

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

شاخه : کاردانش

زمینه : صنعت

گروه تحصیلی : برق و رایانه

رشته های مهارتی : برق صنعتی، برق ساختمان، نصب و سرویس آسانسور، تابلوسازی برق صنعتی
نام استاندارد مهارتی مبنا : برق صنعتی درجه (۲)

کد استاندارد متولی : ۸-۵۵/۱۵/۲/۴

سرایی تبریزی، غلامعلی ۶۲۱

۳۱۹/ مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی / مؤلف : غلامعلی سرایی تبریزی؛ ویراستاران فنی :

۴۲۱س/ فریدون قیطرانی، فریدون علومی. - تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۱۹۰ص. : مصور. - شاخه کاردانش

متون درسی شاخه کاردانش، زمینه صنعت، گروه تحصیلی برق و رایانه، رشته های مهارتی برق
صنعتی، برق ساختمان و ...

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۱. مدارهای برقی. ۲. برق - اندازه‌گیری. ۳. روشنایی برق. الف. ایران. وزارت آموزش و

پژوهش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان.



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

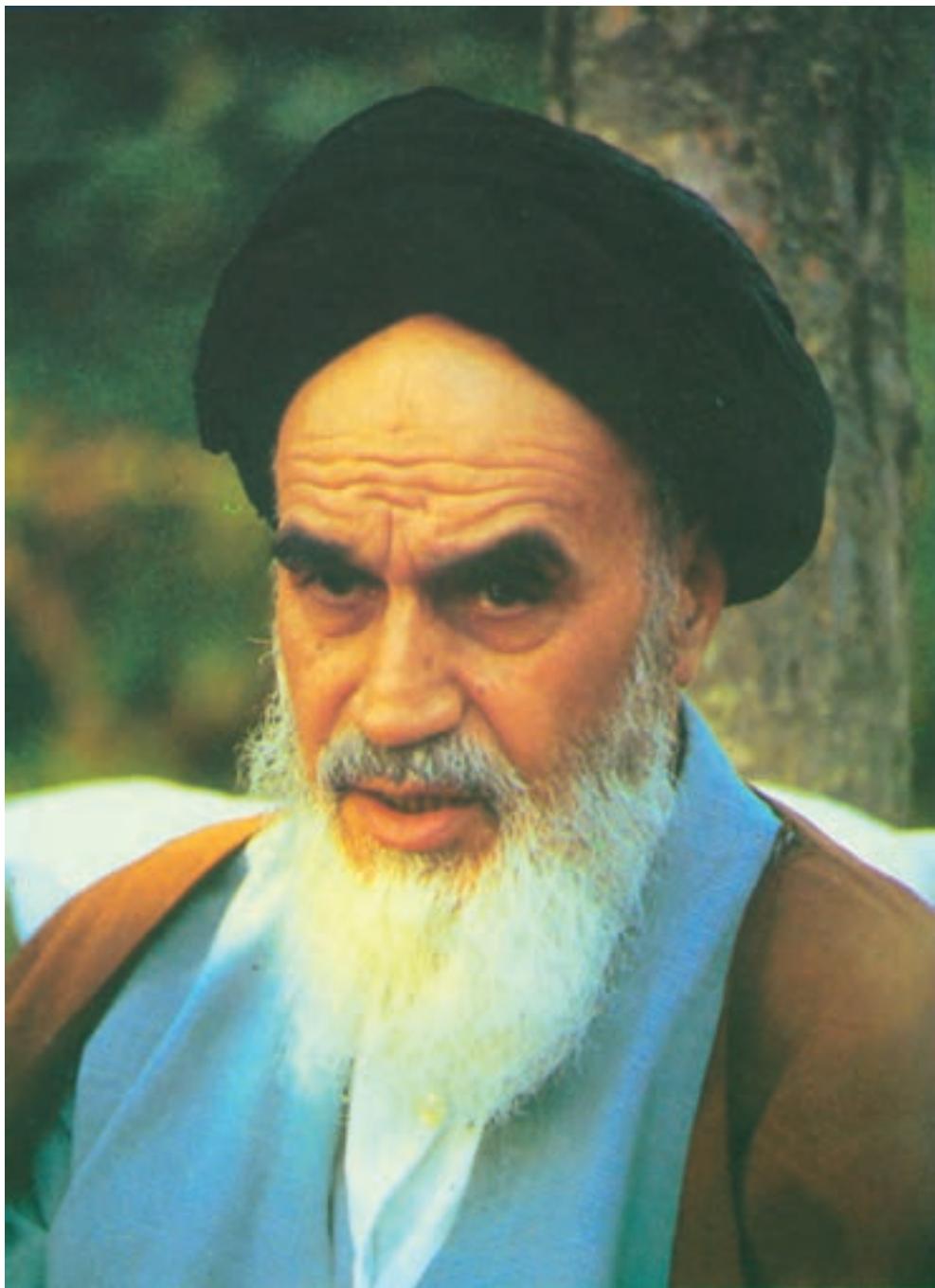
مدارسی روشنایی و اندازه‌گیری الکترونیکی - ۱۵۹۰۱۳۱
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش
غلامعلی سرابی تبریزی (مؤلف) - فردون قیطرانی، فردون علومی (ویراستار فنی) - ماهدخت عقیقی (ویراستار ادبی)
اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شهرزاد قنبری، صغیری عابدی (صفحه آرا) - طاهره حسن‌زاده (طرح جلد) - محمد‌مهدی قیومیان (رسم)
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۰۲۶۶۸۸۸۲۱۱۶، دورنگار: ۰۲۶۶۸۸۳۸۸۸، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۰۲۶۶۸۵۱۵-۰۵، دورنگار: ۰۵۱۵-۸۵۰۹۴۹۸۱۶، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهایمی خاص»
چاپ چهارم ۱۳۹۸

نام کتاب:
پدیدآورنده:
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:
مدیریت آماده‌سازی هنری:
شناسه افزوده آماده‌سازی:
نشانی سازمان:

ناشر:
چاپخانه:
سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشد و از اثکای به ا جانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»

همکاران محترم و دانشآموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی
فنی و حرفه‌ای و کارداش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار(ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پوダメنی

برنامه‌ریزی تألف «پوダメن‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کارداش» بر مبنای استانداردهای «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کارداش، مجموعه‌ی هشت» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (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 پوダメن مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم بoya بر برنامه‌ریزی و تألف پوダメن‌های مهارت نظارت دائمی دارد.
با روش مذکور یک «پوダメن» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه‌ی کارداش» چاپ سپاری می‌شود.

به طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پوダメن مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پوダメن نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. به طوری که هنرجویان در بیان آموزش واحدهای کار (مجموع توانایی‌های استاندارد مربوطه) و کلیه پوダメن‌های هر استاندارد، تسلط و مهارت کافی در بخش نظری و عملی را به گونه‌ای کسب خواهند نمود که آمادگی کامل را برای شرکت در آزمون جامع نهایی جهت دریافت گواهینامه مهارت به دست آورند. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه‌ی کارداش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پوダメن‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألف کتاب‌های درسی

فنی و حرفه‌ای و کارداش

مقدمه

برای استفاده مستقیم از انرژی الکتریکی از پریز و برای مصارف روشنایی از کلیدهای روشنایی استفاده می‌شود.

در نصب و سیم کشی مدارهای روشنایی ابتدا باید نقشه مدار طراحی شود. این نقشه معمولاً به صورت تک خطی ترسیم می‌شود.

نقشه‌ها و علامتی که در این پیمانه گنجانیده شده، بر مبنای استاندارد IEC می‌باشد.

در مدارهای روشنایی از وسایل حفاظتی مثل فیوزهای فشنگی و کلیدهای مینیاتوری استفاده می‌شود. فیوزها و کلیدهای مینیاتوری طوری انتخاب می‌شوند که در شرایط عادی مدار را قطع نکنند. همچنین میزان آمیر آن‌ها باید آنقدر زیاد باشد که بار اضافی و یا اتصال کوتاه مورد نظر را قطع نکنند. برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی از دستگاه‌های اندازه‌گیری استفاده می‌شود. اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی به استفاده کننده این امکان را می‌دهد که سیستم را کنترل، ارزیابی و اصلاح کنند.

مشاغلی که فرآگیران این پیمانه می‌توانند دارا باشند، شامل نصاب و سیم کش روشنایی ساختمان‌های مسکونی و کارخانه‌ها و نصاب و سیم کش وسایل اندازه‌گیری الکتریکی روی تابلوها در حد درجه دو می‌باشد.

این پودمان 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 فرآگیران عزیز پس از گذراندن این دو جلد به هدف نهایی پودمان ۴ خواهند رسید.

مؤلف

فهرست

عنوان

صفحه

۱	واحد کار اول : نصب و سیم کشی فیوزها
۲	پیش آزمون (۱)
۳	۱- ساختمان فیوزهای ذوب شونده
۴	۲- ساختمان فیوز
۶	۳- فیوزهای مینیاتوری و آلفا و ساختمان داخلی آنها
۷	۴- کار عملی شماره (۱)
۱۰	آزمون پایانی (۱)
۱۱	۵- آزمون پایانی عملی (۱)
۱۲	واحد کار دوم : نقشه کشی و نقشه خوانی برق
۱۳	پیش آزمون (۲)
۱۴	۱- علائم اختصاری مدارهای روشنایی
۱۵	۲- انواع نقشه های مدارهای روشنایی
۱۶	۳- نقشه کشی مدارهای روشنایی
۲۴	۴- علائم اختصاری حفاظتها و حفاظت کننده های الکتریکی
۲۵	۵- علائم اختصاری دستگاه های خبری و صوتی
۲۶	۶- ترسیم انواع نقشه مدارهای خبری و صوتی
۲۹	۷- علائم اختصاری منابع تغذیه
۳۰	۸- علائم اختصاری سیم ها، کابل ها، انشعبات، اتصالات و لوله کشی
۲۲	۹- علائم اختصاری مدار سلول فتو الکتریک
۲۲	۱۰- نقشه های مدار سلول فتو الکتریک
۲۳	۱۱- علائم اختصاری دستگاه های اندازه گیری تک فاز و سه فاز
۲۵	۱۲- نقشه کشی مدارهای دستگاه های اندازه گیری الکتریکی تک فاز و سه فاز
۲۷	۱۳- علائم اختصاری زنر اتور جریان متناوب سه فاز
۴۰	۱۴- علائم اختصاری الکترو موتورهای القایی (شکل ۲-۴۶)
۴۰	۱۵- علائم اختصاری فلوتر سویچ (کلید شناور)، لیمیت سویچ (کلید حد) و میکرو سویچ (شکل ۲-۴۷)
۴۱	۱۶- علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز
۴۲	۱۷- نقشه های مدار راه اندازی الکترو موتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی
۴۴	۱۸- علائم اختصاری کنتاکتورها، رله های زمانی، شستی های استوپ و استارت
۴۵	۱۹- نقشه های مدار راه اندازی الکترو موتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت

۵۰	۲-۲۰- علام اختصاری الکتروموتورهای یک 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 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	۳-۰- آزمون پایانی عملی (۲)
۸۱	واحد کار سوم : مدارهای روشنایی
۸۲	پیش آزمون (۳)
۸۴	۳-۱- حفاظت واینی در نصب پریزها و مدارهای روشنایی
۸۵	۳-۲- انواع پریزهای یک فاز و سه فاز روکار
۸۷	۳-۳- ابزار و لوازم سیم کشی
۸۹	۳-۴- نصب و سیم کشی انواع پریزهای 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 یک پل، 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 فتوالکتریک
۱۱۶	پیش آزمون (۴)
۱۱۷	۴-۱- سلول فتوالکتریک

۱۱۸	۴-۲- نصب و سیم کشی مدار سلول فتوالکتریک
۱۱۹	۴-۳- کار عملی شماره (۱۴)
۱۲۰	آزمون پایانی (۴)
۱۲۱	۴-۴- آزمون پایانی عملی (۴)

۱۲۲	واحد کار پنجم : دستگاه های اندازه گیری الکتریکی
۱۲۳	پیش آزمون (۵)
۱۲۴	۱-۵- انواع سنجش، خطاب، حساسیت و مشخصات دستگاه های اندازه گیری
۱۲۹	۲-۵- سیستم های اندازه گیری در دستگاه های نشان دهنده ای عقریه ای (انحرافی)
۱۴۰	۳-۵- دستگاه های اندازه گیری کمیت های الکتریکی
۱۴۹	۴-۵- نصب و سیم کشی دستگاه های اندازه گیری الکتریکی
۱۵۳	۵-۵- نکات اینمنی و حفاظتی هنگام کار روی مدار دستگاه های اندازه گیری الکتریکی
۱۵۵	۶-۵- کار عملی شماره (۱۵)
۱۵۷	۷-۵- کار عملی شماره (۱۶)
۱۵۸	۸-۵- کار عملی شماره (۱۷)
۱۵۹	۹-۵- کار عملی شماره (۱۸)
۱۶۰	۱۰-۵- کار عملی شماره (۱۹)
۱۶۱	آزمون پایانی (۵)
۱۶۴	۱۱-۵- آزمون پایانی عملی (۵)

۱۶۶	واحد کار ششم : حفاظت اشخاص و ابزار
۱۶۷	پیش آزمون (۶)
۱۶۹	۱-۶- دلایل و شرایط ایجاد برق گرفنگی
۱۶۹	۲-۶- سیستم حفاظت توسط سیم زمین
۱۷۷	۳-۶- حفاظت توسط عایق کاری
۱۷۷	۴-۶- حفاظت توسط ولتاژ کم
۱۷۸	۵-۶- حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده
۱۷۸	۶-۶- حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI)
۱۸۲	۷-۶- کار عملی شماره (۲۰)
۱۸۳	آزمون پایانی (۶)
۱۸۶	۸-۶- آزمون پایانی عملی (۶)

۱۸۷	پاسخ آزمون های پایانی
-----	-----------------------------

۱۸۹	منابع
-----	-------------

هدف کلی پو دمان

نصب و سیم کشی مدارهای روشنایی و اندازه گیری الکتریکی

ساعت			عنوان توانایی	شماره توانایی	واحد
نظری	عملی	جمع			
۸	۲	۶	نصب و سیم کشی فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک	۱۶	۱
۳۸	۱۸	۲۰	نقشه خوانی و نقشه کشی تابلوها و مدارات الکتریکی	۲۳	۲
۴۶	۴۰	۶	نصب و سیم کشی انواع پریزهای ساده و ارت دار یک فاز و سه فاز و مدارات روشنایی	۲۷	۳
۶	۴	۲	نصب و سیم کشی مدار سلول فتوالکتریک	۲۸	۴
۵۰	۳۰	۲۰	نصب و سیم کشی دستگاه های اندازه گیری	۲۹	۵
۲۵	۱۰	۱۵	نصب و سیم کشی وسائل حفاظت الکتریکی اشخاص و دستگاه های الکتریکی	۳۳	۶
۱۷۳	۱۰۴	۶۹	جمع کل		

واحد کار اول

نصب و سیم کشی فیوزها

هدف کلی

نصب و سیم کشی فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک

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

- ۱- کاربرد و ساختمان فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک را توضیح دهد.
- ۲- اصول نصب فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک را بیان کند.
- ۳- کدهای رنگی فیوزهای فشنگی را نام ببرد.
- ۴- فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک را نصب کند.

ساعت آموزش		
جمع	عملی	نظری
۸	۲	۶

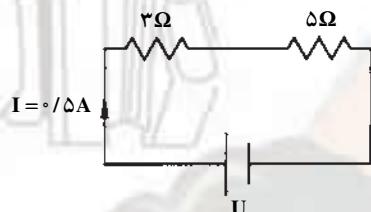
پیش آزمون (۱)

زمان : ۱۴ دقیقه

۱- مقاومت سیمی مسی به طول ۴۰۰ متر و به قطر ۱/۷۸ میلی متر چند اهم است؟ ($x_{CU} = 56 \text{ m}/\Omega \text{mm}^2$)

- الف - ۱/۴۳ ب - ۲/۸۶ ج - ۰/۳۵

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



- الف - ۲
ب - ۳
ج - ۴
د - ۵

۳- بهترین هادی الکتروسیسته کدام است؟

- الف - نقره ب - مس ج - آهن د - کربن

۴- دو مقاومت ۵۰۰ اهمی و ۱۵۰۰ اهمی به طور سری به ولتاژ کل ۲۲۰ ولت وصل شده‌اند. ولتاژ دو سر مقاومت ۵۰۰ اهمی چند ولت است؟

- الف - ۸۴/۶ ب - ۱۱° ج - ۱۳۵/۴ د - ۱۵۴/۶

۵- کدامیک از نمره سیم‌های زیر استاندارد است؟

- الف - ۱ ب - ۱/۵ ج - ۲/۵ د - هر سه

۶- برای فرم دادن و سؤالی کردن سر سیم‌ها از کدام انبردست استفاده می‌شود؟

- الف - دمگرد ب - دمباریک ج - دم پهن 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 متعدد

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 - g ج - L د - B

۹- پولک فیوز فشنگی با رنگ قرمز نشانگر فشنگ چند آمپر است؟

- الف - ۴ ب - ۶ ج - ۱۰° د - ۱۶

۱-۱- ساختمان فیوزهای ذوب شونده

فیوز وسیله‌ای است که با مدار به طور سری قرار می‌گیرد و مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه و یا جریان زیاد محافظت می‌کند.

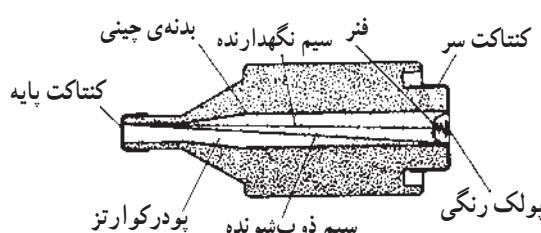
سیم حرارتی داخل فیوز به ازای جریان مخصوص در زمان معین، ذوب و باعث قطع مدار مربوط به آن می‌شود. فیوز ذوب شونده‌ی معمول را فیوز فشنگی نیز می‌نامند. سیم حرارتی فیوز فشنگی در داخل براده‌هایی از سرامیک یا خاک نرم کوارتز همراه ماسه قرار دارد این مواد و جرقه‌ی حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را به طور سریع خنک کرده، بلا فاصله قطع می‌کند.

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

برای سالم بودن فیوز از پولک با رنگ‌های مختلف استفاده می‌شود. پولک توسط یک سیم مقاومت‌دار نگه داشته می‌شود. پس از سوختن سیم حرارتی فیوز، سیم مقاومت‌دار نیز می‌سوسد و پولک فلزی که تحت کشش فنر کوچکی قرار دارد به طرف بیرون پرت می‌شود. جنس سیم ذوب شونده معمولاً از نقره است و درجه‌ی حرارت ذوب آن 95° 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 23° درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. فیوز، سؤال (کندکار) و قطع سریع (تندکار) ساخته می‌شود. فیوزهای قطع سریع، با علامت F و فیوزهای تأخیری، با علامت Ⓡ مشخص می‌شوند (شکل ۱-۱).



الف - شما ظاهری فیوز کامل



ب - نمونه‌ی فشنگ فیوز ذوب شونده



ج - فیوز تندکار



د - فیوز کندکار

فیوز قطعه‌ای است که حفاظت مدار را در مقابل

عبور جریان اضافی به عهده دارد.

شکل 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 بیشتر از جریان نامی فیوز و به زمان قطع بستگی دارد. هر قدر زمان قطع فیوز بیشتر باشد جریان ذوب کم‌تر خواهد بود و بر عکس.

— فیوز تأخیری، جریان‌های زیاد را درتر 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 تندکار معمولاً برای مدارهای روشنایی و یا غیرمotonری استفاده می‌شوند. جدول ۱-۱، مقدار جریان نامی فیوز و پایه فیوز را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱

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



الف - پایه فیوز



ب - کلاهک فیوز



ج - فشنگ فیوز

شكل ۱-۲

۱-۲ - ساختهای فیوز

فیوز از سه قسمت پایه، کلاهک و فشنگ تشکیل می‌شود.

— پایه‌ی فیوز: پایه یا بدنه که اتصال شبکه به پیچ ته آن بسته می‌شود و جریان از سر پیچ آن که محل بستن کلاهک همراه فیوز است به طرف مصرف کننده هدایت می‌شود.

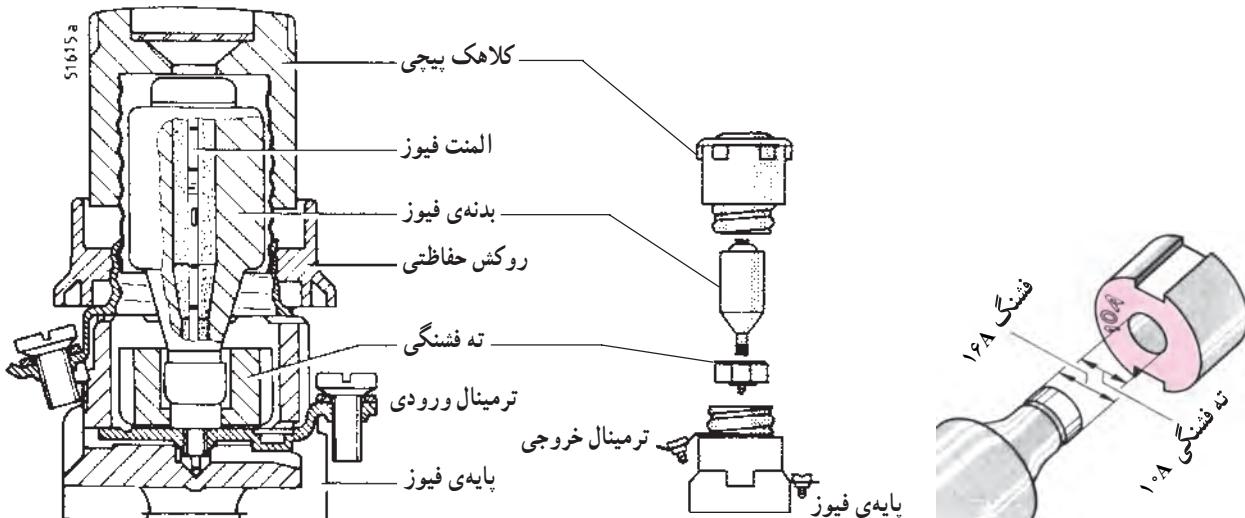
شكل ۱-۲-الف پایه‌ی فیوز را نشان می‌دهد. پایه‌های فیوز، استاندارد بوده و معمولاً در اندازه‌های ۲۵، ۶۳، ۱۰۰ و ۲۰۰ آمپر ساخته می‌شود.

— کلاهک فیوز: کلاهک یا نگهدارنده فیوز به پایه، پیچ می‌شود و از شیشه‌ی پشت آن، رنگ پولک فیوز دیده می‌شود. شکل ۱-۲-ب کلاهک فیوز را نشان می‌دهد.

— فشنگ فیوز: فشنگ فیوز بسته به جریان آن در اندازه‌های مختلف و با رنگ پولک متفاوت، ساخته می‌شود. شکل ۱-۲-ج فشنگ فیوز را نشان می‌دهد. فشنگ در داخل کلاهک فیوز قرار می‌گیرد.

فیوزهای فشنگی قابل تعویض است.

شکل ۱-۳ قسمت‌های مختلف یک نمونه فیوز فشنگی با پایه و ته فشنگی و کلاهک پیچی را نشان می‌دهد.
از ته فشنگی برای هماهنگ کردن فشنگ با پایه استاندارد استفاده می‌شود.



شکل ۱-۳- قسمت‌های مختلف یک نمونه فیوز فشنگی

جدول ۲-۱- رنگ پولک فیوزها

رنگ شناسایی پولک	جریان نامی A	رنگ شناسایی پولک	جریان نامی A
قرمز	۱۰۰	۲	صورتی
زرد	۱۲۵	۴	فهودای
مسی	۱۶۰	۶	سیز
آبی	۲۰۰	۱۰	قرمز
		۱۶	خاکستری
		۲۰	آبی
		۲۵	زرد
		۳۵	سیاه
		۵۰	سفید
		۶۳	مسی
		۸۰	نقره‌ای

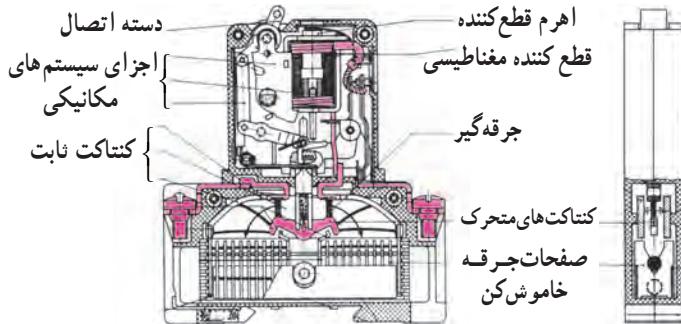
کلاس‌ها و علائم مشخصه‌ی فیوزها: فیوزها در کلاس‌های مختلف و برای کاربردهای متفاوت دسته بندی و هرکدام با حرفی مشخص می‌شوند. برخی از کلاس‌های کارکرد فیوزها به شرح زیر است:

کلاس‌های کارکرد فیوزها

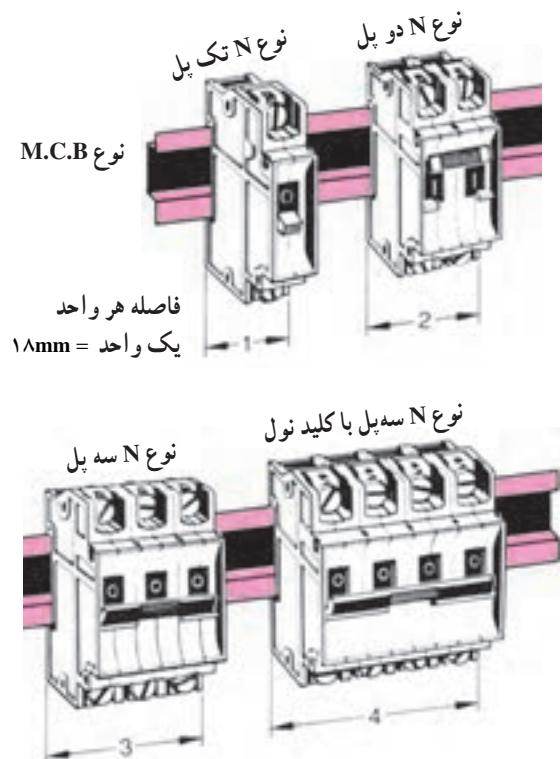
کلاس g: فیوزهایی هستند که می‌توانند جریان نامی را پیوسته هدایت کنند و جریان‌های کمتر از جریان ذوب را تا جریان نامی قطع، وصل نگه دارند.

کلاس a: 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، وصل نگه دارند.

کدرنگ پولک فیوزهای فشنگی: برای سادگی در تعیین جریان فشنگ فیوزها، پولکی رنگی را روی آن‌ها نصب می‌کنند. جدول ۲-۱ مفهوم رنگ‌های مختلف پولک را بیان می‌کند.



شکل ۱-۴ - ساختمان داخلی کلید مینیاتوری



شکل ۱-۵ - شکل ظاهری کلیدهای مینیاتوری



شکل ۱-۶ - ساختمان داخلی فیوز آلفا

۳-۱-۴- فیوزهای مینیاتوری و آلفا و ساختمان داخلی آنها

فیوزهای مینیاتوری و آلفا فیوزهای اتوماتیک و دارای دو عنصر مغناطیسی و حرارتی می‌باشند. قسمت مغناطیس در حالت اتصال کوتاه و قسمت حرارتی در صورت اضافه بار، مدار را قطع می‌کنند شکل ۱-۴ ساختمان داخلی کلید مینیاتوری را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۵ - شمای ظاهری کلیدهای مینیاتوری یک پل، دوپل، سهپل و چهارپل را نشان می‌دهد.

کلیدهای مینیاتوری نیز معمولاً به دو دسته تندکار و کندکار تقسیم می‌شوند. کلیدهای مینیاتوری تندکار با حرف L مشخص می‌شوند و معمولاً برای حفاظت مدارهای روشنایی به کار می‌روند. کلیدهای مینیاتوری کندکار با حرف G مشخص شده و معمولاً برای حفاظت مدارهای موتوری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شکل ۱-۶ - ساختمان داخل فیوز آلفا را نشان می‌دهد.

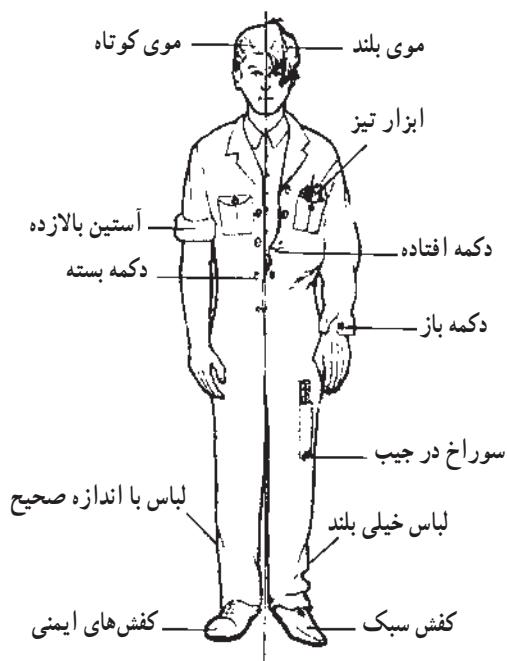
فیوزهای آلفا نیز مانند کلیدهای اتوماتیک دارای قطع کننده‌های مغناطیسی و حرارتی هستند و به صورت اتوماتیک عمل می‌کنند. کلیدهای اتوماتیک و فیوز آلفا در صورت عملکرد، پس از رفع عیب، برگشت پذیر بوده و نیازی به تعویض آنها نیست.

۴-۱- کار عملی شماره ۱: نصب و سیم کشی فیوز های ذوب شونده و اتوماتیک

۴-۱-۱- وسایل مورد نیاز 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 ۶۰ عدد
- دریل دستی برقی یک عدد
- متنه فولادی دو عدد
- پیچ گوشتی دو سو ۱۵ عدد
- ترمینال ۴۵ عدد
- سیم افشار نمره $1/5 \text{ mm}^2$ ۶۰ متر
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- سیم چین ۱۵ عدد
- ریل کلید مینیاتوری ۱۵ عدد
- پایه لامپ ۱۵ عدد
- لامپ رشته‌ای ۱۵ عدد

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



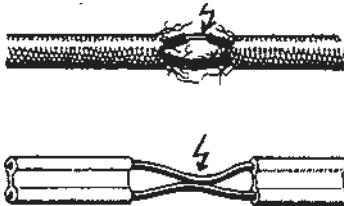
شکل ۷-۱- لباس کار مناسب

۴-۱-۲- نکات ایمنی

نکات ایمنی مطرح در این قسمت برای انجام کلیه کارهای این پوادمان 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 ۱-۸- سیم‌های نامناسب

- برای محیط کار خود روشنایی 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 ۱-۸).



شکل ۱-۹- اثرات استفاده نامناسب از ابزار

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

- 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 ۱-۹).

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

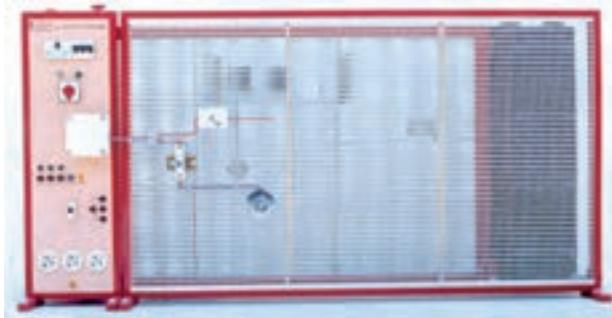


شکل ۱-۱۰- هنگام بریدن سیم سر آن به سمت زمین گرفته شود.

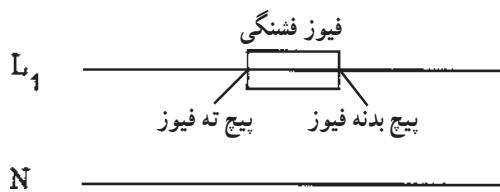
- هنگام بریدن و یا روپوش برداری از سیم سرسیم را به طرف زمین نگهدارید. دقت کنید که هیچ وقت سیم به طرف کسی نباشد(شکل ۱-۱۰).
- آزمایش مدار را حتماً با حضور مردمی انجام دهید و بخصوص برای وصل به برق احتیاط‌های لازم را برای جلوگیری از تماس با هادی‌های برق‌دار به کار بندید.

۱-۴-۳- مراحل انجام کار:

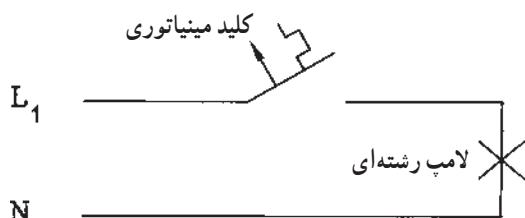
- تابلو برق خالی و یا تابلو با ورق مشبک انتخاب کنید.
- پایه فیوز و کلید مینیاتوری را روی تابلو نصب کنید.
- ترمینال را نصب کنید.
- سیم‌های روکش پلاستیکی انتخاب کنید.
- سر سیم‌ها را توسط سیم‌لخت کن لخت کنید.
- سر سیم‌های لخت شده را زیر پیچ‌های پایه فیوز قرار دهید (شکل ۱-۱۱).



شکل ۱-۱۱- شمای ظاهری مدار فیوز



شکل ۱-۱۲- شمای الکتریکی فیوز در مدار



شکل ۱-۱۳- نحوه قرارگرفتن کلید مینیاتوری در مدار

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

- مدار کلید فیوز مینیاتوری را مطابق شکل ۱-۱۳ روی تابلو بیندید.

■ کلید فیوز مینیاتوری را طوری نصب کنید که علائم 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 سریچ و نول را به پیچ مربوط به بدنه سریچ لامپ وصل کنید.

■ کلید مینیاتوری را مورد آزمایش قرار دهید. با قطع و وصل کردن کلید باید لامپ خاموش و روشن شود.

■ مریبان محترم شرایط اضافه بار و اتصال کوتاه را برای کلید، مورد آزمایش قرار دهند.

آزمون پایانی (۱)

زمان : ۲۰ دقیقه

- ۱- وسیله‌ای که با مدار به طور سری قرار گرفته و مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان محافظت می‌کند، کدام است؟
- الف - رله حرارتی ب - فیوز ج - کلید FI د - آمپر متر
- ۲- چه موادی برای خنک کردن جرقه‌ی حاصل از قطع شدن سیم حرارتی، داخل فشنگی فیوز به کار می‌رود؟
- الف - براده‌هایی از سرامیک ب - خاک نرم کوارتز همراه ماسه ج - الف و ب د - پودر تالک
- ۳- جنس سیم ذوب شونده‌ی فشنگ فیوز از چه جنسی چیست؟
- الف - نقره 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 (تندکار) ج - فیوز با زمان قطع متوسط د - الف و ج
- ۶- وسیله‌ای که به پایه فیوز، پیچ می‌شود و شیشه پشت آن رنگ پولک فیوز را نشان می‌دهد، کدام است؟
- الف - کلاهک فیوز ب - فشنگی فیوز ج - ته فشنگی د - الف و ج
- ۷- پولک فیوز ۱۶A چه رنگی است؟
- الف - قهوه‌ای ب - سبز ج - خاکستری د - زرد
- ۸- پولک فیوز به رنگ سبز دارای چند آمپر است؟
- الف - ۲ ب - ۶ ج - ۴ د - ۱۰
- ۹- کدام فیوزها دارای دو عنصر مغناطیسی و حرارتی هستند؟
- الف - مینیاتوری ب - آلفا ج - الف و ب د - فشنگی
- ۱۰- کاربرد عنصر مغناطیسی در کلیدهای مینیاتوری چیست؟
- الف - قطع اتصال کوتاه ب - قطع ولتاژ زیاد د - قطع اتصال کوتاه و بار زیاد ج - قطع بار زیاد

۱-۵ آزمون پایانی عملی (۱)

نصب و سیم کشی فیوزهای ذوب شونده و کلیدهای

مینیاتوری

مراحل انجام کار:

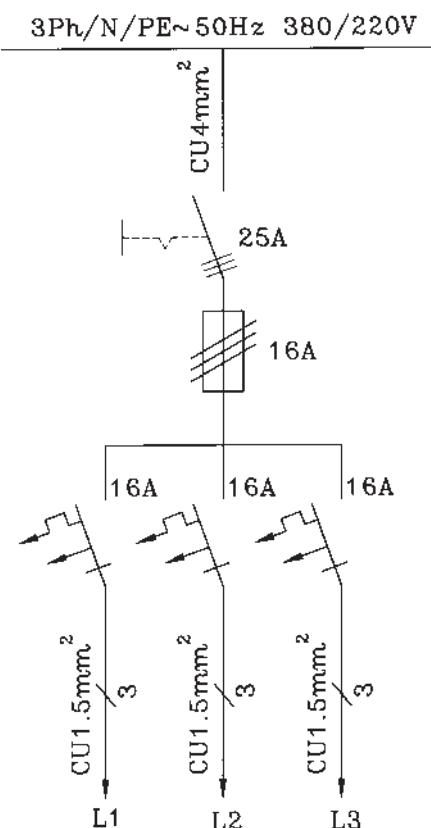
■ وسایل الکتریکی مدار را مطابق شکل در روی تابلو مشبك نصب کنید.

■ توسط ترمیナル ها سه فاز ورودی را به کلید سه فاز وصل کنید.

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

■ سیم ها را مطابق نقشه، انتخاب و وصل کنید.

■ خروجی ها را به ترمیナル وصل کنید.



وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- ترمیнал نمره ۴
- ترمیнал نمره ۱/۵
- ترمیнал نمره ۲/۵
- سیم نمره ۴mm²
- سیم نمره ۲/۵mm²
- سیم نمره ۱/۵mm²
- فیوز ۱۶A تأخیری
- کلید مینیاتوری تک فاز ۱۶A
- کلید سه فاز ۲۵A
- تابلو مشبك
- سیم چین
- سیم لخت کن
- پیچ گوشتی
- فاز متر
- آوامتر
- دمباریک
- پیچ و مهره
- به مقدار کافی

واحد کار دوم

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی برق

هدف کلی

نقشه‌خوانی و نقشه‌کشی مدارهای روشنایی، تابلوها و ماشین‌های الکتریکی

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

- ۱- مدارهای روشنایی و خبری را رسم کند.
- ۲- مدار سلول فتوالکتریک را رسم کند.
- ۳- مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز را رسم کند.
- ۴- علامت اختصاری مدار ژنراتور 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 آموزش		
جمع	عملی	نظری
۳۸	۱۸	۲۰

پیش آزمون (۲)

۱- علامت  و  به ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می دهند؟

الف - یک پل، تبدیل

ب - یک پل، دوپل

ج - تبدیل، سری

ب - کلید حرارتی یک فاز

د - کلید حرارتی سه فاز

الف - کلید مغناطیسی یک فاز

ج - کلید مینیاتوری یک فاز

۲- علامت  نشانه‌ی چیست؟

الف - دستگاه اندازه‌گیری مشاهده می شود ؟

الف - دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم قاب گردان

ب - دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی

ج - دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی

د - دستگاه اندازه‌گیری حرارتی

۳- علامت  چیست؟

ب - استارت

الف - استوپ

د - کن tact باز کن tactور

ج - میکروسویچ

۴- علامت  چیست؟

الف - بوین رله‌ی مغناطیسی، بوین رله‌ی زمانی تأخیر در قطع

ب - بوین رله‌ی زمانی، بوین کن tactور

ج - بوین کن tactور، بوین رله‌ی زمانی تأخیر در وصل

د - بوین رله‌ی زمانی تأخیر در قطع، بوین رله‌ی زمانی تأخیر در وصل

۵- علامت  و  به ترتیب نشانه‌ی چه نوع بوینی است؟

۱-۲- علائم اختصاری مدارهای روشنایی

علامت	شرح	علامت	شرح
— — — — —	سیم به طور کلی	— — — — —	شاخک دو شاخه‌ی برق
— / — — —	سیم حفاظتی (سیم ارت)	— — — — —	پریز ساده
— / — — —	سیم نول	— — — — —	پریز با اتصال زمین
— ● — — —	اتصال دو سیم غیر قابل باز شو	— — — — —	چراغ به طور کلی
— / / — — —	سیم نصب شده روی کار	— — — — —	کلید یک پل
— / / — — —	سیم نصب شده داخل کار	— — — — —	کلید سری (دو پل)
— / / — — —	سیم نصب شده زیر کار	— — — — —	کلید تبدیل
— — — — —	سیم در جای مرطوب	— — — — —	کلید صلیبی
— ● — — —	اتصال غیر قابل قطع	— — — — —	کنتاکت باز
— ● — — —	اتصال قابل قطع (پیچی)	— — — — —	کنتاکت باز و بسته
— ○ — — —	محفظه	— — — — —	اهرم کلید که با فشار دست کار می کند و با حرکت نوسانی و دارای ضامن نگهدارنده است.
— — — — —	محل اتصال سیم محافظ (سیم ارت)	— — — — —	اهرم کلید که با دست کار می کند وصل که خود به خود بر نگشته و با فشار دست بر می گردد

شکل ۱-۲

۲-۲-۱- انواع نقشه‌های مدارهای روشنایی

نقشه‌های مدارهای روشنایی به صورت‌های یک خطی

(فنی)، گسترده و چندخطی (حقیقی) رسم می‌شوند.

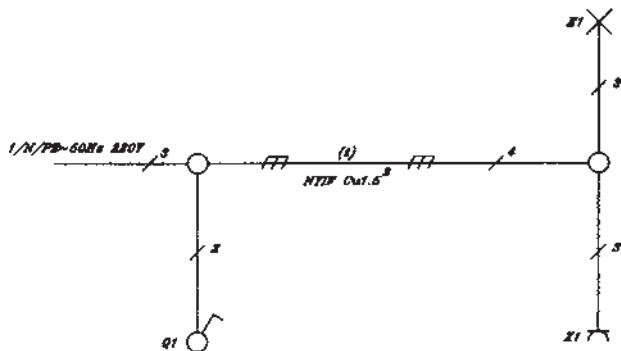
۲-۲-۲- نقشه‌ی مدارهای یک خطی (فنی): در

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

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

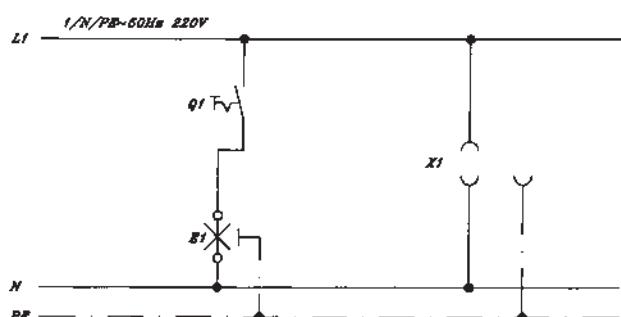
شکل ۲-۲- نقشه فنی یا تک خطی



۲-۲-۳- 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 ۳-۲ نقشه‌ی مسیر جریان کلید یک‌پل با لامپ رشته‌ای و پریز تک فاز با سیم اتصال به زمین^۲ را نشان می‌دهد.



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

$$E_1 = \text{لامپ}$$

$$Q_1 = \text{کلید روشنایی}$$

$$X_1 = \text{پریز}$$

۱- سیم محافظ

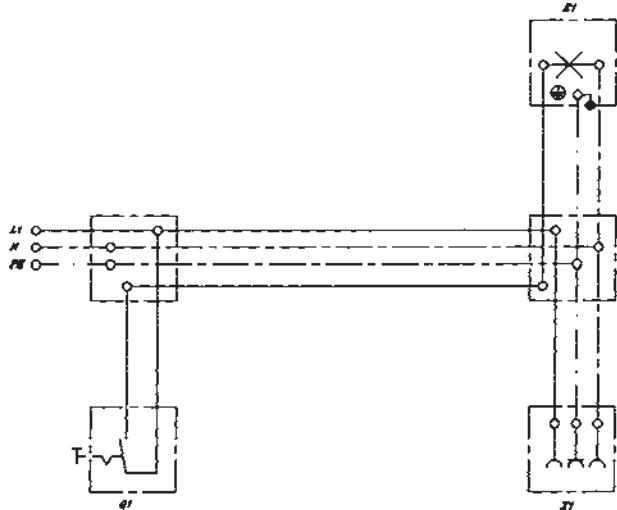
۲- ارت

۲-۲-۳- نقشه‌ی چندخطی (حقیقی):

این نقشه نحوه‌ی 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 مونتاژ مدارها استفاده می‌شود.

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

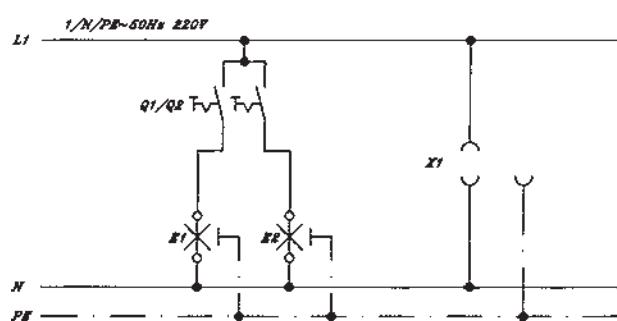


شکل ۲-۴- شمای حقیقی مدار کلید یک پل با پریز

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 این که توسط کلید سری، دو سری لامپ را می‌توان به طور جداگانه روشن و خاموش نمود.



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

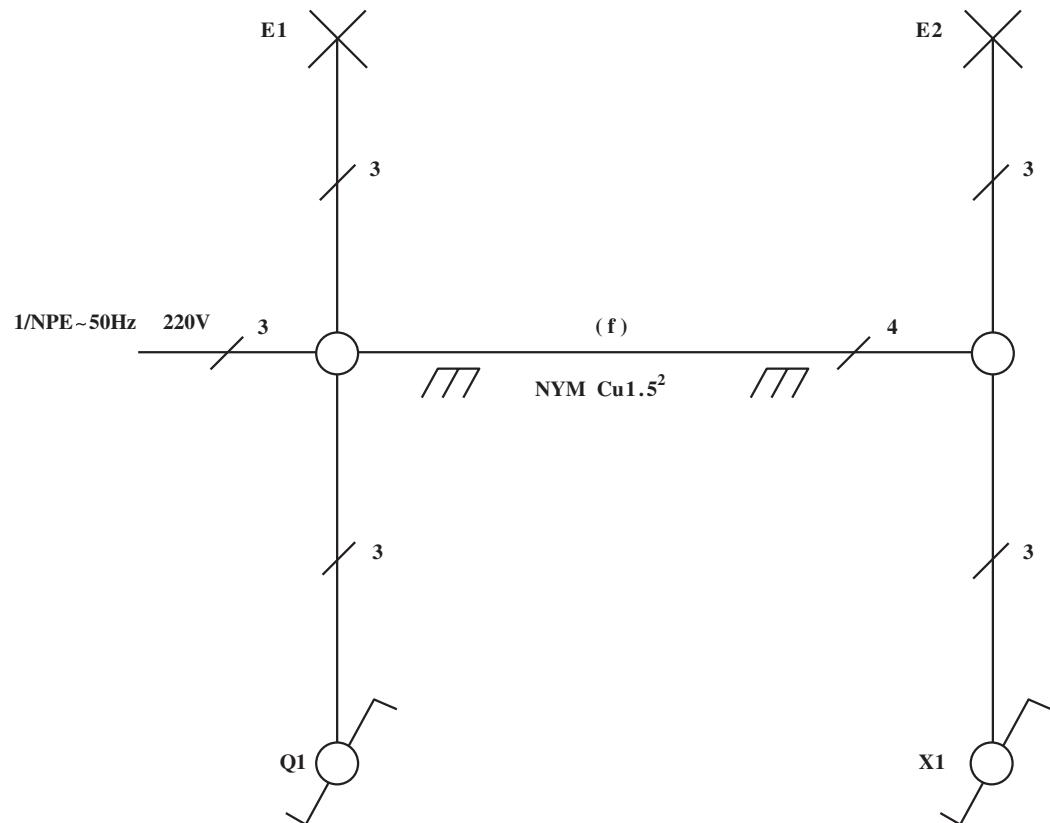
= کلید سری Q_1

= پریز یک فاز ارتدار X_1

و = لامپ رشته‌ای E_2 و E_1

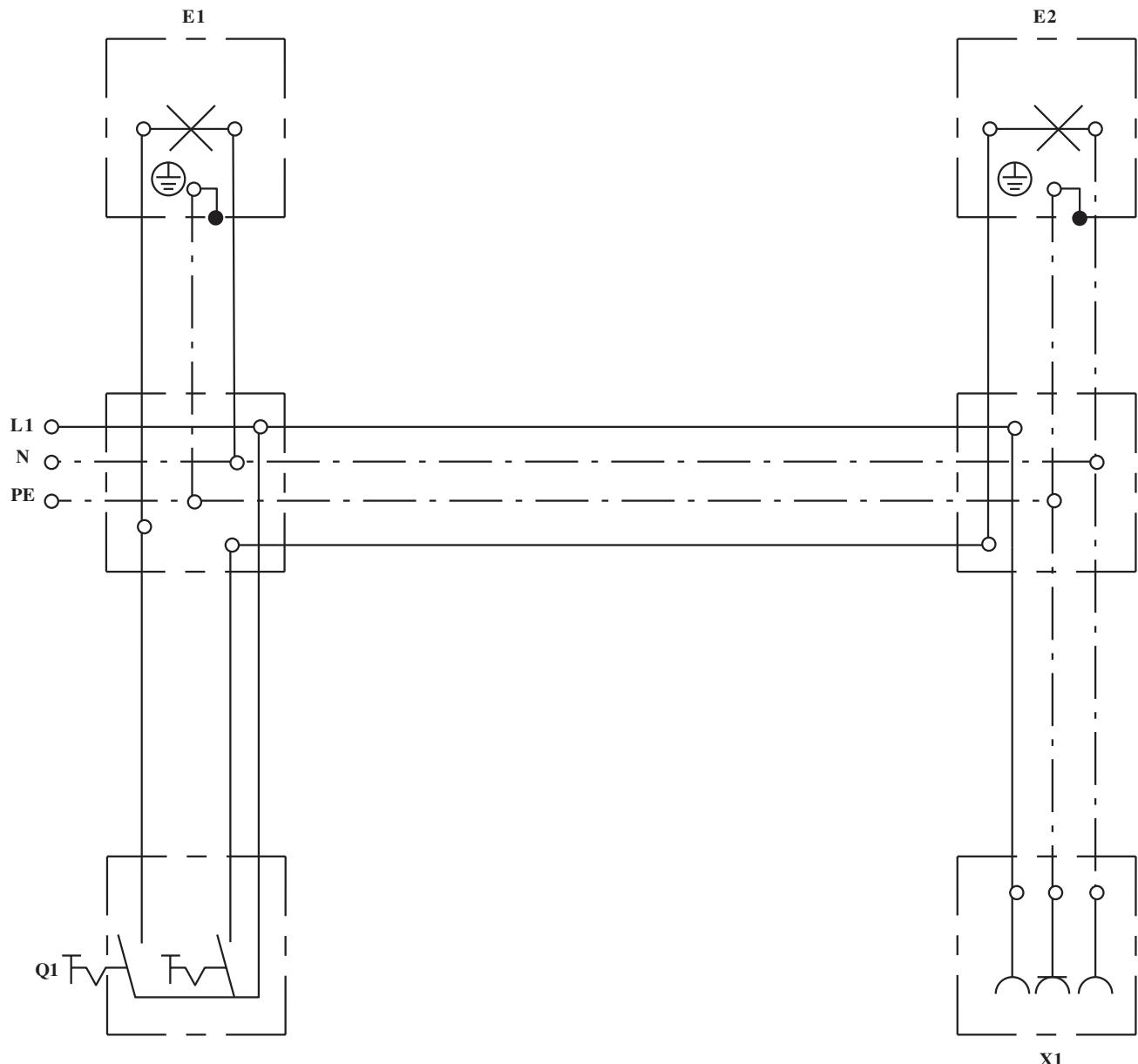
نقشه مسیر جریان

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

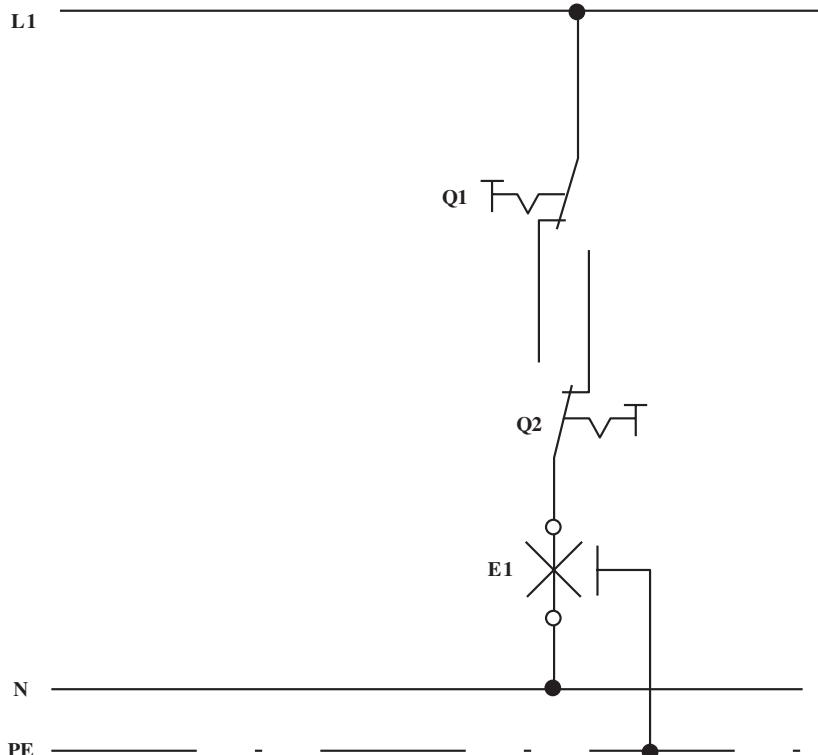


شکل ۶-۲- شمای فنی مدار کلید سری

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



شکل ۷-۲- شمای حقیقی مدار کلید سری با پریز



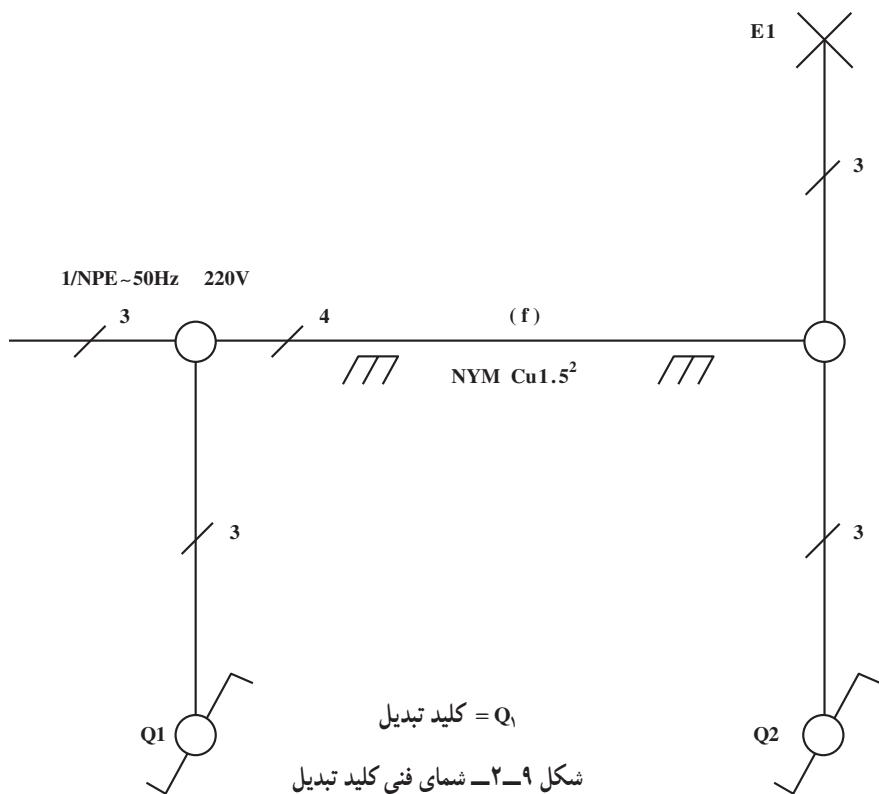
شکل ۲-۸- شمای مسیر جریان کلید تبدیل

۲-۳- نقشه کشی 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 پیچ مشترک یک کلید و دو پیچ‌های غیرمشترک به هم وصل شده و پیچ مشترک کلید تبدیل دیگر به لامپ و طرف دیگر لامپ به نول وصل می‌شود.

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

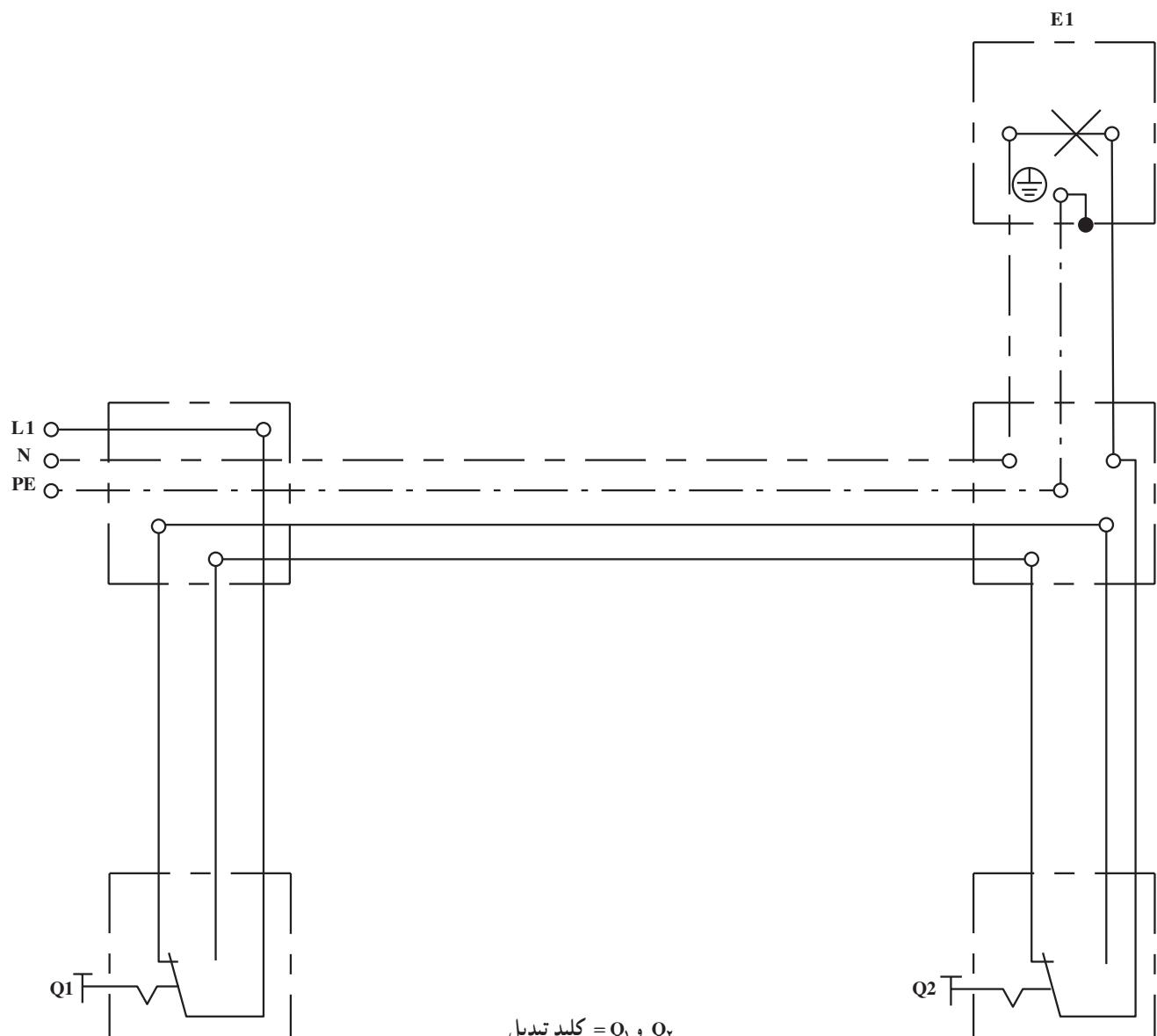
شکل ۲-۹ نقشه‌ی فنی (تک سیمه) کلید تبدیل همراه یک لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹- شمای فنی کلید تبدیل

کلید تبدیل = Q₁

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



شکل ۲-۱۰- شمای حقیقی مدار کلید تبدیل

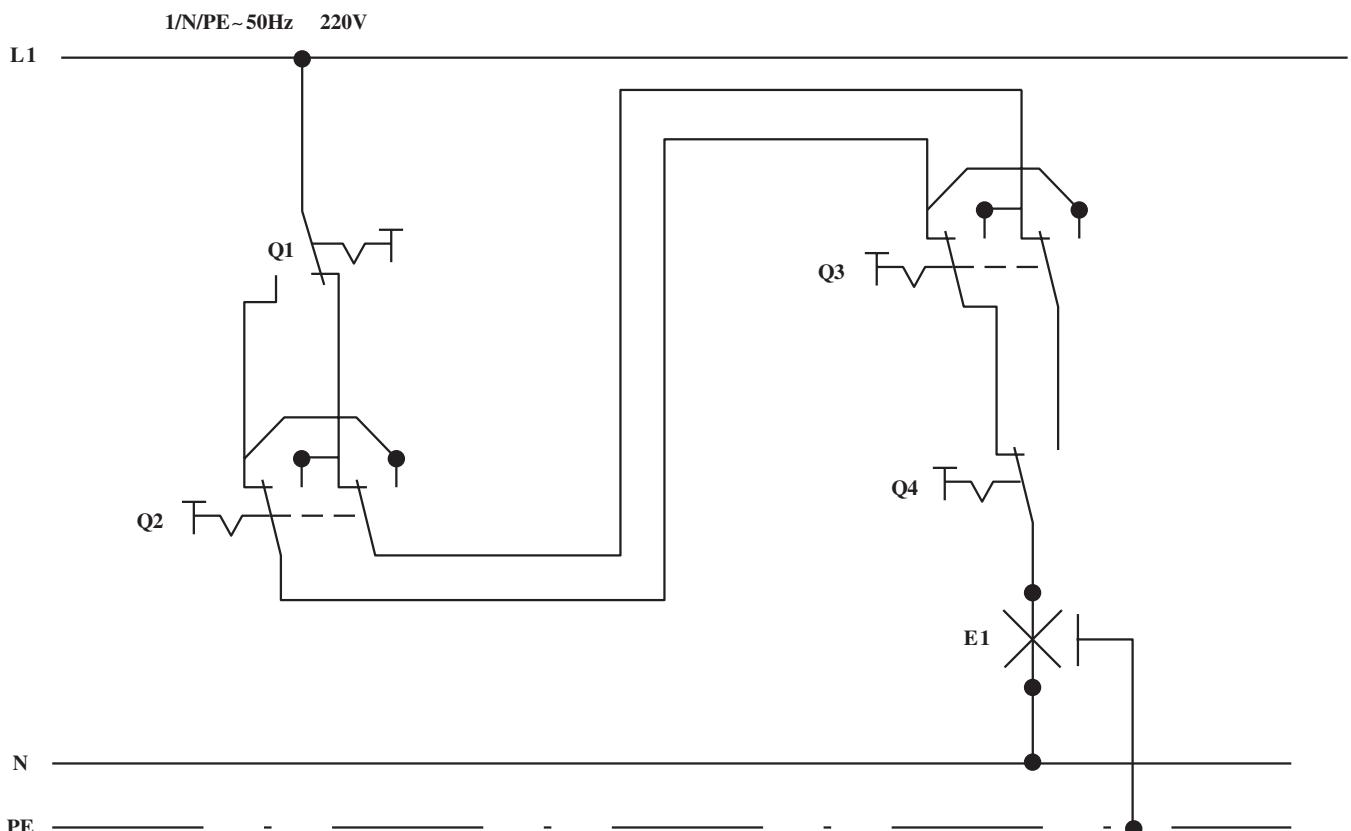
Q_1 و Q_2 = کلید تبدیل

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

شکل ۲-۱۱ نقشه‌ی مسیر را نشان می‌دهد.

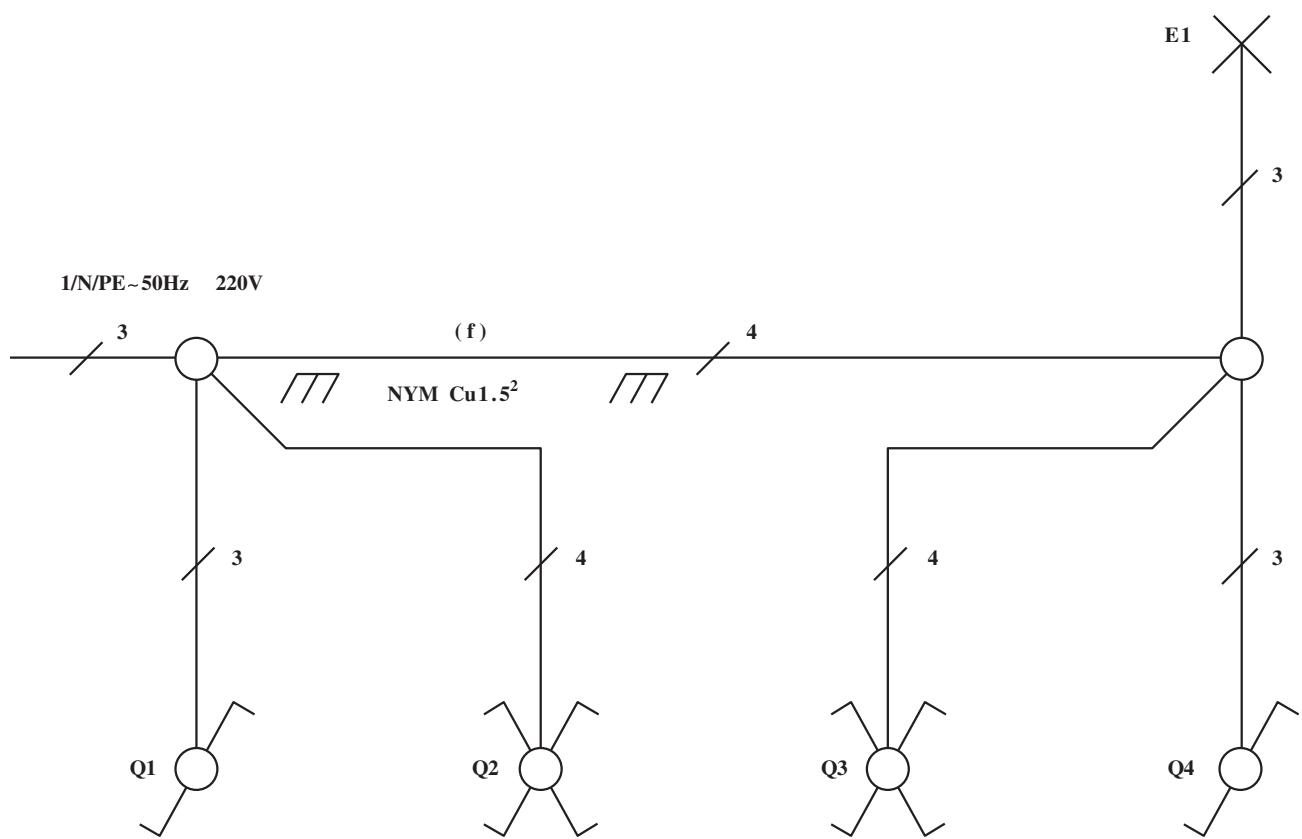
۲-۳-۲- نقشه‌کشی مدار روشنایی کلید صلیبی
همراه کلید تبدیل با یک لامپ : برای کنترل یک لامپ (روشن و خاموش کردن یک لامپ) از سه نقطه یا بیشتر، از کلیدهای صلیبی و کلیدهای تبدیل استفاده می‌شود؛ بدین ترتیب که دو کلید تبدیل در ابتدا و انتهای مدار و کلیدهای صلیبی در وسط آنها قرار می‌گیرد. اگر کنترل یک لامپ از 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 انتهایها استفاده می‌شود و بقیه کلیدها از نوع صلیبی و در وسط کلیدهای تبدیل قرار می‌گیرند.

شکل ۲-۱۱ نقشه‌ی گستردگی کلیدهای صلیبی و تبدیل با



شکل ۲-۱۱- شماتیک مسیر جریان مدار کلید صلیبی

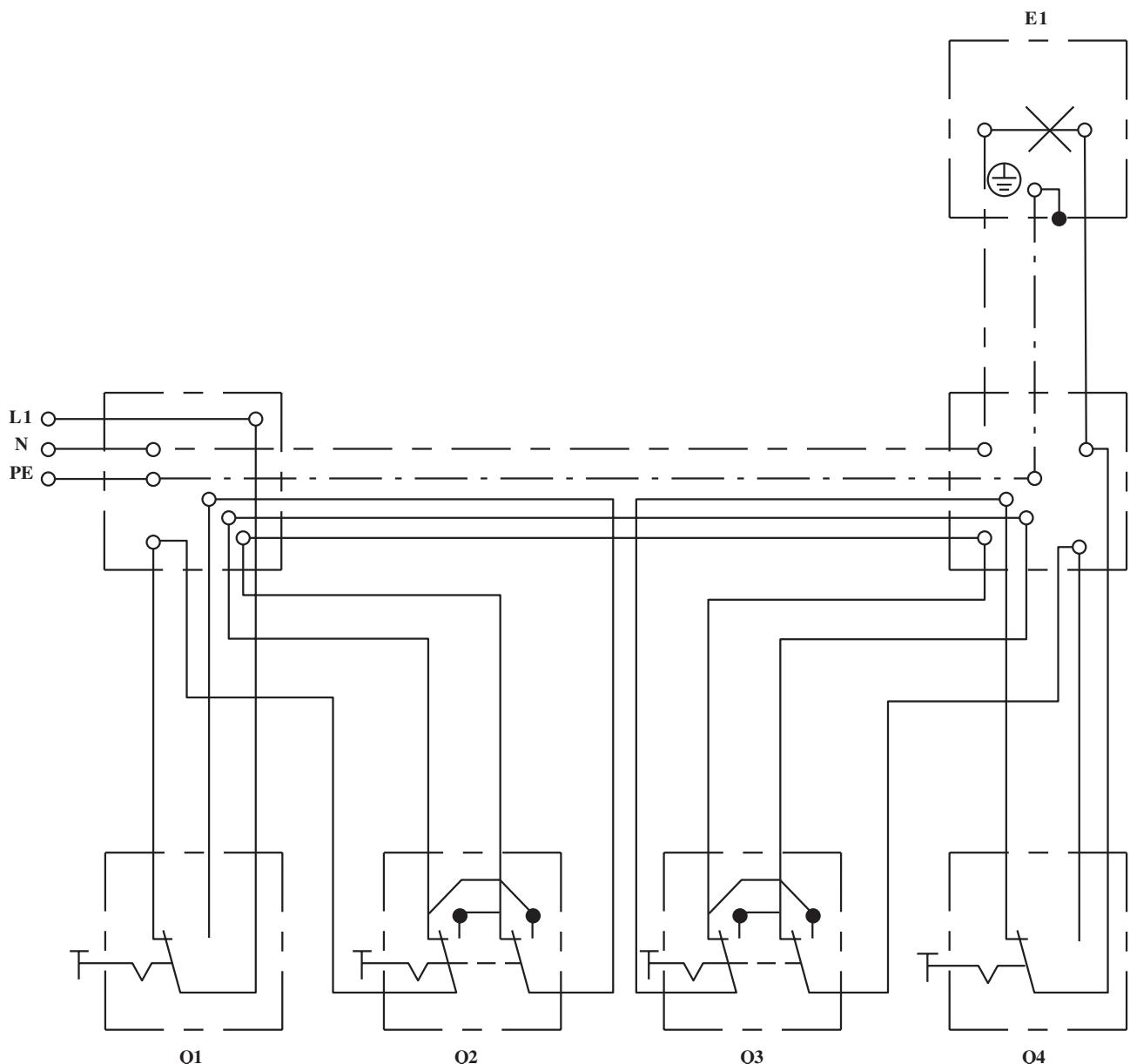
شکل ۲-۱۲ نقشه‌ی فنی یا تأسیساتی کلید صلیبی و تبدیل
کنترل از چهار نقطه را نشان می‌دهد.



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

شکل ۲-۱۲—شمای فنی مدار کلید صلیبی

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



Q_1 و Q_4 = کلیدهای تبدیل

Q_2 و Q_3 = کلیدهای صلیبی

شکل ۲-۱۳- شمای حقیقی مدار کلید صلیبی

۴-۲- علائم اختصاری حفاظت‌ها و حفاظت‌کننده‌های الکتریکی

۴-۲-۱- علائم حفاظت در روی تجهیزات

استاندارد

علامت	شرح	علامت	شرح
	حفظت شده در برابر قطرات آب ، حفاظت در برابر رطوبت زیاد هوا، بخار و قطرات آب		حفظت شده در برابر پاشش آب
	حفظت شده در برابر قطرات مایل آب		حفظت شده در برابر ورود آب بدون فشار
	حفظت شده در برابر ترشح آب		با حفاظ ضد گرد و خاک با حفاظ ضد گرد و غبار، حفاظت كامل در برابر گرد و غبار

شكل ۲-۱۴

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

ذرات خارجی و چکیدن قطرات آب

عدد شناسایی اول	عدد شناسایی دوم	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب	حفاظت در برابر ذرات خارجی
۰	۰	بدون حفاظت	بدون حفاظت
۱	۱	حفاظت در برابر قطرات آب که عمودی فرومی چکد	حفاظت در برابر ذرات بزرگ خارجی $d > 5\text{ mm}$
۲	۲	حفاظت در برابر قطرات آب که مایل فرمی چکد با زاویه ۱۵ درجه	بدون حفاظت در دخول عمده
۳	۳	حفاظت در برابر ترشحات آب تا ۶۰ درجه نسبت به قائم	حفاظت در برابر ذرات متوسط خارجی $d > 12\text{ mm}$
۴	۴	حفاظت در برابر ترشح آب از هر سو	حفاظت در برابر ذرات کوچک خارجی $d > 2/5\text{ mm}$
۵	۵	حفاظت در برابر غوطه ور شدن آب از هر راستا	حفاظت در برابر ذرات خارجی $d > 1\text{ mm}$
۶	۶	حفاظت در برابر فوران شدید آب	حفاظت در برابر گرد و خاک، حفاظت تماسی کامل
۷	۷	حفاظت در برابر غوطه ور شدن آب در شرایط معین فشار و زمان	حفاظت کامل در برابر گرد و غبار
۸	۸	حفاظت در برابر غوطه ور شدن دائمی در آب	

حفاظت بین‌المللی با IP نشان داده می‌شود.

مثال: مفهوم IP45 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.

