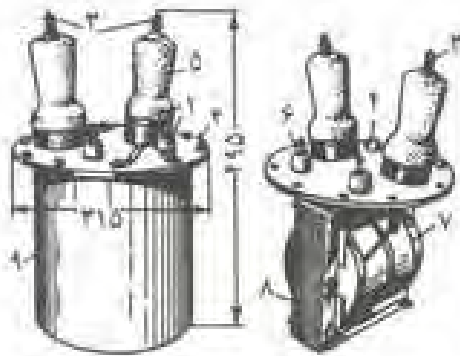
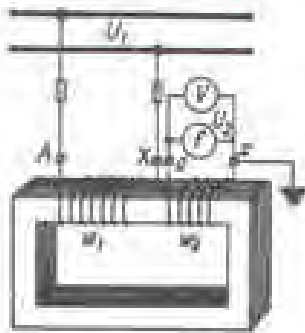
شکل ۵-۵۰ دیاگرام جریان و سیم پیچی‌های ترانسفورماتور جریان

شکل ۵-۲۷ ب - ساختمان داخلی فرکانس متر تیغه‌ای را نشان می‌دهد. حدود اندازه‌گیری این فرکانس متر بسیار کم است به همین جهت از آن بیشتر برای اندازه‌گیری فرکانس‌های تقریباً ثابت شبکه استفاده می‌شود.

۱۳-۲-۵ - ترانسفورماتور جریان، این دستگاه جریان زیاد شبکه با مصرف‌کننده‌های بزرگ را به جریان کم قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند. اولیه‌ی این ترانسفورماتور به صورت سری با خط قرار می‌گیرد و ثانویه‌ی آن به آمپر متر وصل می‌شود. اولیه‌ی ترانسفورماتور جریان در داخل تابلوها بر روی شیشه‌های خطوط اصلی و ثانویه آن که دارای یک سیم پیچ است به آمپر متر وصل می‌شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان تابلویی معمولاً دارای یک سیم پیچ است. شکل ۵-۲۸ نمونه‌ای از ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد. در ترانسفورماتورهای تابلویی، شیشه از داخل سوراخ هسته ترانسفورماتور عبور می‌کند.

شکل ۵-۲۹ ب نمای ظاهری یک ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد. این ترانسفورماتور دارای یک هسته مغناطیسی دایره‌ای شکل و سیم پیچی‌های اولیه و ثانویه می‌باشد. سیم پیچ‌های اولیه این ترانسفورماتور برای جریان‌های ۱۰ تا ۴۰۰ آمپر پیچیده شده است.

ثانویه دارای دو سیم پیچ مجزا است که یکی دارای سر وسط می‌باشد و رنج جریان‌های آن ۱۵۸ و ۵۰۸ می‌باشد. سیم پیچ ثانویه دیگر با M_1 و M_2 مشخص شده است (شکل ۵-۵۰). ترانسفورماتور جریان همیشه باید در حالت اتصال کوتاه کار کند و با آمپر متر از ثانویه قطع نشود. در صورت قطع شدن ثانویه، فلوی مغناطیسی ثانویه (Φ_2) صفر و در نتیجه مقدار فلوی حاصل را از فلوی اولیه (Φ_1) می‌شود. به علت بزرگی Φ_1 نیروی الکتریکی القایی ثانویه افزایش می‌یابد و به هسته و عایق سیم پیچ ثانویه آسیب می‌رساند و برای مصرف‌کننده موجب بروز خطر می‌شود.



شکل ۵۱-۵- نمای ظاهری و مدار پی ترانسفورماتور ولتاژ

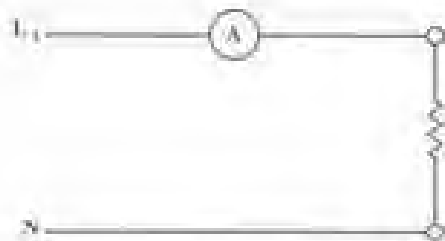
۱۴-۳-۵- ترانسفورماتور ولتاژ: این ترانسفورماتور ولتاژ زیاد شبکه را به ولتاژ ضعیف تبدیل می‌کند و به ولت‌متر می‌دهد. ترانسفورماتور ولتاژ دارای یک هسته آهنی و دو سیم پیچ اولیه و ثانویه است. اولیه به صورت موازی با شبکه قرار می‌گیرد و ثانویه به ولت‌متر وصل می‌شود. نسبت تبدیل ترانسفورماتور ولتاژ نسبت ولتاژ اولیه به ولتاژ ثانویه معمولاً ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ (کاربر) می‌باشد. ترانسفورماتور ولتاژ ایمنی لازم را برای ابراتور بوجود می‌آورد زیرا در این ترانسفورماتورها ابراتور با ولتاژ کم سروکار دارد. شکل ۵۱-۵- نمای ظاهری و مدار پی ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد.

۴-۵- نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

۱-۴-۵- آمپر متر: آمپر متر در مدار به صورت سری قرار می‌گیرد به طوری که جریان مصرف کننده از آمپر متر هم عبور کند. شکل ۵۲-۵- مدار اتصال آمپر متر را به مصرف کننده نشان می‌دهد.

۲-۴-۵- ولت‌متر: ولت‌متر در مدار به صورت موازی قرار می‌گیرد. یعنی دو سر ولت‌متر به فاز و نول و یا دو فاز وصل می‌شود. شکل ۵۳-۵- نقشه اتصال ولت‌متر را به شبکه نشان می‌دهد.

۳-۴-۵- اهم متر: اهم متر در مدار به صورت موازی یا مقاومت مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. به این ترتیب که دو سر سیم اهم متر به دو سر مقاومت وصل می‌شود و مقدار مقاومت را اندازه‌گیری می‌کند. شکل ۵۴-۵- مدار اتصال اهم متر را به مقاومت نشان می‌دهد.



شکل ۵۲-۵- مدار اتصال آمپر متر به مقاومت

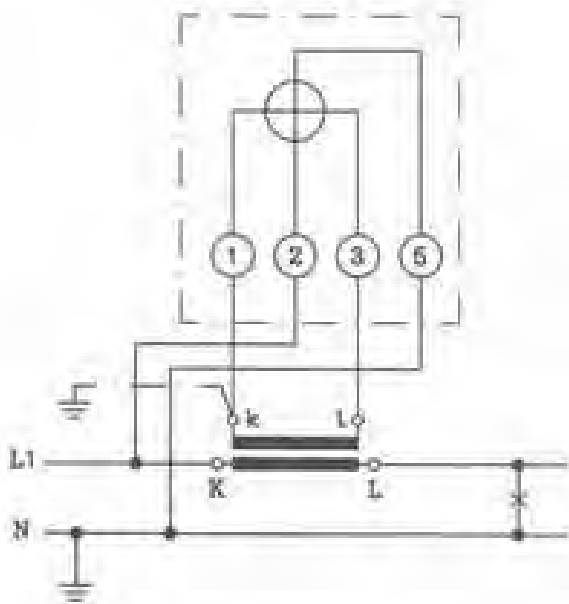


شکل ۵۳-۵- اتصال ولت‌متر به شبکه



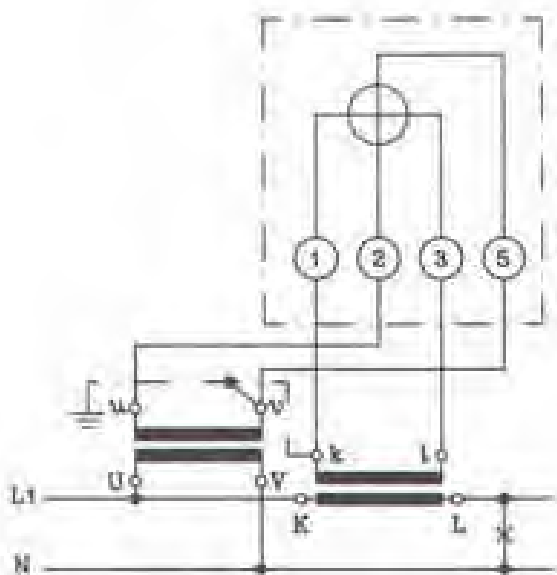
شکل ۵۴-۵- مدار اتصال اهم متر به مقاومت

۴-۴-۵ وات متر: سیم پیچ جریان وات متر به صورت موازی در مدار قرار می گیرد. شکل ۵-۵۵ مدار اتصال وات متر را نشان می دهد که ترانسفورماتور جریان به آن وصل است. در این مدار به دلیل زیاد بودن جریان، از ترانسفورماتور برای کاهش جریان استفاده شده است.



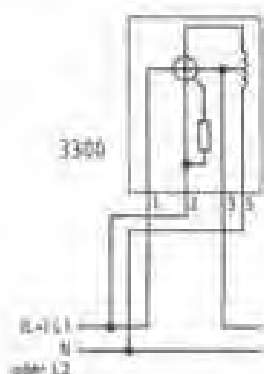
شکل ۵-۵۵ مدار اتصال وات متر

شکل ۵-۵۶ مدار وات متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ را نشان می دهد. از این مدار در هنگام زیاد بودن ولتاژ و جریان استفاده می شود. برای رعایت ایمنی اپراتور، معمولاً چنانچه در مواردی هم که فقط ولتاژ مدار بالا باشد از ترانسفورماتور جریان استفاده می شود.



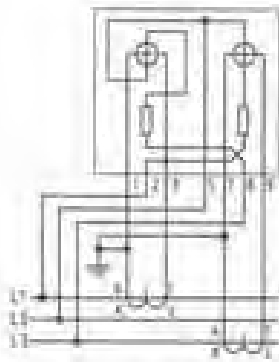
شکل ۵-۵۶ مدار وات متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

۵-۴-۵ وار متر: شکل ۵-۵۷ مدار اتصال وار متر تک فاز را نشان می دهد.



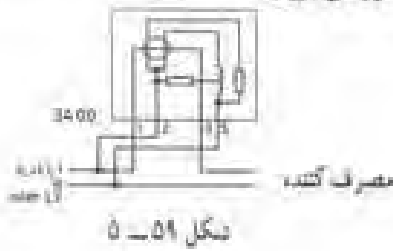
شکل ۵-۵۷ مدار اتصال وار متر تک فاز

شکل ۵-۵۸ مدار اتصال وارنر سه فاز سه سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می دهد.



شکل ۵-۵۸ مدار اتصال وارنر سه فاز سه سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان

۵-۴-۶- کسینوس فی متر: سیم پیچ جریان کسینوس فی متر به صورت سری و سیم پیچ ولتاژ به صورت موازی در مدار قرار می گیرند. شکل ۵-۵۹ مدار اتصال کسینوس فی متر تک فاز را نشان می دهد.



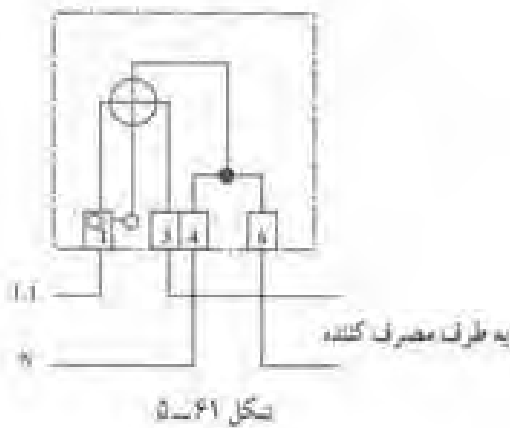
شکل ۵-۵۹

شکل ۵-۶۰ اتصال منقسم کسینوس فی متر را در مدار سه فاز سه سیمه نشان می دهد.



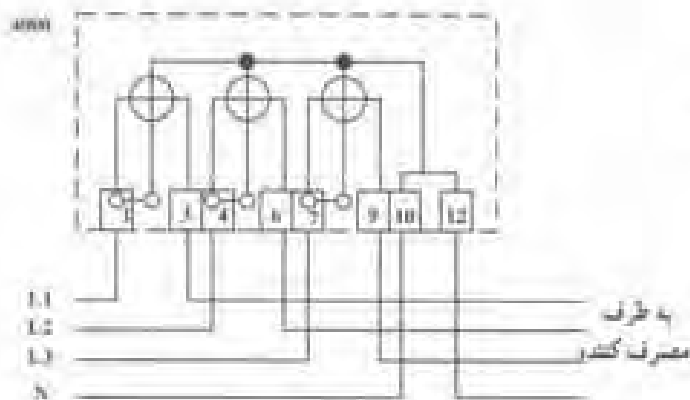
شکل ۵-۶۰

۵-۴-۷- کنتور: کنتور تک فاز به صورت شکل ۵-۶۱ در مدار قرار می گیرد که سیم پیچ جریان به صورت سری و سیم پیچ ولتاژ به صورت موازی وصل می شوند. ترمینال های ۱ و ۳ فاز و نول ورودی و ترمینال های ۲ و ۴ ترمینال های خروجی است.



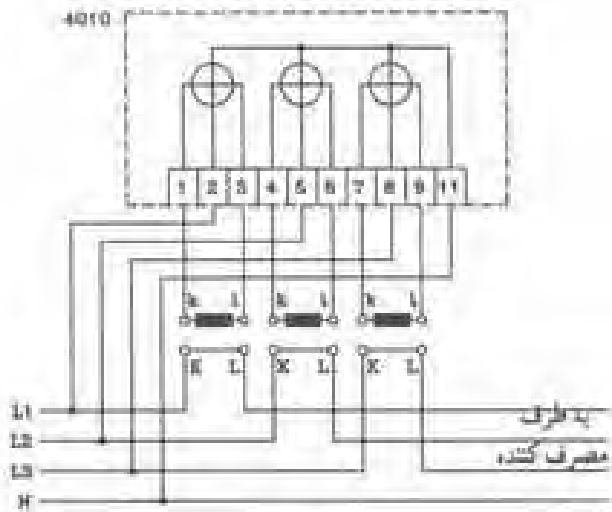
شکل ۵-۶۱

شکل ۵-۶۲ مدار اتصال کنتور سه فاز چهار سیمه را نشان می دهد.