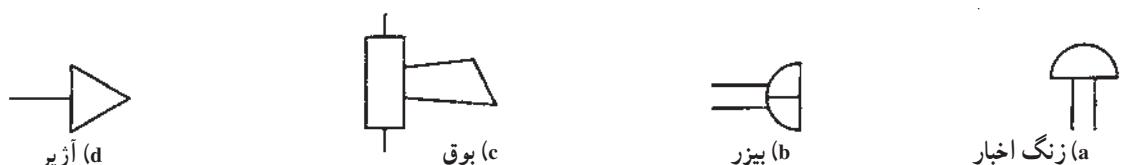
۲-۴-۳- علامت اختصاری روی دستگاه‌های

حفظ‌کننده الکتریکی

علامت	شرح	علامت	شرح
	کلید محافظ موتور سه‌قطبی حرارتی مغناطیسی		فیوز
	رله ولتاژ کم		علامت فیوز کندکار
	رله ولتاژ زیاد		فیوز طرف پهن، سمت شبکه وصل می‌شود
	رله جریان کم		کلید فیوز
	رله جریان زیاد		رله حرارتی
	کلید مینیاتوری سه‌فاز		کنتاکت رله حرارتی
			رله مغناطیسی (کلید محافظ سیم)

شكل ۲-۱۵

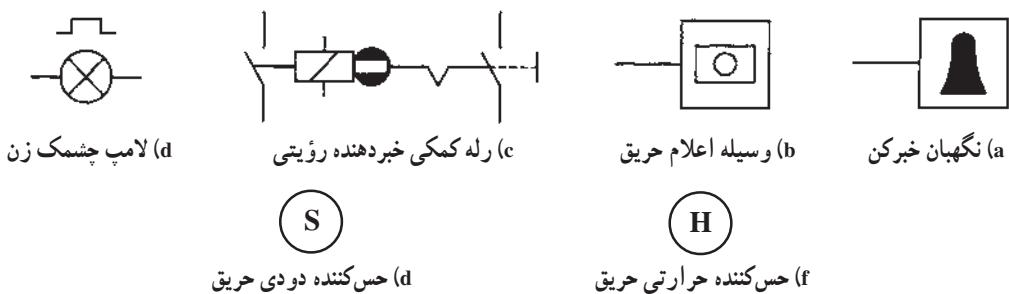
۲-۵-۱- علامت اختصاری دستگاه‌های خبری و صوتی



شكل ۲-۱۶

۲-۵-۲- علائم خبردهنده‌ها و حسکننده‌ها

(دتكتورها)^۱

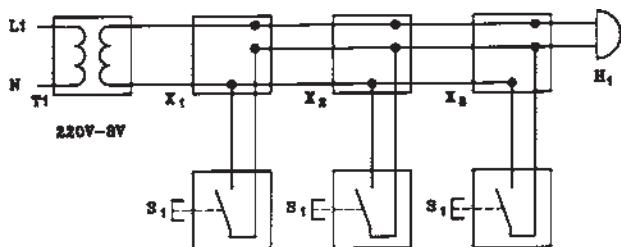


شکل ۲-۱۷

۶-۲- ترسیم انواع نقشه مدارهای خبری و صوتی

۲-۶-۱- مدار زنگ اخبار: شکل ۲-۱۸ نقشه

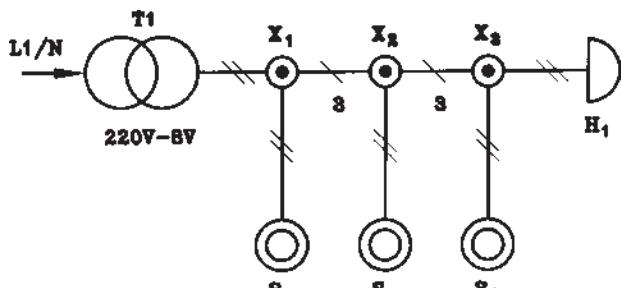
مدار چند سیمه‌ی زنگ اخبار کنترل از سه نقطه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۸- شمای حقیقی مدار زنگ اخبار

۲-۶-۲- مدار تک خطی زنگ اخبار کنترل در سه نقطه

را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۹- شمای فنی مدار زنگ اخبار

S_1, S_2, S_3 = شستی‌های زنگ اخبار
 H_1 = زنگ اخبار
 T_1 = ترانسفورماتور
 X_1, X_2, X_3 = تقسیم‌ها

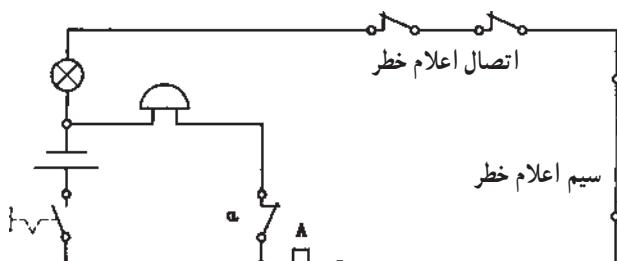
۶-۲-۳- مدار دستگاه اعلام خطر: این دستگاه

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

شکل ۲-۲۰ نمونه‌ای از نقشه‌ی مدار اعلام خطر را نشان می‌دهد. وقتی که هنگام برقراری جریان، شستی وصل است لامپ، روشن می‌شود، بوین A مغناطیسی شده و کنتاکت a را باز می‌کند و مدار زنگ قطع می‌شود.

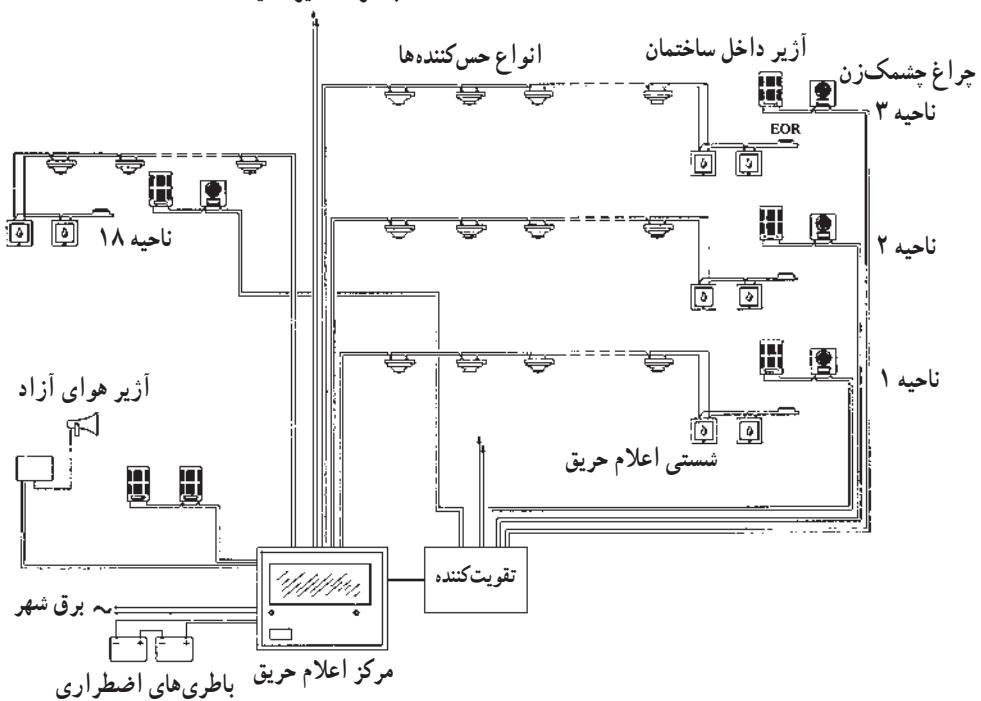
وقتی که کنتاکت‌های اعلام خطر به هر علتی باز می‌شوند لامپ خاموش شده و بوین A مغناطیسی نمی‌شود. در این حالت کنتاکت a به حالت بسته باز می‌گردد و زنگ به صدا درمی‌آید.

شکل ۲-۲۱ نمونه‌ای از سیستم اعلام خطر در ساختمان نشان می‌دهد. در این سیستم اعلام خطر، شستی‌ها و کنتاکت‌های عمل کننده پشت سر هم وصل شده و به مرکز کنترل متصل می‌شوند.



شکل ۲-۲۰

به طرف سایر ناحیه‌ها



شکل ۲-۲۱. شماتیک سیستم اعلام خطر

با عمل کردن شستی‌ها و کنکات‌های 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 حسکنندۀ‌ها
- ۲— چراغ آلام
- ۳— آژیر هوای آزاد
- ۴— آژیر داخل ساختمان
- ۵— مرکز اعلام حریق

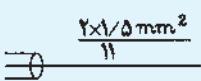
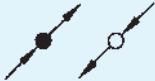
شکل ۲-۲۲— انواع تجهیزات سیستم اعلام حریق

۷-۲- علامت اختصاری منابع تغذیه

علامت	شرح
	۱—پریز ساده
	۲—پریز ساده‌ی سه‌تایی
	۳—پریز ارت‌دار
	۴—پریز با درپوش
	۵—پریز با کلید قفل‌شونده
 3/N/PE	۶—پریز سه‌فاز ۵قطبی
	۷—پریز تلفن
	۸—پریز آنتن
	۹—مقسم ۵ پایانه‌ای (۵ ترمینالی)
	۱۰—تابلوی برق فرعی
	۱۱—تابلوی برق اصلی و نیمه‌اصلی

شكل ۷-۲۳

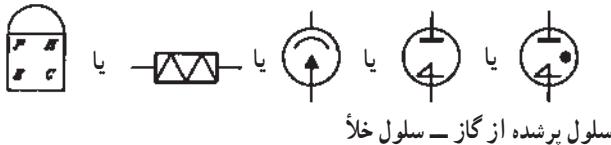
۲-۸ علائم اختصاری سیم‌ها، کابل‌ها، انشعابات، اتصالات و لوله‌کشی

علامت	شرح
_____	مسیر لوله و سیم (با دو سیم)
_____ //	مسیر لوله و سیم، تعداد خطوط مورب نمایانگر تعداد سیم (بیش از دو سیم) در لوله می‌باشد.
	دو رشته سیم با سطح مقطع $1/5 \text{ میلی مترمربع}$ در لوله‌ی شماره ۱۱
_____ → ۸	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 بر عکس
_____	نقطه‌ی انشعاب
_____	تقاطع، بدون اتصال الکتریکی
_____	مسیر لوله‌کشی توکار در سقف، کف یا دیوار
-----	مسیر لوله‌کشی روکار روی سقف، کف یا دیوار
— E —	مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم برق اضطراری
— T —	مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم تلفن

شكل ۲-۲۴

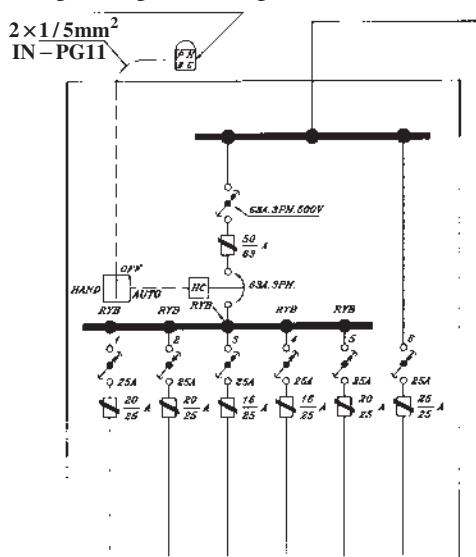
علامت	شرح
———— IF ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اینترفون (تلفن داخلی)
———— N ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم احضار پرستار
———— A ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم آمن
———— C ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم مادر ساعت
———— F ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اعلام و اطفاء حریق
———— S ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم صوتی
———— M ————	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم موسیقی
■ —●	جعبه‌ی انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک راه، نوع روکار
■ —●	جعبه تقسیم، دو راه، نوع روکار
—■—●—	جعبه تقسیم، سه راه، نوع روکار
—■—●—	جعبه تقسیم، چهار راه، نوع روکار
□ —○	جعبه‌ی انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک راه، نوع توکار
□ —○	جعبه تقسیم، دو راه، نوع توکار
—□—○—	جعبه تقسیم، سه راه، نوع توکار
—□—○—	جعبه تقسیم، چهار راه، نوع توکار

بقیه‌ی شکل ۲-۲۴



شکل ۲-۲۵ - انواع علامت نشان دهنده فتوسل

واحد فتوسل در دیوارهای خارجی ایستگاه فرعی نصب می‌شود.

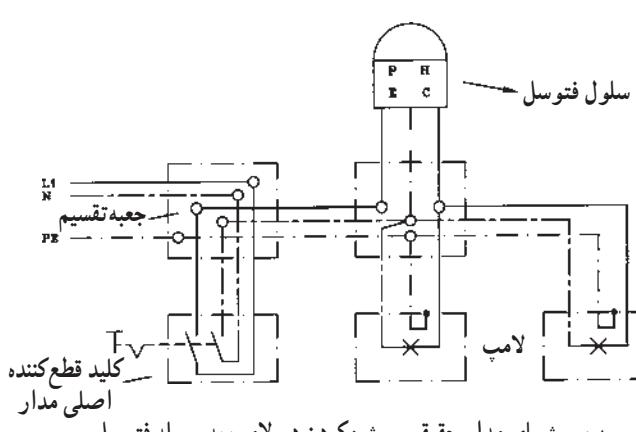


الف - شمای تکخطی یک تابلوی روشنایی مجهز به فتوسل

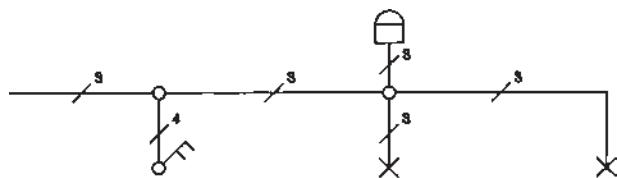
۲-۹ - علامت اختصاری مدار سولول فتوالکتریک
سولول فتوالکتریک یا فتوسل که برای کنترل لامپ‌های معابر به هنگام تاریک و روشن شدن هوا به کار می‌رود دارای علامت اختصاری مطابق شکل ۲-۲۵ است.

۲-۱۰ - نقشه‌ی مدار سولول فتوالکتریک

شکل ۲-۲۶ - الف نمونه‌ای از مدار تابلو فرمان روشنایی محوطه توسط فتوسل را به صورت تکخطی نشان می‌دهد.
کلید AUTO, OFF, HAND به ترتیب 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.



ب - شمای مدار حقيقی روشن کردن دو لامپ به وسیله فتوسل



ج - شمای فنی روشن کردن دو لامپ به وسیله فتوسل

شکل ۲-۲۶

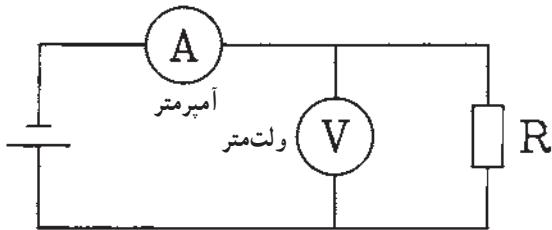
شکل ۲-۲۶ - ب مدار فتوسل را نشان می‌دهد که دو لامپ را به طور اتوماتیک روشن و خاموش می‌کند. ضمن اینکه توسط یک کلید دوقطبی می‌توان مدار فاز و نول را به طور کلی قطع کرد. شمای فنی این مدار در شکل ۲-۲۶-ج آمده است. در مدار شکل ۲-۲۶ کلید اصلی ۶۳ آمپر، سه فاز و ۵۰۰ ولت است. شماره‌ی بالای فیوزها جریان نامی فیوزها و شماره‌ی زیر کسر، جریان نامی پایه‌ی فیوزهای مربوطه می‌باشند.

۱۱-۲- علائم اختصاری دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز

علامت	شرح
	دستگاه الکترودینامیکی بدون هسته
	دستگاه الکترودینامیکی با هسته‌ی آهنی
	دستگاه الکترودینامیکی با قاب صلیبی بدون هسته
	دستگاه الکترودینامیکی با قاب صلیبی با هسته‌ی آهنی بسته
	دستگاه اندوکسیونی
	دستگاه اندوکسیونی نسبت‌سنجد
	دستگاه اندازه‌گیری با سیم حرارتی
	دستگاه اندازه‌گیری بی‌مثال
	دستگاه الکترواستاتیکی
	دستگاه ویراسیونی (نوسانی)
	دستگاه مبدل حرارتی (ترموکوپل) متصل به سیم حرارتی
	دستگاه مبدل حرارتی (ترموکوپل) عایق
	یکسوکننده
	اتصال سیم حفاظتی (اتصال زمین)
	علامت جهت میزان‌کردن صفر دستگاه
	در موقع اندازه‌گیری با این دستگاه دقت شود
	دستگاه با ولتاژ امتحان شده میزان نیست

شكل ۲-۲۷

علامت	شرح
—	جريان مستقيم
~	جريان متناوب
~~	جريان مستقيم و متناوب
☆	با ۵۰ ولت آزمایش شده
☆☆	با ۲۰۰ ولت آزمایش شده
☆☆☆	با هیچ ولتاژی آزمایش نشده
⊥	قرارگیری دستگاه به طور عمودی
⊜	قرارگیری دستگاه به طور افقی
∠ ۶۰°	قرارگیری دستگاه با زاویه ۶۰ درجه
1.5	دقت کلاس برابر است با خطای مطلق دستگاه نسبت به حداقل مقداری که دستگاه می‌سنجد مثلاً ۱/۵٪
□	دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان
○	دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان صلیبی
→	دستگاه با آهنربای گردان
★	دستگاه با آهنربای گردان و حوزه صلیبی
◆	دستگاه با آهن نرم گردان



شکل ۲-۲۸ - قرارگرفتن آمپر متر و ولت متر در مدار

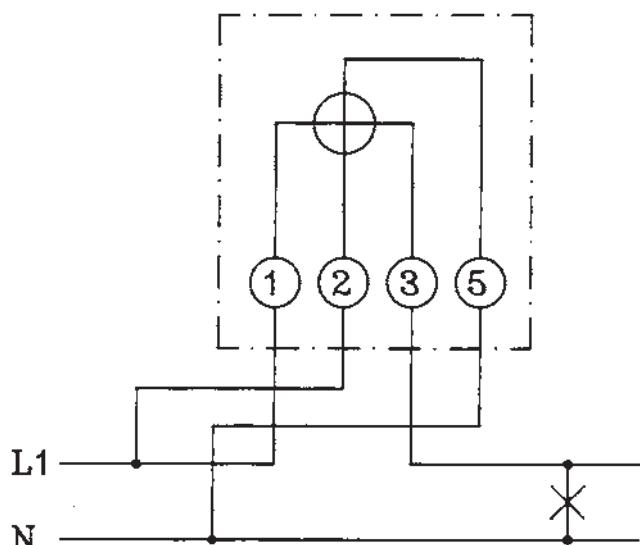
۱۲-۲-۱- نقشه کشی مدارهای دستگاههای اندازه گیری الکتریکی تک فاز و سه فاز

۱۲-۲-۱- نقشه ای 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).

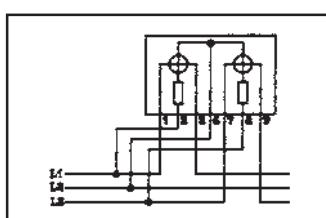
۱۲-۲-۲- مدار وات متر: وات متر وسیله ای است که توان مفید یا اکتیو را اندازه گیری می کند. وات متر تک فاز دارای دو سیم پیچ است. یکی سیم پیچ جریان و دیگری سیم پیچ ولتاژ.

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 ۳) به مصرف کننده وصل می شود. هم چنین یک سر سیم پیچ ولتاژ (شماره ۲) به فاز و سر دیگر آن (شماره ۵) به نول وصل می شود.

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

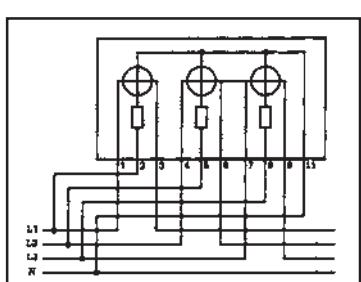


شکل ۲-۲۹ - مدار وات متر تک فاز



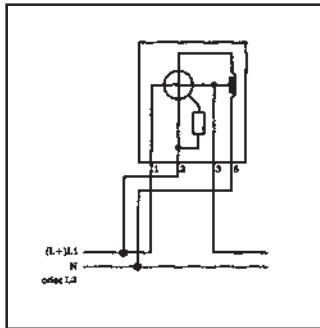
شکل ۲-۳۰ - مدار وات متر سه فاز سه سیمه

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

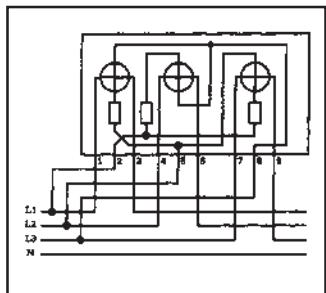
در سه وات متری، در داخل دستگاه از سه وات متر تک فاز استفاده می شود و سیم پیچ های ولتاژ به فاز و نول و سیم پیچ های جریان به طور سری در مسیر هر فاز قرار می گیرند (شکل ۲-۳۱).



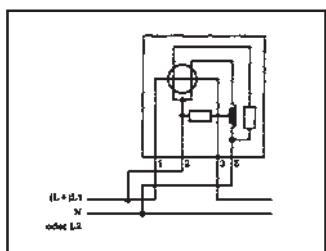
شکل ۲-۳۲- مدار وارمتر یک فاز

۲-۱۲-۳ نقشه‌ی مدار وارمتر: وارمتر توان اکتیو را اندازه‌گیری می‌کند و دارای دو سیم پیچ است. سیم پیچ جریان به طور سری در مسیر فاز و سیم پیچ 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 ۲-۳۲ نقشه‌ی مدار وارمتر یک فاز و شکل ۲-۳۳ نقشه‌ی مدار وارمتر سه‌فاز چهارسیمه (سه وارمتری) را نشان می‌دهد.



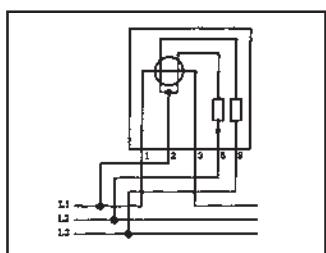
شکل ۲-۳۳- مدار وارمتر سه‌فاز



شکل ۲-۳۴- مدار کسینوس فی‌متر تک‌فاز

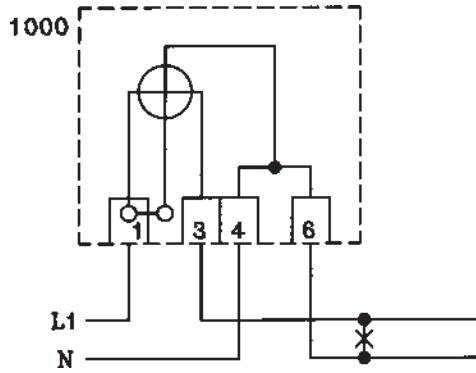
۲-۱۲-۴ مدار کسینوس فی‌متر: کسینوس فی‌متر، ضریب قدرت مدار را اندازه‌گیری می‌کند. شکل ۲-۳۴ کسینوس فی‌متر یک فاز و شکل ۲-۳۵ کسینوس فی‌متر سه‌فاز را نشان می‌دهد. در کسینوس فی‌متر نیز سیم پیچ جریان به طور سری در مسیر فاز و سیم پیچ ولتاژ به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند.

در کسینوس فی‌متر یک فاز، شماره‌های ۱ و ۳، مربوط به سیم پیچ جریان و شماره‌های ۲ و ۵، مربوط به سیم پیچ ولتاژ هستند که با دو مقاومت و یک سیم پیچ در داخل دستگاه به مدار کسینوس فی‌متر وصل شده و به صورت موازی به فاز و نول متصل می‌شوند. در کسینوس فی‌متر سه‌فاز، شماره‌های ۱ و ۳، سیم پیچ جریان و ۲ و ۵ و ۸ سیم پیچ ولتاژ است. ۲. به سر وسط سیم پیچ ولتاژ و ۵ و ۸ توسط دو مقاومت به انتهای دو سر سیم پیچ ولتاژ وصل می‌شوند. شماره‌ی ۲ به فاز L_۱ و ۵ و ۸ به فازهای L_۲ و L_۳ وصل می‌شوند.



شکل ۲-۳۵- کسینوس فی‌متر در مدار سه‌فاز

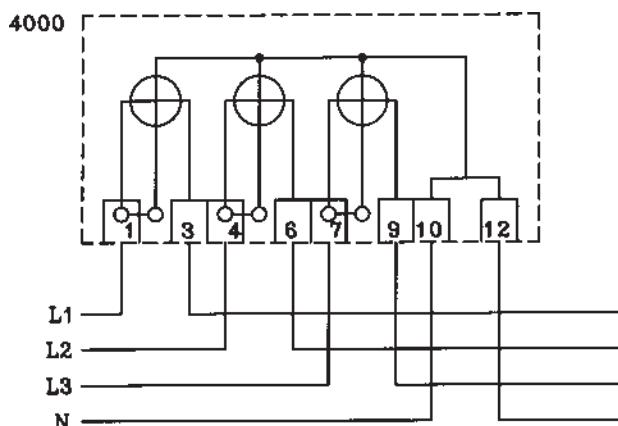
۲-۱۲-۵ نقشه‌ی مدار کنتوراکتیو: کنتوراکتیو، انرژی مصرفی مفید مصرف کننده را اندازه‌گیری می‌کند. کنتوراکتیو یک فاز دارای دو سیم پیچ جریان و ولتاژ



شکل ۲-۳۶—مدار کنتور تک فاز

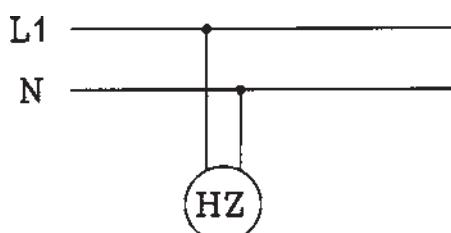
می باشد. سیم پیچ جریان سری در مسیر فاز و سیم پیچ ولتاژ به فاز و نول وصل می شوند.

شکل ۲-۳۶ مدار کنتور یک فاز اکتیو را نشان می دهد. شماره های ۱ و ۴ ورودی و شماره های ۳ و ۶ خروجی است. کنتور اکتیو سه فاز دارای سه سیم پیچ جریان و سه سیم پیچ ولتاژ است. هر کدام از سیم پیچ های جریان در مسیر یک فاز قرار می گیرند و سیم پیچ های ولتاژ به ترتیب به فازها و نول وصل می شوند.



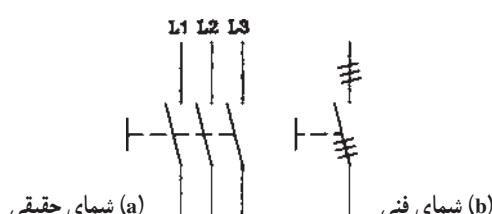
شکل ۲-۳۷—مدار کنتور سه فاز چهارسیمه

شکل ۲-۳۷ مدار کنتور سه فاز اکتیو را نشان می دهد. شماره های ۱ و ۴ و ۷ و ۱۰ ورودی و شماره های ۳ و ۶ و ۹ و ۱۲ خروجی می باشند.



شکل ۲-۳۸—مدار فرکانس متر

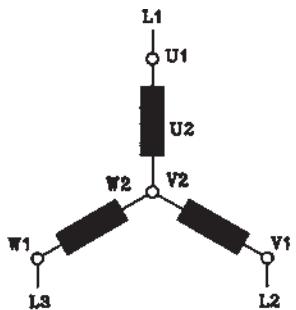
شکل ۲-۱۲—نقشه مدار فرکانس متر: فرکانس متر، به طور موازی به شبکه (فاز و نول) وصل می شود و برای اندازه گیری فرکانس شبکه به کار می رود. شکل ۲-۳۸ اتصال فرکانس متر به شبکه را نشان می دهد.



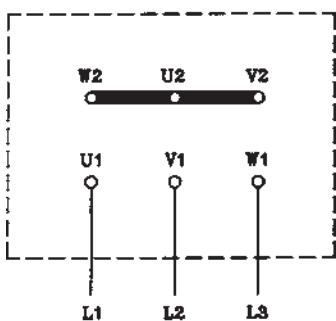
شکل ۲-۳۹—کلید چاقویی سه فاز

شکل ۲-۱۳—علائم اختصاری زنراتور جریان متناوب سه فاز

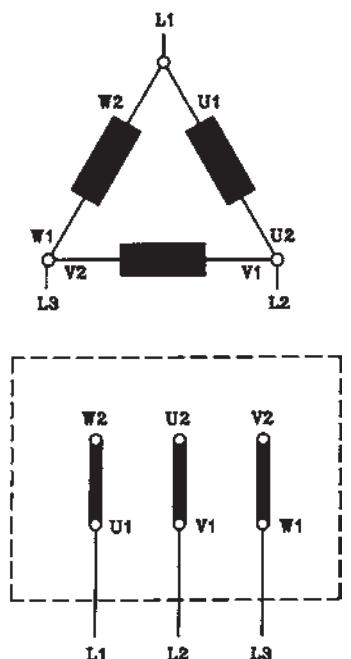
شکل ۲-۱۳—علائم اختصاری کلید قطع سه فاز چاقویی: شکل ۲-۳۹ علامت چندسیمه و تک خطی کلید چاقویی سه فاز را نشان می دهد.



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

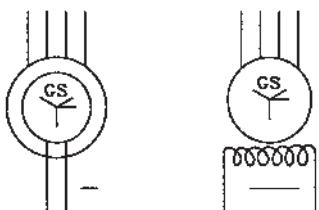


شکل ۲-۴۰- ترمینال‌های موتور با اتصال ستاره



در اتصال ستاره، ته سری کلاف‌های فازها، بهم وصل شده و به سر سری کلاف‌های فازها، سه‌فاز وصل می‌شود. این اتصال در روی پلاک با علامت Y و یا Δ مشخص می‌شود.

شکل ۲-۴۱- ترمینال‌های موتور با اتصال مثلث



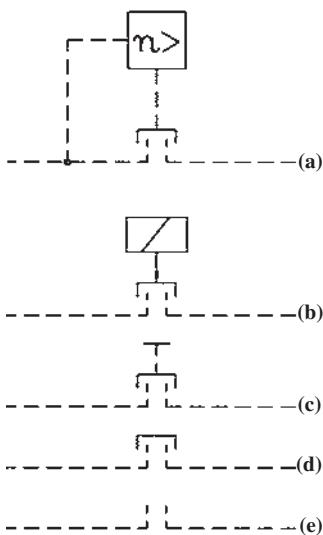
شکل ۲-۴۲- ژنراتور سنکرون سه فاز

در اتصال مثلث ته 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- علامت اختصاری ژنراتور جریان متناوب: شکل ۲-۴۲ علامت اختصاری ژنراتور سنکرون جریان متناوب سه‌فاز، تحریک با جریان مستقیم (سیم وسط بیرون آمده) را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۴۳ علامت اختصاری کوپلینگ موتور ژنراتور

را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۳

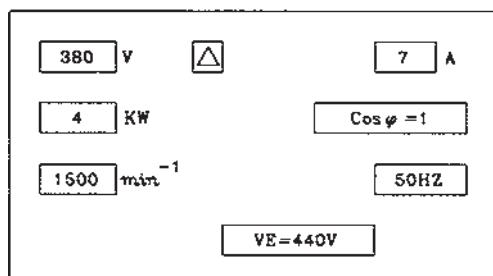
(a) کلاچ کنترل شده با نیروی گریز از مرکز، در تعداد دور بالا درگیر می‌شود.

(b) کوپلاز مکانیکی قطع و وصل بهوسیله مغناطیس

(c) کوپلاز مکانیکی قطع و وصل بهوسیله دست

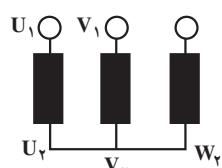
(d) کوپلاز مکانیکی قابل قطع

(e) کوپلاز مکانیکی (بطور کلی)



شکل ۲-۴۴ - پلاک مشخصات ژنراتور سنکرون

شکل ۲-۴۴ پلاک مشخصات یک نمونه از ژنراتور سه فاز سنکرون کوچک را نشان می‌دهد ($V_E = V_{E_0}$ = ولتاژ تحریک). ژنراتور با اتصال مثلث $7A \times 380V$ با ضریب قدرت یک، $4kW$ در دقیقه 1500 دور، ولتاژ تحریک $50Hz$ می‌باشد.



ب - اتصال اختصاری

الف

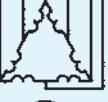
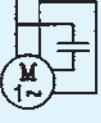
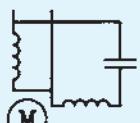
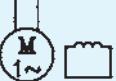
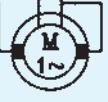
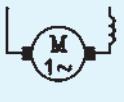
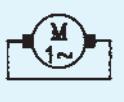
شکل ۲-۴۵

شکل ۲-۱۳-۲ - مدار ژنراتور سه فاز: شکل ۲-۴۵ مدار

ژنراتور سه فاز سنکرون با اتصال ستاره را نشان می‌دهد. دو سر سیم پیچ میدان تحریک می‌باشد.

۱۴-۲- علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی

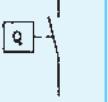
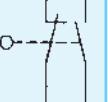
(شکل ۲-۴۶)

علامت	شرح	
نماد مداری I	نماد مداری II	
		موتور با روتور قفسی سه فاز، مدار ستاره Y
		موتور با روتور حلقه لغزان سه فاز، استاتور مثلث Δ
		موتور با روتور قفسی و با تعداد قطب متغیر (مدار دالاندر)
		موتور خازنی
		موتور با قطب مجزا
		موتور سری متناوب (موتور یونیورسال)
		موتور دافعه‌ای رپولسیون

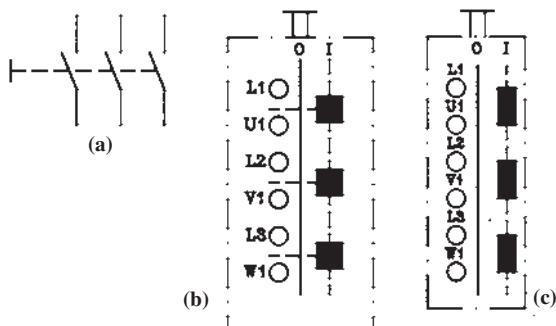
شکل ۲-۴۶

۱۵-۲- علائم اختصاری فلوترسویچ (کلید شناور)،

لیمیت سویچ (کلید حد)، میکروسویچ (شکل ۲-۴۷)

علامت	شرح
	فلوترسویچ، با کنتاکت باز
	لیمیت سویچ (میکروسویچ) با کنتاکت‌های بسته و باز
	میکروسویچ (لیمیت سویچ) با کنتاکت بسته

شکل ۲-۴۷

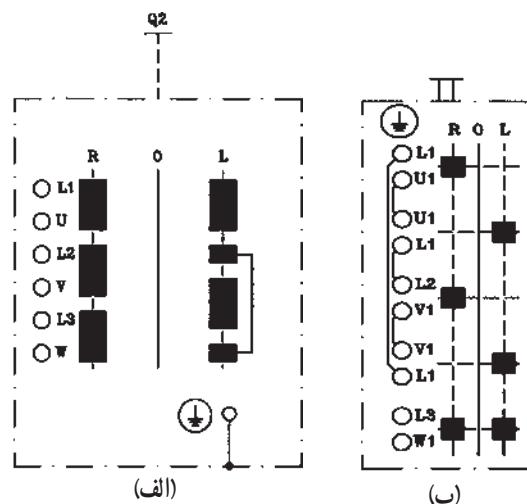


(a) کلید اهرمی سه فاز ساده
 (b) کلید زبانه‌ای سه فاز ساده
 (c) کلید غلطکی سه فاز ساده

شکل ۲-۴۸

۱۶-۲- علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز

شکل ۲-۴۸ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز ساده را نشان می‌دهد.



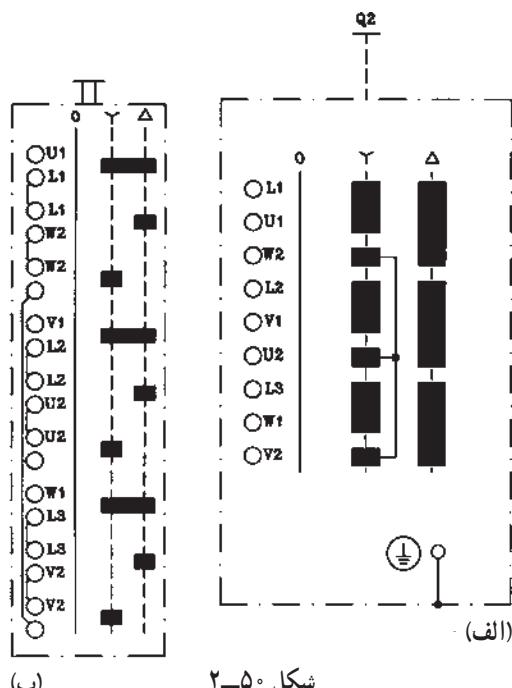
شکل ۲-۴۹

۱۷-۲- الف کلید دستی سه فاز غلطکی چپ گرد و

راست گرد را نشان می‌دهد.

۱۷-۲- ب کلید دستی زبانه‌ای سه فاز چپ گرد و

راست گرد را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۰

۱۸-۲- الف کلید دستی سه فاز غلطکی ستاره

مثلث را نشان می‌دهد.

۱۸-۲- ب کلید دستی سه فاز زبانه‌ای ستاره مثلث

را نشان می‌دهد.

۱۷-۲- نقشهی مدار راهاندازی الکتروموتورهای

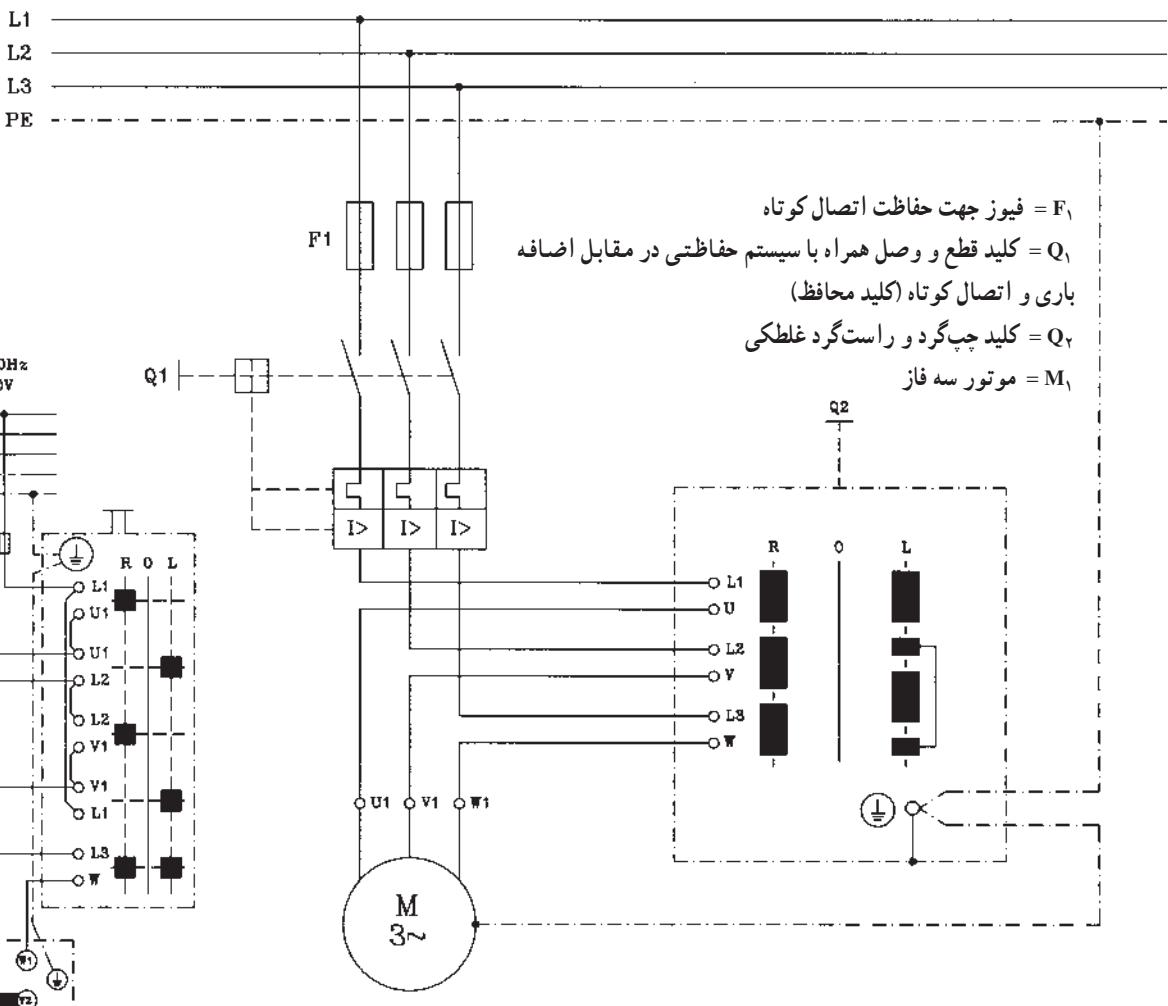
سه فاز توسط کلیدهای دستی

۱۷-۲-۵۱- 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.