شکل ۵-۶۲

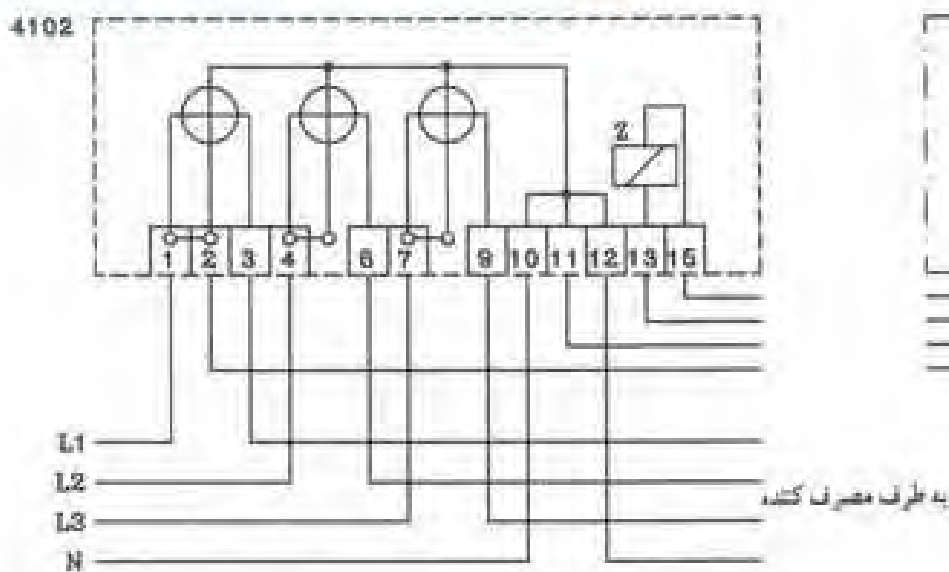
شکل ۵-۶۳ مدار اتصال کنتور سه فاز چهار سیمه با
تراکتور ماتوره‌های جریان را نشان می‌دهد.



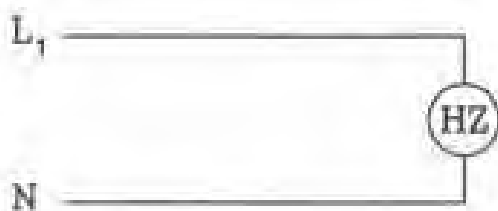
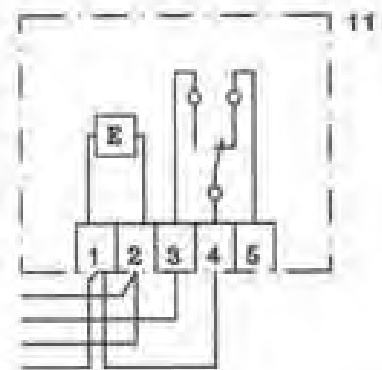
شکل ۵-۶۳

هنگام اتصال کنتور سه فاز به اتصال‌های آن توجه
کافی داشته باشید، البته این کنتور نیز توسط اداره برق
بصوب و بلب می‌شود.

شکل ۵-۶۴ مدار اتصال کنتور سه فاز چهار سیمه‌ی
دو ترفه را نشان می‌دهد که Z یک وله و شماره ۱۱ ساعت کنتور
می‌باشد. پس از زمان تنظیمی روی ساعت کنتور، این ساعت
عمل می‌کند. وله‌ی Z را به کار می‌اندازد، و شماره انداز را تعویض
می‌کند.

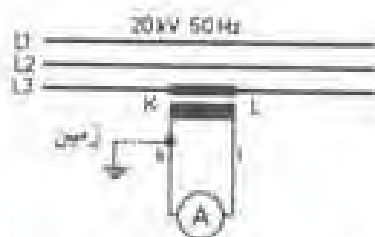


شکل ۵-۶۴

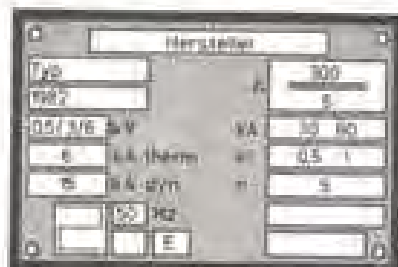


شکل ۵-۶۵

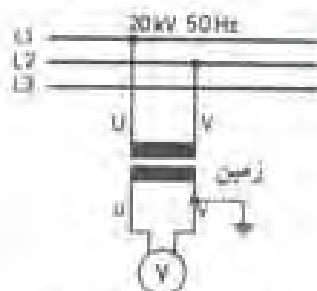
۸-۴-۵- اتصال فرکانس متر: فرکانس متر به صورت
موازی در مدار قرار می‌گیرد. شکل ۵-۶۵ مدار اتصال
فرکانس متر را به شبکه نشان می‌دهد.



شکل ۶۶-۵ مدار اتصال ترانسفورماتور جریان



شکل ۶۷-۵ تابلوی مشخصات ترانسفورماتور جریان



شکل ۶۸-۵ نقشه اتصال ترانسفورماتور ولتاژ به شبکه ولت متر



شکل ۶۹-۵ بلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ

۹-۴-۵ ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری: اولیه

ترانسفورماتور جریان به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و ثانویه آن به آمپر متر وصل می‌شود. شکل ۶۶-۵ مدار اتصال ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد که در آن KI اولیه و KI ثانویه ترانسفورماتور است.

شکل ۶۷-۵ تابلوی مشخصات یک ترانسفورماتور جریان

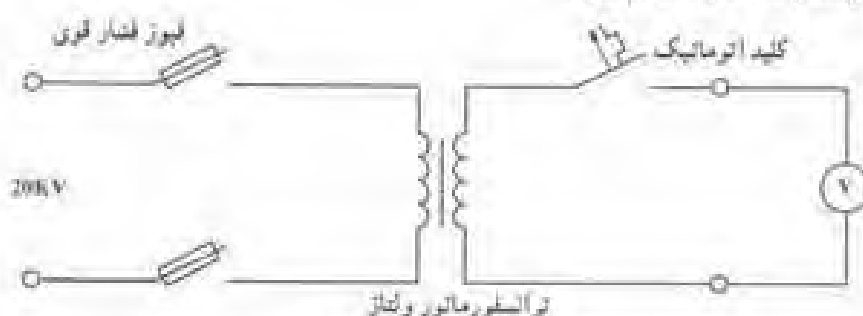
را نشان می‌دهد که جریان ۴۰ آمپر را به ۵ آمپر تبدیل می‌کند.

شکل ۶۸-۵ نقشه‌ی اتصال ترانسفورماتور ولتاژ را نشان

می‌دهد که اولیه به صورت موازی به دو فاز و دو سر ثانویه به ولت متر متصل شده است. شکل ۶۹-۵ بلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد. این ترانسفورماتور ولتاژ ۱۰۰/۱۰۰۰ ولت را به ۱۰۰ ولت تبدیل می‌کند.

۵-۵ نکات ایمنی و حفاظتی هنگام کار روی مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

علاوه بر رعایت نکات ایمنی و حفاظتی عمومی برق و نیز نکات ایمنی که در قسمت ۲-۴-۱ بیان شد، رعایت اصول ایمنی و حفاظتی زیر در این واحد آموزشی ضروری است.
۵-۵-۱ اتصال ترانسفورماتورهای جریان به مدار باید پس از پایان مونتاز کامل مدارهای ثانویه انجام شود.



شکل ۷۰-۵ قبل از کار یا ولت متر، مدار فیوزهای فشارقوی را باز کنید.



شکل ۵-۷۱- احتیاطات لازم در استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری

۵-۵-۲- هنگام کار در مدار ترانسفورماتور ولتاژ باستی، قیوژهای فشار قوی را بیرون بیاورید و کلید اتوماتیک سیم‌بج فشار ضعیف را قطع کنید.

۵-۵-۳- هنگام کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری به مشخصات آن‌ها کاملاً توجه کنید و توصیه‌های سازنده را در مورد نحوه‌ی استفاده از دستگاه به کار بندید و احتیاط‌های لازم را انجام دهید.

۵-۵-۴- همیشه در شروع کار، رنج دستگاه را روی حداکثر مقدار آن قرار دهید. به انتخاب کیفیت مورد اندازه‌گیری (ولتاژ، جریان و یا ... و AC یا DC بودن آن) دقت کنید.

۵-۶- کار عملی شماره ۱۵: نصب و در مدار قرار دادن آمپر متر، ولت متر و اندازه گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵-۵ را به طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

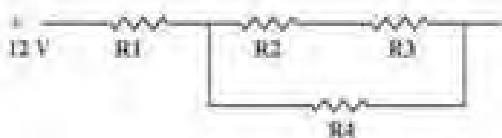
۱-۵-۶- وسایل مورد نیاز

- آمپر متر ۱ عدد
- ولت متر ۱ عدد
- اهم متر ۱ عدد
- سیم افشان ۵ متر
- منبع تغذیه ۲۲۰/۱۲VDC ۱ عدد
- برد برد ۱ عدد
- قیض های سوختاری ۴ عدد
- میز کار ۱ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- سیم لغت کن ۱ عدد
- دم باریک ۱ عدد
- مقاومت های اهمی مطابق ۸ عدد
- جدول کار عملی
- فاز متر ۱ عدد

- لوازم التحریر

۲-۵-۶- مراحل انجام کار:

- با توجه به مقادیر داده شده در جدول در دو مرحله مختلف مداری مطابق شکل ببندید.
- مقاومت، ولتاژ و جریان کل و نیز جریان عبوری از مقاومت R_7 را برای هر دو حالت محاسبه کنید. توسط آمپر متر، ولت متر و اهم متر کمیت های فوقی را در هر دو حالت اندازه گیری کنید.



شکل ۷۲-۵- اتصال جری و موازی مقاومت ها

	R1	R2	R3	R4
تعمیر یک	380 Ω	39 Ω	82 Ω	100 Ω
تعمیر دو	470 Ω	56 Ω	10 Ω	150 Ω

نتایج محاسبه تعمیر ۱
 $R_T =$
 $I_A =$

نتایج محاسبه تعمیر ۲
 $R_T =$
 $I_A =$

– مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول ثبت کنید.

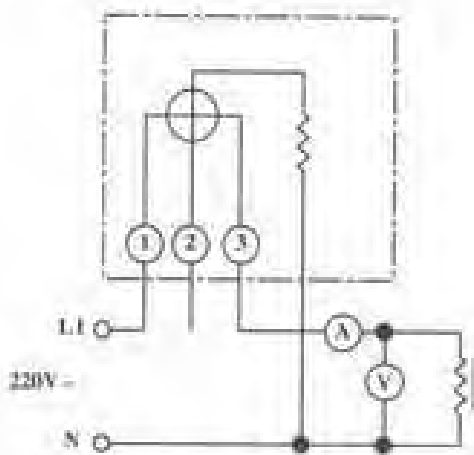
نتایج اندازه‌گیری	تمرین ۱	تمرین ۲
U_T		
I_T		
R_T		
I_d		

هنگام اندازه‌گیری توجه داشته باشید تا تصاویر دقیق
باشند.

۷-۵- کار عملی شماره ۱۶: اندازه‌گیری توان مفید یک چک لامپ فلورسنت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی مندرج در قسمت ۵-۵ را به‌طور کامل مطالعه کنید و آن را اجرا نمایید.

همواره ابزار کار را صحیح انتخاب کنید.



شکل ۷۳-۵ مدار اندازه‌گیری جریان، ولتاژ، توان یک چک لامپ فلورسنت

۱-۷-۵- وسایل مورد نیاز

- وات‌متر ۱ عدد
- ولت‌متر ۱ عدد
- سیم افشان ۳ متر
- سیم چین ۱ عدد
- انبردست ۱ عدد
- فازمتر ۱ عدد
- پیچ و مهره به مقدار مورد نیاز
- لوازم التحریر به مقدار مورد نیاز
- آمپر متر ۱ عدد
- چک لامپ فلورسنت ۴۰ W
- تابلو کار ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- دم‌باریک ۱ عدد
- آوومتر (مولتی‌متر) ۱ عدد
- میز کار ۱ عدد

۲-۷-۵- مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۷۳-۵ بسازید.
- توسط وات‌متر قدرت مفید مدار را اندازه‌گیری کنید.
- توسط آمپر متر و ولت‌متر، جریان و ولتاژ مدار را اندازه‌گیری کنید.
- جدول مربوطه را تکمیل کنید.

ولتاژ	V
جریان	A
توان P	W

۵-۸- کار عملی شماره ۱۷: نصب و در مدار قرار دادن وارمتر و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

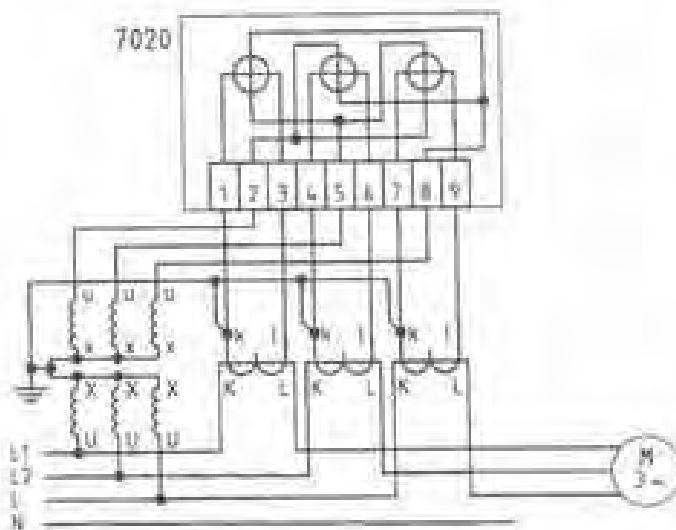
قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵-۵ را به‌طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

۵-۸-۱- وسایل مورد نیاز

- وارمتر سه‌فاز چهارسیمه ۱ عدد
- ترانسفورماتورهای جریان ۳ عدد
- ترانسفورماتورهای ولتاژ ۳ عدد
- تابلو کار ۱ عدد
- فازمتر ۱ عدد
- سیم افشان ۵ متر
- آوومتر ۱ عدد
- سیم چینی ۱ عدد
- سیم لخت کب ۱ عدد
- ایردست ۱ عدد
- پیچ گونشی ۱ عدد
- کلید سه‌فاز ۱ عدد
- موتور سه‌فاز ۱ عدد

۵-۸-۲- مراحل انجام کار:

- وارمتر سه‌فاز چهار سیمه را روی تابلوی آزمایش نصب کنید.
- ترانسفورماتورهای جریان را مطابق شکل ۵-۷۲ به شبکه و وارمتر وصل کنید.
- ترانسفورماتور ولتاژ را مطابق شکل به شبکه و وارمتر وصل کنید.
- نانویه‌ی ترانسفورماتورهای جریان و نقطه‌ی صفر سیم پیچ‌های اولیه‌ی ترانسفورماتور ولتاژ را به زمین وصل کنید.



شکل ۵-۷۲

زمان: ۷ ساعت

۹-۵- کار عملی شماره ۱۸: نصب و در مدار قرار دادن کسینوس فی متر و وات متر

انجروی نکات ایمنی و انتخاب ابزار صحیح الزامی است.

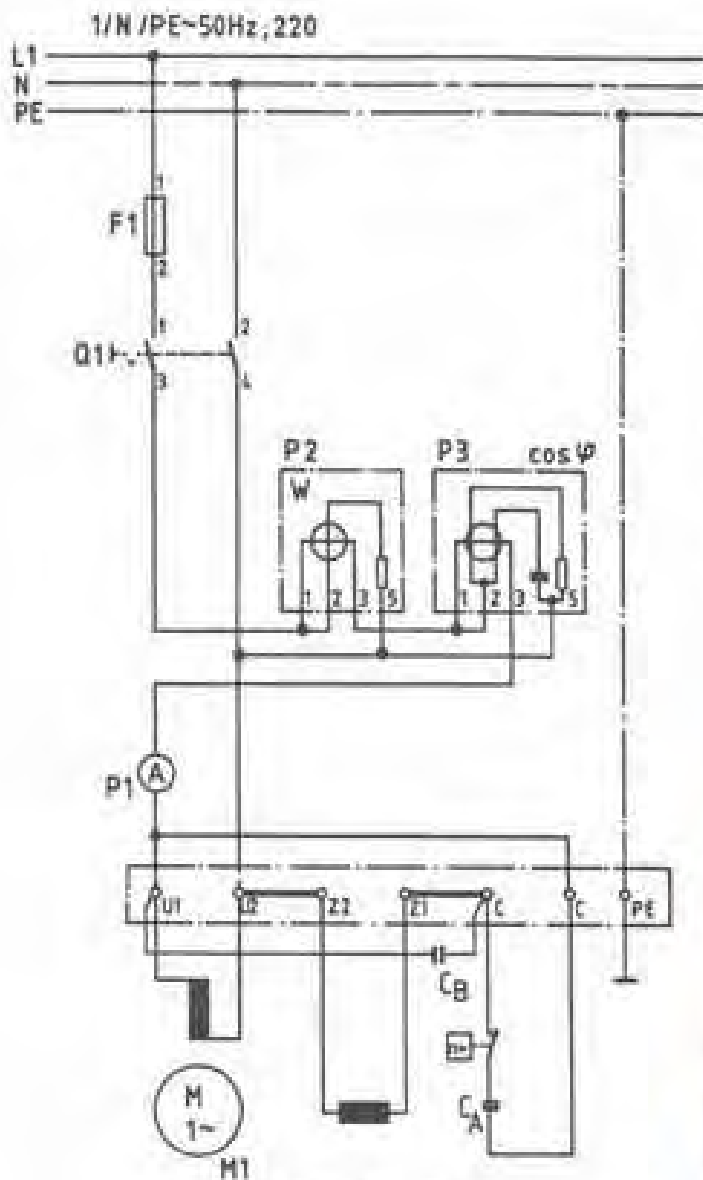
قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵-۵ را به طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

۹-۵-۱- وسایل مورد نیاز

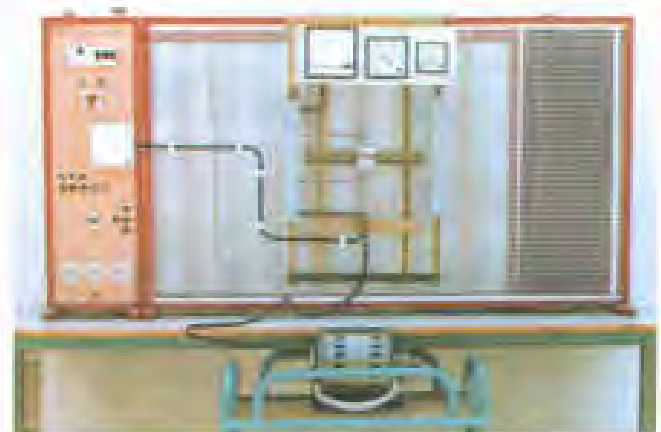
- کسینوس فی متر ۱ عدد
- وات متر ۱ عدد
- آمپر متر ۱ عدد
- الکتروموتور تک فاز ۱ عدد
- فیوز ۱ عدد
- سیم افشان ۵ متر
- کلید دوقطبی ۱ عدد
- فازمتر و آومتر هر کدام ۱ عدد
- ابزار برقی یک دست

۹-۵-۲- مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۵-۷۵ روی تابلو کار کنید.
- توان مفید را توسط وات متر P_2 و ضریب قدرت الکتروموتور تک فاز را توسط کسینوس فی متر P_3 اندازه گیری کنید.
- شدت جریان مدار توسط آمپر متر P_1 اندازه گیری کنید.



الف- نمای مداری



ب- نمای ظاهری مدار

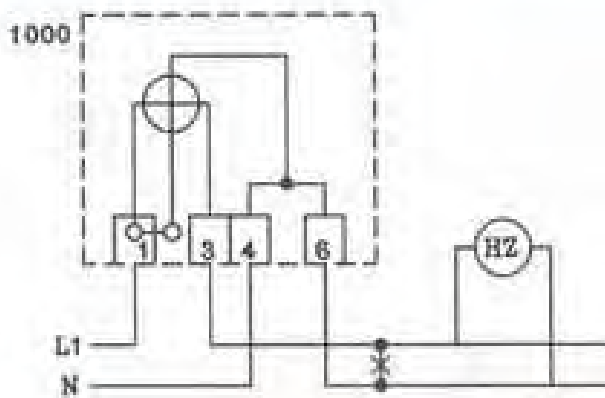
شکل ۵-۷۵

زمان: ۷ ساعت

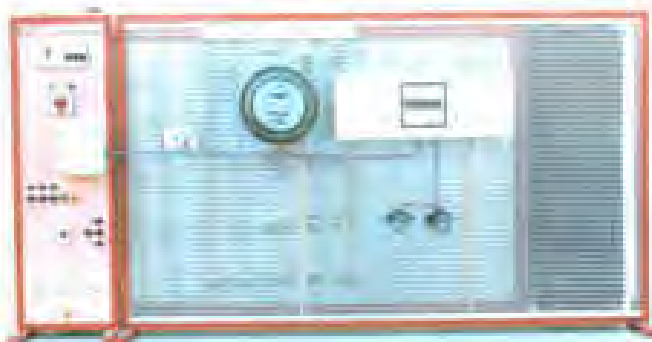
۱-۵- کار عملی شماره ۱۹: نصب و در مدار قرار دادن کنتور تک فاز و کنتور سه فاز و اندازه گیری انرژی مصرفی و فرکانس

هنگام اجرای کار عملی در کارگاه سکوت را رعایت کنید تا تمرکز کافی داشته باشید.

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵-۵ را به طور کامل مطالعه و اجرا کنید.



الف - شمای مداری



ب - شمای واقعی

شکل ۵-۷۶ - مدار کنتور تک فاز و فرکانس متر

۱-۵-۱- وسایل مورد نیاز

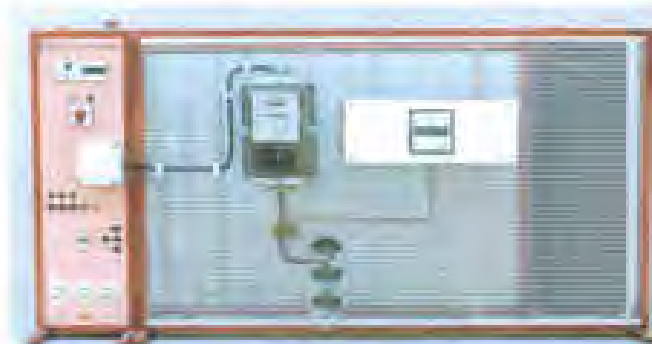
- کنتور تک فاز ۱ عدد - تابلو کار ۱ عدد
 - کنتور سه فاز چهارسیمه ۱ عدد
 - لامپ رشته ای ۳۸۰ ولت ۹ عدد
 - سیم افشان ۵ متر - فاز متر ۱ عدد - آمپر متر ۱ عدد - لوازم التحریر یک دست - ابزار برقی یک دست - فرکانس متر ۱ عدد
- تذکره: در صورتی که لامپ ۳۸۰ ولت موجود نباشد دو لامپ ۲۲۰ ولت را با هم سری کنید.

۲-۵-۱- مراحل انجام کار:

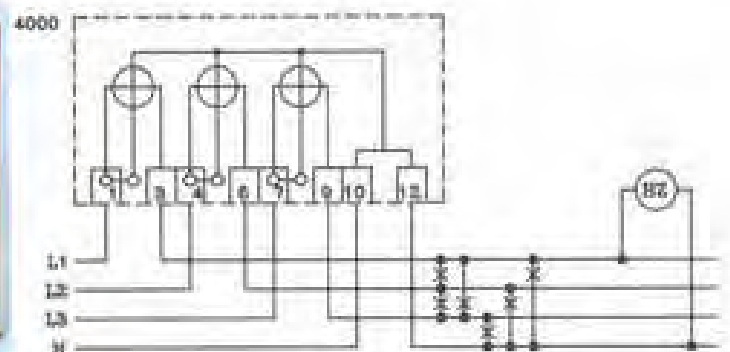
- مداری مطابق شکل ۵-۷۶ بسازید.
- انرژی مصرفی لامپ در مدت نیم ساعت را اندازه گیری کنید.

■ مداری مطابق شکل ۵-۷۷ بسازید.

- انرژی مصرفی کل لامپ ها را توسط کنتور سه فاز چهارسیمه در مدت زمان نیم ساعت اندازه گیری و یادداشت کنید.
- فرکانس متر را وصل کنید و فرکانس شبکه را بخوانید.



ب - شمای واقعی



الف - شمای مداری

شکل ۵-۷۷ - مدار کنتور سه فاز چهارسیمه همراه فرکانس متر

آزمون پایانی (۵)

زمان: ۱۵ دقیقه

۱- مفهوم علائم \int و \oint روی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی چیست؟

الف - دستگاه با ولتاژ ۲۰۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب گردان

ب - دستگاه با ۲۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب گردان

ج - دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی، دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی

د - دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی با ۲۰۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی

۲- علائم $\frac{1}{\mu}$ ، $\frac{1}{\sigma}$ ، $\frac{1}{\epsilon}$ به ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهند؟

الف - فرکانس متر، وات متر، کسینوس فی متر

ب - فرکانس متر، کنتور، کسینوس فی متر

ج - ضریب قدرت سنج، فرکانس متر، انرژی سنج

د - ضریب قدرت سنج، وات متر، فرکانس متر

۳- علائم $\frac{1}{\mu}$ ، $\frac{1}{\sigma}$ ، $\frac{1}{\epsilon}$ به ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری است؟

الف - یا سیم حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی

ب - مبدل حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی

ج - مبدل حرارتی، الکترواستاتیکی، الکترودینامیکی

د - سیم حرارتی، الکترواستاتیکی، ویراسیونی

۴- کدام یک از دستگاه‌های اندازه‌گیری فقط جریان مستقیم را اندازه‌گیری می‌کند؟

الف - قاب گردان و آهنربای دائم

ب - الکترواستاتیکی

ج - الکترواستاتیکی

د - الودکسیونی

۵- دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی دارای است.

الف - دو قاب گردان و یک سیم بیج ثابت

ب - یک قاب گردان و یک سیم بیج گردان

ج - دو قاب گردان صلبی

د - یک قاب گردان و یک سیم بیج ثابت

۶- برای اندازه‌گیری توان خازن از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف - فرکانس متر

ب - ولت‌متر و آمپر متر

ج - وات‌متر

د - وار متر

۷- در صورتی که کسینوس فی متر در مدار اهمی خالص قرار گیرد، چه عددی را نشان می‌دهد؟

الف - یک

ب - صفر

ج - بی نهایت

د - ۰/۵

۸- ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان

الف - ترانسفورماتور افزایشده است.

ب - ترانسفورماتور کاهشده است.

ج - می‌توان است.

د - می‌توان فرکانس است.

۹- مکانیزم کار کنتور جریان متناوب کدام است؟

الف - الکتروکسیونی

ب - الکترو دینامیکی

ج - الکترو استاتیکی

د - ویراسیونی

۱۰- به چه دلیلی یک سر سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان را به زمین وصل می‌کنند؟

الف - جهت حفاظت ترانسفورماتور جریان

ب - جهت حفاظت شخص

ج - جهت ازدیاد جریان بار

د - جهت حفاظت تلفات در ترانسفورماتور

۱۱- شکل زیر دیاگرام وات‌متر را نشان می‌دهد. برای تکمیل مدار اعداد به چه ترتیبی باید به هم وصل

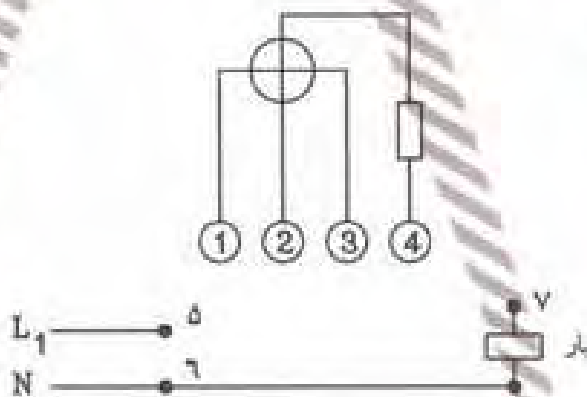
شوند؟

الف - (۵ به ۱ و ۳)، (۳ به ۴)، (۴ به ۲)، (۲ به ۷)

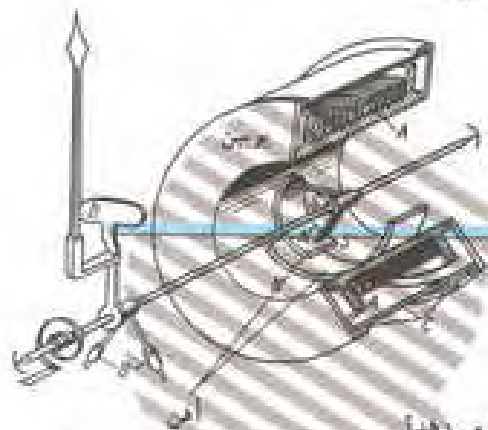
ب - (۵ به ۱)، (۱ به ۲ و ۳)، (۳ به ۷)، (۷ به ۴)

ج - (۵ به ۳)، (۳ به ۴)، (۴ به ۱ و ۲)، (۲ به ۷)

د - (۵ به ۱ و ۲)، (۲ به ۴)، (۴ به ۳)، (۳ به ۷)



۱۲- شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه گیری را نشان می دهد.



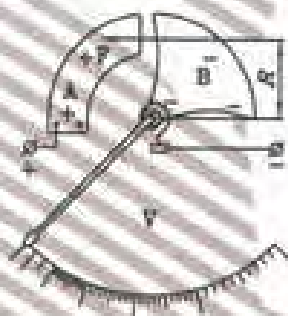
الف - آهن نرم گردان

ب - الکترو دینامیکی

ج - الکترو استاتیکی

د - اندوکسیونی

۱۳- شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه گیری را نشان می دهد؟

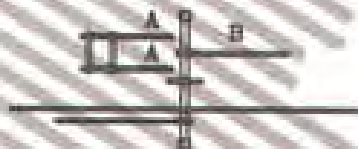


الف - الکترو دینامیکی

ب - الکترو استاتیکی

ج - آهن نرم گردان

د - اندوکسیونی



۱۴- فرکانس متر ارتعاشی دارای است.