۱۷-۲-۵۱- ب نقشهی مدار راهاندازی الکتروموتور

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



الف- مدار کلید غلطکی چپگرد و راستگرد

الف- مدار کلید غلطکی چپگرد و راستگرد

شکل ۲-۵۱

۲-۱۷-۲ - شکل ۵۲-۲ - الف نقشهی مدار

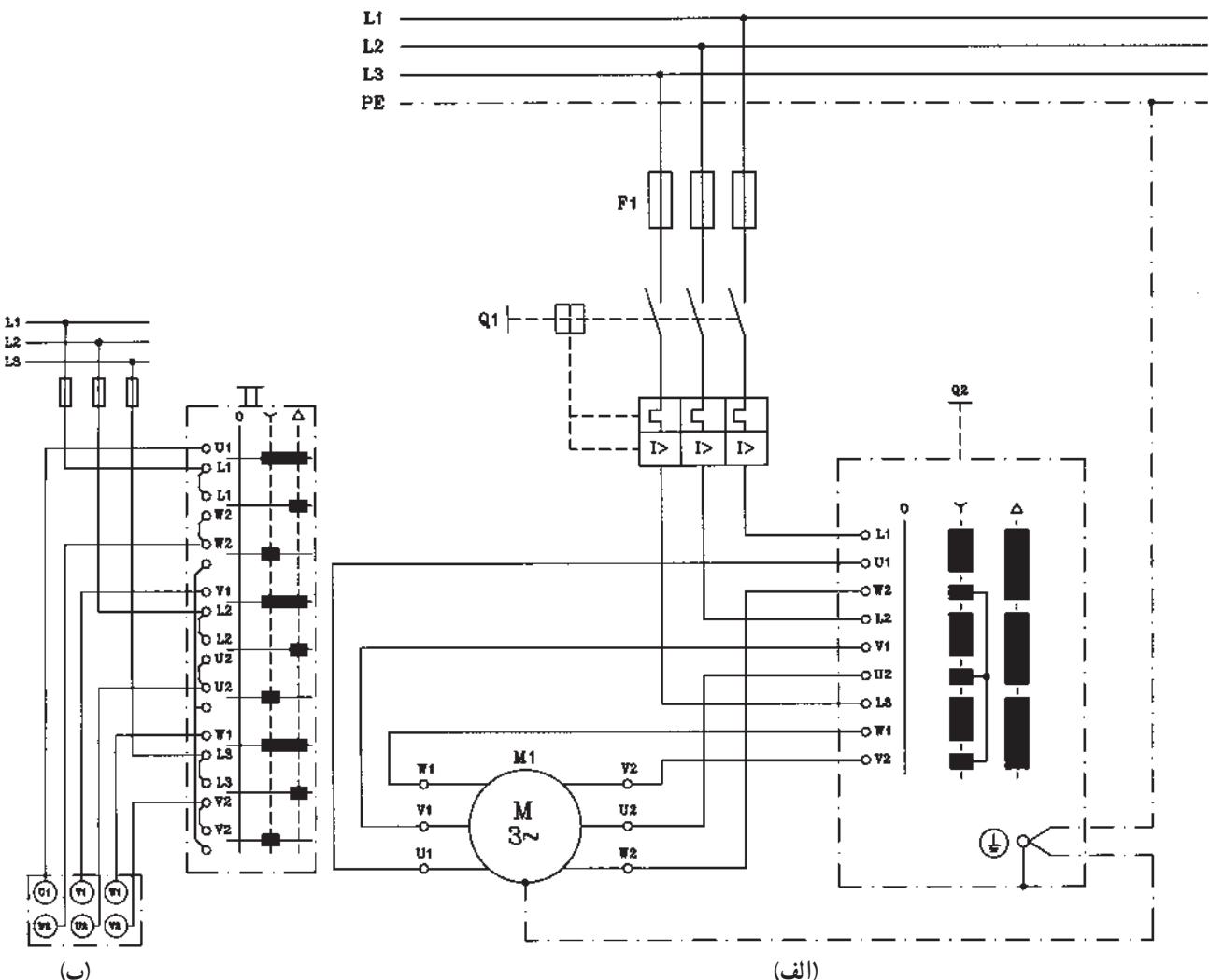
راه اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث توسط

کلید غلطکی دستی سه فاز ستاره - مثلث را نشان می‌دهد. شکل

۲-۵۲-ب نقشهی مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت

ستاره - مثلث توسط کلید دستی زبانه‌ای سه فاز ستاره - مثلث

را نشان می‌دهد.



F_1 = فیوز سه فاز برای حفاظت اتصال کوتاه

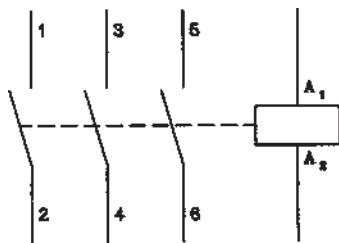
Q_1 = کلید سه فاز اهرمی به همراه محافظ حرارتی جهت حفاظت اضافه

بار و محافظ مغناطیسی جهت حفاظت اتصال کوتاه

Q_2 = کلید ستاره مثلث سه فاز

M_1 = موتور سه فاز [۳۸۰۷/۶۶۰۷ در شبکه‌ی برق ایران]

شکل ۲-۵۲



شکل ۲-۵۳

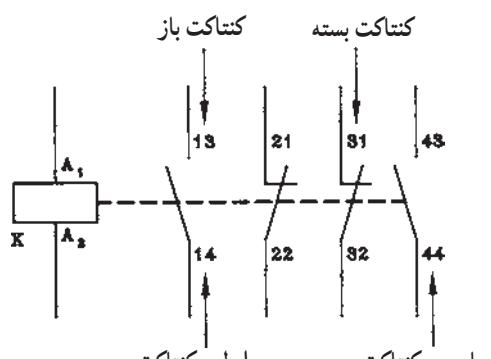
۲-۱۸-۲ علامت اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوپ و استارت

۲-۱۸-۳ شکل ۲-۵۳ علامت اختصاری کنتاکتور

را با کنتاکت‌های اصلی نشان می‌دهد.

دو سر بوبین کنتاکتور و سه تیغه‌ای که با شماره‌های

۱ تا ۶ مشخص شده‌اند کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور می‌باشد.



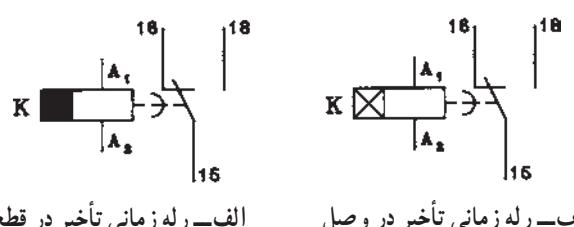
شکل ۲-۵۴

۲-۱۸-۴ شکل ۲-۵۴ علامت اختصاری کنتاکتور

را با کنتاکت‌های کمکی نشان می‌دهد. این کنتاکتور دارای دو

کنتاکت باز (بسته شونده S یا NO) و دو کنتاکت بسته (بازشونده O یا NC) می‌باشد.

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



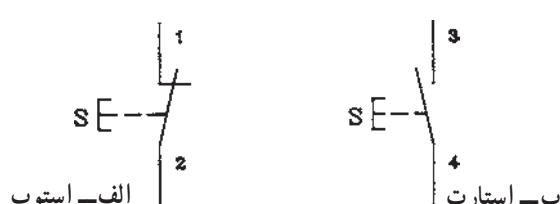
الف - رله زمانی تأخیر در وصل

ب - رله زمانی تأخیر در قطع

شکل ۲-۵۵

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

را نشان می‌دهد.



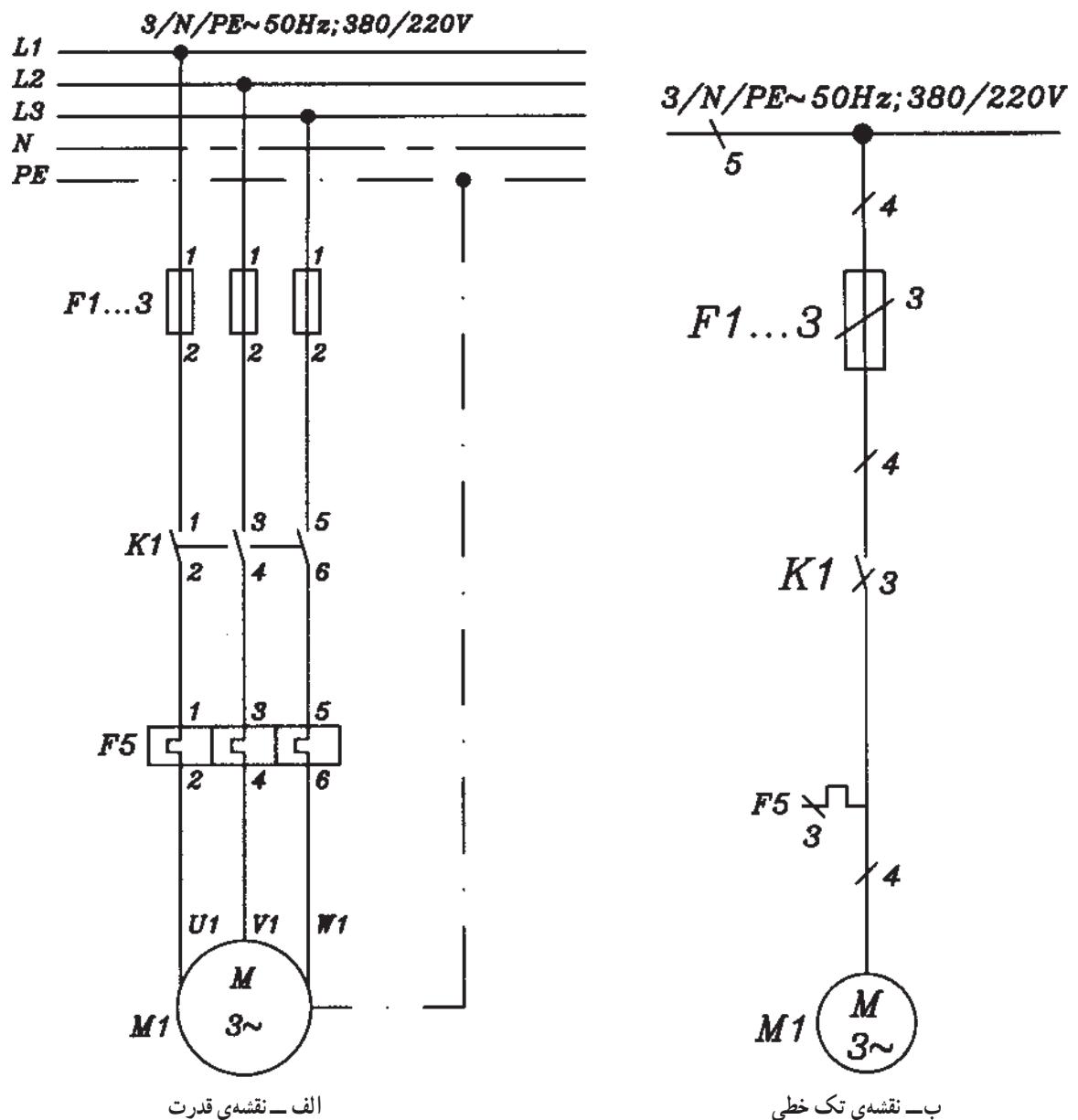
الف - استوپ

شکل ۲-۵۶

۲-۱۸-۴ شکل ۲-۵۶ علامت اختصاری

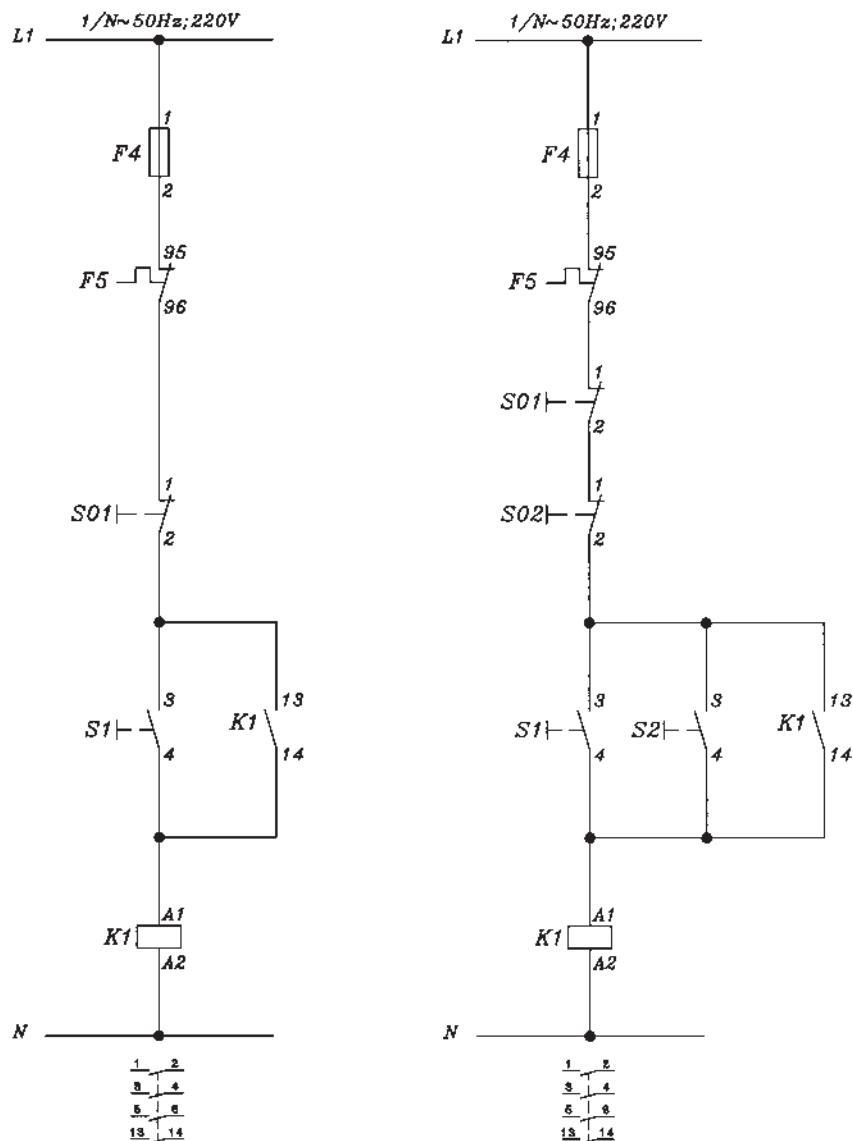
شستی‌های استوپ و استارت را نشان می‌دهد.

۲-۱۹-۱- نقشهی مدار راهاندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت
 ۲-۱۹-۲- مدار راهاندازی الکتروموتور سه فاز کنترل از یک نقطه و دو نقطه: شکل ۲-۵۷ مدار راهاندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.



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

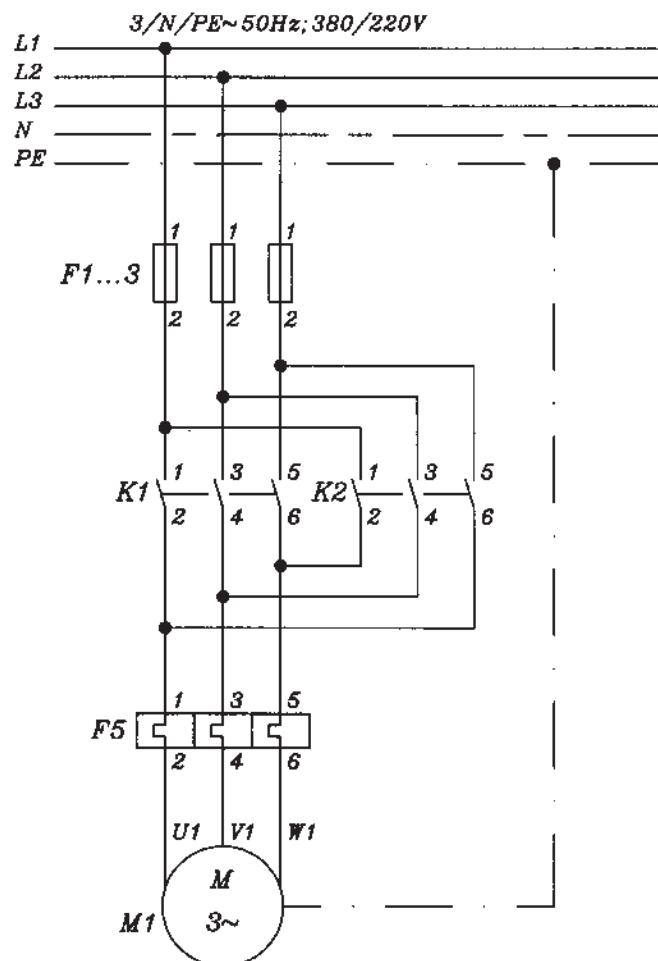
- نقشه‌ی فنی راهاندازی یک الکتروموتور از دو نقطه
- کنترل از یک نقطه (یک استوپ SO1 برای خاموش کردن مدار و یک استارت S1 برای روشن کردن مدار)
- کنترل از دو نقطه (دو استوپ SO1 و SO2 برای خاموش کردن مدار از دو محل و دو استارت S1 و S2 برای روشن کردن مدار از دو محل)



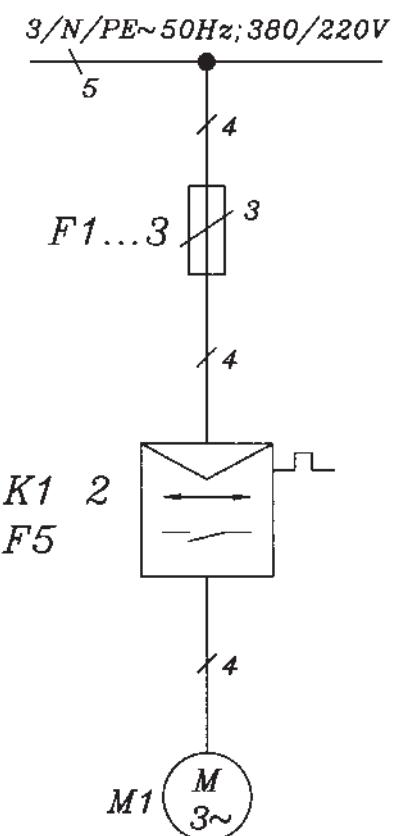
شکل ۲-۵۸

توجه: معمولاً برای نمایش چند عنصر به صورت مجموعه در مدار تک خطی از علامت  استفاده می شود.

۲-۱۹-۲—مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز چپ گرد و راست گرد: شکل ۲-۵۹ ۲ مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد را نشان می دهد.

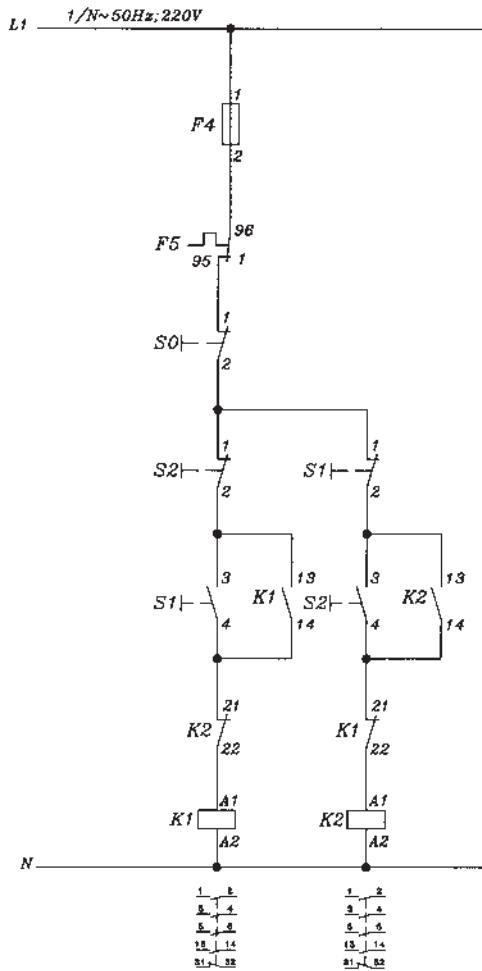


الف—نقشه قدرت



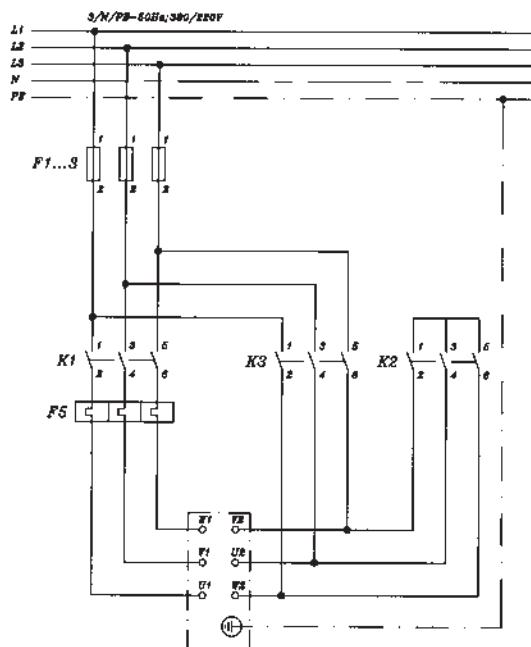
ب—تک سیمه (تک خطی)

۲-۵۹ شکل



شکل ۲_۶۰

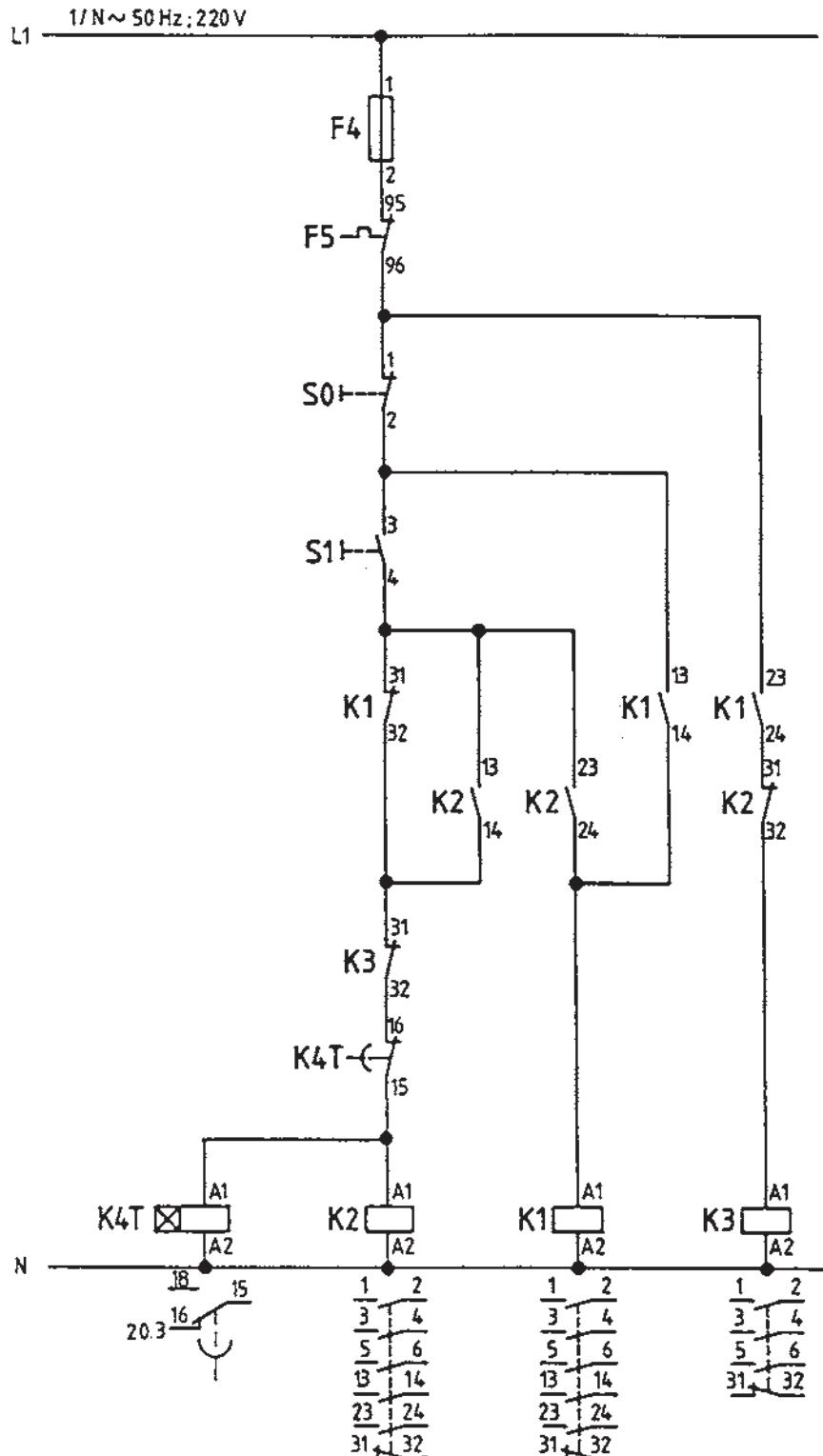
شکل ۲_۶۰ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد با یک استوپ (S₀) و دو استارت استوپ دوبل (S₁ و S₂) حفاظت کامل را نشان می‌دهد.



شکل ۲_۶۱

شکل ۲_۶۱-۳ 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 رله زمانی K₄T تأخیر
در وصل) را نشان می دهد.

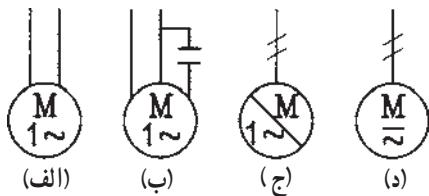


شکل ۲-۶۲

۲۰- علائم اختصاری الکتروموتورهای یک فاز

شکل ۲-۶۳ علائم اختصاری انواع الکتروموتورهای

تک فاز را نشان می‌دهد.



الف - الکتروموتور یک فاز با سیم پیچ راه انداز

ب - الکتروموتور یک فاز خازنی

ج - الکتروموتور یک فاز ریولوسیونی

د - الکتروموتور اونیورسال

شکل ۲-۶۳

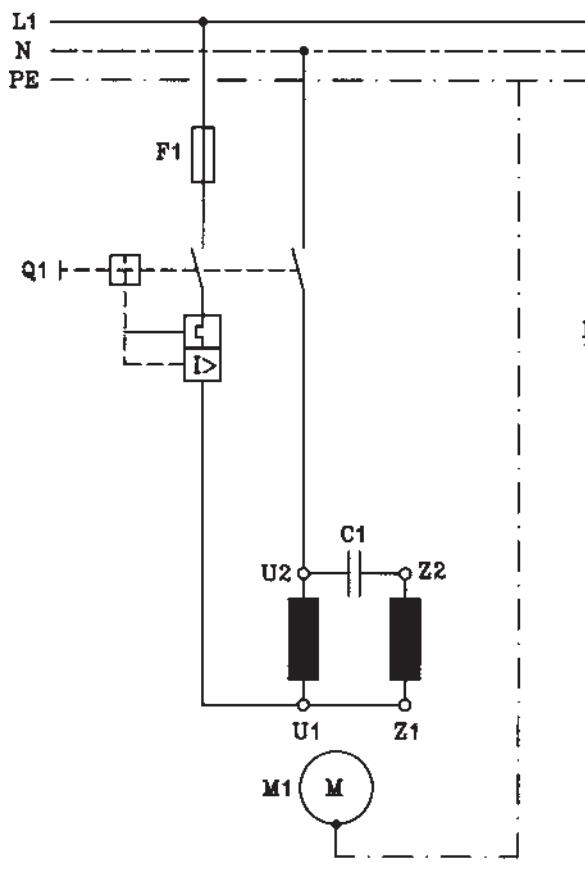
۲۱- مدار راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز

توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور

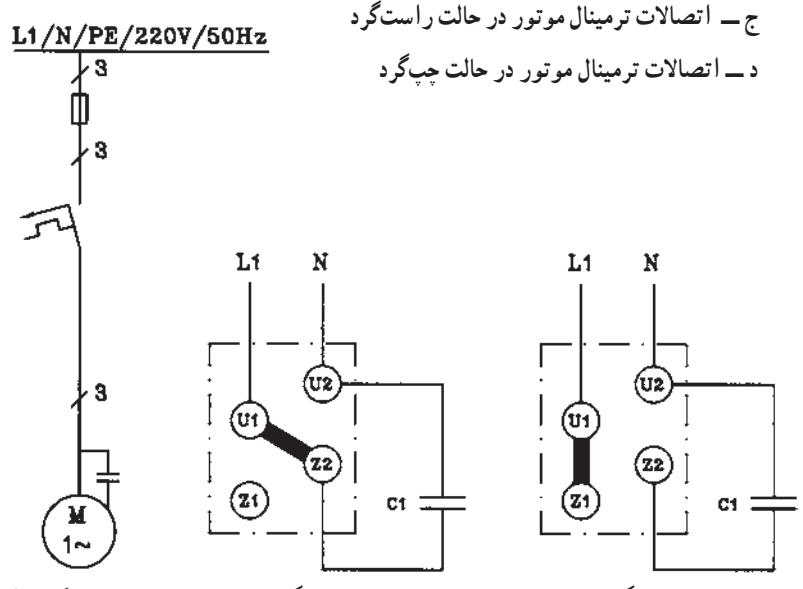
۲۱-۱ شکل ۲-۶۴ مدار راه اندازی الکتروموتور

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

می‌دهد.



الف - شمای حقیقی



الف - نقشه‌ی مدار اتصال

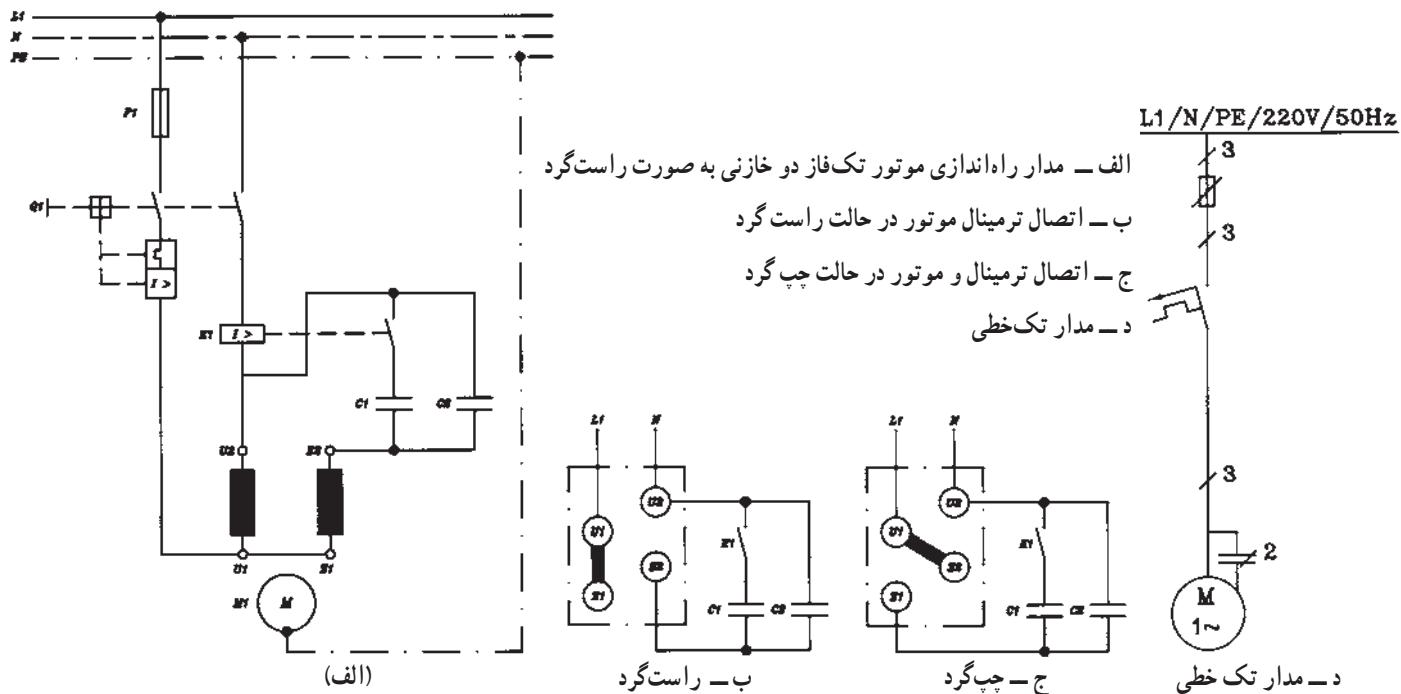
ب - شمای تک خطی

ج - اتصالات ترمینال موتور در حالت راستگرد

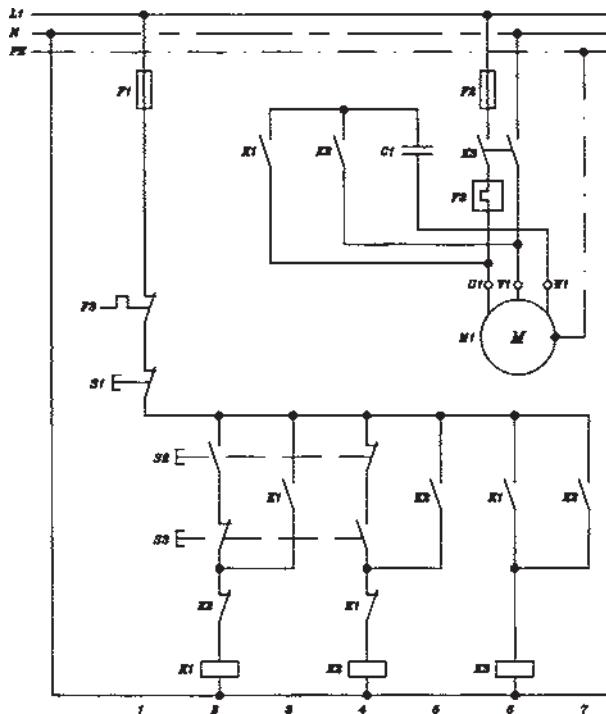
د - اتصالات ترمینال موتور در حالت چپگرد

شکل ۲-۶۴

۲-۶۵- شکل ۲-۶۵ نقشه‌ی مدار راهاندازی الکتروموتور تک فاز دو خازنی (خازن راهانداز و خازن دائم در مدار C_1 و C_2) به طریق دستی را نشان می‌هد.



۲-۶۵



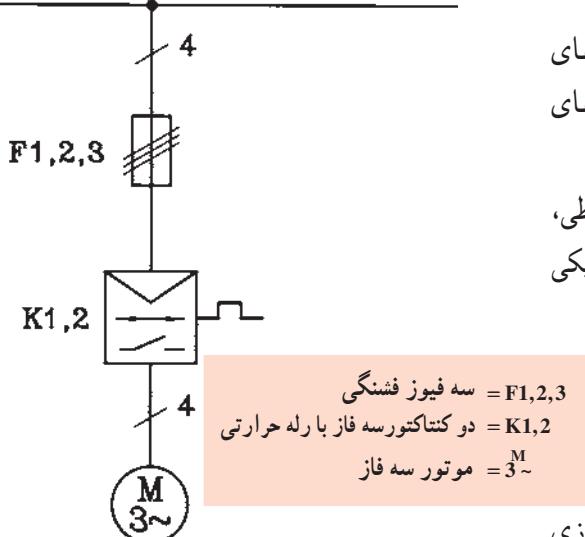
۲-۶۶- شکل ۲-۶۶ مدار راهاندازی الکتروموتور سه‌فاز تک فاز شده توسط خازن و کنتاکتورهای K_1 و K_2 به طریق چپ گرد و راست گرد با استفاده از رله حرارتی (F_3)، استوپ (S_1) و استارت‌های دوبل (S_3 و S_4) را نشان می‌دهد.