الف - عقربه ای متصل به آهن نرم گردان

ب - تعدادی تیغه های فولادی با فرکانس خودی متفاوت

ج - عقربه ای متصل به بوبین گردان

د - تعدادی تیغه های فولادی متصل به آهن نرم گردان

۱۵- خطای تشخیص عبارتست از مقدار

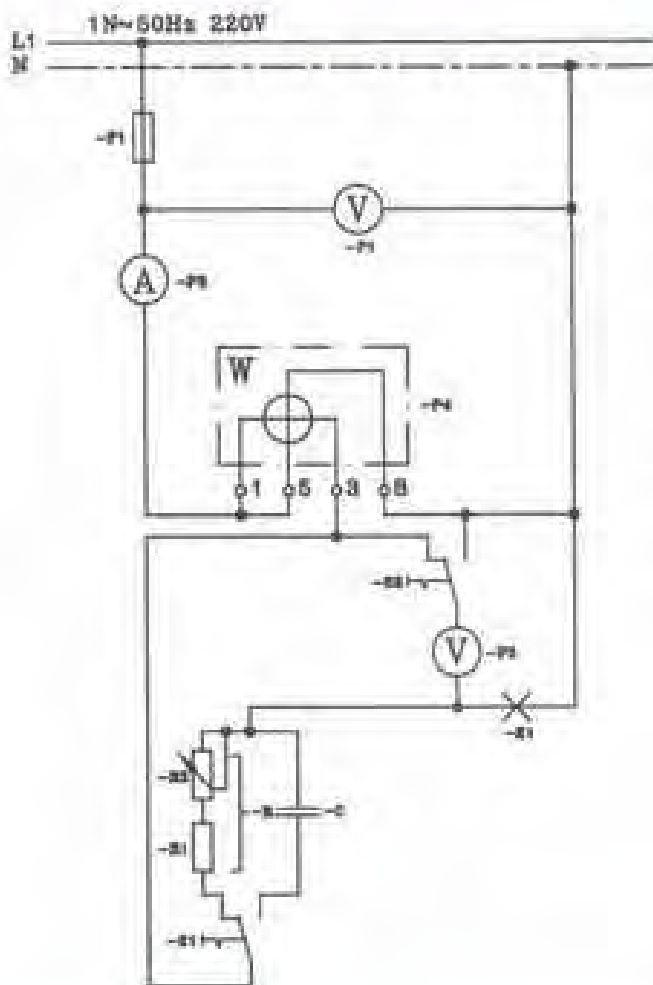
الف - واقعیتهای عدد آخر صفحه ی مدرج

ب - منجمده شده ضرب در عدد آخر صفحه ی مدرج

ج - منجمده شده، ششای مقدار حقیقی

د - حقیقی به اضافه ی مقدار منجمده شده

زمان: ۲ ساعت



۱-۵-۱۱- آزمون بایانی عملی (۵)

۱-۱-۵- وسایل مورد نیاز

- ۱ عدد فیوز ۶ آمپر و اجزای آن (F_1)
 - ۲ عدد کلید دو طرفه (S_1 و S_2)
 - ۱ عدد خازن ۱ میکروفاراد (C)
 - ۲ عدد خازن موازی هر کدام ۴/۵ میکروفاراد یا
 - ۱ عدد سربج لامپ (E_1)
 - ۱ عدد مقاومت $1A, 100-\Omega$ (R_1)
 - ۱ عدد پتانسیومتر $1/5A, 160-\Omega$ (R_2)
 - ۲ عدد ولت متر (P_1 و P_2)
 - ۱ عدد آمپر متر (P_3)
 - ۱ عدد وات متر (P_4)
 - ۱ عدد اهم متر
 - لامپ ۱۱۰V و ۶۰W
- ۲-۱-۵- مراحل انجام کار:
- مداری مطابق شکل پیوسته.

- ولتاژ، توان، شدت جریان مدار را مطابق جدول ۱ اندازه گیری کنید و جدول را تکمیل کنید.
- از اندازه گیری که در جدول ۱ به دست آمده، مقادیر جدول شماره ۲ را محاسبه کرده و جدول را تکمیل کنید.

هنگام اندازه گیری مراقب باشید در خواندن مقادیر اشتباه نکنید.

جدول ۱

حالت سری	مقاومت R	خازن C
U بر حسب V (ولت)		
P بر حسب W (وات)		
I بر حسب A (آمپر)		
U_{E1} بر حسب V (ولت)		
U_R بر حسب V (ولت)		
U_C بر حسب V (ولت)		

جدول ۲

حالت سری	مقاومت R	خازن C
R_{E1} بر حسب Ω		
R حالت سری بر حسب Ω		
C بر حسب μF		
ضریب قدرت $\cos\phi$		
زاویه فاز ϕ		

توضیح: برای اندازه‌گیری‌های مختلف از کلیدهای S_1 و S_2 استفاده کنید.

با وصل کلید S_1 به طرف راست یا به طرف چپ، لامپ یک بار یا خازن و یک بار با مقاومت سری می‌شود.

ارزیابی آزمایش‌ها:

۱- با کدام نوع از حالات مدار سری توان اکتیو کم تر است؟

۲- اگر ظرفیت خازن کاهش یابد، ولتاژ دو سر لامپ چه

تغییری می‌کند؟

پاسخ‌های ۱ و ۲:

.....

.....

.....

.....

.....

واحد کار ششم



پیش آزمون (۶)

زمان: ۱۵ دقیقه

۱- عبور $6/28 \times 10^{18}$ الکترون از مقطع هادی در عرض یک ثانیه تعریف واحد کدام کمیت الکتریکی است؟

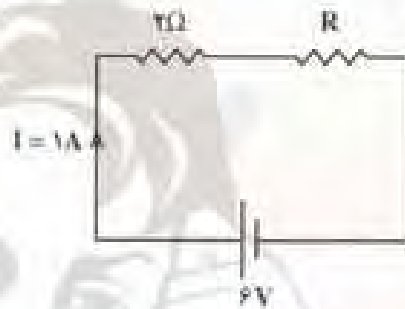
الف - کولن ب - آمپر ج - ولت د - وات

۲- واحد هدایت الکتریکی کدام است؟

الف - Ω ب - $\Omega \cdot \text{cm}$ ج - Ωmm^2 د - mho (مو)

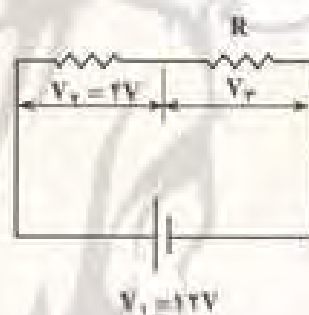
۳- در مدار زیر مقاومت R چقدر است؟

الف - 2Ω ب - 3Ω ج - 4Ω د - 5Ω



۴- در مدار شکل زیر ولتاژ V_R چقدر است؟

الف - $16V$ ب - $8V$ ج - $10V$ د - $3V$



۵- اگر دو مقاومت به صورت سری به هم وصل شوند.

الف - هر دو آن‌ها باید یک مقدار مقاومت داشته باشند.

ب - ولتاژ بین هر کدام از آن‌ها باید یکسان باشد.

ج - باید مقاومت‌هایی متفاوتی داشته باشند.

د - فقط یک مسیر جریان برای هر دو مقاومت وجود دارد.

۶- برای حفاظت شخص در مقابل اتصال بدنه از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف - کلید FI ب - رله‌ی حرارتی ج - رله‌ی مغناطیسی د - فیوز

۷- ترانسفورماتور ایزوله در چه نوع حفاظتی به کار می‌رود؟

الف - حفاظت زمین ب - حفاظت دستگاه‌ها

ج - حفاظت شخص د - هر سه مورد

۸- برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی در مقابل اتصال کوتاه از چه وسیله‌ی حفاظتی استفاده می‌شود؟

الف - رله‌ی حرارتی ب - رله‌ی مغناطیسی ج - کلید FI د - هر سه

۹- برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی در مقابل اضافه‌بار از چه وسیله‌ی حفاظتی استفاده می‌شود؟

الف - کلید FI ب - فیوز ج - رله حرارتی د - رله مغناطیسی

۱۰- علامت IP روی دستگاه‌های الکتریکی چیست؟

الف - حفاظت ملی ب - حفاظت بین‌المللی

ج - اسپ بخار د - جریان و توان الکتریکی



۱-۶- دلایل و شرایط ایجاد برق گرفتگی

استفاده روزافزون انرژی الکتریکی باعث افزایش حوادث برق گرفتگی شده است. برخی از حوادث الکتریکی مستقیم یا غیرمستقیم موجب از دست رفتن زندگی انسان می‌شود. خطرات الکتریکی به چشم دیده نمی‌شوند، یک سیم برق‌دار با یک سیم بی‌برق از نظر ظاهری تفاوتی ندارند. و از طرفی انسان نیز دچار اشتباه می‌شود.

برق گرفتگی می‌تواند در عرض چند ثانیه منجر به مرگ شود. بنابراین پیشگیری از حوادث برق گرفتگی و رعایت اصول حفاظت و ایمنی می‌تواند حوادث ناشی از کار را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

به دو دلیل برق گرفتگی ایجاد می‌شود:

- علل ناشی از فقدان تجهیزات و وسایل حفاظتی
- علل شخصی، نظیر نداشتن آموزش کافی و لازم، به کار بردن روش‌های ناصحیح، مناسب بودن اعضای بدن شخص نسبت به نوع و ماهیت کار محوله، عدم آشنایی با سهل انگاری، برای کاهش امکان برق گرفتگی افراد از سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود. سیستم‌های ایمنی بسیار متنوع هستند و هر کدام دارای خصوصیت‌هایی می‌باشند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

۲-۶- سیستم حفاظت توسط سیم زمین

در این سیستم به منظور حفاظت از جان تمامی افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاه‌های برقی استفاده می‌کنند در برابر برق گرفتگی اقدامات زیر انجام می‌شود.

الف- نقطه نول سیم‌پیچ مولدهای برق در تیر و گاه‌های برقی و همچنین نقطه نول سیم‌پیچ ترانسفورماتور در پست‌های برق و سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خط و در خطوطی به طول بیش از ۲۰۰ متر علاوه بر ابتدا و انتهای خط در هر فاصله ۲۰۰ متری به الکترود سیم زمین مربوطه متصل می‌شود که این سیستم به طور کلی اتصال زمین سیستم نامیده می‌شود.

ب- بدنه یا محفظه فلزی کلیه وسایل، ابزار، دستگاه‌ها، ماشین‌آلات و تابلوهای برقی و همچنین اسکلت و اجزای فلزی داخلی هر یک، که حامل جریان برق نمی‌باشند، به سیستم اتصال زمین ساختمان مربوطه وصل می‌شود. این سیستم به طور کلی

اتصال زمین وسایل نامیده می‌شود.

- اتصال زمین در تیر و گاه‌ها و پست‌های برق، اتصال زمین وسایل و همچنین اتصال زمین بدنه تابلوهای فشار قوی باید کاملاً از یکدیگر جدا بوده، استفاده از یک سیستم اتصال زمین با الکترود مشترک مجاز نمی‌باشد.

- در ساختمان‌هایی که مجهز به حفاظت برقی می‌باشند، سیم اتصال زمین مربوط به برقی باید از سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی فشار ضعیف با فشار قوی ساختمان کاملاً جدا بوده و در اتصال زمین مشترک استفاده نشود.

- هادی‌های اتصال بین الکترودها را با شبکه اصلی اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه‌ای به ابعاد لازم باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن از سیم مسی لخت نیز بلامانع است. در صورتی که سیم اتصال زمین با سیم‌های فاز و نول کاملاً دو یک لوله کشیده شوند مانند سیم کشی سیستم روشنایی و بریزهای برق یک فاز و نول و یا سه فاز و نول و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیم‌های فاز و نول باشد.

- در صورتی که سیم اتصال زمین با سیم‌های فاز و نول کاملاً در یک پوشش قرار گرفته باشد مانند کابل‌های معمولی و یا سیم‌های چند رشته قابل انعطاف ارتباطی، مانند سیم اطوری برقی، کتری برقی، سماور برقی، لومستر برقی، بخچال، ماشین لباسشویی و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیم‌های فاز و نول باشد.

در کابل‌هایی که سطح مقطع سیم نول نصف سطح مقطع هر سه فاز می‌باشد سطح مقطع اتصال زمین و سیم نول باید یکسان باشد.

- در صورتی که برای اتصال زمین وسایل و ماشین‌آلات برقی و همچنین تابلوهای قرعی و اصلی و محیره از سیم یا تسمه جداگانه‌ای استفاده شود، سطح مقطع آن باید با سطح مقطع نول کابل اصلی دستگاه‌های مربوط یکسان باشد. مشروط بر این که سطح مقطع سیم نول از ۱۹ میلی‌متر مربع کمتر نباشد.