۲-۶۶

۲-۲۲- نقشه‌های راهاندازی موتورها به وسیله کنتاکتورها

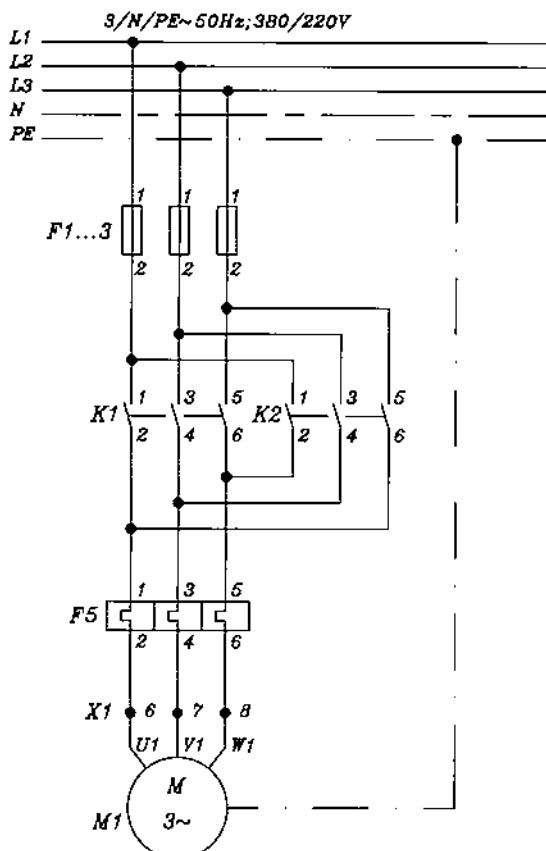
در این بخش نقشه‌های تک خطی و گسترده و نقشه‌های مسیر جریان، ترمینال‌ها، اتصالات خارجی، مونتاژ و جدول‌های علائم مربوطه ارائه می‌شود.

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



شکل ۲-۶۷- نقشه‌ی تک خطی

شکل ۲-۶۷ نقشه‌ی مدار تک خطی راهاندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور و همراه با رله‌ی حرارتی را نشان می‌دهد. از این نقشه معمولاً برای تهیه‌ی تجهیزات استفاده می‌شود.



شکل ۲-۶۸- مدار قدرت راهاندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

۲- ۲- ۲- نقشه‌ی 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 شماره‌های اختصاصی می‌یابد. هر مسیر نیز با شماره‌های مانند ۱ و ۲ و ۳ و ... مشخص می‌شود.

شکل ۲-۶۸ نقشه مسیر جریان مدار قدرت راهاندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور همراه با رله حرارتی را نشان می‌دهد.

مسیر ۱ نشان‌دهنده‌ی سیم‌های شبکه ورودی بوده و مسیر ۲ و ۳ مسیرهای تغذیه‌ی مصرف کننده را نشان می‌دهند. از نقشه‌های مسیر جریان بیشتر برای عیب‌یابی و تعمیر مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

نقشه‌ی گستردہ یا مسیر جریان مدار فرمان بدین ترتیب است که فاز و نول و یا دو فاز (بستگی به ولتاژ بوبین‌های کنکاتورها و رله دارد که 220 ولت باشند یا 380 ولت) در دو طرف عناصر مدار رسم، و وسائل الکتریکی بین آن‌ها واقع می‌شوند (شکل ۲-۶۹). در نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان، در زیر مسیر کنکاتورها و رله‌ها جدولی درج می‌شود که نشان دهنده تعداد کنکاتورهای اصلی (قدرت) و فرعی (فرمان) باز و بسته و همچنین معرفی این کنکاتورها در شماره مسیرهای مختلف می‌باشد (شکل ۲-۶۹). حروف به کار رفته در جدول عبارتند از:

مثالاً جدول		
۴	در روپرو کنکاتور K_1 در	
H	S	Ö
۲	۵	۶
۲	۸	۱۰
۲		

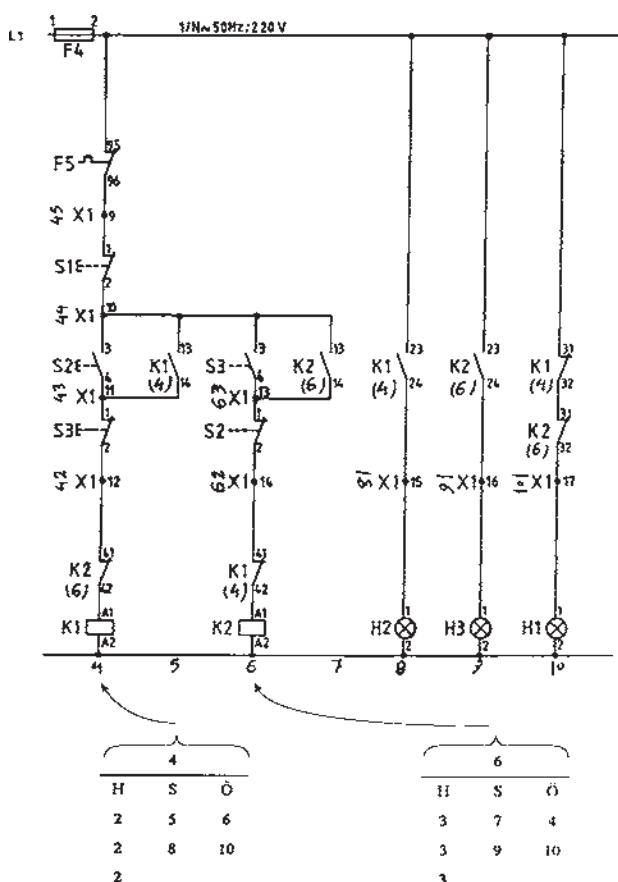
مسیر جریان ۴ (شکل ۲-۶۹) در مدار فرمان، نشان دهنده‌ی این است که سه کنکاتور اصلی در مسیر ۲ و دو کنکاتور بسته‌شونده‌ی (باز) این کنکاتور در مسیرهای ۵ و ۸ و دو کنکاتور بازشونده‌ی (بسته) این کنکاتور در مسیرهای ۶ و ۱۰ قرار دارند.

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

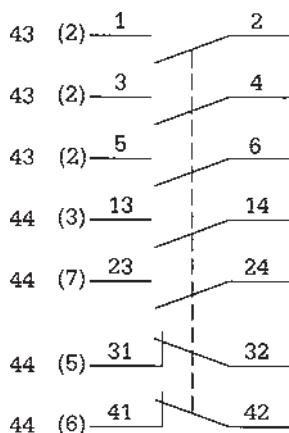
در زیر کنکاتورهای باز و بسته‌ی کنکاتورها و رله‌ها در مدار فرمان، عدد مسیر جریان بوبین آن کنکاتور و یا رله در داخل پرانتز نوشته می‌شود. مثلاً عدد (۴) زیر کنکاتور باز کنکاتور K_1 نشان می‌دهد که بوبین کنکاتور K_1 در مسیر ۴ می‌باشد. سیم‌هایی که به ترمینال موجود در تابلو وصل می‌شوند و توسط کنکاتورها، سیم‌پیچ‌ها، مقاومت‌ها، ... در داخل تابلو فرمان قطع شدگی ندارند را با یک عدد مشخص می‌کنند. این عدد از شماره 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 کنکاتورهای باز و بسته‌ی هر کنکاتور و یا هر رله، در زیر بوبین کنکاتورها و رله‌ها در مدار فرمان، رسم و شماره‌های



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



شکل ۲-۷۰.

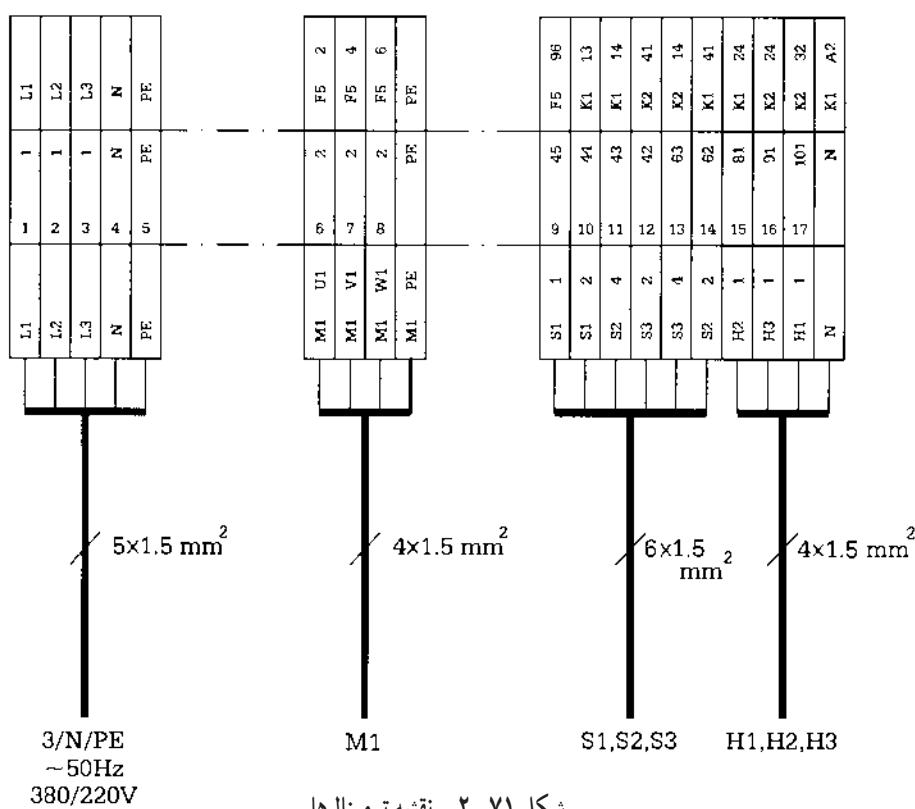
مربوطه روی آنها نوشته می‌شود. در سمت چپ کنکات‌های رسم شده، شماره‌ی مسیر جریان و در سمت چپ شماره‌ی مسیر جریان، شماره‌ی صفحه‌ای که نقشه روی آن رسم شده نوشته می‌شود (شکل ۲-۷۰).

مثلاً در شکل ۲-۷۰ سه کنکات اصلی (۱) ۲-۳ و (۴) ۵-۶ در مسیر شماره‌ی ۲ و در صفحه‌ی ۴۳ و کنکات باز ۱۳ و ۱۴ در مسیر شماره‌ی ۳ در صفحه‌ی ۴۴، کنکات باز ۲۳ و ۲۴ در مسیر شماره‌ی ۷ در صفحه‌ی ۴۴، کنکات بسته‌ی ۲۱ و ۳۲ در مسیر شماره‌ی ۵ در صفحه‌ی ۴۴ و کنکات بسته‌ی ۴۱ و ۴۲ در مسیر شماره‌ی ۶ در صفحه‌ی ۴۴ رسم شده‌اند.

۲-۲۲-۳- 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 می‌کند (شکل ۲-۷۱).

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



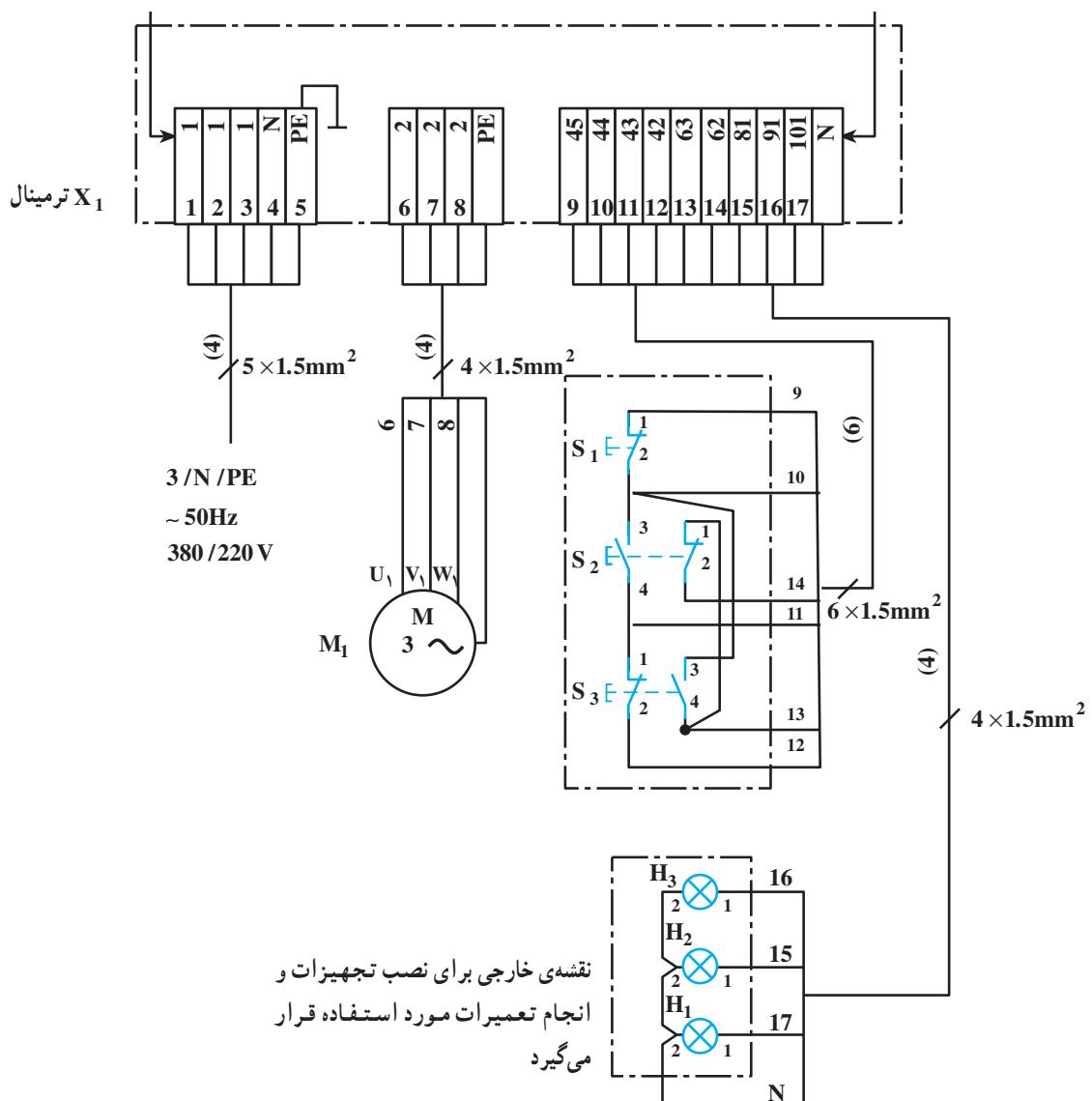
شکل ۲-۷۱- نقشه ترمینال‌ها

۲-۲۲- نقشهی اتصالات خارجی و موئاذن: 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 پرانتز به طور عمودی روی دسته‌ی سیم می‌نویسند. همچنان در ابتدا و انتهای دسته‌ی سیم، شماره‌ی تک‌تک سیم‌ها را مشخص می‌کنند (شکل ۷۲-۲).

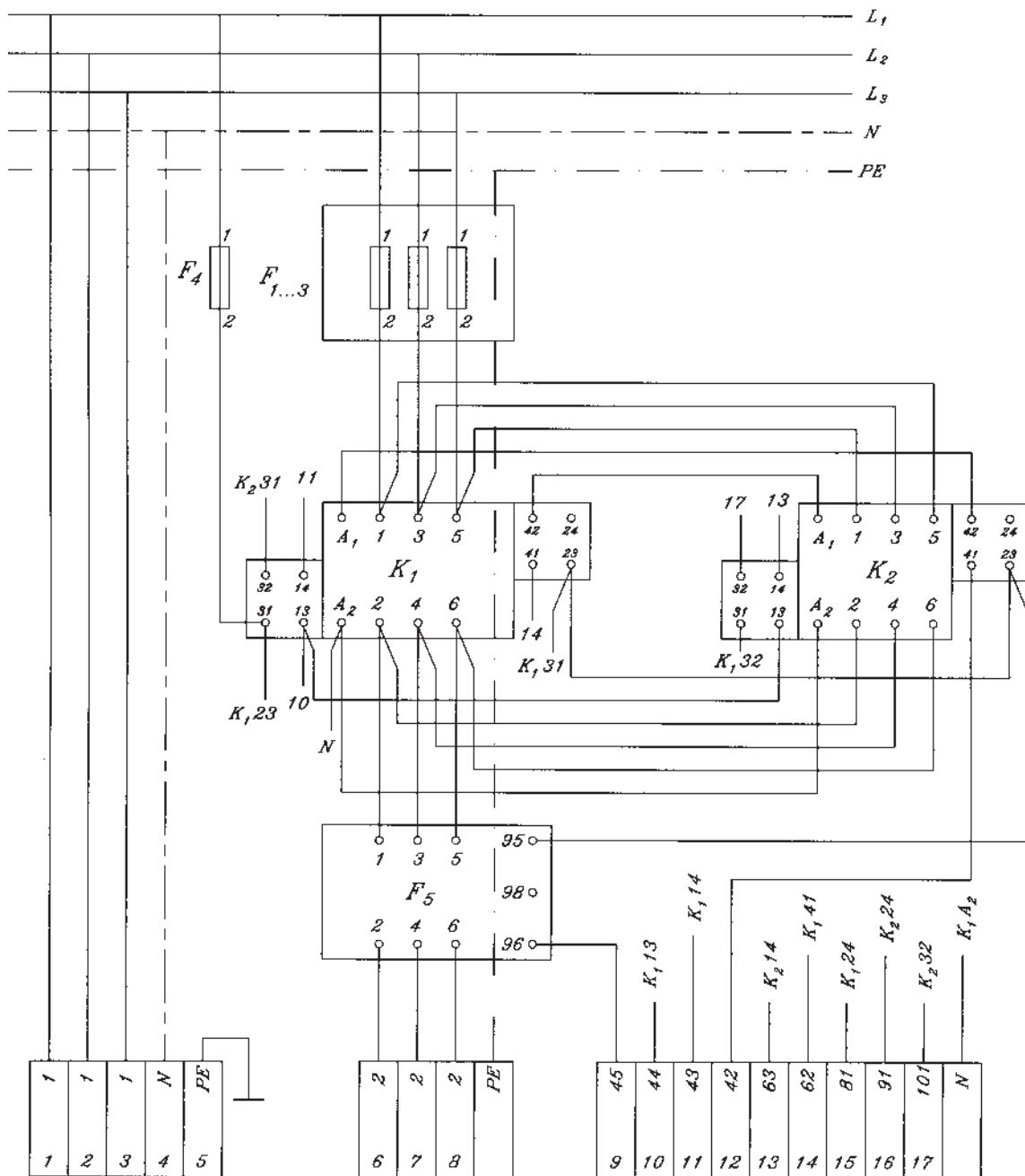
شماره‌ی محل در نقشهی مسیر جریان

شماره‌ی مسیر جریان در نقشهی مسیر جریان



شکل ۷۲-۲- نقشهی اتصالات خارجی

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

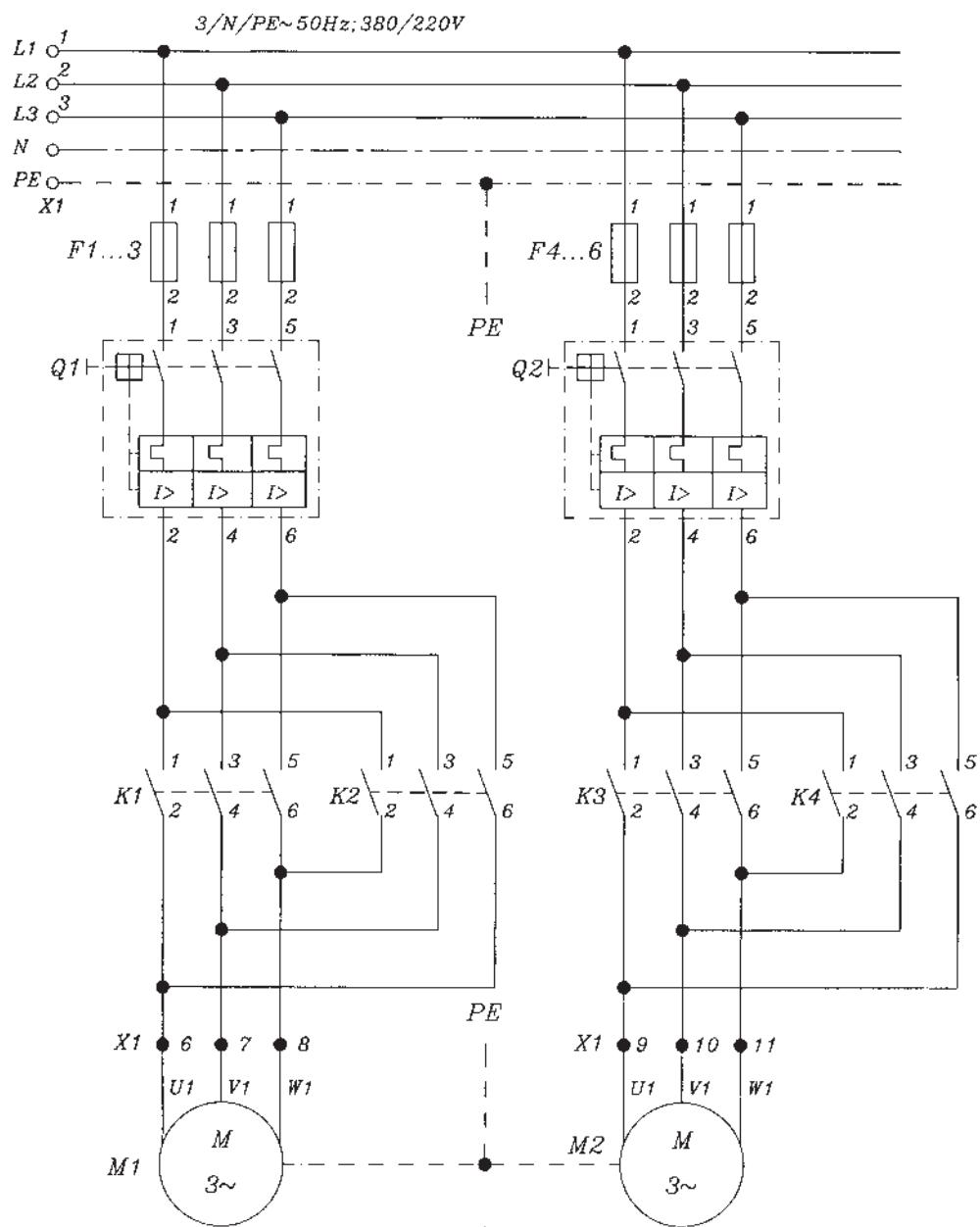


شکل ۲-۷۳—نقشه‌ی مونتاژ

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

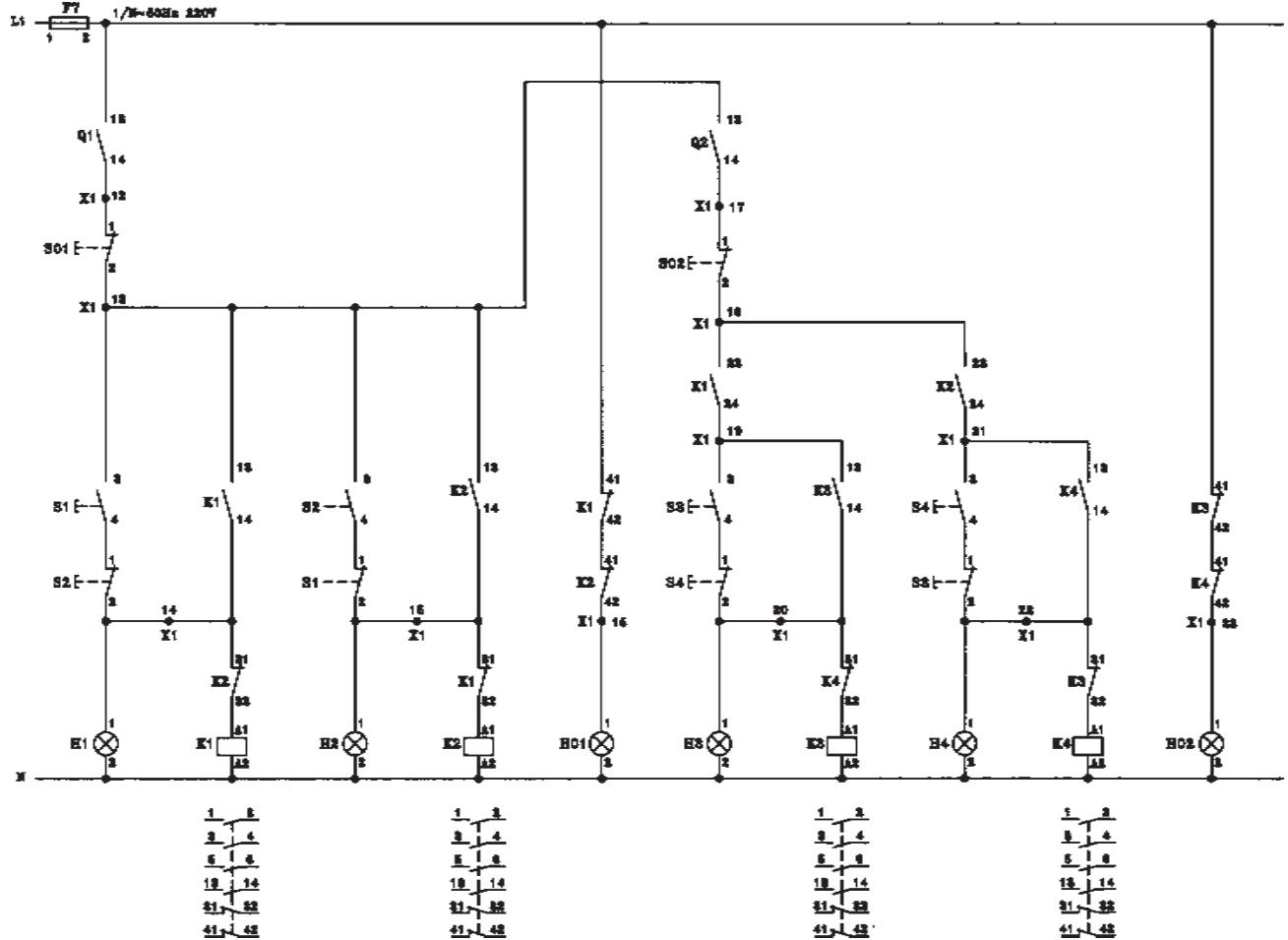
شکل ۲-۷۴ مدار قدرت راهاندازی دو الکتروموتور سه فاز

چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷۴

شکل ۲-۷۵ مدار فرمان راهاندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپگرد و راستگرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷۵

دوم از سمت راست شماره‌های نوار ترمینال را نشان می‌دهد.
ستون چهارم از سمت راست نوع کابل‌ها و سیم‌ها را مشخص می‌کند. مثلاً در ردیف ۱ شماره پیچ ۱ از فیوز F_1 به شماره ۱ نوار ترمینال و فاز A توسط سیم نوع 15×15 NyM وصل می‌شوند.

شکل ۲-۷۶ دیاگرام اتصال ترمینال را برای مدار راهاندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپگرد و راستگرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد. این شکل اخیراً به جای نقشه ترمینال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ستون اول و سوم سمت راست محل اتصال سیم‌ها با علامت مشخصه، نوشته می‌شود مثلاً محل اتصال ۱ علامت مشخصه F₁ یعنی پیچ شماره ۱ فیوز F_1 ، ستون

کابل ها و سیم ها				مشخص کردن مقصد سیم ها		نوار ترمینال		مشخص کردن مقصد سیم ها	
				علامت مشخصه	محل اتصال			علامت مشخصه	محل اتصال
		X			L1		1	F1	1
		X			L2		2	F2	1
		X			L3		3	F3	1
		X			N		N	K1	A2
		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 ۷۶-۲- دیاگرام اتصال ترمینال برای راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری

روشنایی

ترسیم مدار روشنایی کلید سری با پریز تک فاز ارتدار

۲-۲۳-۱- وسایل مورد نیاز:

مداد ، مدادتراش ، پاک کن ، کاغذ A_4 ، خطکش ، شابلون

دایره ، شابلون علائم الکتریکی ، تخته رسم ، میز کار ، صندلی ،

گونیا ، نوارچسب

۲-۲۳-۲- مراحل انجام کار:

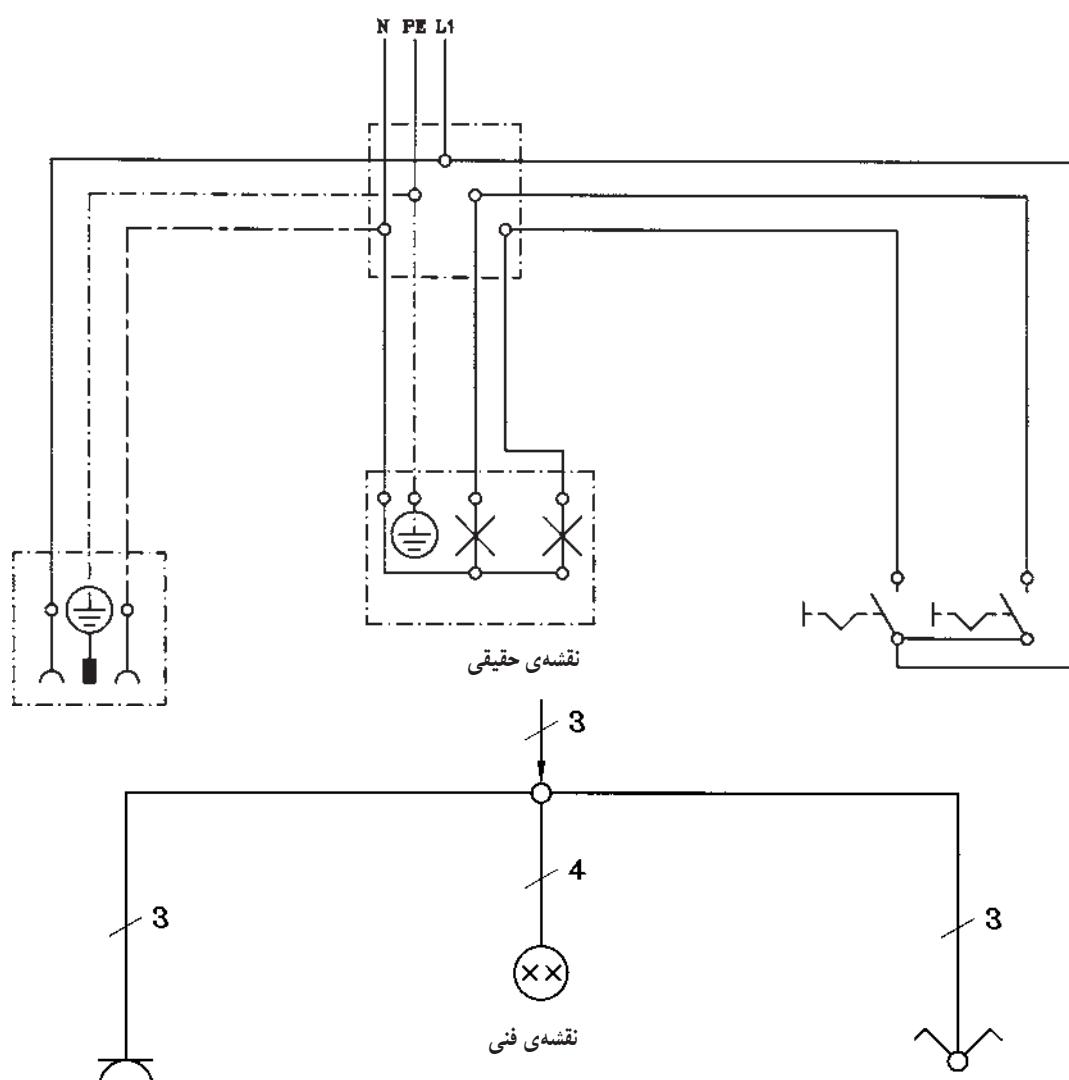
■ مدار چند سیمه‌ی حقیقی کنترل لامپ H_1 توسط کلید

یک پل ، و کنترل لامپ‌های H_2 و H_3 توسط کلید سری (دوپل)

و مدار پریز با سیم محافظ را در کاغذ A_4 رسم کنید.

■ مدار فنی را نیز در کاغذ A_4 رسم کنید. (مانند شکل

(۲-۷۷)



شکل ۲-۷۷- مدار کلید سری و پریز ارتدار

۲۴- کار عملی، شماره ۳: ترسیم مدارهای خبری

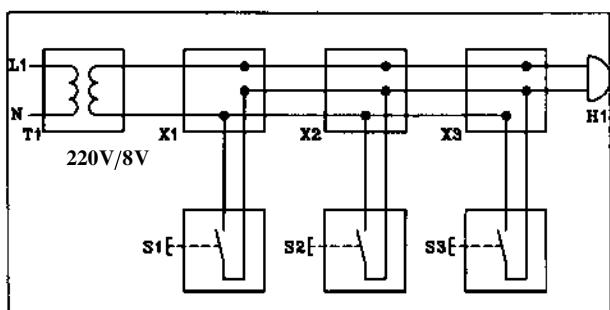
ترسیم مدار زنگ اختیار کنترل از سه محل

۱-۲۴-۲-۲-وسایل موردنیاز:

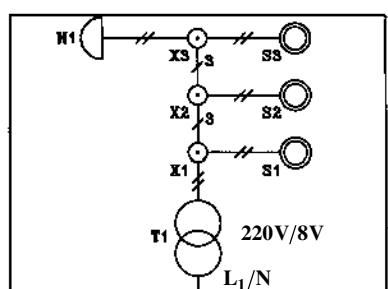
مداد، پاک کن، مدادتراس، کاغذ A، خط کش، شابلون
دایره، شابلون علائم الکترونیکی، شابلون حروف، تخته رسم،
نوار چسب، گونیا، میز

۲-۲۴-۲-مراحل انجام کار:

■ مدار حقيقی در بازنبرقی را مطابق شکل ۷۸-۲ روی کاغذ A₄ رسم کنید.



الف - مدار حقيقة



ب۔ مدار تک خطی

شکل ۷۸-۲- مدار زنگ اخبار

۲۵- کار عملی، شماره ۴؛ تئاتر مدار سلوی

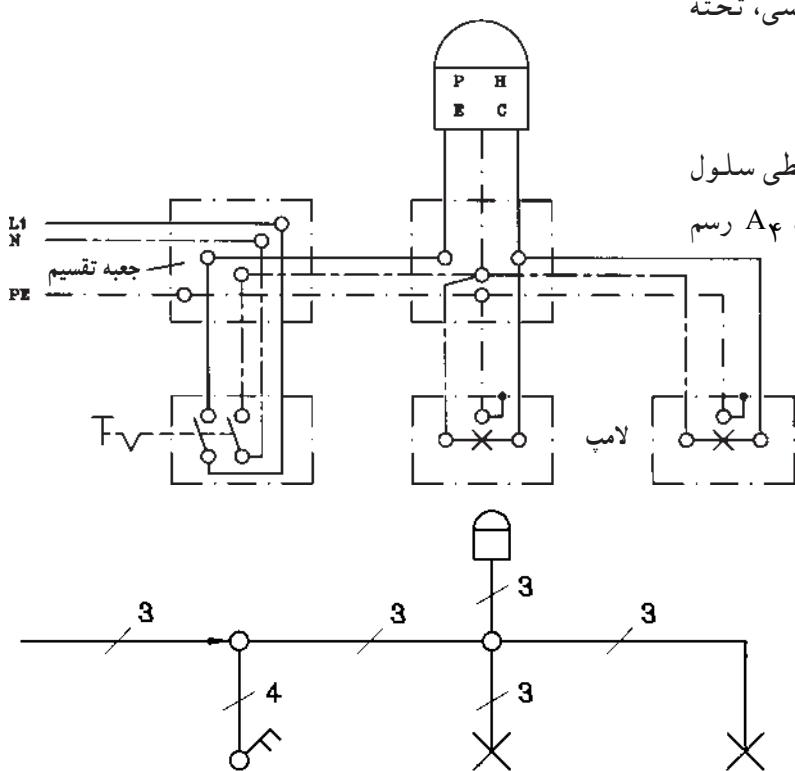
فته الکتبہ کی

۱-۲۵-۲-وسایل موردنیاز:

مداد، پاک کن، مداد تراش، کاغذ A، خط کش، شابلون
دایره، شابلون علائم الکتریکی، شابلون حروف انگلیسی، تخته
نامه، نگذاشت

۲۵۲ ماحا انجام کار :

■ نقشهی مدار حقیقی و مدار تک خطی سلول فتوالکتریک را با توجه به شکل ۲-۷۹ روی کاغذ A4 رسم کنید.



شكل ٧٩—٢ مدار فتوسل

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

دستگاههای اندازه‌گیری

۲-۲۶-۱- وسایل مورد نیاز:

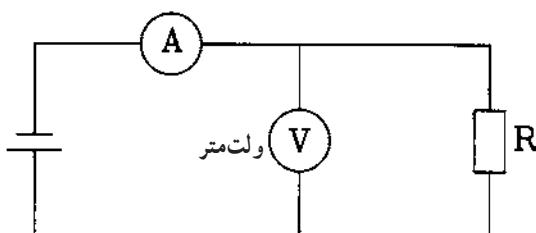
مداد، پاک کن، مدادتراش، کاغذ A_4 ، خط کش، شابلون

دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، تخته

رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲-۲۶-۲- ترسیم مدار دستگاههای اندازه‌گیری

آمپرmetr و ولتmetr



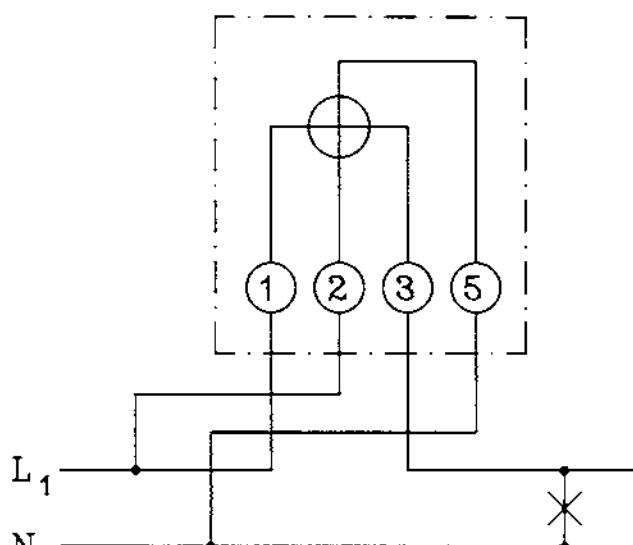
شکل ۲-۸۰- قرارگیری ولتmetr و آمپرmetr در مدار

■ نقشه‌ی مدار شکل ۲-۸۰ را در کاغذ A_4 رسم کنید.

۲-۲۶-۳- ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور تک فاز

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

A_4 رسم کنید.



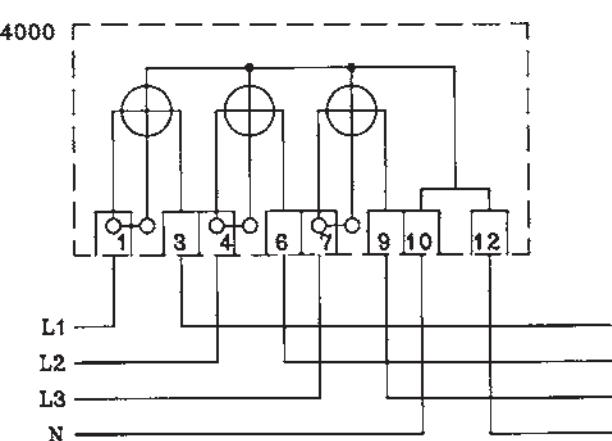
شکل ۲-۸۱- مدار کنتور تک فاز

۲-۲۶-۴- ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور سه فاز

چهارسیمه

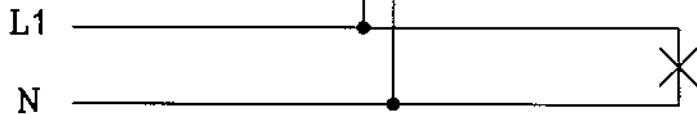
■ نقشه‌ی مدار سه فاز چهارسیمه شکل ۲-۸۲ را در

کاغذ A_4 رسم کنید.



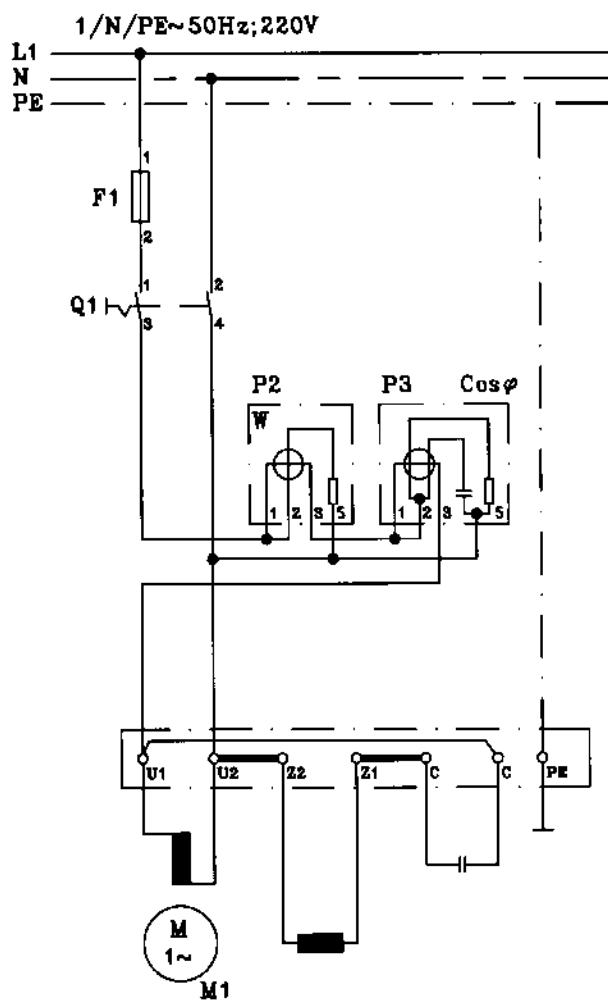
شکل ۲-۸۲- مدار کنتور سه فاز چهارسیمه

۲-۲۶-۵- ترسیم نقشه‌ی اتصال فرکانس متر
 ■ نقشه‌ی مدار فرکانس متر شکل ۲-۸۳ را در کاغذ A_۴ رسم کنید.



شکل ۲-۸۳- مدار فرکانس متر

۲-۲۶-۶- ترسیم نقشه‌ی مدار وات‌متر تک فاز
 و کسینوس فی‌متر تک فاز
 - نقشه‌ی مدار شکل ۲-۸۴ را در کاغذ A_۴ رسم کنید.



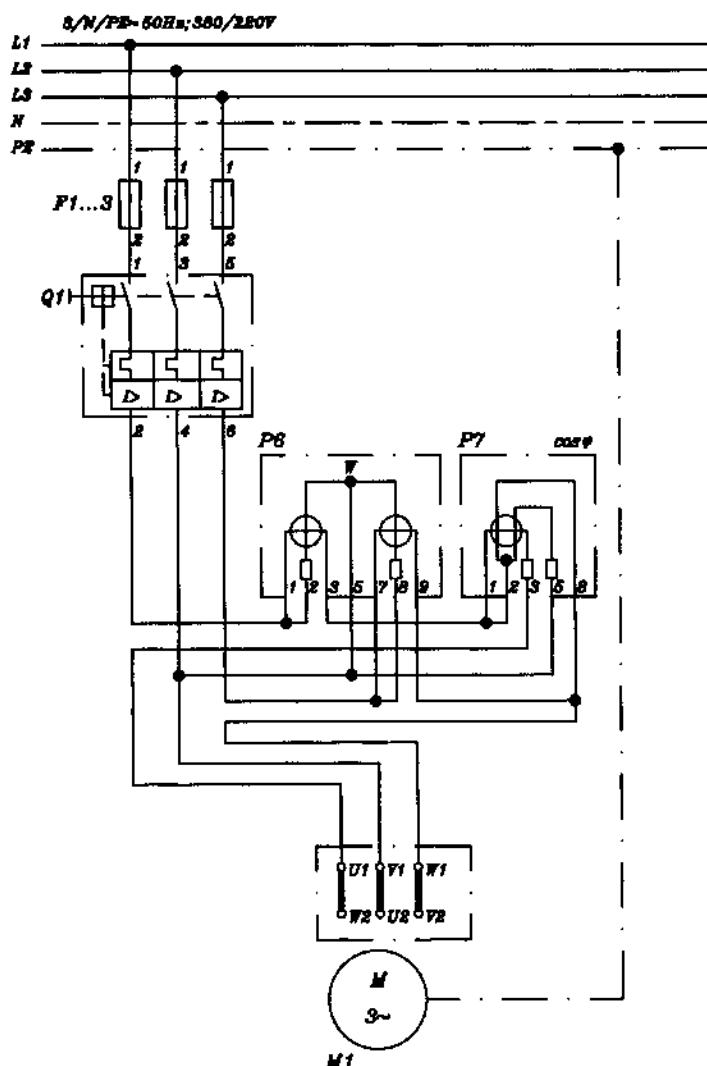
شکل ۲-۸۴- مدار اندازه‌گیری توان و ضریب قدرت در تک فاز

۲-۲۶-۷- ترسیم نقشه‌ی مدار وات‌متر سه‌فاز و

کسینوس‌فی متر سه‌فاز

- نقشه‌ی شکل ۲-۸۵ مدار وات‌متر سه‌فاز و

کسینوس‌فی متر سه‌فاز را در کاغذ A₄ رسم کنید.



شکل ۲-۸۵- مدار اندازه‌گیری توان اکتیو و ضریب قدرت در سه‌فاز

سہ فاز

۱-۲۷-۲-وسایل موردنیاز:

مداد، مداد تراش، یاک کن، کاغذ A، خط کش، شالیون

دایره، شایلون حروف انگلیسی، شایلون علائم الکترونیکی، تخته

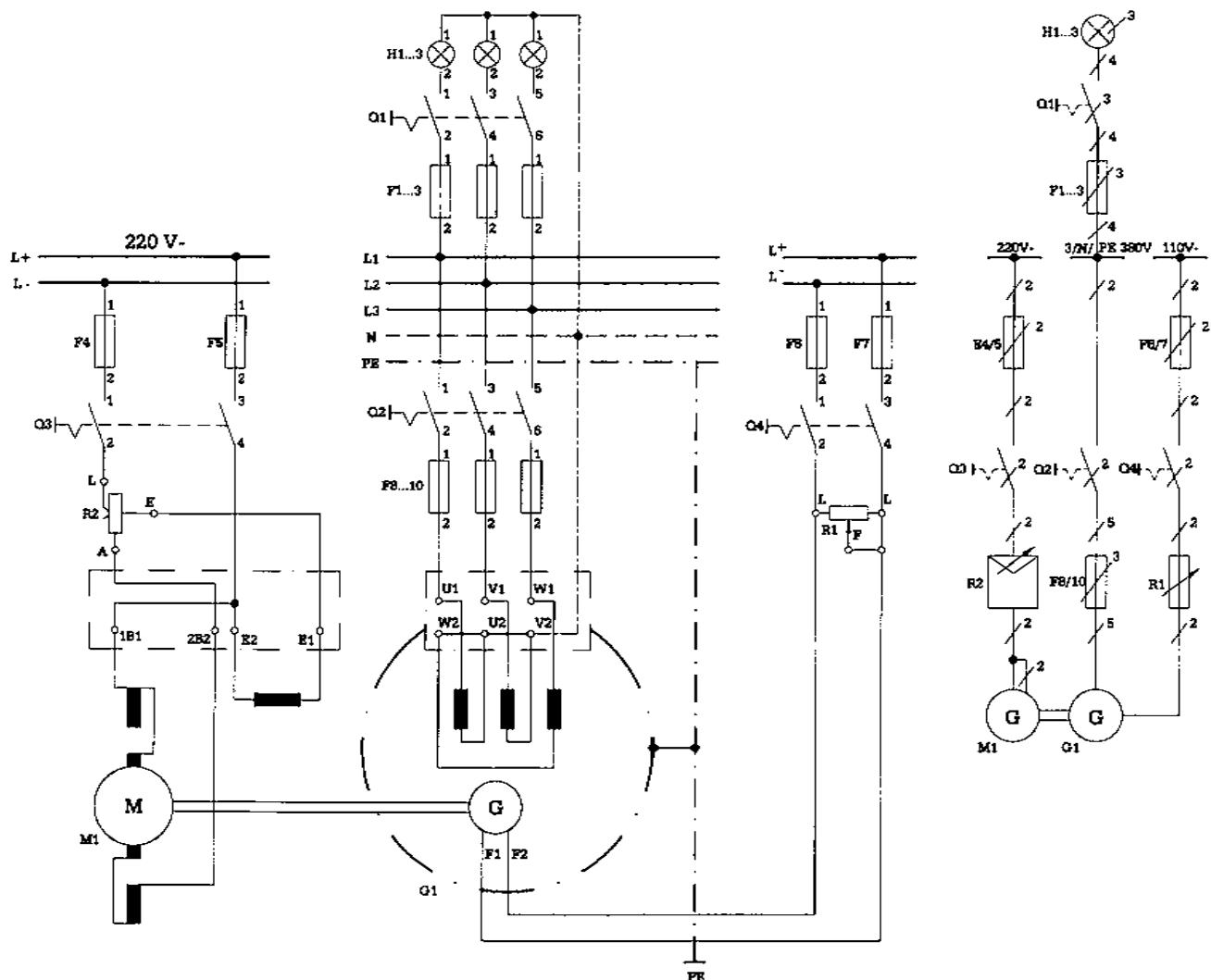
رسه، نوا، حس، گونا، من کا:

۲-۲۷-۲-م احل، انجام کار:

■ مدار واقعه، نیاتو، سه فاز، اد، کاغذ ع A، سیم کنند.

نقشه‌ی فنی اتصالات زناشوی سه فاز دار کاغذ

رسم کنید (شکل ۸۶-۲).



شکل ۸۶- مدار راه اندازی زیر اتور سه فاز

**۲-۲۸-۷- کار عملی شماره ۷: ترسیم نقشه راه اندازی
الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی**

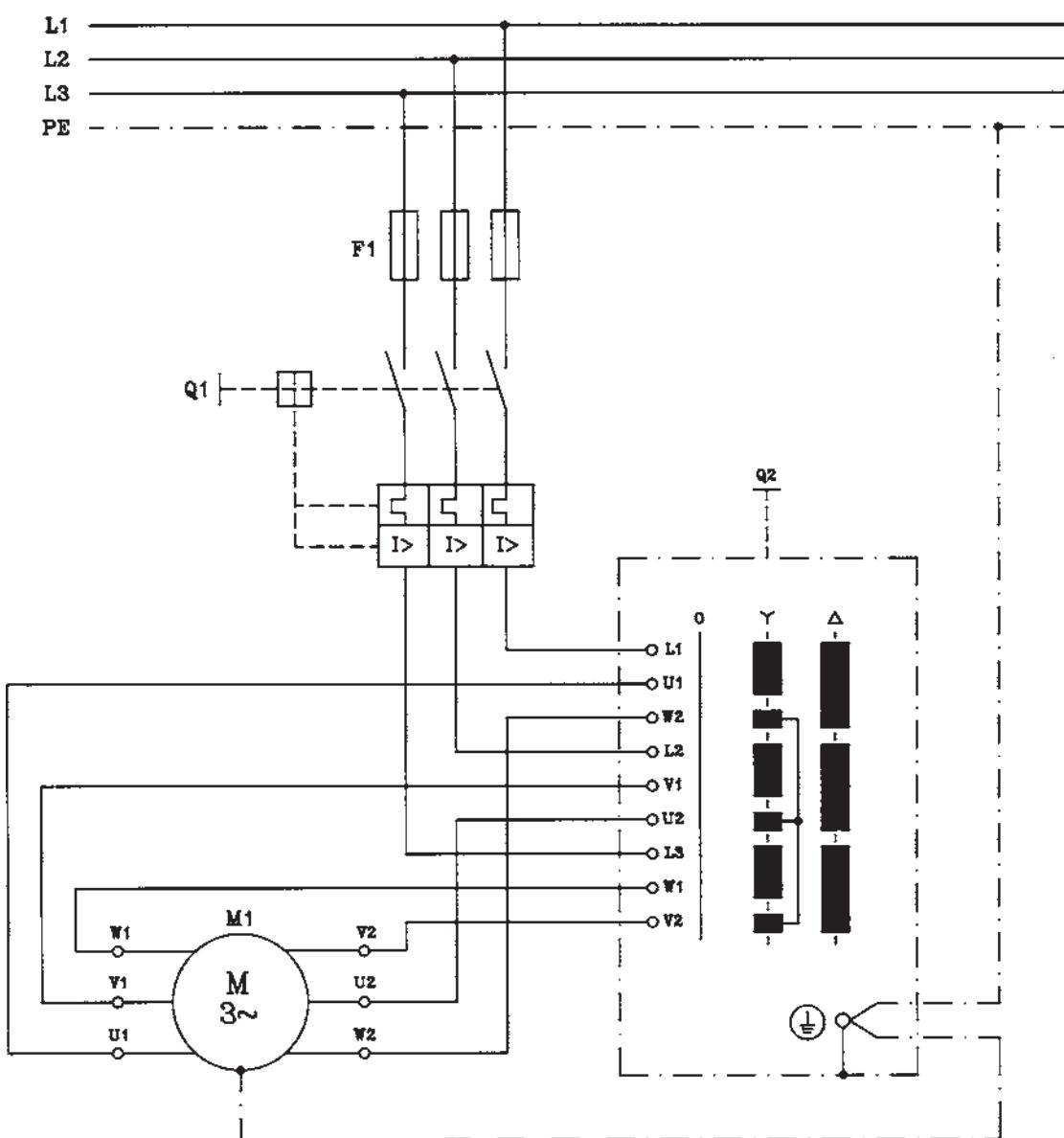
۲-۲۸-۱- وسایل موردنیاز:

مداد، مداد تراش، پاک کن، کاغذ A_4 ، خط کش، شابلون
دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علامت الکتریکی، تخته
رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲-۲۸-۲- مراحل انجام کار:

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

در کاغذ A_4 رسم کنید.



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

۲-۲۹— کار عملی شماره ۸: ترسیم نقشه‌ی راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت

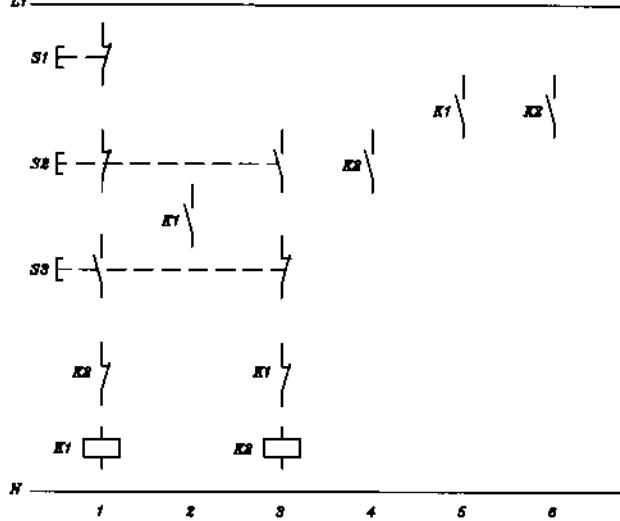
۲-۲۹-۱— وسایل مورد نیاز:

مداد، پاک کن، مداد تراش، کاغذ A₄، خط کش، شابلون دایره، 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 راه اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی توسط کنتاکتور و استوپ و استارت به صورت چپ گرد و راست گرد با حفاظت کامل می‌باشد. این مدار را با استفاده از مدار شکل ۲-۶۶ و مطالبی که برای نقشه مسیر جریان آموختید تکمیل نمایید.

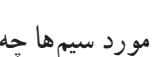
■ مدار تکمیل شده را در کاغذ A₄ رسم کنید.



شکل ۲-۸۸— نقشه‌ی مدار فرمان راه اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی به صورت چپ گرد و راست گرد حفاظت کامل

آزمون پایانی (۲)

زمان : ۵۰ دقیقه

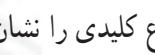
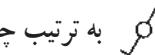
۱- علامت  در مورد سیم‌ها چه مفهومی دارد؟ (f)

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  و  به ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می‌دهند؟

ب - سری، دوپل

الف - دوپل (سری) تبدیل

ج - تبدیل، دوپل

۳- نقشه‌ی مسیر جریان (یا نقشه‌ی گستردگی) به چه منظوری رسم می‌شود؟

الف - برای موتناژ مدار

ج - برای تفهیم بهتر مدار

د - برای مشخص کردن محل کلید و پریزها و جعبه تقسیم‌ها

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

ب - SL, L, N

الف - SL, PE, L

د - PE, N, L

ج - N, PE, L

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

د - Q, P

ب - L, Q

الف - S, E

ج - S, X

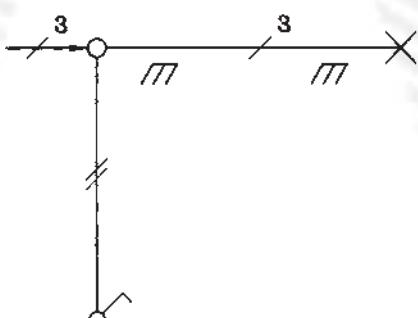
الف - S, Q

ب - X, Q

الف - X, S

ج - X, Q

۷- شکل مقابل شما نمای نقشه فنی کدام مدار است؟



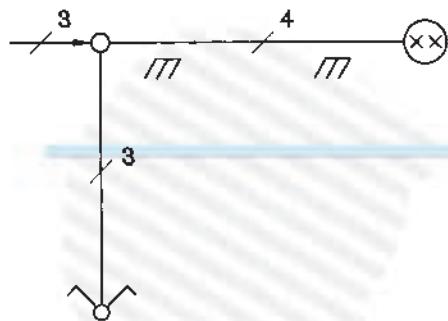
الف - کلید یک پل

ب - کلید دو پل

ج - کلید تبدیل

د - پریز یک فاز

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



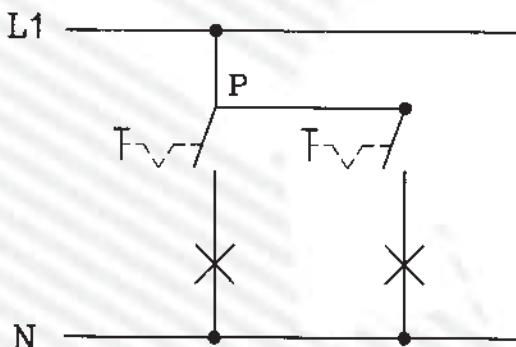
الف - کلید دو پل

ب - کلید سری

ج - کلید تبدیل

د - پریز ارتدار یک فاز

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



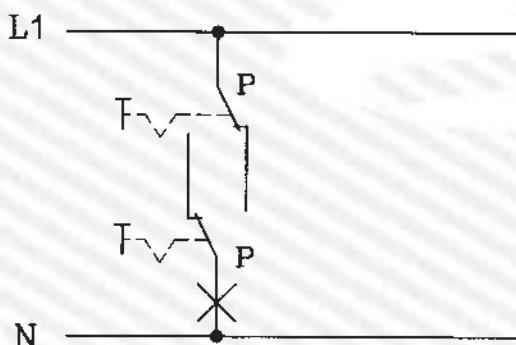
الف - کلید یک پل

ب - کلید دوپل (سری)

ج - کلید گروهی

د - کلید تبدیل

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



الف - کلید دوپل

ب - کلید صلیبی

ج - کلید تبدیل

د - کلید یک پل

۱۱- علامت روی وسیله‌ی حفاظت‌کننده، چه مفهومی دارد؟

د - حرارتی

ج - کلید فیوز

ب - تندکار

الف - کنکار

۱۲- علامت و به ترتیب چه مفهومی دارد؟

الف - کنکات رله‌ی حرارتی، کلید فیوز

ب - کنکات رله‌ی مغناطیسی، رله جریان کم

ج - کنکات رله‌ی حرارتی، کنکات رله مغناطیسی

د - کنکات رله‌ی مغناطیسی، کلید مینیاتوری

۱۳- علامت چیست؟

الف - کلید مینیاتوری

ج - رله‌ی مغناطیسی

ب - رله‌ی حرارتی

د - رله‌ی جریان کم

۱۴- 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 ذرات خارجی بزرگ‌تر از یک میلی‌متر و حفاظت در مقابل ترشح آب از هر راستا

۱۶- علامت  چیست؟

- الف - رله‌ی کمکی نشان‌دهنده
- ج - نگهبان خبرکن

۱۷- علامت  چیست؟

- الف - خبردهنده، بیز
- ب - لامپ چشمک‌زن، سوت خطر
- ج - لامپ چشمک‌زن، وسیله اعلام حریق
- د - خبردهنده‌ی روئیتی، لامپ چشمک‌زن

۱۸- علامت  و  چیست؟

- الف - بوق، بیز
- ب - آذیر، بیز

۱۹- علامت  و  چیست؟

- الف - پریز ساده، پریز تلفن
- ج - پریز ساده، پریز آتن

۲۰- علامت  و  چیست؟

- الف - سلول فتوالکتریک، سلول فتوالکتریک
- ب - سلول فتوالکتریک، لامپ فلورسنت
- ج - لامپ خبری، سلول فتوالکتریک
- د - لامپ خبری، نگهبان خبرکن

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

- الف - بدون ولتاژ آزمون، نحوه قرارگیری دستگاه به طور افقی
- ب - ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه قرارگیری دستگاه به طور افقی
- ج - ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه قرارگیری دستگاه به طور عمودی
- د - ولتاژ آزمون صفر، نحوه قرارگیری دستگاه به طور عمودی

۲۲- علامت و نشان دهنده‌ی چه نوع دستگاه سنجش است؟

- الف - حرارتی، آهن نرم گردان
- ب - حرارتی، الکترواستاتیکی
- ج - ویبراسیونی، آهن نرم گردان
- د - ویبراسیونی، الکترواستاتیکی

۲۳- علامت و چه نوع دستگاه سنجش الکتریکی است؟

- الف - آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی
- ب - آهن نرم گردان، ویبراسیونی
- ج - اندوکسیونی، الکترواستاتیکی
- د - اندوکسیونی، ویبراسیونی

۲۴- علامت و چه نوع دستگاه اندازه‌گیری هستند؟

- الف - اندوکسیونی، الکترودینامیکی
- ب - ویبراسیونی، الکترواستاتیکی
- ج - ویبراسیونی، الکترودینامیکی
- د - اندوکسیونی، الکترواستاتیکی

۲۵- علامت و چه نوع دستگاه سنجش الکتریکی است؟

- الف - آهنربای گردان، آهنربای دائم و قاب گردان
- ب - الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی
- ج - آهنربای گردان، ویبراسیونی
- د - آهن نرم گردان، آهنربای دائم و قاب گردان

۲۶- ۱/۵ روی دستگاه اندازه‌گیری الکتریکی نشانه 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 شود

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

- الف - شیوه قرارگیری دستگاه مایل با زاویه ۶۰ درجه، جریان مستقیم و متناوب
- ب - شیوه قرارگیری دستگاه مایل با زاویه ۶۰ درجه، جریان متغیر
- ج - زاویه انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه، جریان مستقیم و متناوب
- د - زاویه انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه، جریان متغیر

۲۸۔ علامت W و Var چیست؟

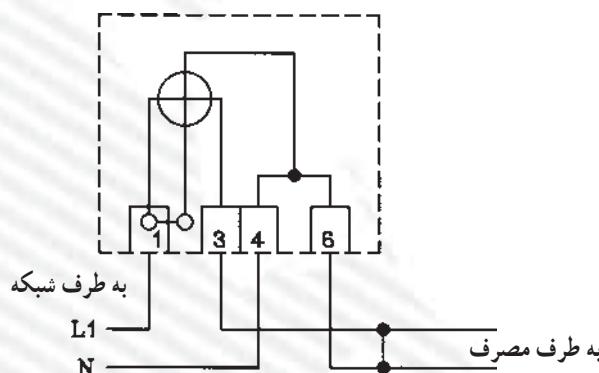
- الف** – ولت متر، وارتمنر
ج – وات متر، ولت آمپر متر

ب – وات متر، وارتمنر
د – ولت متر، وارتمنر

۲۹- علامت $\cos \varphi$ و HZ چیست؟

- الف - کسینوس فی متر، فرکانس متر
 ب - کسینوس فی متر، کنتور
 ج - فرکانس متر، کنتور
 د - فرکانس متر، وارمتر

۳۰ - شکل زیر، مدار کدام دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؟



الف - ولت متر

ب - کنتور تک فاز

ج - فرانس متر

د - کسینوس فی متر

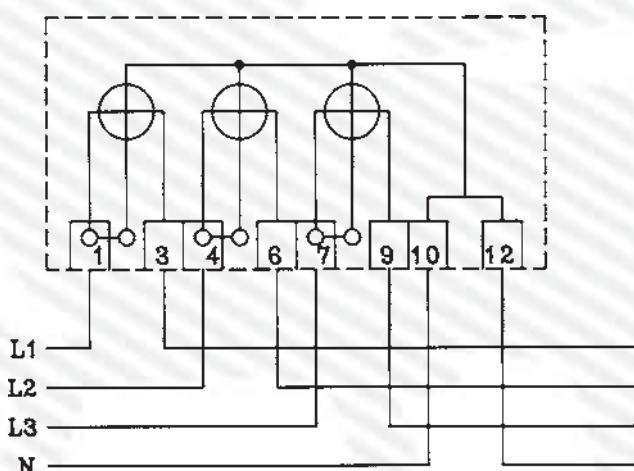
۳۱- شکل زیر مدار کدام دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؟

الف - کنتور سه فاز چهار سیمه

ب - ولت متر سه فاز چهار سیمه

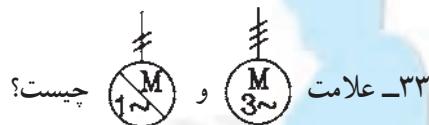
ج - کسینوس فی متر سه فاز

الف وب



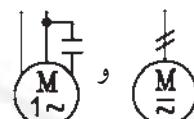
۳۲- علامت  و  چیست؟

- الف - کوپلار مکانیکی قابل قطع، کنتاکتور سه فاز
 - ب - شستی استارت، کلید چاقویی سه فاز
 - ج - کوپلار مکانیکی قابل قطع، کلید چاقویی سه فاز
 - د - شستی، استارت، کنتاکتور سه فاز



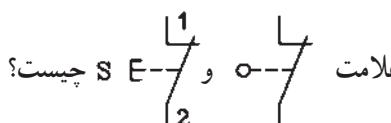
٣٣- علامت و چیست؟

- الف - موتور سه فاز روتور سیم پیچی شده، موتور رپولسیون
- ب - موتور سه فاز روتور قفسی، موتور رپولسیون
- ج - موتور سه فاز روتور سیم پیچی شده، موتور تک فاز خازنی
- د - موتور سه فاز روتور قفسی، موتور انیورسال



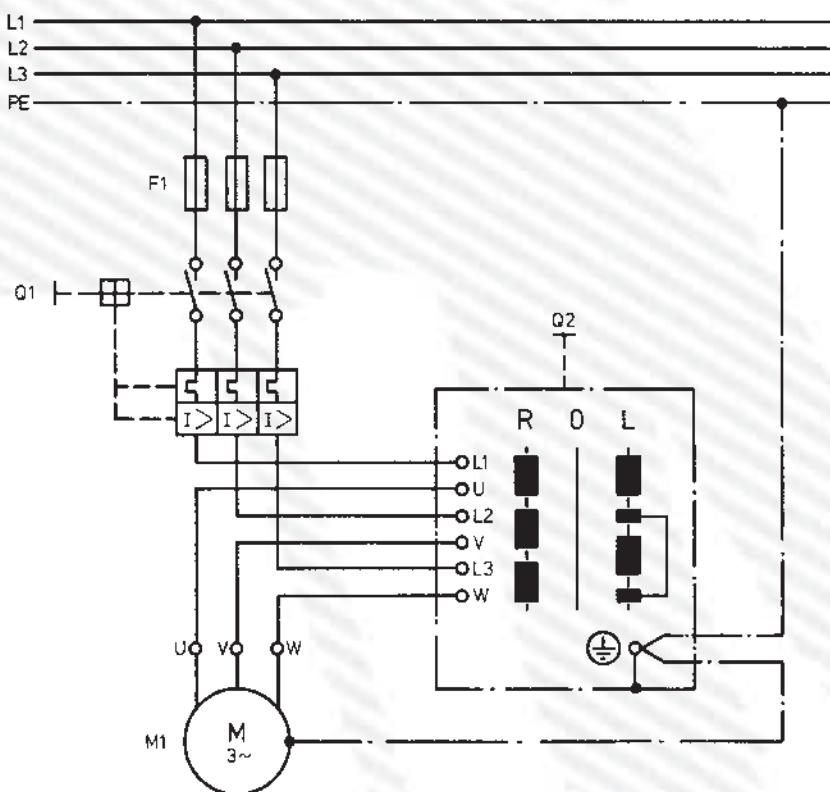
٣٤- علامت و چه نوع الکتروموتورهایی هستند؟

- الف - انیورسال، تک فاز روتور قفسی خازنی
- ب - انیورسال، موتور رپولسیون
- ج - رپولسیونی، تک فاز روتور قفسی خازنی
- د - تک فاز روتور قفسی، انیورسال



٣٥- علامت و S چیست؟

- ب - میکروسویچ، استوپ
- د - استوپ، کنتاکت باز کنتاکتور
- ج - دو دور
- د - چپ گرد و راست گرد
- الف - ستاره مثلث
- ب - ساده
- ج - مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز را به چه طریق نشان می دهد؟



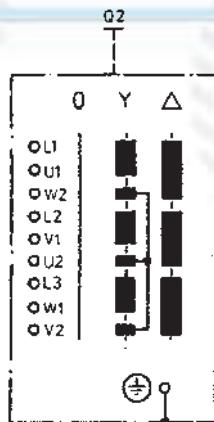
۳۷- شکل زیر چه نوع کلید دستی را نشان می‌دهد؟

الف - چپ‌گرد و راست‌گرد سه فاز

ب - چپ‌گرد و راست‌گرد تک فاز

ج - دو دور سه فاز

د - ستاره مثلث



۳۸- علامت \square چیست؟

الف - استارت، رله زمانی تأخیر در برگشت

ج - کن tact کمکی کن tactور، رله حرارتی

د - کن tact باز کن tactور، رله مغناطیسی

۳۹- کدام علامت برای نشان دادن کن tact باز (بسته شونده) کن tactور صحیح است؟



۴۰- علامت \square چیست؟

الف - رله حرارتی

ب - رله مغناطیسی

ج - کن tactور

د - رله حرارتی مغناطیسی

۴۱- علامت \square چیست؟

الف - کن tactور

ج - رله زمانی تأخیر در انجام کار

د - رلهی حرارتی

۴۲- شماره‌های کن tact های اصلی کن tactور کدام است؟

الف - (۱۳ و ۱۴) - (۳۱ و ۳۲) - (۲۲ و ۲۳) - (۵ و ۶)

ب - (۱۱ و ۱۲) - (۱۳ و ۱۴) - (۱۵ و ۱۶)

ج - (۱ و ۲) - (۳ و ۴) - (۵ و ۶)

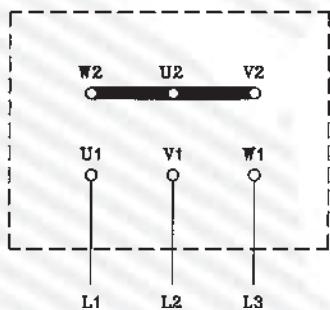
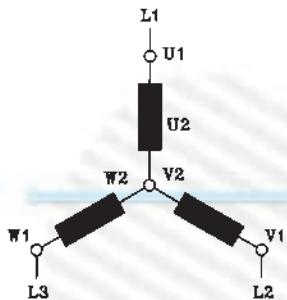
٤٣ - شکل مقابل چه نوع اتصال الکتروموتور سه فاز را نشان می دهد؟

الف - ستاره

ب - مثلث

ج - ستاره مثلث

د - سری



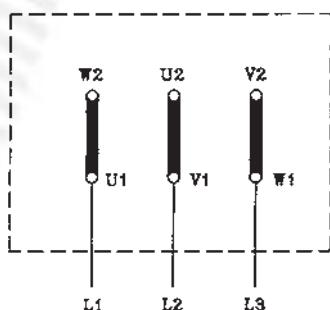
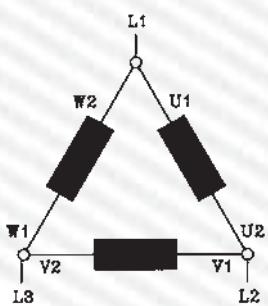
٤٤ - شکل مقابل چه نوع اتصال الکتروموتور سه فاز را نشان می دهد؟

الف - ستاره

ب - مثلث

ج - ستاره مثلث

د - موازی



۴۵- شکل مقابل، نقشه‌ی فرمان راهاندازی الکتروموتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی را نشان می‌دهد.

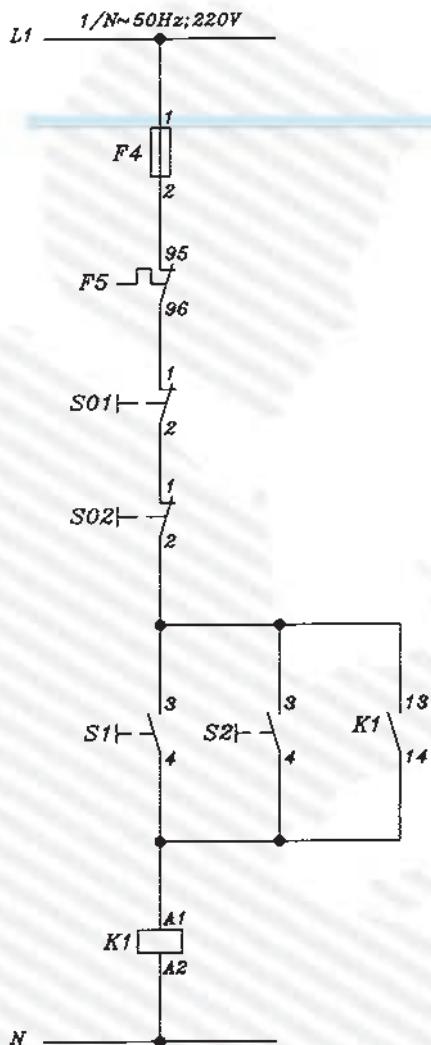
این مدار کدام است؟

الف - راهاندازی ساده‌ی لحظه‌ای دائم

ب - چپ‌گرد و راست‌گرد

ج - راهاندازی کنترل از یک نقطه

د - راهاندازی ساده کنترل از دو نقطه



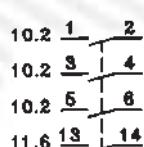
۴۶- در شکل مقابل مفهوم عدد ۱۱/۶ چیست؟

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



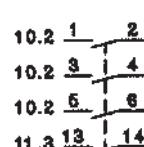
۴۷- در شکل مقابل مفهوم عدد ۱۱/۳ ۱۳/۱۴ چیست؟

الف - کن tact باز کنتاکتور در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه ۳ می‌باشد.

ب - کن tact باز کنتاکتور در مسیر جریان ۳ صفحه ۱۱ می‌باشد.

ج - کن tact قدرت کنتاکتور در مسیر جریان ۳ و در صفحه ۱۱ می‌باشد.

د - کن tact قدرت کنتاکتور در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه ۳ می‌باشد.