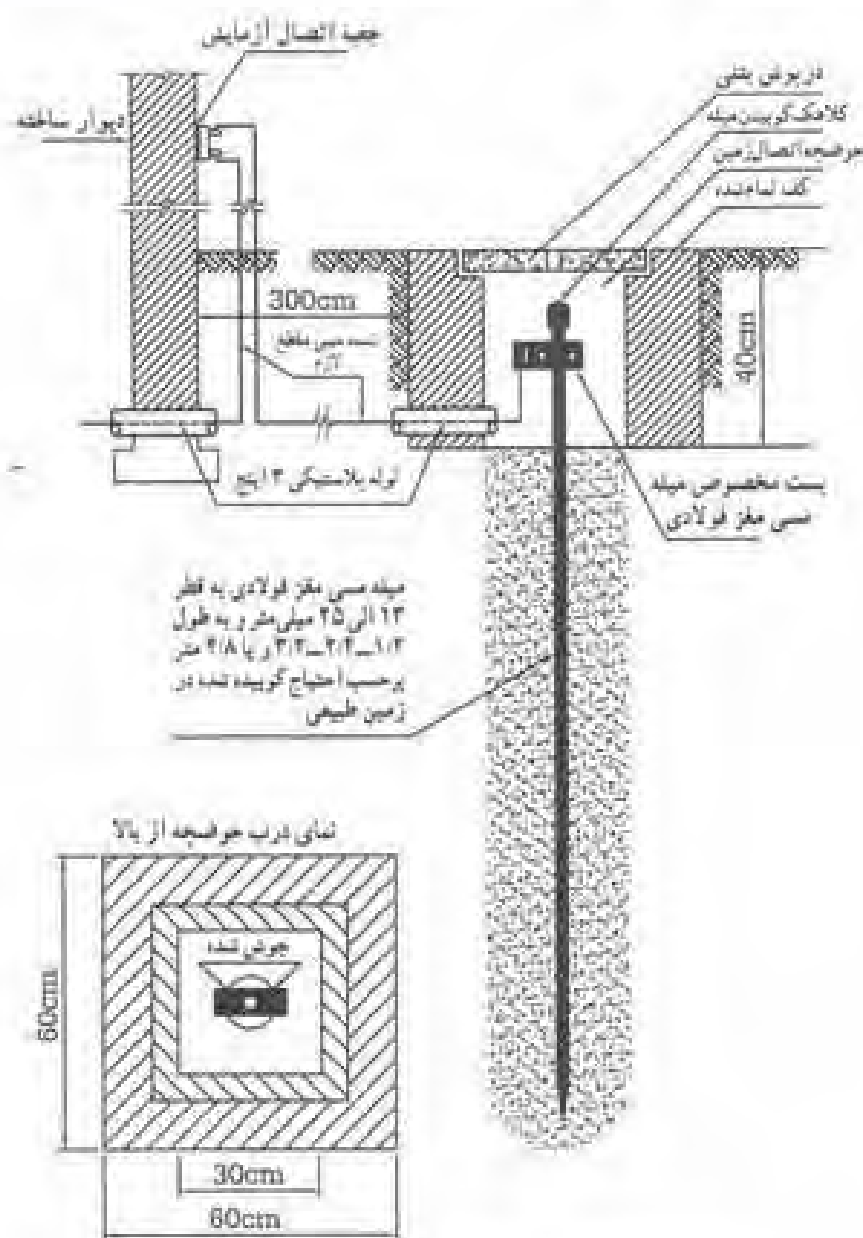
- برای کابل‌هایی با سیم نول به مقطع کمتر از ۱۶ میلی‌متر مربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین ۱۶ میلی‌متر مربع منظور شود.

سیستم اتصال زمین شامل جبه اتصال زمین با الکترودهای مختلف و سیم یا تسمه را بطین شبکه اتصال زمین و جبه اتصال زمین

۱-۲-۶ زمین کردن توسط میله، لوله و صفحه‌ی مسی

الکترود اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی به قطرهای ۱۲، ۱۴، ۲۰، ۲۵ میلی‌متر و به طول ۱/۲ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد به وسیله سرهم کردن دوه سه و یا چهار میله به کمک پوشش مخصوص (شکل ۱-۶).

جبه ارت و قراردادن سیم اتصال زمین بر روی دستگاه‌های الکتریکی میزان خطر برق گرفتگی را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.



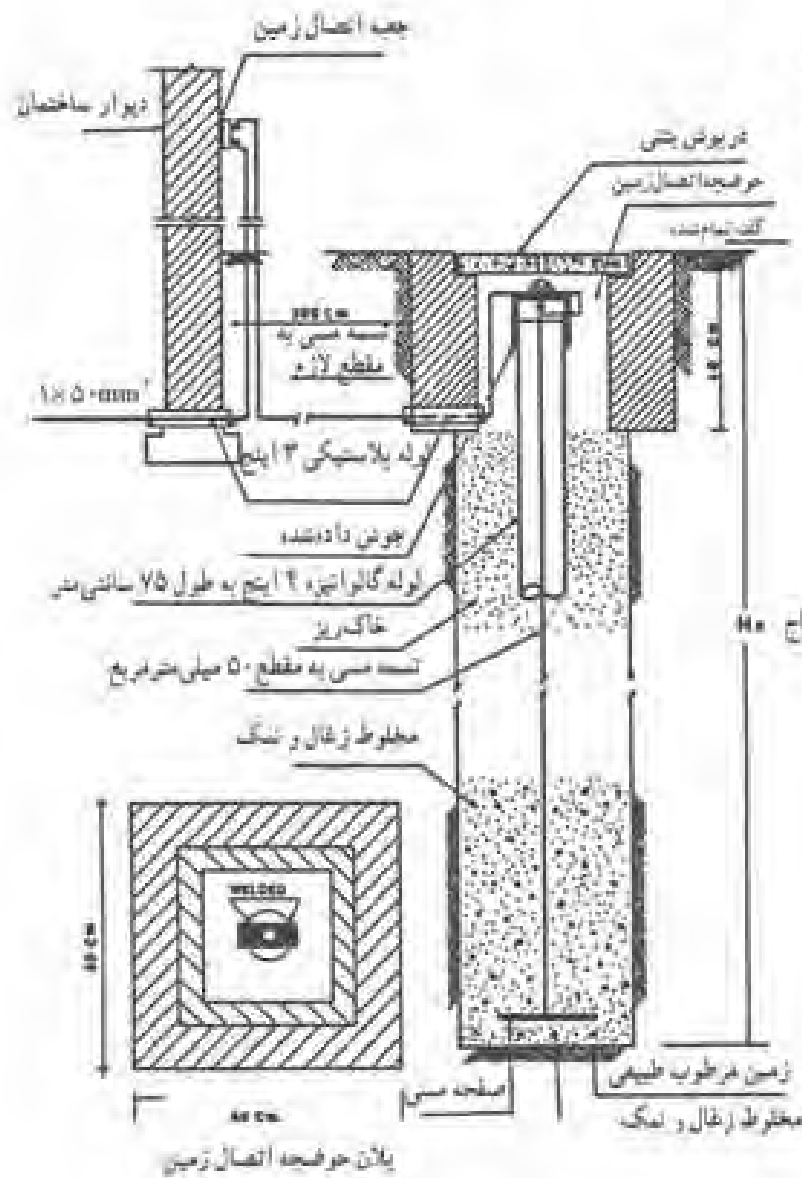
شکل ۱-۶ جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود میله مسی مغز فولادی

ب- الکترود اتصال زمین نوع صفحه مسی تخت از ورق $۷۰۰ \times ۷۰۰ \times ۳$ میلی متر و یا مشبک به ابعاد ۷۰۰×۷۰۰ میلی متر ساخته شده از تسمه مسی ۲۵×۳ میلی متر (شکل ۲-۱۶).

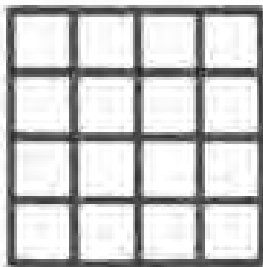


ب- الکترود اتصال زمین از ورق مسی $۷۰۰ \times ۷۰۰ \times ۳$ میلی متر

بر حسب احتیاج



الف - نمای کلی سیستم اتصال زمین نوع صفحه مسی



ج- الکترود اتصال زمین مشبک ۷۰۰×۷۰۰ میلی متر از تسمه مسی ۲۵×۳ میلی متر



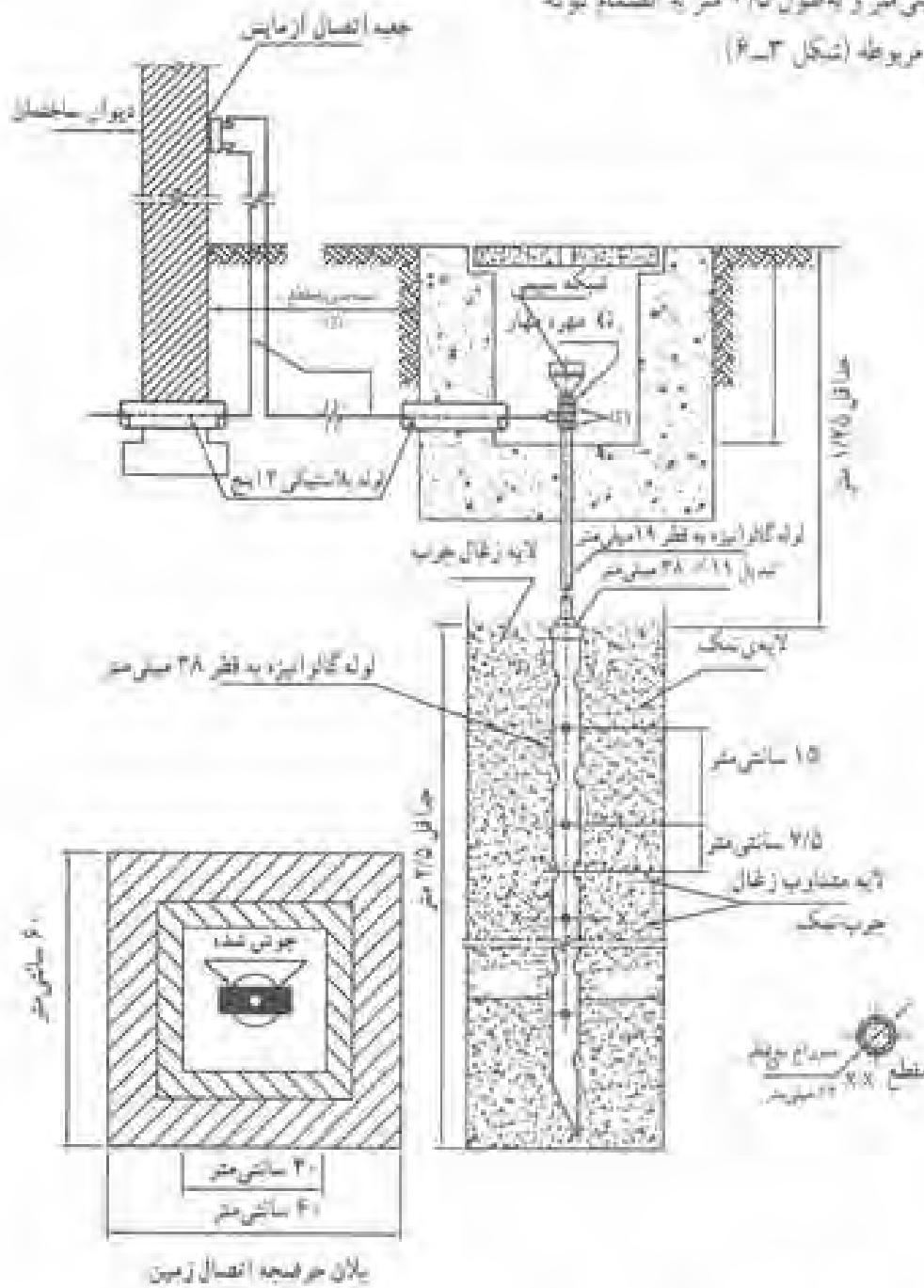
د- اتصال صفحه الکترود به سیم لخت مسی



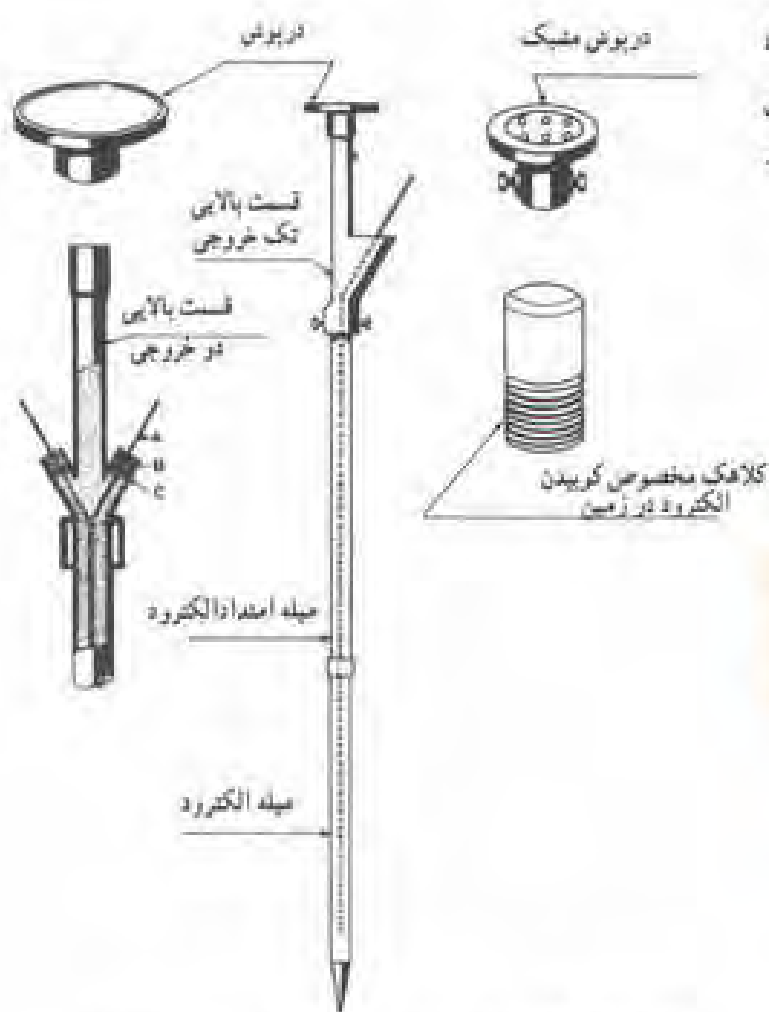
ه- اتصال صفحه الکترود به تسمه مسی

شکل ۲-۱۶- جزئیات نصب سیستم اتصال زمین یا الکترود صفحه مسی تخت یا مشبک

– الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای برسی یا لوله مخصوص
 برسی شده به قطر ۳۸ میلی‌متر و به طول ۲/۵ متر به انضمام لوله
 امتداد و کلیه اتصالات مربوطه (شکل ۳-۶)



شکل ۳-۶- جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود نوع لوله‌ای برسی



شکل ۴-۲- الکترود اتصال زمین - نوع لوله‌ای قابل کوبیدن در زمین

- الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با قطر ۳، ۴ و ۵ سانتی متر و به طول تقریبی ۱/۵ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد به وسیله لوله‌های مخصوصی امتداد با ابعاد فوق بانضمام کلیه اتصالات و ملحقات (شکل ۴-۲).

برای کوبیدن اتصال زمین از نوع لوله‌ای می‌بایستی از روش‌های تکنیکی خاص استفاده کرد.

- از سیستم لوله‌کشی آب شهر می‌توان به عنوان الکترود اتصال زمین استفاده کرد، مشروط بر این که کلیه قسمت‌های شبکه و انتهاب لوله‌کشی از جنس لوله فولادی باشد. چون در حال حاضر در شهر برای آبرسانی به ساختمان‌ها از لوله‌های PVC و سیمانی استفاده می‌شود استفاده از لوله‌کشی آب خطرناک و غیراستاندارد می‌باشد و نباید توصیه شود.

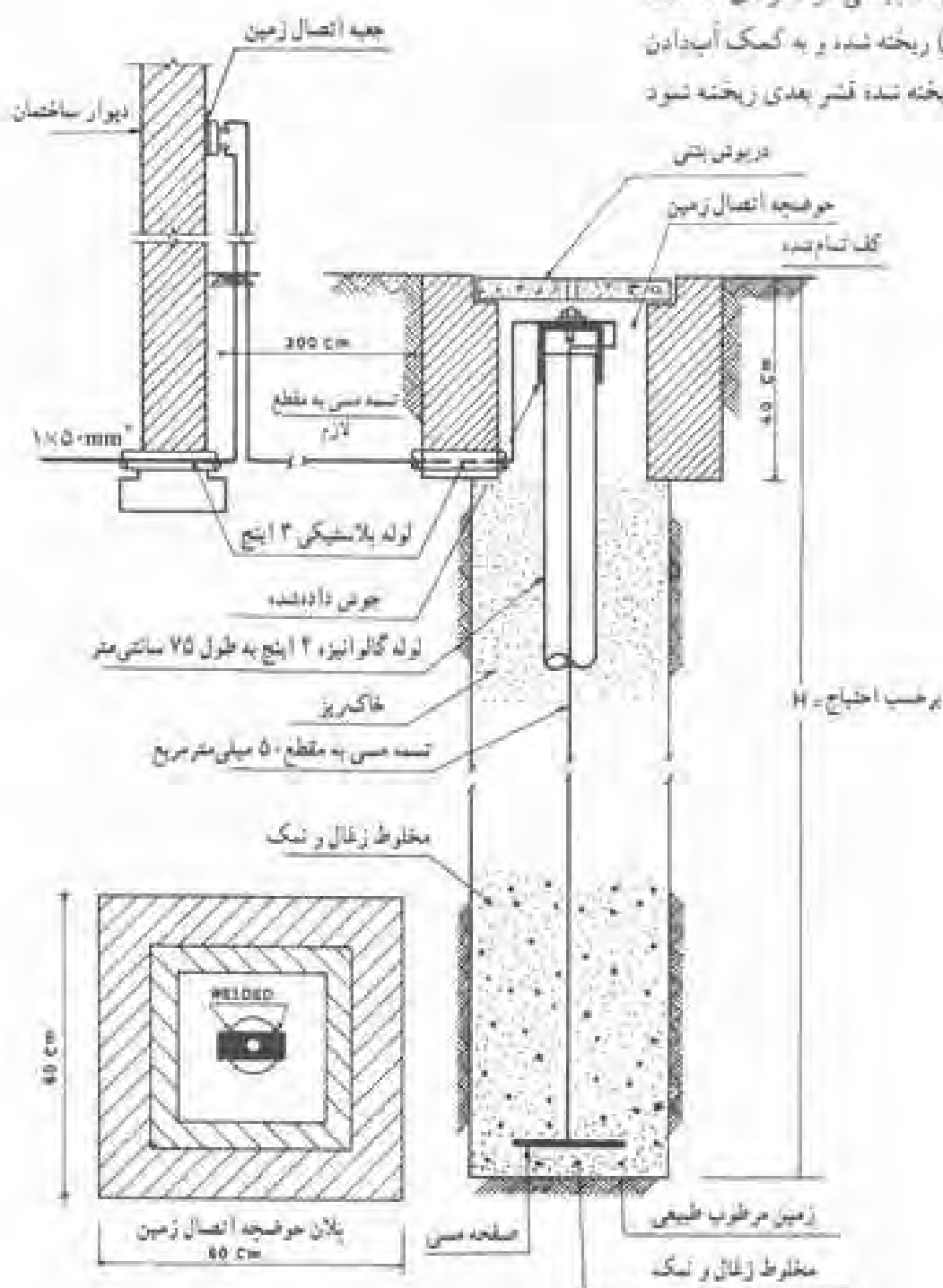
۴-۲-۲- نصب الکترودهای اتصال زمین:
 الکترودهای نوع میله مسی مغز فولادی و یا لوله‌ای قابل کوبیدن، باید به کمک کلاهک مخصوص مستقیماً در زمین کوبیده شود. در صورت نیاز به ازدیاد طول الکترود باید پس از کوبیدن طول کامل میله یا لوله اولیه، که دارای نوک فولادی نیز است، در زمین، یک سر میله یا لوله دوم به وسیله پوشش مخصوص به انتهای میله یا لوله اول متصل و سپس با کمک کلاهک مخصوص کوبیدن، که به سر دیگر میله یا لوله دوم وصل می‌شود، بقیه طول الکترود نیز در زمین کوبیده شود (شکل ۴-۴).

برای نصب الکترودهای لوله‌ای ساده لوله‌ای پرسی و یا

حداکثر مقاومت مجاز سیستم زمین معمولاً ۲ و در بعضی مواقع ۲ اهم می‌باشد.

صفحه مسی تخت و مشبک باید، جایی به صحت لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین گند و سپس نه جابه تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متر با مخلوطی از نمک و خاکه زغال پر و تسطیح شود، آن‌گاه الکترود در داخل جابه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع حدود دو متر با مخلوطی از نمک و خاکه زغال پر و ارتفاع باقی‌مانده جابه نیز با خاک حاصله از کندن آن مجدداً پر شود.

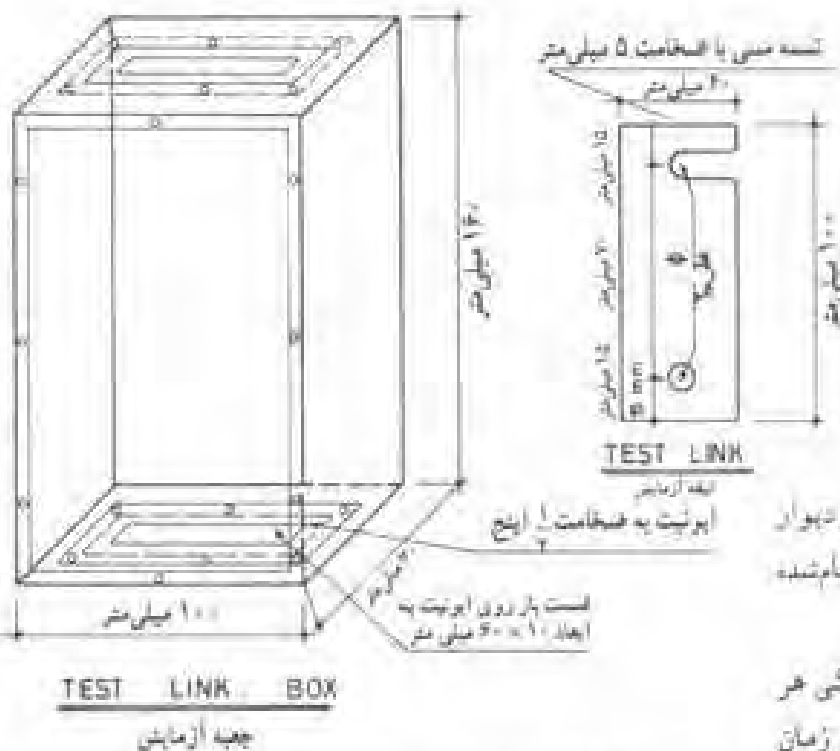
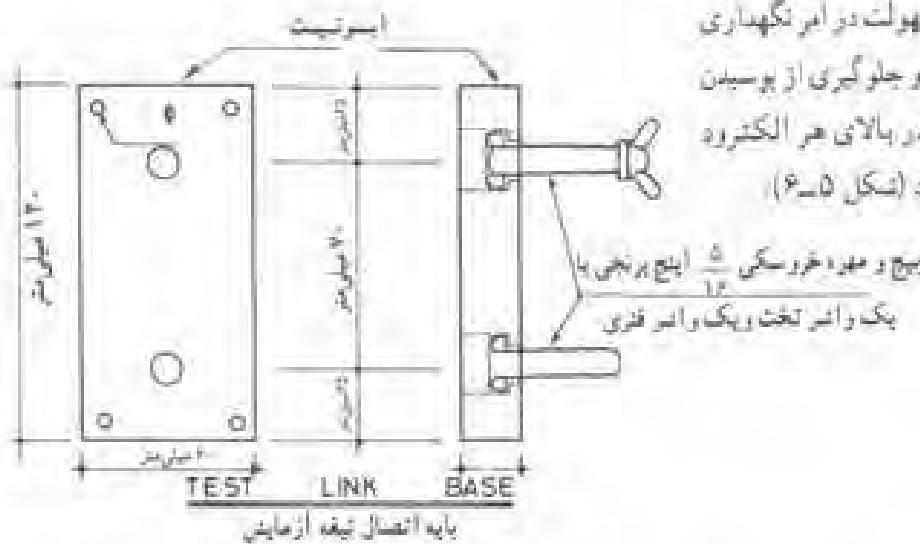
ریختن مخلوط نمک و خاکه زغال در جابه و برگردن آن با خاک نباید یک‌جا انجام شود بلکه بایستی در قشرهای مختلف (هر قشر حداکثر ۵ سانتی‌متر) ریخته شده و به کمک آبیادان پس از نشست کامل هر قشر ریخته‌شده قشر بعدی ریخته شود (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶- نصب الکترود و برگردن جابه اتصال زمین

در مواردی که با نصب یک الکترود مقاومت مورد نظر حاصل نشده و احتیاج به نصب چندین الکترود باشد، اولاً فاصله نصب بین هر دو الکترود نباید کمتر از دو برابر طول الکترود (میله‌ای یا فولادی)، یا عمق جاه باشد.

ثانیاً کلیه الکترودها باید تسمه مسی 3×25 میلی‌متر به یکدیگر متصل شود. حداکثر مقاومت مجاز سیستم زمین معمولاً ۴ و در بعضی مواقع ۲ اهم می‌باشد. برای سهولت در امر نگهداری و بازرسی سیستم اتصال زمین بعد از نصب و جلوگیری از پوسیدن و منقود شدن محل نصب الکترود باید در بالای هر الکترود حوضچه‌ای با درپوش مناسب ساخته شود (شکل ۵-۶).



شکل ۶-۶- جعبه آزمایش سیستم اتصال زمین

جعبه اتصال آزمایش باید در روی سطح نزدیکترین دیوار به الکترود مربوط و در ارتفاع حداقل $1/5$ متر از کف تمام‌شده زمین نصب شود (شکل ۶-۶).

به منظور سهولت در امر آزمایش مقاومت الکتریکی هر الکترود اتصال زمین به‌طور جداگانه، بعد از نصب و یا در زمان بهره‌برداری، باید برای هر الکترود اتصال زمین یک جعبه اتصال آزمایش پیش‌بینی و نصب شود (شکل‌های ۶-۱ تا ۶-۵).

جزئیات ساختار جعبه اتصال آزمایش در شکل (۶-۶)

نشان داده شده است.

گرفتن هرگونه اشعاع از هادی های اتصال بین الکترود و جعبه اتصال آزمایش به هیچ وجه جایز نبوده و کلیه اشعاعات و تشکیل حلقه شبکه سیستم اتصال زمین و غیره باید بعد از جعبه اتصال آزمایش انجام شود.

برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به الکترود اتصال زمین باید از بست ها و کابل سوهای متناسب با نوع الکترود استفاده شود (شکل ۶-۷).



هادی های شبکه اتصال زمین اعم از تسمه مسی و سیم مسی لخت باید حتی المقدور به صورت روکار و قابل رؤیت و دسترسی نصب شوند.

برای نصب هادی های شبکه سیستم اتصال زمین به دیوار، سقف و کف ساختمان و یا در کانال باید از بست های مخصوصی از جنس مس یا برنج استفاده شود.

در صورت عدم امکان گوبیدن الکترود و گذرن جابه به علت سنگلاخی بودن زمین ممکن است با نصب تسمه مسی ۳×۲۵ میلی متر در عمق ۳۰ الی ۵۰ سانتی متری زمین به صورت حلقه یا شبکه به طول لازم تا حد حصول به حداکثر مقاومت مجاز مورد نظر، سیستم اتصال زمین لازم ایجاد شود.

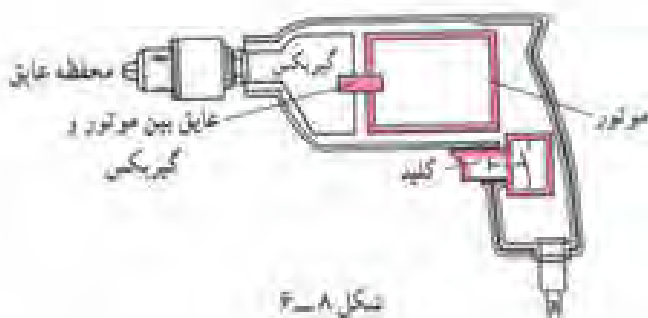
برای حصول اطمینان از عدم تجاوز از حداکثر مقاومت مجاز الکترود اتصال زمین نصب شده، کلیه الکترودها باید پس از

به منظور اطمینان از سالم بودن سیستم اتصال زمین حداقل باسنی در هر سال یکبار صحت سیستم آزمایش شود.

انجام عملیات نصب با دستگاه‌های اندازه‌گیری مخصوص دقیقاً آزمایش و مقاومت آن‌ها اندازه‌گیری شود.



به منظور حصول اطمینان از متصل بودن کابل شبکه اتصال زمین، بعد از عملیات نصب، کلیه شبکه اتصال زمین باید با دستگاه‌های اندازه‌گیری مخصوص دقیقاً آزمایش و مقاومت آن اندازه‌گیری شود.

آزمایش‌های فوق در زمان بهره‌برداری نیز باید حداقل سالی یکبار تکرار شود.



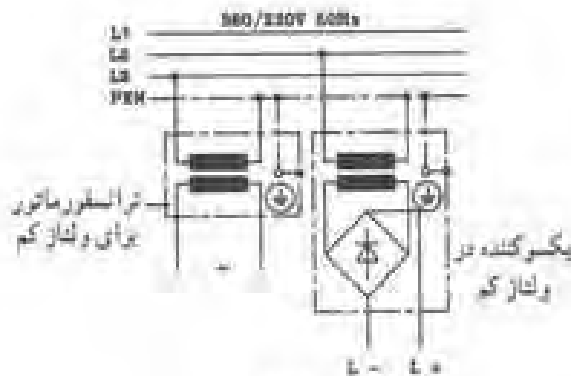
شکل ۸-۶

۶-۳- حفاظت توسط عایق کاری

در این نوع حفاظت تمام قسمت‌های دستگاه که امکان تماس با آن وجود دارد عایق کاری می‌شود. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین و یا دیوارها را عایق کاری نمود. علامت مشخصه حفاظت توسط عایق قدیم  جدید  می‌باشد.