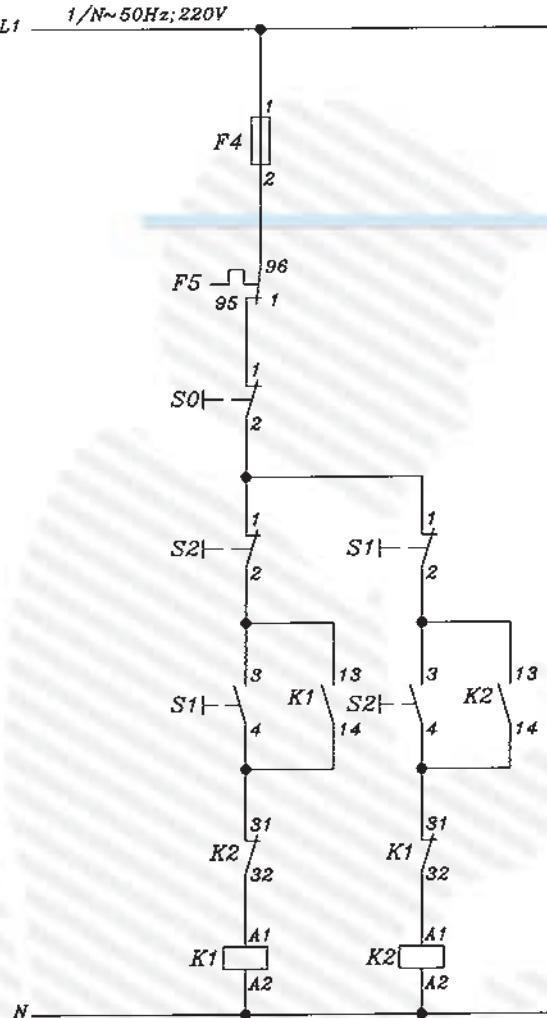
۴۸- شکل مقابله کدام نقشه‌ی راهاندازی الکتروموتور

سہ فاز روتور قفسی را نشان می دهد؟

الف - ستاره مثلث کنتاکتوری

ب - یکی پس از دیگری کنترل از دو نقطه

د- چپ گرد راست گرد کنتاکتوری حفاظت کامل



۴۹- شکا مقابا نقشه، فن (تک خط) کدام مدل

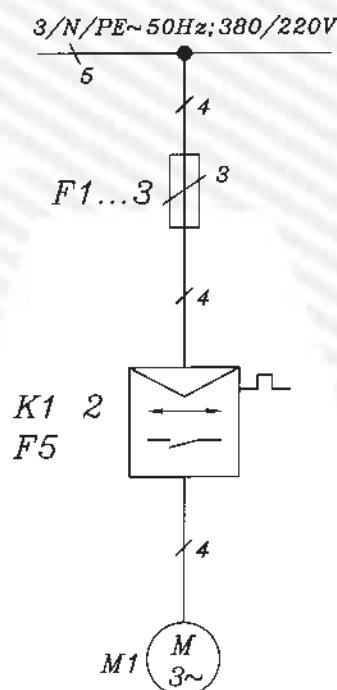
، امنیتی، الکترونیکی، سه فاز، دو ترکیبی، قفسی، انسانی و دهدزی

الف - حب گ د، است گ د کن تا کتھ، ۴

ب - حبگ دو داستگ د دسته

۲ - ستاده مثلث ساده

د۔ ستارہ مثلث، اٹھ ماتسک،



۵- نقشه‌ی شکل زیر کدام راه اندازی الکتروموتور

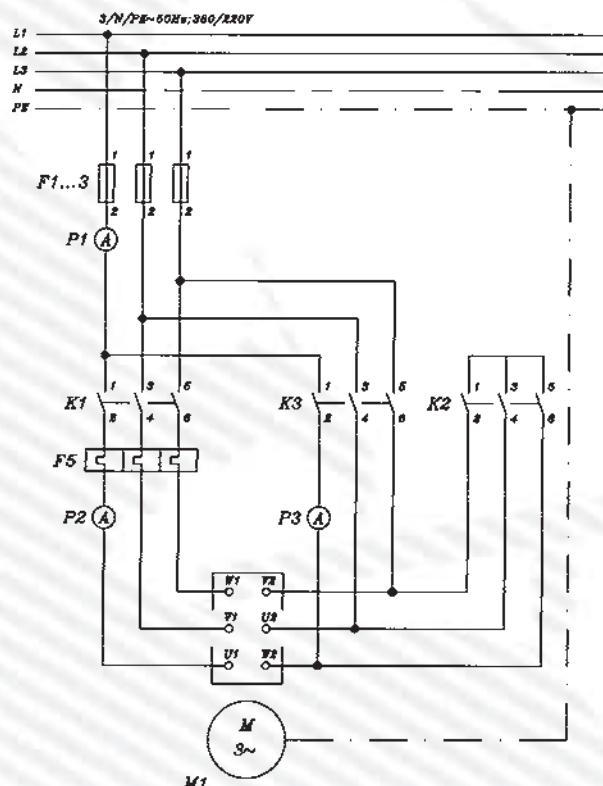
سه فاز را نشان می‌دهد؟

الف - قدرت چپ‌گرد و راست‌گرد

ب - قدرت ستاره مثلث

ج - فرمان چپ‌گرد و راست‌گرد

د - فرمان ستاره مثلث



۲-۳۰ - وسایل موردنیاز:

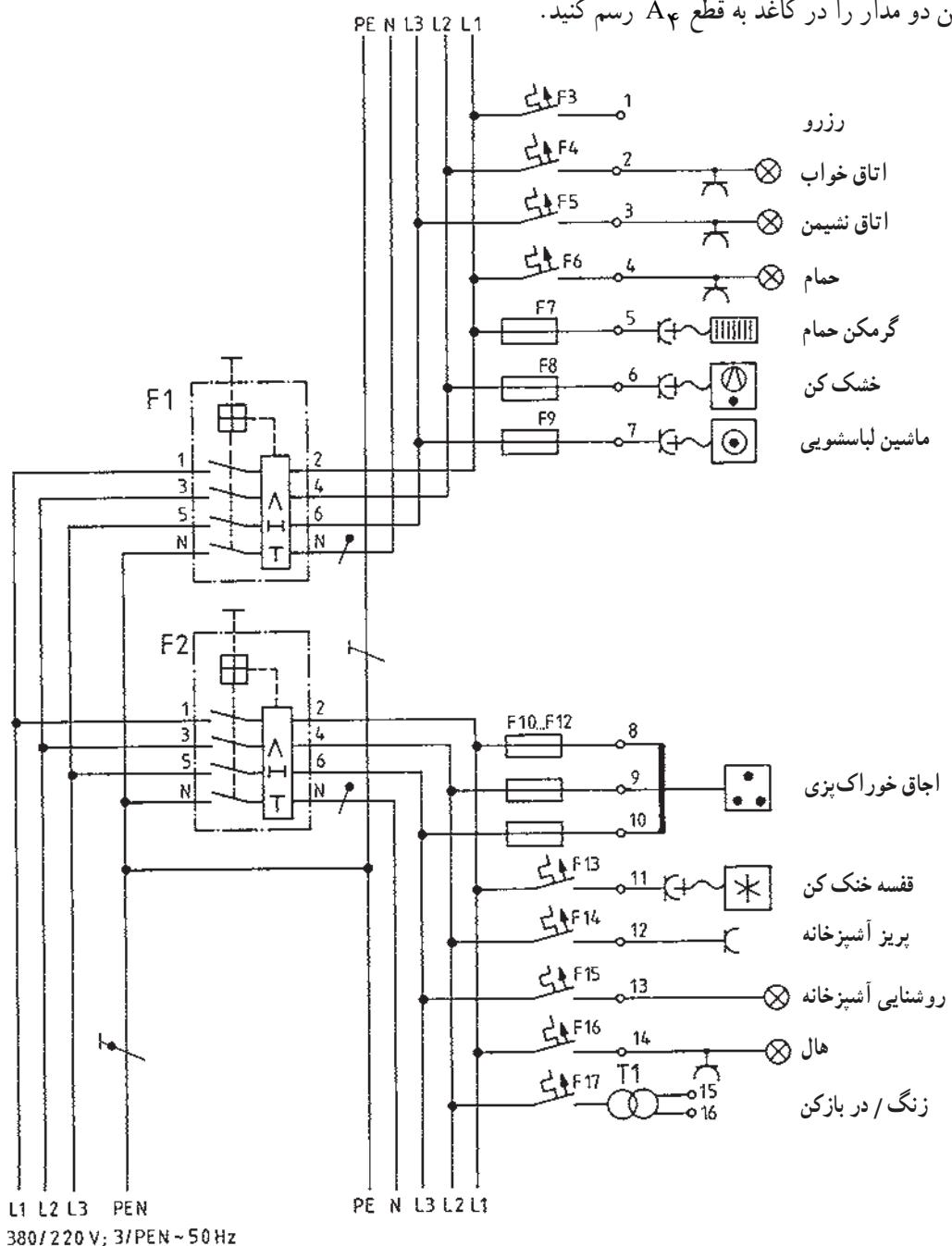
مداد، پاک کن، مداد تراش، کاغذ A4، خط کش، شابلون
حروف، شابلون دایره، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، نوار
چسب، گونیا، میز کار

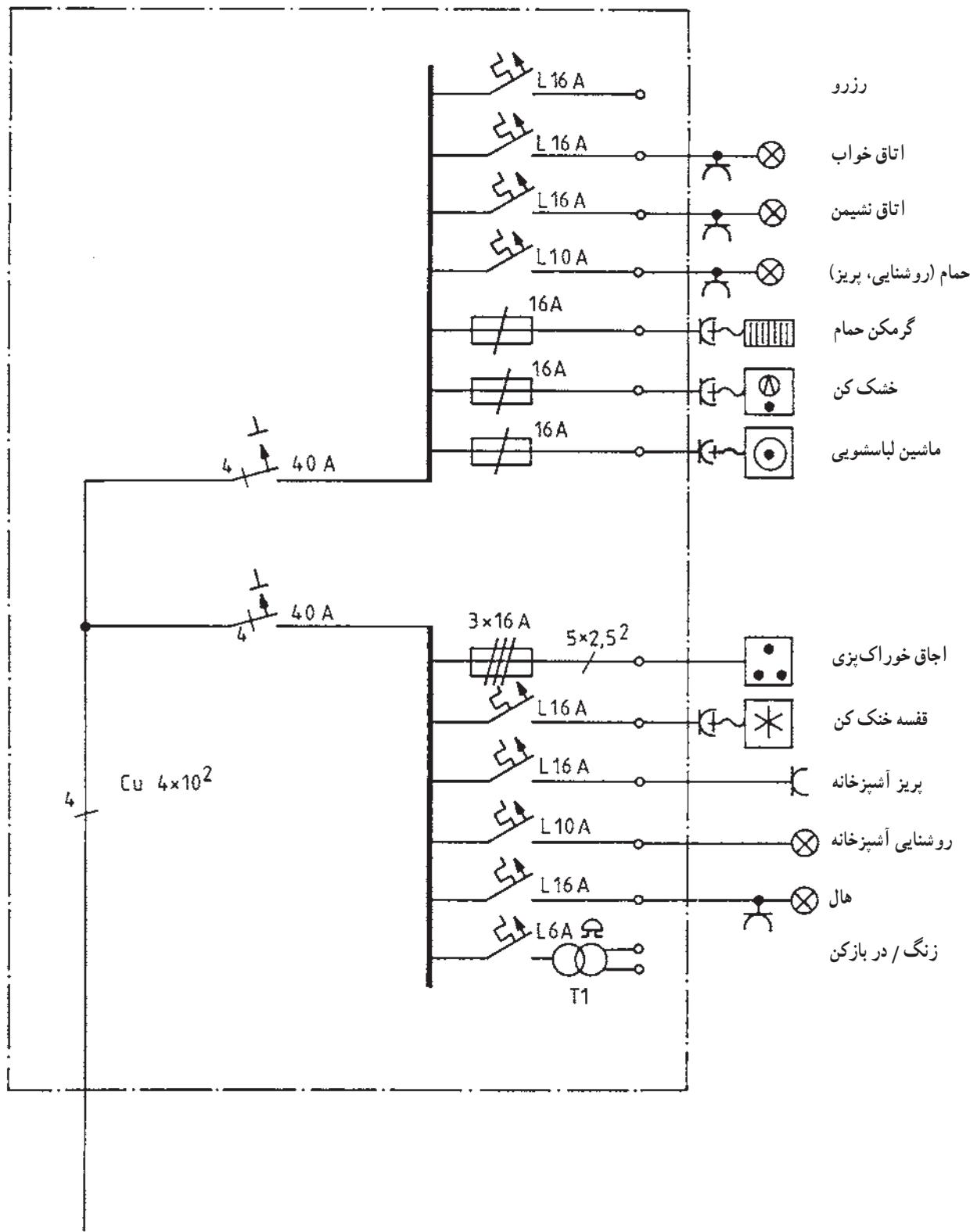
۲-۳۰ - مراحل انجام کار:

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

نشان می‌دهد.

■ این دو مدار را در کاغذ به قطعه A4 رسم کنید.





واحد کار سوم

مدارهای روشنایی

هدف کلی

نصب و سیم کشی پریزهای ساده و ارت دار یک فاز و سه فاز و مدارهای روشنایی

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

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

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۴۶	۴۰	۶

پیش آزمون (۳)

۱- واحد انرژی الکتریکی کدام است؟

د - KVAR

ج - VA

ب - w

الف - Kwh

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 باشد.

ج - باید مقاومت متفاوتی از یکدیگر داشته باشند.

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

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

الف - مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی

ب - سبز و زرد، مشکی، قهوه‌ای، آبی

د - سبز و زرد، قهوه‌ای، خاکستری، آبی

ج - مشکی، خاکستری، آبی، قرمز

۴- منظور از سیم نمره ۴ چیست؟

الف - سیم با قطر ۴ میلی‌متر

ج - سیم با قطر ۴ سانتی‌متر

۵- رنگ پولک فیوز ۱۶A کدام است؟

الف - قهوه‌ای

ب - سبز

ج - زرد

د - خاکستری

۶- وسیله‌ای که با مدار به طور سری قرار می‌گیرد و مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان زیاد محافظت می‌کند، کدام است؟

الف - رله‌ی حرارتی

ب - فیوز

د - آمپرmetr

ج - کلید

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

الف - برای قطع اتصال کوتاه

ب - برای قطع ولتاژ زیاد

الف - برای قطع بار زیاد

ج - برای قطع اتصال کوتاه و بار زیاد

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

الف - فازmetr

ب - آواتر

ج - ولتmetr

د - اهم متر

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

الف - کلید یک پل، دو عدد

ب - کلید تبدیل، دو عدد

الف - کلید دو پل، یک عدد

ج - کلید دو پل، یک عدد

۱۰- استفاده از خازن در استارتر مدار لامپ فلورسنت به چه منظوری است؟

الف - جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت ب - اصلاح ضریب قدرت

ج - بالا بردن راندمان لامپ

۱۱- ارتفاع نصب کلیدها از کف تمام شده در اتاق های مسکونی و اماکن صنعتی چند سانتی متر است؟

د - 14°

ج - 11°

ب - 10°

الف - 9°

۱۲- کلید سری (دو پل) در مدار روشنایی چه عملی انجام می دهد؟

الف - دو لامپ را از دو نقطه روشن و خاموش می کند.

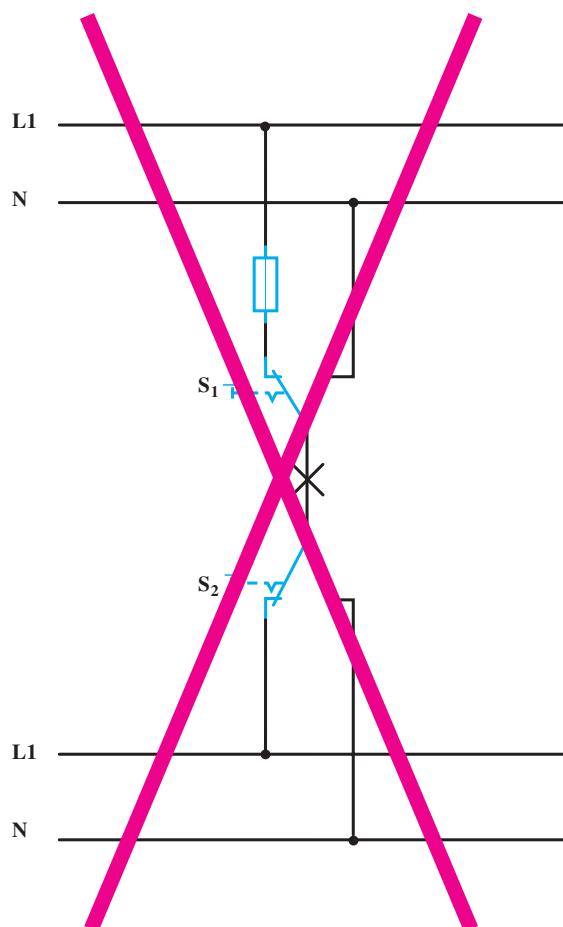
ب - دو لامپ را از یک نقطه توسط دو پل جداگانه کنترل می کند.

ج - یک لامپ را از دو نقطه کنترل می کند.

د - یک لامپ را از یک نقطه کنترل می کند.



- ۱-۳-۱**- حفاظت و ایمنی در نصب پریزها و مدارهای روشنایی
- علاوه بر حفاظت و ایمنی عمومی در برق، رعایت اصول حفاظت و ایمنی زیر ضروری است :
- ۱-۳-۱**- سیم‌ها و کابل‌های مورد مصرف در سیم‌کشی باید طوری انتخاب شوند که بتوانند شدت جریانی را که مصرف‌کننده می‌کشد تحمل کنند.
- ۱-۳-۲**- سیم‌های مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کنند.
- ۱-۳-۳**- همه‌ی سیم‌هایی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرند باید یک تکه و بدون زدگی باشند.
- ۱-۳-۴**- از قرار دادن سیم‌ها در ابتدا و قبل از لوله‌کشی در داخل لوله‌های برق اکیداً خودداری کنید.
- ۱-۳-۵**- اتصال سیم‌ها باید در داخل جعبه‌های تقسیم و توسط ترمینال‌های مخصوص انجام شود.
- ۱-۳-۶**- پوشش سیم‌ها باید برای مصارف مختلف به رنگ‌های متفاوت باشد.
- ۱-۳-۷**- سیم نول هر مدار باید به طور مجزا تعییه شود. استفاده از یک نول مشترک، جهت مدارهای مختلف مجاز نمی‌باشد.
- ۱-۳-۸**- لوله‌های فلزی و پوشش فلزی سیم‌های عایق‌دار نباید به عنوان سیم نول یا سیم حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد.
- ۱-۳-۹**- در مدارهای روشنایی با کلیدهای تبدیل، فاز و نول باید وارد کلید شوند بلکه مطابق نقشه‌ی استاندارد عمل شود، (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳-۱- مدار غلط کلید تبدیل

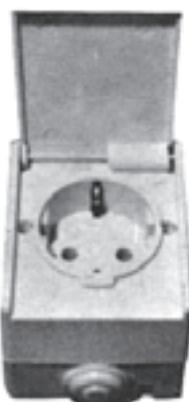


شما ظاهری

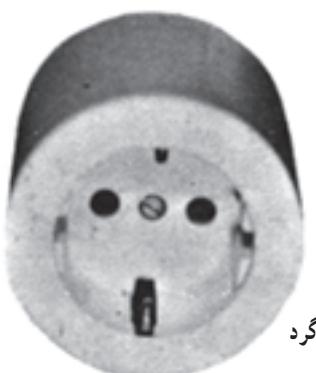


شما داخلی

الف - پریز یک فاز ساده روکار



مدل چهارگوش



مدل گرد

ب - پریز با سیم محافظت

شکل ۳-۲

۳-۲-۱- 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 سماور، بخاری، موتور ماشین‌تراش و ...) برسانیم. این اتصال توسط وسیله‌ای به نام پریز انجام می‌شود. پریزها به دو دستهٔ توکار و روکار تقسیم می‌شوند.

۳-۲-۱- پریزهای یک فاز ساده 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 پیچ اتصال سیم می‌باشد که به مادگی پریز متصل است و مجموعاً بروی پایه عایقی قرار می‌گیرد. این پایه ممکن است از جنس چینی و یا کائوچوبی باشد. پریزهای ساده یک فاز روکار در مکان‌های خشک استفاده می‌شود. در جاهای نمناک از پریزهای بارانی استفاده می‌شود. این پریزها در لوله کشی با لوله فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۳-۲-۱- الف پریز یک فاز روکار را نشان می‌دهد.

۳-۲-۲- پریزهای یک فاز با سیم محافظت 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 پیچ اتصال وجود دارد که دو پیچ آن به مادگی وصل شده و سومی به شاخک‌هایی که به پیرون هدایت شده‌اند، متصل است. رویه پریزهای ارتدار در قسمتی که دو شاخه بر آن می‌نشینند، فرورفتگه است؛ به طوری که دو شاخه کاملاً در داخل این فرورفتگی جای می‌گیرد. شکل ۳-۲-۲- 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.

۳-۲-۳- پریز سه فاز ارت دار روکار: این پریزها 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 می‌باشد. پیچ مادگی شامل سه فاز I_1 ، I_2 ، I_3 ، نول N و اتصال بدنی یا زمین حفاظتی (PE) است. برای استفاده از این پریزها از پنج شاخه‌ی نر استفاده می‌شود. شکل ۳-۳ ساختمان پریز سه فاز ارت دار چهار سوراخه و چهار شاخه‌ی نر را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)

شکل ۳-۳

۳-۳-۳- ابزار و لوازم سیم کشی

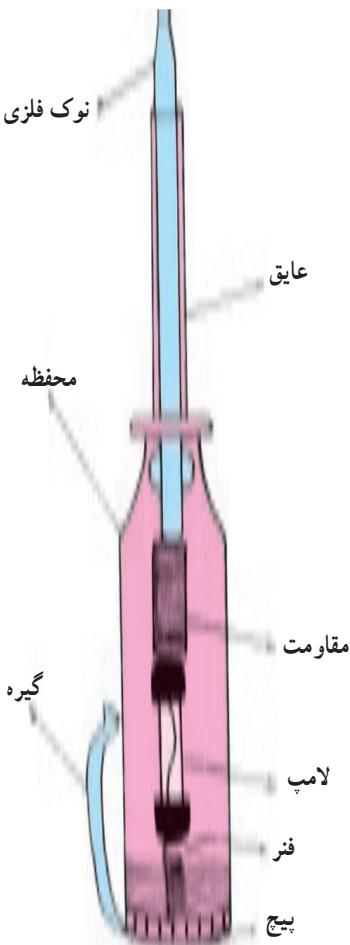
۳-۳-۱ فازمتر: فازمتر یا فازنما وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان سیم‌های فاز را از نول تشخیص داد. ساختمان داخلی فازمتر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- 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 کیلواهم است که در موقع اتصال به فاز، جریان بسیار ضعیفی (در حدود میکروآمپر) از مدار فازمتر می‌گذرد.

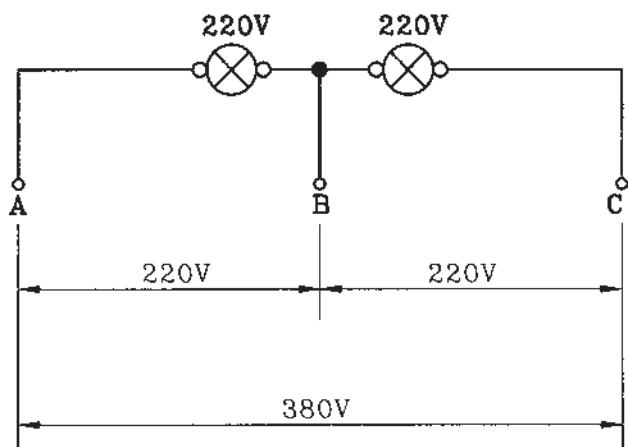
۳- لامپ نئون فازمتر که با روشن شدن، وجود فاز را مشخص می‌کند.

۴- فنر بالای لامپ نئون که می‌توان توسط پیچ 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 ۴-۳ ساختمان داخلی فازمتر را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳- فازمتر



شکل ۴-۳-۵- مدار لامپ آزمایش

۴-۳-۳-۲- لامپ آزمایش: وسیله‌ای است برای

تشخیص ولتاژ فاز و نول (۲۰۰ ولت) و دو فاز (۳۸۰ ولت). هرگاه دو لامپ ۲۰۰ ولتی را طبق شکل ۴-۵ به‌طور سری بیندیم و آن را در داخل یک محفظه عایق، جاسازی کنیم، با مشخص کردن فیش‌های مادگی رنگی و ذکر ولتاژ ۲۰۰ و ۳۸۰ ولت می‌توان برای تشخیص فاز و نول و یا دو فاز استفاده نمود. بدین ترتیب که A و B یا C و B برای تشخیص فاز و نول و از نقاط A و C برای تشخیص دو فاز استفاده می‌شود.

۳-۳-۳- فن سیم کشی: برای عبور دادن سیم از داخل لوله های سیم کشی از فنر مخصوص سیم کشی استفاده می کنند. این فنر از یک نوار نازک فولادی درست شده که به یک انتهای آن یک قرقه یا گوی فلزی یا پلاستیکی و به انتهای دیگر آن یک قلاب فلزی متصل است. هنگام سیم کشی، فنر را از طرف گوی یا قرقه وارد لوله می کنند؛ پس از عبور دادن آن از لوله و خارج شدن گوی از داخل قوطی تقسیم یا کلید، تعداد سیم هایی را که باید از داخل لوله عبور کنند پس از روپوش برداری به قلاب طرف دیگر وصل می کنند. سپس با کشیدن انتهایی که قرقه به آن وصل است، فنر به داخل لوله می رود و سیم ها را به دنبال خود می کشد. پس از خارج شدن سیم از قوطی تقسیم، قسمت وصل شده به قلاب را جدا می کنند. شکل ۳-۶ تصویر ظاهری یک فنر سیم کشی را نشان می دهد. برای سهولت کار غالباً گوی فلزی را به روغن یا گریس آغشته می کنند. 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.

۴-۳-۳- 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 می شود.

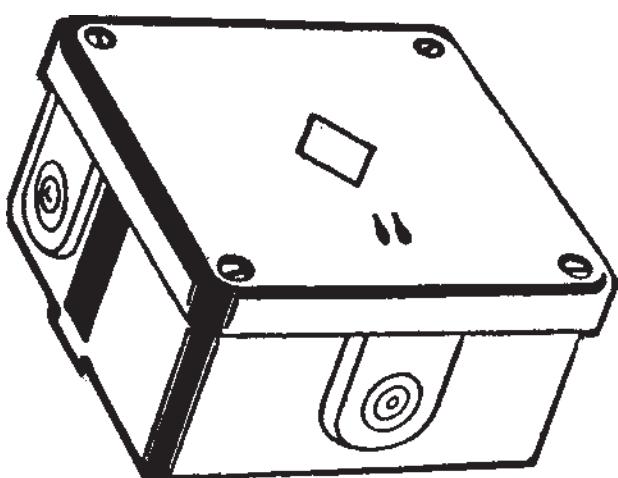
قطوی کلیدها به شکل استوانه و از جنس پلاستیک یا چدن می باشد.

روی جعبه تقسیم، سوراخ هایی متناسب با تعداد و قطر لوله ها تعییه می شود. شکل ۷-۳ یک نمونه جعبه تقسیم روکار را نشان می دهد.

اتصالات سیم های ورودی و خروجی، در داخل جعبه تقسیم انجام می شود.



شکل ۳-۶- فنر سیم کشی



شکل ۷-۳- جعبه تقسیم روکار

۴-۳- نصب و سیم کشی انواع پریزهای تک فاز و سه فاز

نصب و سیم کشی پریزها به سه صورت انجام می شود :

- نصب انواع پریزهای روکار و توکار و سیم کشی داخل لوله

- نصب و سیم کشی انواع پریزهای روکار با استفاده از

کابل روکار

- نصب و سیم کشی انواع پریزها در داخل کانال های

پلاستیکی

پریزهای برق باید براساس موارد کاربرد، شرایط محل

نصب، میزان ولتاژ و تعداد فاز، اینمی مورد لزوم، و محاسبه

مقدار جریانی که تغذیه می کند 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،

قفل شو یا بی خطر انتخاب شود.

پریزها را به سیستم شعاعی و یا حلقوی سیم کشی می کنند.

در مواردی که برای سیم کشی مدار پریزها از سیستم شعاعی

استفاده می شود، باید هادی برق دار از فیوز حفاظتی مدار به کنタکت

فاز و هادی نول به کنタکت نول و سیم زمین به کنタکت اتصال

زمین هریک از پریزها متصل شوند (شکل ۳-۸-الف).

حفاظت مدار پریزهای با اتصال شعاعی در برابر اضافه بار

به وسیله فیوزهای مدار فرعی با ظرفیت مناسب انجام می شود.

با 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 پریزهای بعدی قطع می شود.

در مواردی که برای سیم کشی مدار پریزها از سیستم

حلقه ای یا رینگ استفاده می شود، باید هردو سر هادی برق دار به

ترمینال فیوز حفاظتی، هردو سرهادی خنثی به ترمینال نول و هردو

سر سیم اتصال زمین به سیم محافظ زمین متصل شود،

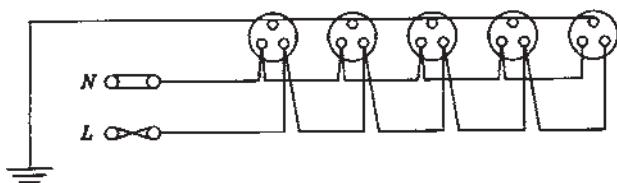
(شکل ۳-۸-ب). در این سیستم هریک از مدارهای فرعی

رینگ که در محلهای مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار

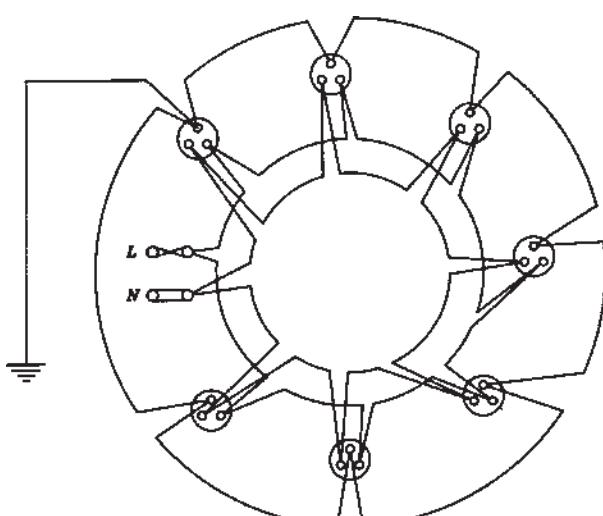
می گیرد نباید سطحی بیش از 10° متر مربع را پوشش دهد. در

سیستم حلقه ای چنانچه یکی از سیم ها قطع شود، برق پریزها از

طرف دیگر تأمین می شود و هیچ کدام از پریزها قطع نمی شوند.

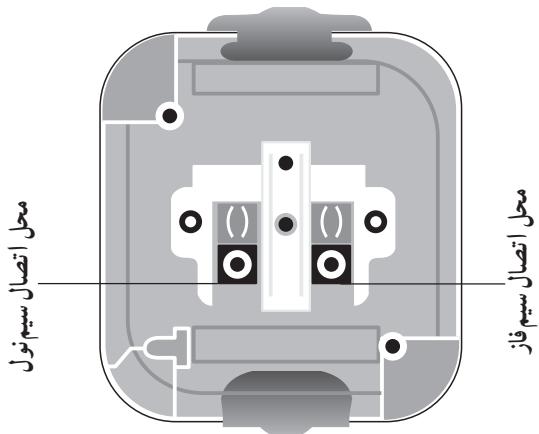


الف - مدار شعاعی اتصال پریزها



ب - مدار حلقوی اتصال پریزها

شکل ۳-۸



ج - نحوه اتصال سیم‌ها به پریز

شکل ۸-۳

حداقل سطح مقطع سیم‌ها در سیم‌کشی پریزها در هر سیستم ۲/۵ میلی‌متر مربع است.

پریز برق یک فاز 220° ولت باید حداقل دارای قدرت تحمل ولتاژ 25° ولت، جریان 16 آمپر و مجهز به اتصال زمین باشد.

پریزهای سه فاز 380° ولت باید حداقل دارای قدرت تحمل ولتاژ 50° ولت، جریان 16 آمپر و مجهز به اتصال زمین باشد. در پریزهای یک فاز و نول اتصال سیم‌ها به کناتکت‌های پریز باید به ترتیب انجام شود که سیم فاز سمت راست و سیم نول سمت چپ فردی که رو به روی پریز قرار می‌گیرد وصل شده باشد، (شکل ۸-۳-ج).

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

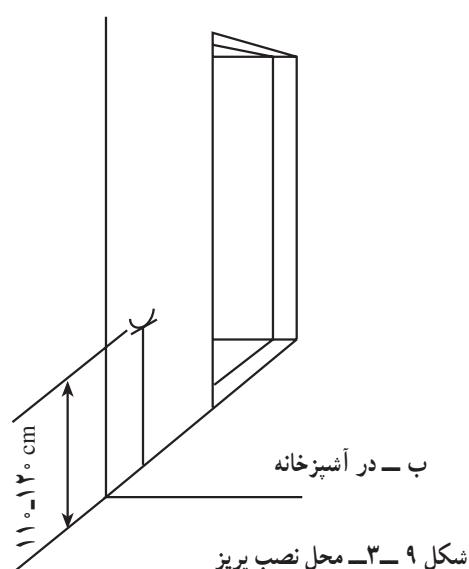
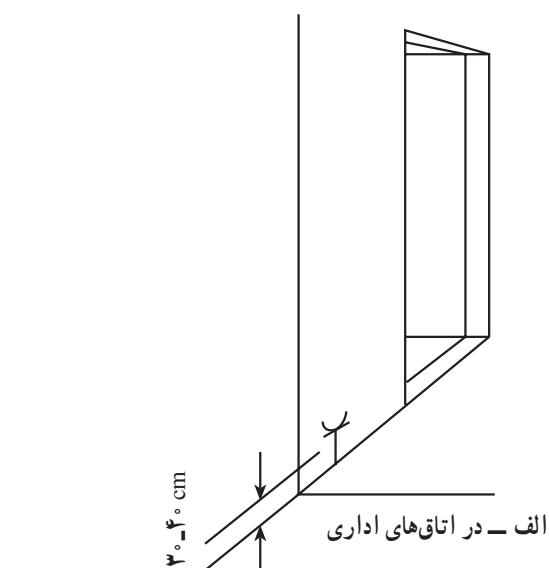
پریزهای برق در اتاق‌ها 30° الی 40° سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل ۹-۳-الف).

پریزهای برق، که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، گاراژ نصب می‌شود 110° الی 120° سانتی‌متر از کف تمام شده پریزهای برق در اتاق عمل که از نوع ضدانفجار نباشد حداقل در ارتفاع 155 سانتی‌متر از کف تمام شده نصب می‌شوند (شکل ۹-۳-ب).

پریزهای سه فاز باید بر حسب مورد با چهار شاخه و پنج شاخه مربوط همراه باشد.

در مکان‌های ترو مرطوب و خارج ساختمان‌ها باید از پریز محافظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب مناسب با نیاز مربوط استفاده شود.

در سیم‌کشی داخل لوله، از فنر سیم‌کشی جهت عبور سیم‌ها از داخل لوله‌ها استفاده می‌شود و پس از جاگذاری سیم‌ها در داخل لوله، سرسیم‌های مربوط فازها و نول و ارت را به پیچ‌های مربوطه وصل می‌کنند. لوله‌ها توسط بست به دیوار نصب می‌شوند. در نصب و سیم‌کشی پریزها با استفاده از کابل، نصب کابل روی دیوار با بست کابل انجام می‌شود.

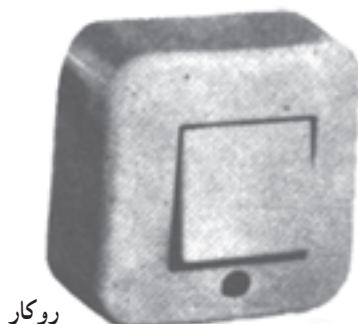


شکل ۹-۳-محل نصب پریز

۳-۵- کلیدهای روشنایی روکار

کلیدهای روشنایی برای قطع و وصل جریان الکتریکی به کار می‌رود. برای قطع جریان، باید یکی از سیم‌های حامل جریان قطع شود. برای وصل مجدد باید مسیر قطع شده، به حالت اوّلیه برگرد.

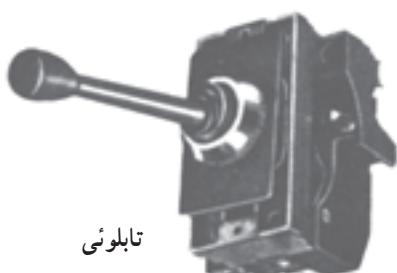
کلیدها بسته به نوع مصرف آن، روکار (معمولی- بارانی) و توکار ساخته می‌شوند.



روکار



توکار



تابلوئی

الف - انواع کلید یک پل از نظر ظاهری

۳-۵-۱- کلید یک پل (یک راهه):

این کلید دارای یک پل و یا یک دگمه می‌باشد و به صورت توکار و روکار ساخته می‌شود. دگمه قطع و وصل می‌تواند به صورت فشاری --، الاکلنگی -- تـ و یا دورانـ باشد، (شکل ۳-۱-الف). جنس محافظه و داخل آن از جنس کائوچو 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. دو انتهای تیغه‌های ثابت و متحرک شبیه پلاتین اتمبیل ساخته می‌شود و در مقابل حرارت و جرقه مقاوم است. تیغه‌های ثابت و متحرک را کنتاکت می‌نامند (شکل ۳-۱-ب).

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

می‌دهد.



اهم قطع و وصل الاکلنگی
ترمینال‌های ورودی و خروجی

فنر عمل کننده

تیغه‌ی پلاتین

ب - اجزاء داخل کلید یک پل

شکل ۳-۱



شکل اف – شمای ظاهری نوع توکار



شکل ب – شمای داخلی نوع روکار

شکل ۱۱-۳-۳- کلید سری (دوپل)

۳-۵-۲- کلید سری (دوپل): این کلید مثل دو کلید یک پل عمل می‌کند و دو دگمه قطع و وصل دارد که هریک 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، دوسته لامپ را به طور جداگانه و یا با هم روشن و خاموش می‌کند. شکل ۱۱-۳- کلید سری (دوپل) را نشان می‌دهد.



الف – قسمت داخلی کلید تبدیل روکار



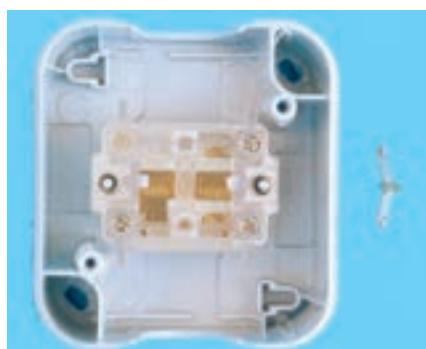
ب – شستی و فنر کلید تبدیل



ج – برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت
غیرمشترک ۱



د – برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت
غیرمشترک ۲



ه – پلاتین جداسده و پایه‌های ثابت کلید

شکل ۱۲-۳- اجزای داخل کلید تبدیل

دو عدد کلید تبدیل می‌تواند یک یا 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.