۶-۴- حفاظت توسط ولتاژ کم

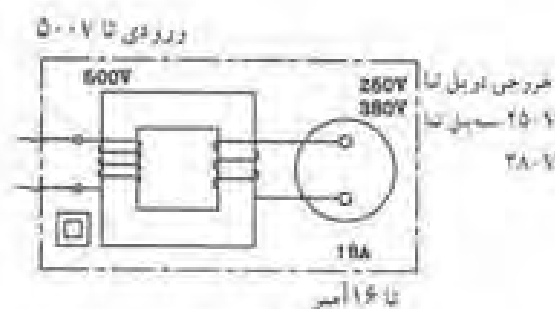
در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور گاهنده با دو سیم بیج مجزا استفاده می‌شود. ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۲۶ ولت باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور در این نوع حفاظت مجاز نمی‌باشد. دستگاه‌هایی که با ولتاژ کم حفاظت می‌شوند، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آن‌ها را نباید به زمین یا سیم نول و یا به دستگاه‌هایی که با ولتاژ بالا کار می‌کنند وصل کرد.



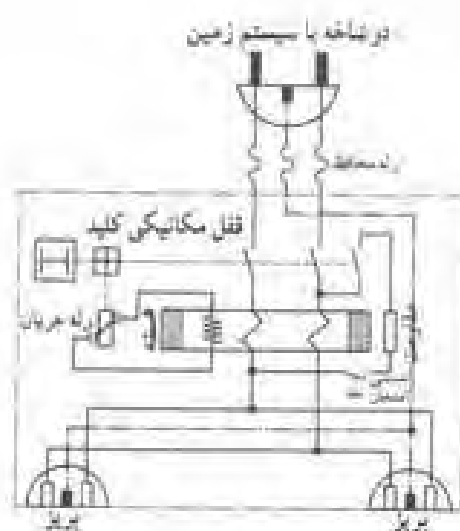
شکل ۹-۶

۵-۶- حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می‌شود که ولتاژ خروجی آن بیش از ۴۲ ولت است. در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابر ولتاژ شبکه است. ترانسفورماتور، ولتاژ تغذیه مصرف‌کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می‌کند. به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف‌کننده مجاز نمی‌باشد، زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف‌کننده احتمال خطای برق‌گرفتگی وجود خواهد داشت. ثانویه این نوع ترانسفورماتور نیابستی اتصال زمین داشته باشد.



شکل ۶-۱۰



شکل ۶-۱۱

۶-۶- حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI)

کلید خطای جریان (FI) برای حفاظت شخصی در مقابل ولتاژهای تماسی به کار می‌رود.

اصول کار این کلید بدین ترتیب است که دو هادی با جریان‌هایی در جهت مخالف هم در یکسان در داخل یک هسته آهنی که روی آن سیم‌پیچی تعبیه شده قرار گرفته‌اند. میدان‌های حاصله از آن‌ها در هسته مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه در سیم‌پیچ روی هسته نیروی محرکه القای نمی‌شود.

رله جریان که به سیم‌پیچ وصل است تحریک نمی‌شود، در صورتی که از یکی از دو هادی، جریان عبور نکند یا جریان هادی‌ها یکسان نباشد میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم‌پیچ شده و رله جریانی را که توسط این سیم‌پیچ تغذیه می‌شود تحریک می‌کند. این رله خود می‌تواند باعث قطع کنتاکت‌های کلید و در نهایت قطع مدار شود.

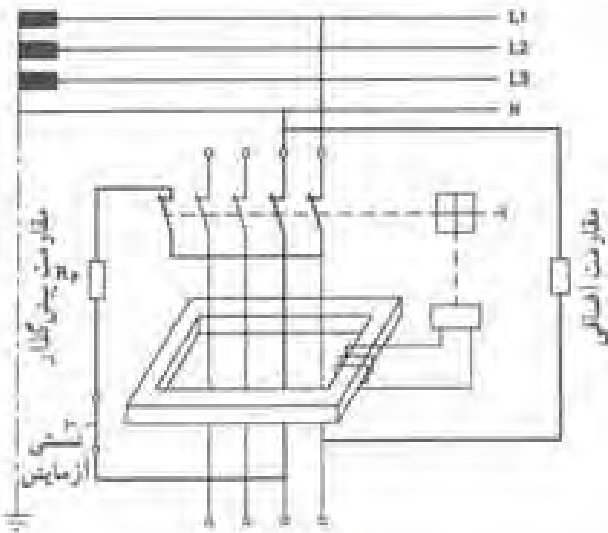
در نوع سه‌فاز این کلید تمامی هادی‌های فازها و نول از داخل هسته عبور می‌کند و با توجه به این که در این سیستم جریان‌ها در هر لحظه صفر است ولتاژی در سیم‌پیچ روی هسته القای نمی‌شود.

چون در حالت بار نامتعادل از سیم نول جریان عبور می‌کند، در سیستم‌های یک فاز و یا سه‌فاز بایستی سیم نول نیز از داخل هسته آهنی عبور داده شود. در صورتی که یکی از فازهای مصرف‌کننده به بدنه اتصال

هنگامی که بار نامتعادل است از سیم نول جریان عبور می‌کند.

باید در این صورت مجموع جریان‌های لحظه‌ای سه فاز و نول در داخل هسته آهنی صفر نشده و میدان مغناطیسی متغیر هسته باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم‌پیچ دور هسته و در نهایت باعث تحریک رله جریان و قطع مدار خواهند شد. برای آزمایش کلید FI از تستی آزمایش روی کلید استفاده می‌شود. با فشار دادن تستی آزمایش اختلاف جریان در سیم‌های داخل کلید ایجاد شده و باعث قطع مدار خواهد شد. در استفاده از این کلید نیز بدنه مصرف‌کننده! باستی به سیستم زمین حفاظتی مجهز باشند ولس نیازی نیست تا مقاومت زمین به کمتر از ۲ یا ۴ اهم برسد. بلکه این مقاومت معمولاً می‌تواند در حدود چند صد اهم نیز باشد، در صورت عدم وجود سیستم زمین اتصال بدنه موجب قطع کلید نخواهد شد و این امر می‌تواند باعث بروز حادثه شود.

شکل ۶-۱۲ مسیر جریان را در مدار کلید FI وقتی که تستی آزمایش را فشار دادیم، نشان می‌دهد، که با خط پررنگ مشخص شده است.

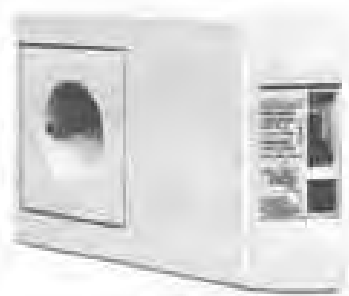


شکل ۶-۱۲



شکل ۶-۱۳

شکل ۶-۱۳ ظاهر کلید FI تک‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۴

شکل ۶-۱۴ کلید FI تک‌فاز بریزدار را نشان می‌دهد.

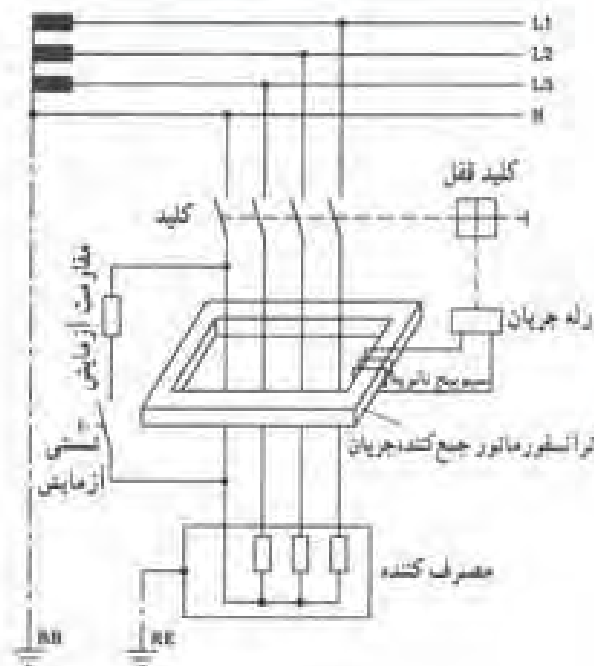
از کلید FI تک‌فاز بریزدار می‌توانید برای تعذیه یک وسیله استفاده کنید.

شکل ۶-۱۵ ظاهر کلید FI سه فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۵

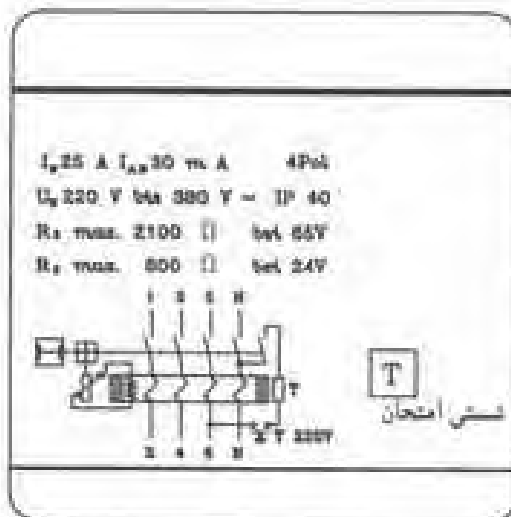
پس از نصب کلید FI حتماً آن را آزمایش کنید تا از صحت عمل آن مطمئن شوید.



شکل ۶-۱۶

شکل ۶-۱۶ مدار کلید FI سه فاز را نشان می‌دهد.

هنگام خرید کلید FI مراقب باشید تا نوع کلید مرغوب و قابل اعتماد باشد.



شکل ۶-۱۷

شکل ۶-۱۷ مشخصات روی کلید FI را نشان می‌دهد.

$$I_n = 25 \text{ A} \text{ جریانی نامی کلید FI}$$

$$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA} \text{ جریانی خطا}$$

$$R_{E \max} = 2100 \Omega \text{ مقاومت ماکزیمم زمین در ۶۵۷}$$

$$R_{E \max} = 800 \Omega \text{ مقاومت ماکزیمم زمین در ۲۴۷}$$

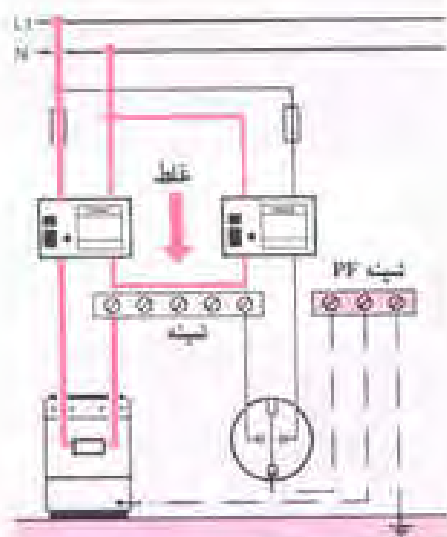
$$4 \text{ pol} = \text{چهار کنتاکت کلید FI}$$

$$IP 40 = \text{حفاظت بین‌المللی ۴۰ آدستگاه در برابر نفوذ}$$

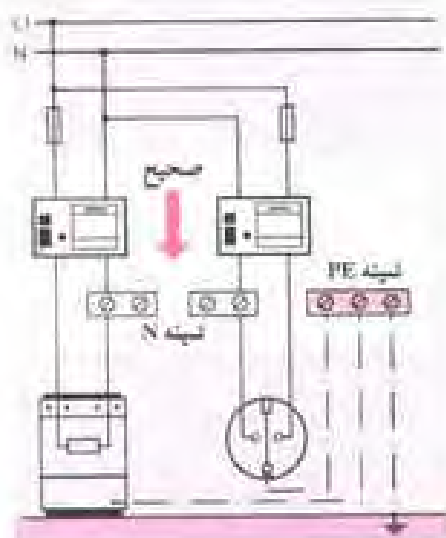
اجسام جامد با قطر بیش از یک میلی‌متر حفاظت دارد.

در صورتی که از دو کلید FI در مدار مصرف‌کننده و یک پریز ارت‌دار استفاده شود بایستی هر مدار، ترمینال نول (N) جداگانه‌ای داشته باشد زیرا بر اثر کارکرد مصرف‌کننده، جریان از داخل کلید FI مربوط به پرز نیز عبور می‌کند و باعث قطع آن کلید می‌شود.

شکل ۶-۱۸ مدار غلط و شکل ۶-۱۹ مدار صحیح دو کلید FI متصل به مصرف‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۸- مدار غلط



شکل ۶-۱۹- مدار صحیح

مدار نقشه کلید FI معمولاً به وسیله کارخانه سازنده داده می‌شود. با مراجعه به آن نقشه می‌توانید اتصال صحیح کلید را برقرار کنید.

۶-۷- کار عملی شماره ۲۰: نصب و سیم‌کشی
وسایل حفاظت الکتریکی مشخص توسط کلید FI

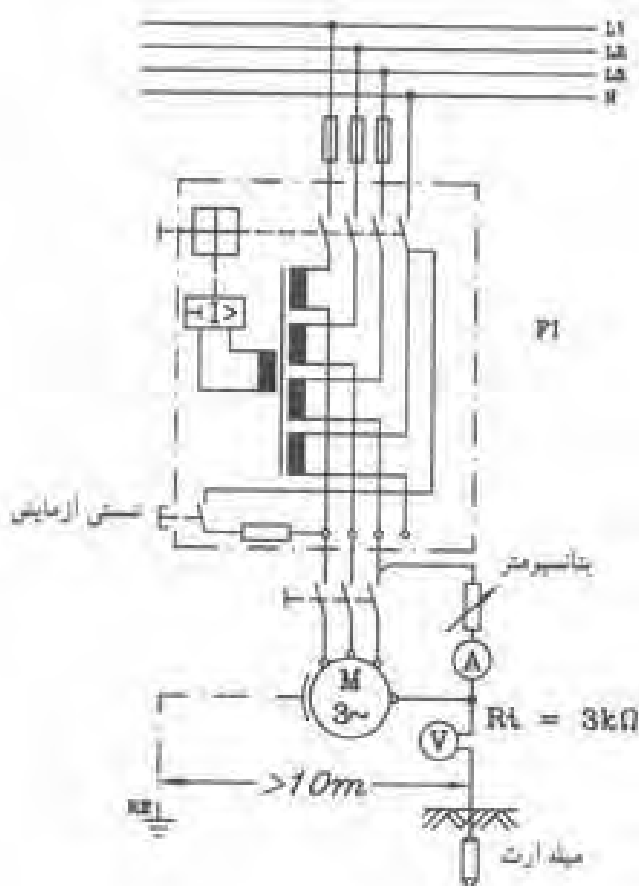
قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت
۲-۴-۱ توجه کنید.

۶-۷-۱- وسایل موردنیاز برای یک نفر

- ۱ عدد فیوز سه‌فاز
- ۱ عدد کلید FI
- ۱ عدد الکتروموتور سه‌فاز
- ۵ متر سیم افشان نمره $2/5 \text{ mm}^2$
- ۱ عدد پیچ گوشی
- ۱ عدد انبردست
- ۱ عدد سیم چین
- ۱ عدد سیم لخت‌کن
- ۱ عدد فاز متر
- ۱ عدد آوومتر
- ۱ عدد نابلوکار
- به مقدار موردنیاز پیچ و مهره
- ۱ عدد آمپر متر
- ۱ عدد ولت متر
- ۱ عدد پتانسیومتر مشخصات داده شده
- ۱ عدد کلید سه‌فاز
- ۱ عدد متر
- ۱ عدد میله ارت

۶-۷-۲- مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۶-۲۰ توسط کلید FI، الکتروموتور سه‌فاز با اتصال بدنه الکتروموتور به زمین، وصل کنید.
- فیوزها را بر حسب جریان نامی موتور انتخاب کنید.
- کلید FI را وصل کرده و توسط تستی آزمایش، کلید را امتحان کنید.
- با در نظر گرفتن مسایل حفاظتی اتصال بدنه در الکتروموتور ایجاد کرده و سپس کلید FI را وصل کنید و قطع شدن کلید FI را آزمایش کنید.



شکل ۶-۲۰

آزمون پایانی (۶)

زمان: ۲۰ دقیقه

۱- دلایل ایجاد برق گرفتگی کدام است؟

الف - فقدان تجهیزات و وسایل حفاظتی

ب - کاربرد نامناسب وسایل

ج - نداشتن آموزش کافی و لازم

د - همه

۲- کلید FI به چه منظوری استفاده می شود؟

الف - حفاظت شخص در مقابل اتصال بدنه

ب - حفاظت وسایل الکتریکی در مقابل اتصال بدنه

ج - حفاظت وسایل الکتریکی در مقابل اتصال کوتاه

د - همه موارد

۳- ولتاژ عیب چیست؟

الف - ولتاژی که دستگاه الکتریکی با آن ولتاژ کار می کند.

ب - ولتاژی که در اثر یس آمدن عیبی بین یک قسمت بدنه فلزی و زمین ایجاد می شود.

ج - قسمتی از ولتاژ عیب که بدن انسان بین آن واقع می شود.

د - همه

۴- تمام بدنه دستگاه را در چه نوع حفاظتی عایق می کنند؟

الف - عایق کردن

ب - توسط ترانسفورماتور ۱ به ۱

ج - توسط زله حرارتی

د - توسط زله مغناطیسی

۵- ترانسفورماتور ایزوله برای چه نوع حفاظتی به کار می رود؟

الف - شخص

ب - زمین

ج - دستگاه

د - همه

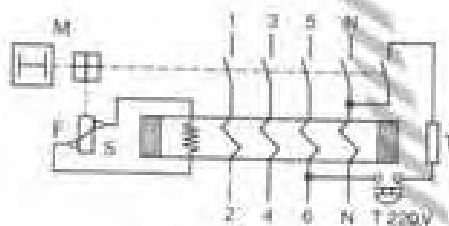
۶- شکل مقابل چه نوع کلیدی است؟

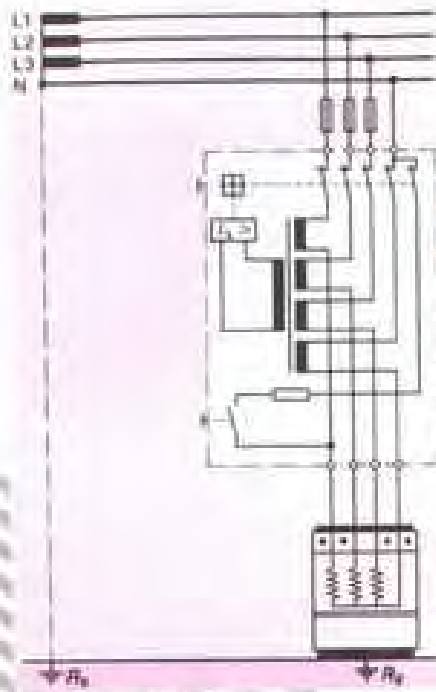
الف - مغناطیسی

ب - حرارتی

ج - FI

د - حرارتی مغناطیسی





۷- مدار مقابل چه نوع حفاظتی است؟

الف - شخص در مقابل اتصال بدنه

ب - گرمکن در مقابل اتصال بدنه

ج - گرمکن در مقابل اتصال کوتاه دو فاز به هم دیگر و یا فاز و

نول

د - گرمکن و شخص

۸- الکترودهای اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی دارای چه قطرهایی هستند؟

الف - ۱۳mm

ب - ۱۶mm

ج - ۲۰mm و ۲۵mm

د - هر سه مورد

۹- ابعاد صفحه مسی تخت الکترود زمین، چند میلی متر است؟

الف - ۷۰۰×۷۰۰×۳

ب - ۵۰۰×۵۰۰×۳

ج - ۱۰۰×۱۰۰×۲

د - ۴۰۰×۴۰۰×۴

۱۰- به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف کننده مجاز نمی باشد. زیرا

الف - در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده احتمال برق گرفتگی وجود خواهد داشت.

ب - وسایل حفاظتی قطع نمی کنند.

ج - ولتاژ تقاسم بین مصرف کننده ها تقسیم می شود.

د - هر سه مورد

۱۱- کدام یک از مطالب زیر در مورد کلید FI صحیح است؟

الف - سیم نول نیز همراه سیم فاز از داخل کلید FI تک فاز باید عبور کند.

ب - سیم نول نیز همراه سیم فازها از داخل کلید FI سه فاز باید عبور کند.

ج - عبور سیم نول از داخل کلید FI سه فاز نیازی نیست.

د - الف و ب

۱۲- علامت γ_{pol} در روی کلید FI چیست؟

الف - جریان خطا، چهار کنتاکت

ب - جریان نامی، چهار کنتاکت

ج - جریان خطا، حفاظت بین الخلی

د - جریان نامی، حفاظت بین الملمر

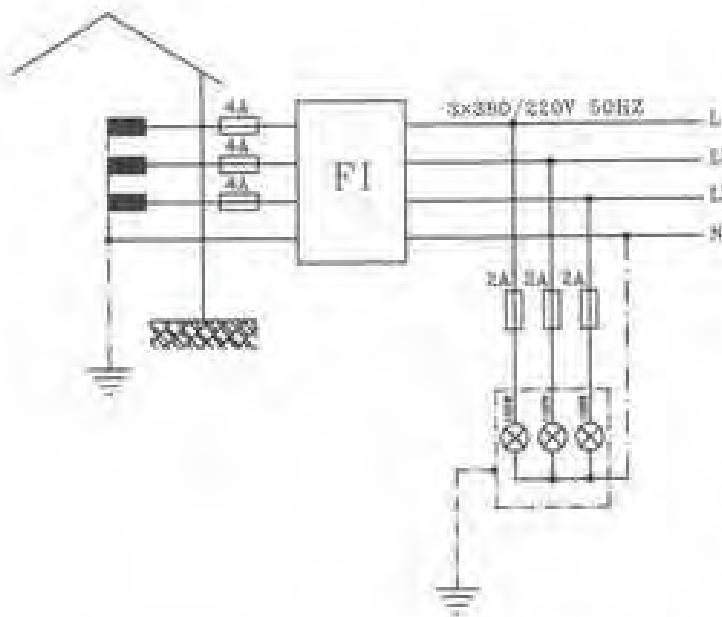
۸-۶- آزمون پایانی عملی ۶: نصب و سیم‌کشی کلید

FI

۸-۶-۱- وسایل مورد نیاز

- فیوز 4A عدد ۳
- فیوز 2A عدد ۲
- کلید FI سه فاز عدد ۱
- سه لامپ هر کدام 100W، 220V نصب داخل محفظه

فلزی



- سیم افشان نمره $1/5\text{mm}^2$ عدد ۵ متر
- تابلو مشبک عدد ۱
- سیم چین عدد ۱
- سیم لخت کن عدد ۱
- انبردست عدد ۱
- پیچ گوشه عدد ۱
- فاز متر عدد ۱
- آومتر عدد ۱
- پیچ و مهره مقدار مورد نیاز
- دم باریک عدد ۱

۸-۶-۲- مراحل انجام کار:

■ روی تابلو مشبک فیوزهای 4A و 2A، کلید FI و سه لامپ 100W، 220V که در داخل محفظه فلزی قرار دارد، نصب کنید.

■ بدنه محفظه لامپ‌ها را به سیم ارت وصل کنید. (در صورتی که نقطه صفر ترانسفورماتور توزیع به زمین وصل شده باشد).

■ مدار را سیم‌کشی و توسط تستی آزمایش، امتحان کنید.

اتصال مدار کلید FI را با استفاده از نقشه کارخانه سازنده انجام دهید.

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۱)

پاسخ آزمون پایانی	پاسخ بیش آزمون
ب-۱	ب-۱
ج-۲	ج-۲
الف-۳	الف-۳
د-۴	الف-۴
الف-۵	د-۵
الف-۶	ب-۶
ج-۷	ب-۷
ب-۸	الف-۸
ج-۹	ج-۹
الف-۱۰	

پاسخ آزمون‌های (۲)

پاسخ آزمون پایانی	پاسخ بیش آزمون
الف-۱	ب-۱
الف-۲	ج-۲
ج-۳	الف-۳
د-۴	ب-۴
الف-۵	ج-۵
ج-۶	
الف-۷	
ب-۸	
ب-۹	
ج-۱۰	
الف-۱۱	
ج-۱۲	
الف-۱۳	
ب-۱۴	
الف-۱۵	
ب-۱۶	
د-۱۷	
الف-۱۸	
ب-۱۹	
الف-۲۰	
ب-۲۱	
الف-۲۲	
ج-۲۳	
ج-۲۴	
الف-۲۵	
ب-۲۶	
الف-۲۷	
ب-۲۸	
الف-۲۹	
ب-۳۰	
الف-۳۱	
ج-۳۲	
ب-۳۳	
الف-۳۴	
ب-۳۵	
د-۳۶	
د-۳۷	
الف-۳۸	
ج-۳۹	
الف-۴۰	
د-۴۱	
ج-۴۲	
الف-۴۳	
ب-۴۴	
د-۴۵	
الف-۴۶	
ب-۴۷	
د-۴۸	
الف-۴۹	
ب-۵۰	

پاسخ آزمون‌های (۳)

پاسخ آزمون پایانی	پاسخ بیش آزمون
الف-۱	الف-۱
ج-۲	د-۲
ج-۳	ب-۳
د-۴	ب-۴
الف-۵	ب-۵
الف-۶	ب-۶
ب-۷	الف-۷
ب-۸	الف-۸
د-۹	ب-۹
د-۱۰	الف-۱۰
ج-۱۱	ج-۱۱
الف-۱۲	ب-۱۲
ب-۱۳	
ج-۱۴	
ج-۱۵	
د-۱۶	
ب-۱۷	
ب-۱۸	
الف-۱۹	
الف-۲۰	
ج-۲۱	
ج-۲۲	
الف-۲۳	
ج-۲۴	

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۴)

پاسخ آزمون	پاسخ آزمون بایانی
۱-الف	الف-۱
۲-ب	ب-۲
۳-د	د-۳
۴-الف	الف-۴
۵-الف	الف-۵

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۵)

پاسخ آزمون	پاسخ آزمون بایانی
۱-الف	الف-۱
۲-الف	الف-۲
۳-ج	ج-۳
۴-الف	الف-۴
۵-ج	ج-۵
۶-د	د-۶
۷-الف	الف-۷
۸-ج	ج-۸
۹-ب	ب-۹
۱۰-الف	الف-۱۰
۱۱-د	د-۱۱
۱۲-الف	الف-۱۲
۱۳-ب	ب-۱۳
۱۴-ب	ب-۱۴
۱۵-ج	ج-۱۵

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۶)

پاسخ آزمون	پاسخ آزمون بایانی
۱-ب	ب-۱
۲-د	د-۲
۳-ج	ج-۳
۴-ب	ب-۴
۵-الف	الف-۵
۶-الف	الف-۶
۷-ج	ج-۷
۸-ب	ب-۸
۹-ج	ج-۹
۱۰-الف	الف-۱۰
۱۱-د	د-۱۱
۱۲-الف	الف-۱۲

پاسخ آزمون‌های بایانی عملی واحد کار (۵)

جدول ارزشیابی

جدول ۲- کاهش می‌یابد

حالت سری	مقاومت R	خازن C
R_{II} بر حسب Ω	۱۹۲	۱۸۹
R حالت سری بر حسب Ω	۱۹۹	۲۵۲
C بر حسب μF	-	۹
ضریب قدرت $\cos \phi$	۱	-۰/۴۷۳
زاویه فاز ϕ	-	62°

جدول ۱- لامپ با خازن

حالت سری	مقاومت R	خازن C
U بر حسب V	۲۲۰	۲۲۰
P بر حسب W	۱۲۲	۵۶
I بر حسب A	۰/۵۶۲	۰/۵۵
U_{E_1} بر حسب V	۱۰۸	۱۰۲
U_{R_2} بر حسب V	۱۱۲	-
U_C بر حسب V	-	۱۹۲

منابع

- ۱_ LE 2105 - 15 siemens
۲_ LE 3399 - 15 siemens
۳_ LE 1108 - 15 siemens
۴_ LE 1115 - 15 siemens
۵_ LE 2147 - 15 siemens
۶_ LE 2180 - 15 siemens
۷_ LE 2123 - 01 siemens
۸_ LE 1116 - 15 siemens
۹_ LE 3196 - 15 siemens
۱۰_ LE 3190 - 15 siemens
۱۱_ Betriebliche kennisvermittlung AEG
۱۲_ برق صنعتی، مهندس سرایی، از انتشارات حرقه و فن توین
۱۳_ جدول مهندسی برق و قدرت، ترجمه مهندس هاشمی
۱۴_ Fachkunde Elektrotechnik EUROPA LEHRMITTEL
۱۵_ Lichttechnik AEG
۱۶_ LE 2106 - 15 siemens
۱۷_ Installieren Grundlehrgang siemensAG
۱۸_ کارکارگاهی سال دوم هنرستان
۱۹_ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
۲۰_ اصول مقدماتی الکتریسته، مهندس غلامعلی سرایی، از انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

٢٧_ Electrical installations Handbook siemens

٢٨_ Schutzmaßnahmen siemens
4.5
4.7

٢٩_ LE 2170 siemens

٣٠_ LE 2169 siemens

٣١_ Electrical Measurements v.popov

٣٢_ Portable Measuring Instruments and Devices H & B catalogue I.

٣٣_ LE 1118 - 15 siemens

٣٤_ LE 2147 - 15 siemens

٣٥_ LE 2105 - 15 siemens

- ٣٢_ الدارة الكهربائية، مهندس سلطاني.

- ٣٤_ درس فني الإلكترونيك - ١٥ سنة هترستان





کتابچه - ۰۱۳۳۳۶ - ۰۱۳۳۳۶
ISBN 964-05-1226-5