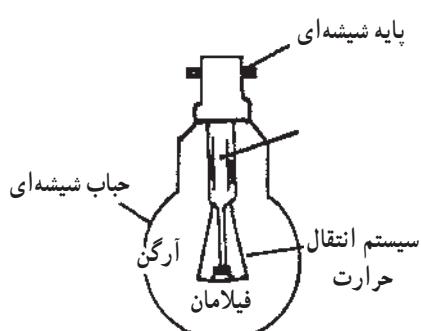
۳-۶ لامپ رشته‌ای



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



ب - فیلامان با دو ماربیج



ج - ساختمان چراغ رشته‌ای با پایه خاردار

شکل ۳-۱۳

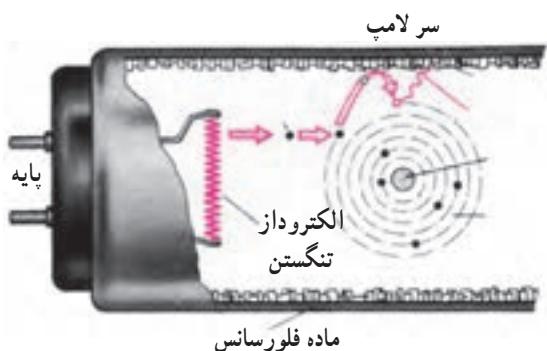
لامپ‌های رشته‌ای براساس گرم شدن فیلامان و پخش نور کار می‌کنند و به شکل‌ها و توان‌های مختلف ساخته می‌شوند. در این لامپ‌ها قبل از این که الکتریسیته مستقیماً به نور تبدیل شود اول به حرارت تبدیل می‌شود سپس نور تولید می‌کند. بنابراین بهره‌ی نوری این لامپ‌ها کم است. لامپ‌های رشته‌ای از چهار قسمت تشکیل شده‌اند:

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

درجه‌ی حرارت فیلامان لامپ‌های کنونی هنگام کار در حدود 2400° تا 2700° درجه سانتی‌گراد است. در لامپ‌هایی که دارای دو ماربیج 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 شیشه‌ای تهشیین شده و مانع عبور نور می‌شود در نتیجه نور لامپ کاهش می‌باید. در قدرت مساوی، نور چراغ‌های با رشته‌ی مضاعف بیشتر از چراغ با فیلامان تک‌رشته است.

جنس حباب لامپ‌های رشته‌ای، از شیشه است. حباب‌ها در انواع و شکل‌های گوناگون ساخته می‌شوند. پایه‌ی چراغ‌های رشته‌ای از نوع پیچی و یا خاردار است. مزیت نوع میخی، در ثابت بودن موقعیت و سرعت تعویض آن است. گاز داخل حباب چراغ از گازهای نادر (خنثی) مانند آرگون، هلیوم، کربپتون و گزون است. در لامپ‌های کم قدرت، در داخل حباب خلاً ایجاد می‌کنند. وجود گاز در داخل لامپ سبب جلوگیری از تبخیر رشته‌ی فیلامان شده و افزایش طول عمر و نوردهی آن می‌شود. شکل ۳-۱۳-ج لامپ رشته‌ای را با پایه‌ی خاردار نشان می‌دهد.

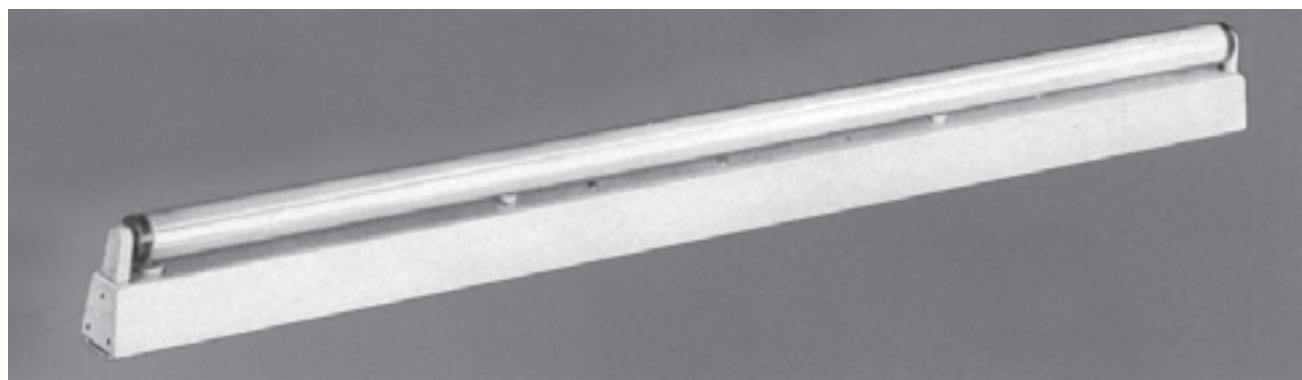
۷-۳- لامپ فلورسنت



الف - فیلامان لامپ فلورسنت

لامپ معمولی فلورسنت با اختلاف پتانسیل 22° و یا 11° ولت از لوله‌های شیشه‌ای به قطر 25 تا 38 میلی‌متر و طول 20 تا 16 سانتی‌متر ساخته می‌شود. دوسر این لوله‌ها، دو رشته‌ی فلزی تنگستن انوده به باریت کار گذاشته‌اند. باریت دارای تشعشع الکترونی خوبی است. فضای داخل لوله از بخار جبوه با فشار کم پر شده و چدار داخلی لوله با مواد فلورسانس انود شده است (شکل ۳-۱۴ الف و ب).

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



ب - شمای ظاهری لامپ با قاب



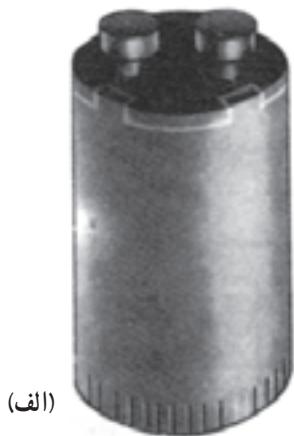
ج - شمای ظاهری و علائم نشان‌دهنده چک

۷-۳- چک (سیم پیچ): چک، یک سیم پیچ با هسته راه‌اندازی و دوم محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ. زیرا در لحظه راه‌اندازی، اختلاف سطح زیادی لازم است تا تخلیه الکتریکی در لامپ به وجود آمده و لامپ روشن شود. پس از تخلیه الکتریکی، 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 ضربی قدرت مدار می‌شود که با قرار دادن خازن می‌توان ضربی قدرت مدار را اصلاح کرد. شکل ۳-۱۴-ج علامت اختصاری و شمای واقعی چک لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۱۴

۳-۷-۲- استارتر: استارتر از یک لامپ نئون کوچک تشکیل می‌شود که یکی از الکترودهای آن را یک بی‌متال و الکترود دیگر آن را یک تیغه‌ی فلزی تشکیل می‌دهد. اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود 14° تا 16° ولت (ولناز مورد نیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) است و اگر اختلاف سطح به حدود 12° تا 13° ولت برسد خاموش می‌شود.

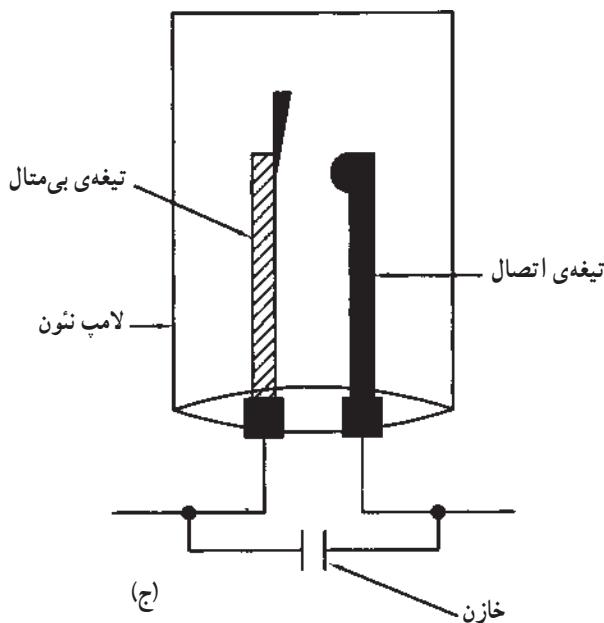


(الف)

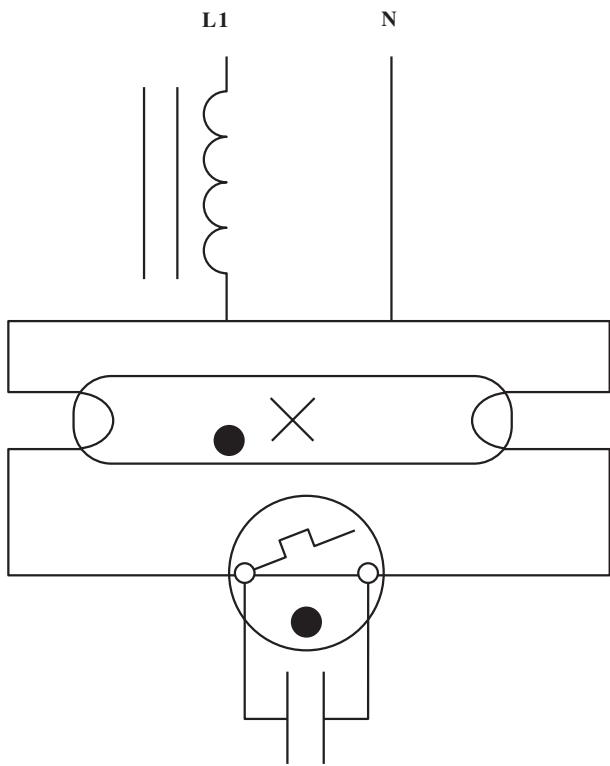


(ب)

برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت، یک خازن با 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 شمای مداری داخل استارتر را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۵- استارتر لامپ فلورسنت



شکل ۳-۱۶-۳ مدار لامپ فلورسنت

۳-۷-۳ 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 نئون داخل استارتر شده و از آن جریان عبور می‌کند. در اثر عبور جریان، گاز نئون و تیغه‌ی بی‌متال، گرم شده خم می‌شود و دوالکترود به هم می‌چسبد. 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 بی‌متال چسبیده است دیگر تخلیه‌ی الکتریکی بین بی‌متال و الکترود صورت نمی‌گیرد. بی‌متال سرد و از الکترود جدا و در نتیجه مدار سری قطع می‌شود. قطع آنی این جریان در دوسر چک، ولتاژ القابی زیادی ایجاد می‌کند (حدود ۷۵° تا ۱۶۰° 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.

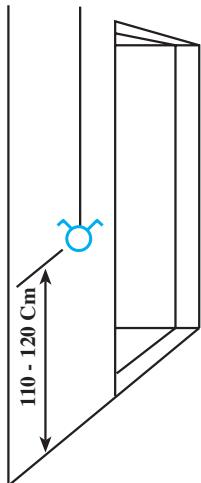


شکل ۳-۱۷-۳ نمونه یک کلید ضدآب

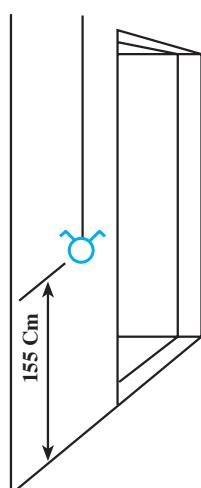
۳-۸-۳ نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی کلیدهای

یک پل، سری، تبدیل با لامپ‌های رشته‌ای و فلورسنت کلیدهای روشنایی باید براساس موارد استفاده، شرایط محل نصب، ولتاژ مورد لزوم و محاسبه‌ی مقدار جریانی که از آن عبور می‌کند از انواع توکار یا روکار، یک پل، دوپل، سه‌پل، تبدیل، صلیبی، و در صورت لزوم از انواع محافظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یا ضدجرقه و یا ضدحریق انتخاب شود. این نوع کلیدها در سیستم برق یک فاز ۲۲۰ ولت باید حداقل تحمل ولتاژ ۲۵۰ ولت و جریان ۱۰ آمپر را داشته باشد.

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 با خازن و ۴۰ وات 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 با رشته‌ای درنظر گرفته شود و برای مدارهایی که دارای بار بیش از این مقادیر باشد باید کلید متناسبی با قدرت بیشتر



الف - ارتفاع کلید در اماکن اداری و صنعتی



ب - ارتفاع کلید اتاق‌های عمل

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

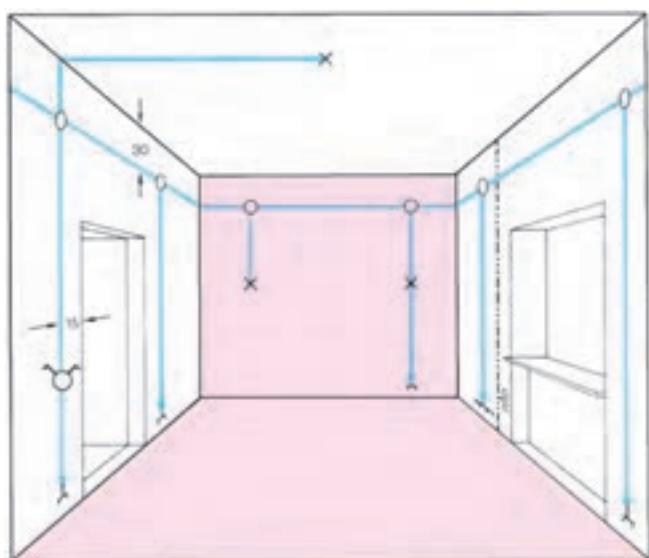
محل دقیق نصب کلیدها براساس نقشه‌های معماری و با توجه به استقرار تجهیزات، برروی نقشه‌های اجرایی تفضیلی کارگاهی مشخص می‌شود.

کلیدهایی که در کنار در و روودی واقع می‌شود باید در طرف قفل در و در فواصل مساوی از چارچوب نصب شوند. کلید باید طوری تعییه شود که رو به پایین روشن و رو به بالا خاموش باشد.

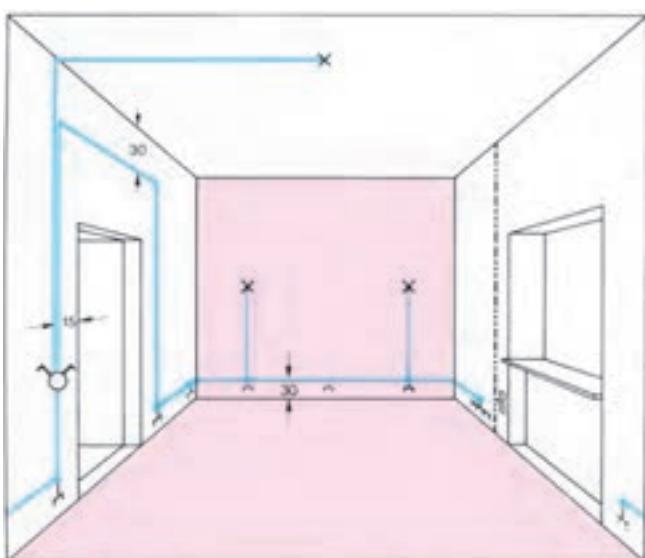
ارتفاع نصب کلیدها به شرح زیر خواهد بود : برای اتاق‌های مسکونی، اداری یا کار، آشپزخانه اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۱۰° الی ۱۲۰° سانتی‌متر از کف تمام شده، شکل ۳-۱۸-الف).

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

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



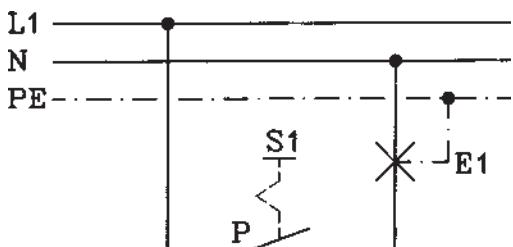
ج - سیم‌کشی با استفاده از جعبه تقسیم



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 مصرف‌کننده از یک نقطه به طور همزمان استفاده می‌شود. فاز به پایه‌ی ثابت کلید وصل شده و از پیچ پایه‌ی متحرک کلید به پیچ زیرین سریچ لامپ وصل می‌شود. سیم نول نیز مستقیماً به پیچ پهلوی سریچ لامپ اتصال می‌یابد.



شکل ۳-۱۹

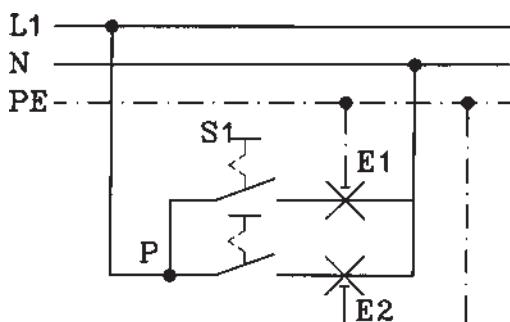
علت اتصال برگشت فاز از کلید به پیچ زیرین سریچ لامپ

این است که در موقع باز کردن و بستن لامپ، تماس با قسمت فلزی لامپ موجب شود. علت قرار گرفتن کلید در مسیر فاز این است که فاز مستقیماً به مصرف‌کننده نرسد بلکه کنترل به وسیله‌ی کلید انجام گیرد. این اثر سبب افزایش میزان حفاظت می‌باشد.

۳-۱۹ نقشه‌ی گسترده و شکل ۳-۲۰ نقشه‌ی فنی

مدار کلید یک پل را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۲۰



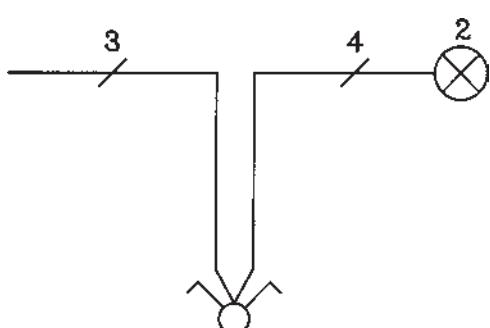
شکل ۳-۲۱

۳-۸-۲- مدار روشنایی کلید سری (دوپل): برای

قطع و وصل دو گروه لامپ به صورت گروه گروه یا با هم، از کلید سری استفاده می‌کنند. سیم فاز را به پیچ مشترک کلید زبانه‌ای سری وصل کرده و از دو پیچ دیگر به دو گروه لامپ وصل می‌کنند. سرهای دیگر لامپ‌ها را به سیم نول متصل می‌کنند.

۳-۲۱ نقشه‌ی گسترده و شکل ۳-۲۲ نقشه‌ی فنی

کلید سری با دو لامپ را نشان می‌دهد.

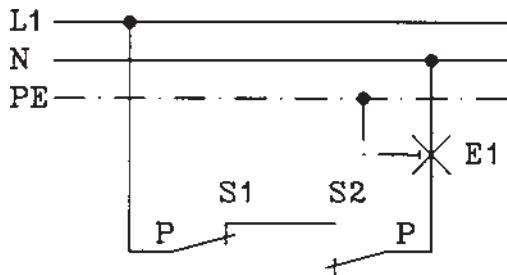


شکل ۳-۲۲

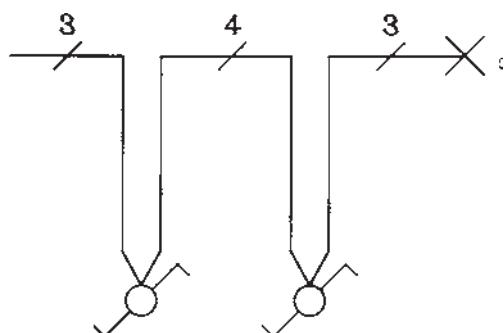
۳-۸-۳- مدار روشنایی کلید تبدیل: برای قطع و
وصل یک یا چند مصرف‌کننده به طور همزمان از دو نقطه، از دو
کلید تبدیل استفاده می‌شود. سیم فاز به پیچ متصل به تیغه‌ی
متحرک (پیچ مشترک) یکی از کلیدهای تبدیل وصل شده و از دو
پیچ دیگر مربوط به تیغه‌ی ثابت همان کلید به دو پیچ مشابه کلید
تبدیل دیگر وصل می‌شود. از پیچ تیغه‌ی متحرک، کلید تبدیل
دومی به پیچ ته سر پیچ لامپ (صرف‌کننده) و از پیچ پهلوی
سرپیچ لامپ به سیم نول اتصال داده می‌شود.

توضیح این که اتصال فاز و نول به کلیدهای تبدیل و برگشت
از کلیدها به لامپ، غلط 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.

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



شکل ۳-۲۳



شکل ۳-۲۴

۳-۹-۳ - کار عملی شماره ۹: نصب و سیمکشی انواع پریزهای ساده و ارتدار یک فاز و سه فاز روکار

۳-۹-۱ - وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر



۱۵ عدد	- تابلو مشبک
۷۵ عدد	- ترمینال
۴۵ عدد	- لوله فولادی نمره ۱۳/۵
۳ عدد	- لوله خم کن لوله فولادی
۳ عدد	- اره آهن بر
۳ عدد	- گیره رومیز
۳ عدد	- میز کار
۳ عدد	- برقو
۳ عدد	- حدیده
۸ عدد	- آچار کلاگی
۹۰ عدد	- بست لوله فولادی
۱۵۰ عدد	- پیچ و مهره
۲۵۰ متر	- سیم افشار نمره ۲/۵
۳ عدد	- فنر سیمکشی
۱۵ عدد	- پیچ گوشی
۱۵ عدد	- انبر دست
۱۵ عدد	- سیم چین
۱۵ عدد	- سیم لخت کن
۱۵ عدد	- فاز متر
۳ عدد	- آوومتر
۳ عدد	- ولت متر
۱۵ عدد	- خط کش فلزی
۱۵ عدد	- پریز تک فاز ارتدار روکار
۱۵ عدد	- پریز سه فاز ارتدار روکار



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

۳-۹-۲ - مراحل انجام کار:

- مطابق شکل ۲۵-۳ لوله فولادی نمره ۱۳/۵ را به اندازه های داده شده بیرید و خم کنید.
- سر لوله ها را که به جعبه تقسیم و قوطی پریزها وصل

می‌شوند، حدیده کنید.

■ لوله‌ها و پریزها و ترمینال را روی تابلوی مشبک نصب

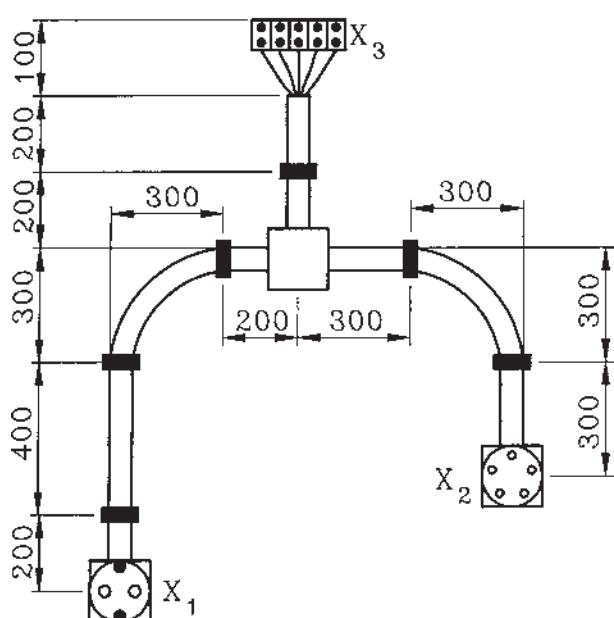
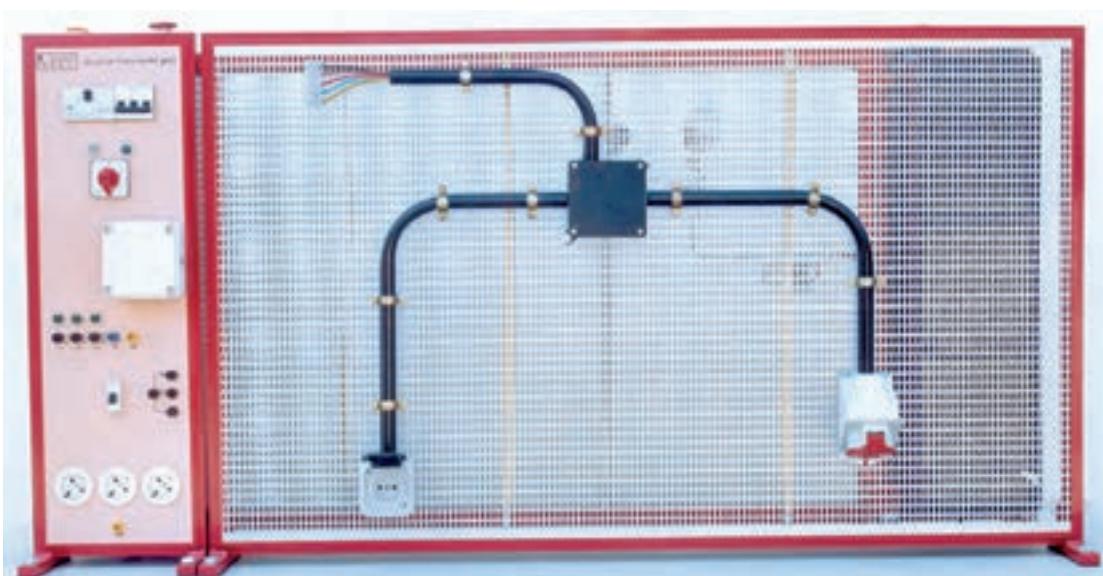
کنید.

■ توسط فنر سیم‌کشی، سیم‌ها را از ترمینال به پریزها

بکشید و به پیچ‌های مربوطه وصل کنید.

■ پریزها را بیندید و با اتصال سه فاز و ارت و نول به

ترمینال، پریزها را آزمایش کنید.



X_1 = پریز تک‌فاز روکار ارت‌دار

X_2 = پریز سه‌فاز روکار ارت‌دار و نول

X_3 = ترمینال (اندازه‌ها به mm)

شکل ۴-۲۵

۱۰-۳- کار عملی شماره ۱۰: نصب و سیم کشی مدار روشنایی کلید یک پل بالا مپ رشته ای و پریز یک فاز روکار

۱۰-۳- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- تابلوی مشبک ۱۵ عدد
- ترمینال ۷۵ عدد
- کلید یک پل روکار ۱۵ عدد
- پریز یک فاز ارت دار روکار ۱۵ عدد
- جعبه تقسیم روکار ۳۰ عدد
- لامپ رشته ای تونلی ۱۵ عدد
- بست کابل تخت ۱۵ عدد
- کابل تخت $NYIF^2 \times 1/5mm$ ۱۰ متر
- کابل تخت $NYIF^3 \times 1/5mm$ ۳ متر
- کابل تخت $NYIF^4 \times 1/5mm$ ۱۵ متر
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- دم باریک ۱۵ عدد
- پیچ گوشی ۱۵ عدد
- فاز متر ۳ عدد
- آوومتر ۳ عدد
- میز کار ۳ عدد
- پیچ و مهره ۱۸۰ عدد
- خط کش فازی ۱۵ عدد

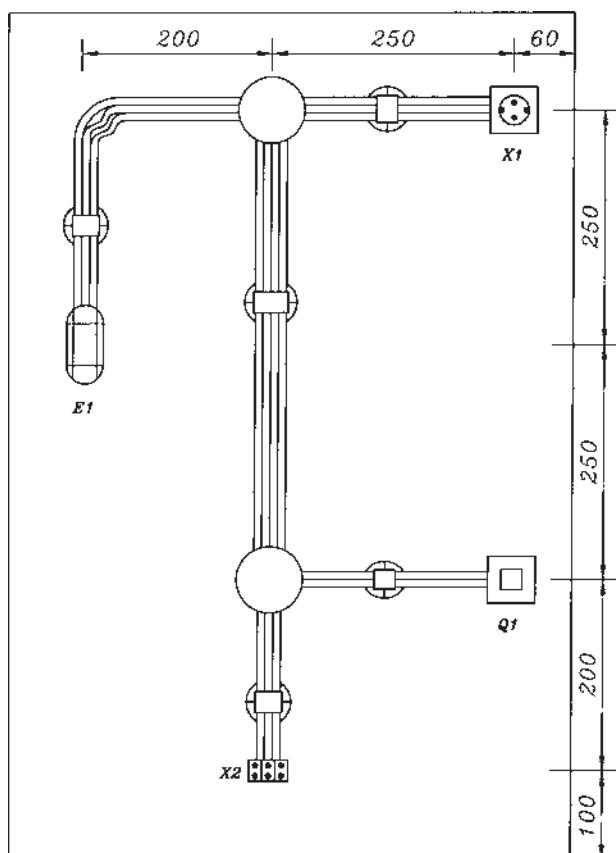
قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۱۰-۲ توجه کنید.

۱۰-۳- مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۱۰-۲۶ کلید یک پل روکار، جعبه تقسیم های روکار، ترمینال و لامپ رشته ای را با توجه به اندازه های داده شده، روی تابلو مشبک نصب کنید.

■ کابل های تخت $2 \times 1/5mm$ و $3 \times 1/5mm$ تک رشته ای را مطابق نقشه به ترمینال، کلید یک پل، پریز ارت دار یک فاز و لامپ رشته ای وصل کرده و در جعبه تقسیم ها به هم اتصال دهید.

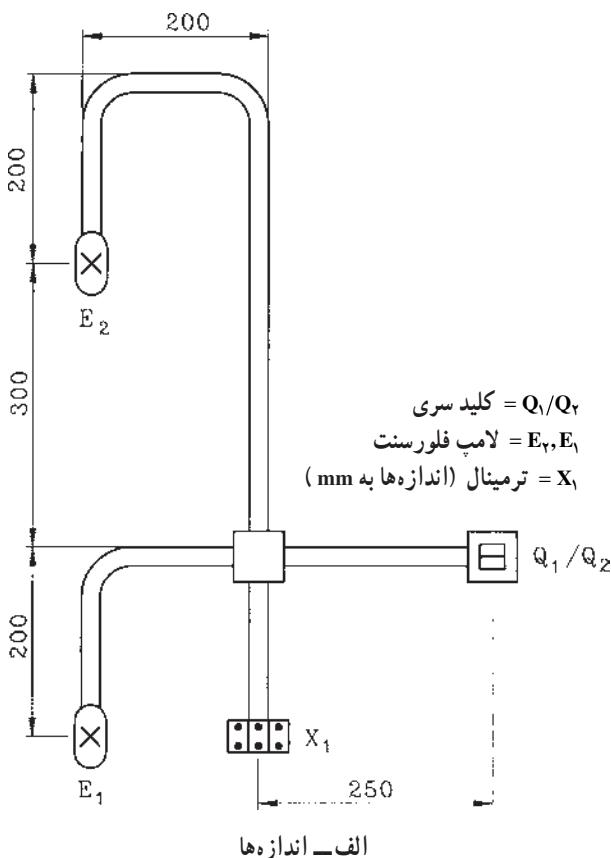
■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



شکل ۱۰-۲۶

۱۱-۳- کار عملی شماره ۱۱: نصب و سیم کشی مدار روشنایی کلید سری با لامپ فلورسنت روکار
۱۱-۳- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

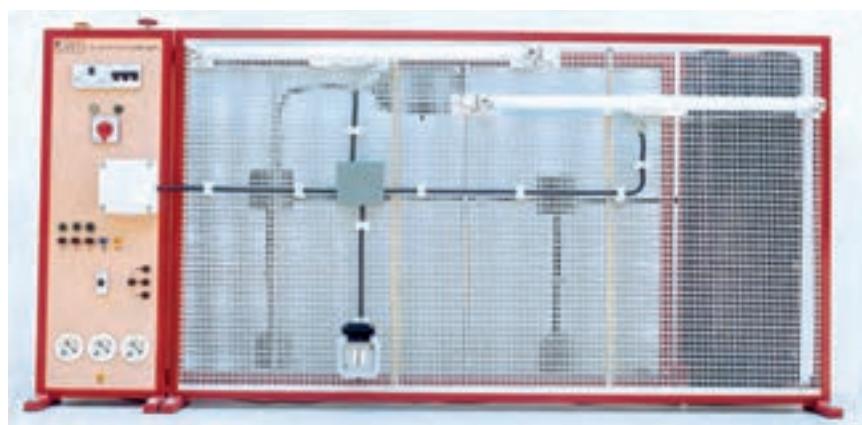
۱۵ عدد	- کلید سری روکار
۴۵ عدد	- ترمینال
۳۰ عدد	- لامپ فلورسنت
۱۵ عدد	- جعبه تقسیم روکار
۳۰ متر	- کابل افسان نمره $3 \times 1 / 5 \text{ mm}^2$
۱۵ عدد	- خطکش فلزی
۱۵ عدد	- انبردست
۱۵ عدد	- سیم چین
۱۵ عدد	- سیم لخت کن
۱۵ عدد	- پیچ گوشتی
۳ عدد	- فازمتر
۳ عدد	- آوومتر
۱۵ عدد	- تابلو مشبک
۱۵ عدد	- چاقوی کابل بری
۱۵ عدد	- دمباریک



۱۱-۳- مراحل انجام کار:

- مطابق شکل ۲-۲۷ کلید سری، لامپ های فلورسنت، جعبه تقسیم روکار و ترمینال را روی تابلو مشبک نصب کنید.
- توسط کابل های افسان نمره $3 \times 1 / 5 \text{ mm}^2$ ۳ مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



ب - شمای واقعی

شکل ۲-۲۷

۱۲-۳- کار عملی شماره ۱۲: نصب و سیم کشی مدار

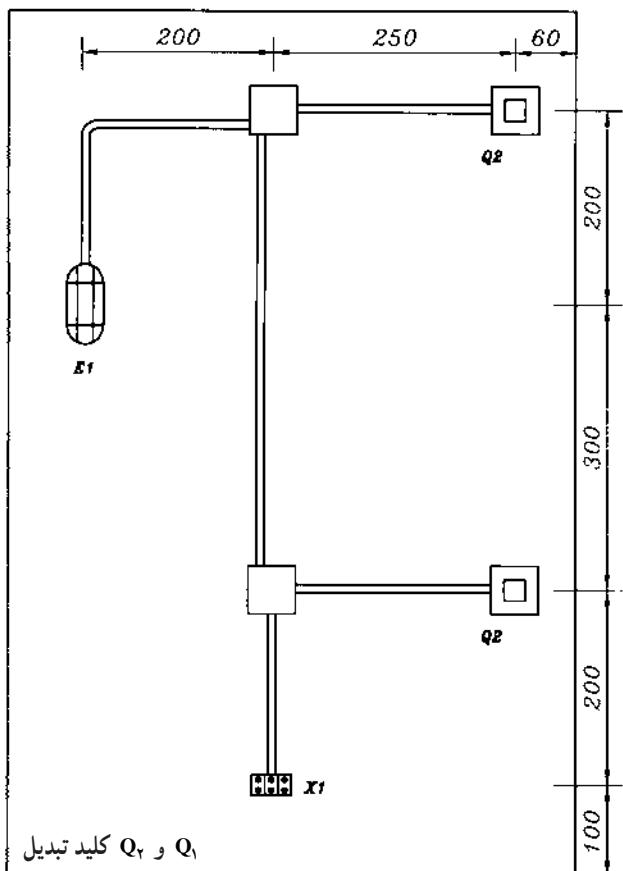
روشنایی کلید تبدیل با لامپ رشته‌ای روکار

۱۲-۱- وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

- کلید تبدیل روکار ۳ عدد
- جعبه تقسیم روکار ۳ عدد
- ترمینال ۴۵ عدد
- لامپ رشته‌ای روکار ۱۵ عدد
- کابل $NYM^3 \times 1/5mm^2$ ۳ متر
- کابل $NYM^4 \times 1/5mm^2$ ۱۵ متر
- سیم چین ۱۵ عدد
- سیم لخت کن ۱۵ عدد
- پیچ گوشی ۱۵ عدد
- پیچ و مهره ۱۸° ۳ عدد
- فازمتر ۳ عدد
- آوومتر ۳ عدد
- تابلو مشبک ۱۵ عدد
- چاقوی کابل بری ۱۵ عدد
- میزکار ۳ عدد

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

الف - اندازه‌های مدار



۱۲-۳- مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۲-۲۸ کلیدهای تبدیل

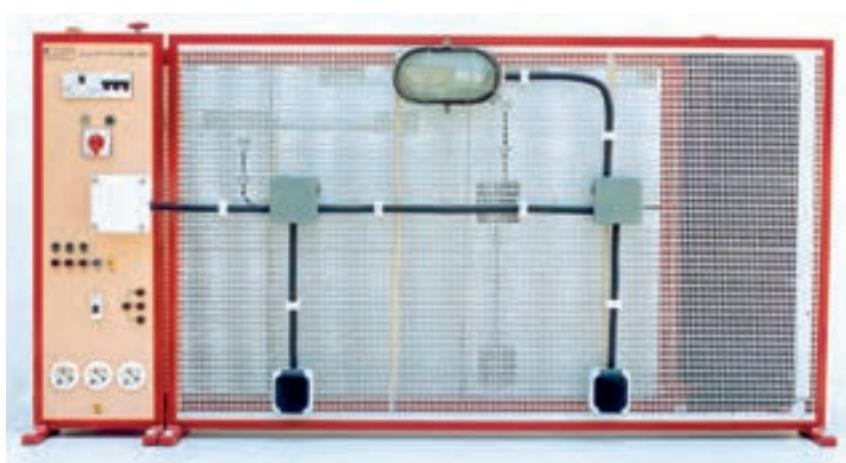
روکار، جعبه تقسیم‌های روکار، لامپ رشته‌ای با قاب تونلی روکار، و ترمینال را روی تابلو مشبک نصب کنید.

■ با کابل‌های $NYM^3 \times 1/5mm^2$

و $NYM^4 \times 1/5mm^2$ با توجه به اندازه‌های داده شده در نقشه، مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.

ب - شکل واقعی



شکل ۳-۲۸

۱۳-۳- کار عملی شماره ۱۳: نصب و سیم کشی پریزهای یک فاز ارت دار و مدار روشنایی

۱۳-۱- وسایل مورد نیاز

- تابلو خالی برق همراه با نکات اینمنی
- شینه مسی

- کابل $3 \times 16 \text{ mm}^2$ NYM

- کلیدهای مینیاتوری ۱۶ A

- کابل نمره $3 \times 1 / 5 \text{ mm}^2$

- سیم نمره $1 / 5 \text{ mm}^2$

- لامپ رشته ای کلیددار روکار

- لامپ رشته ای روکار

- بروژکتور روکار

- پریز یک فاز ارت دار روکار

- پریز دوبل یک فاز ارت دار روکار

- پریز آتن

- کابل آتن

- پیچ و مهره

- کابلشو

- برس کابلشو

- چاقوی کابل بری

- سیم چین

- سیم لخت کن

- انبردست

- پیچ گوشتی

- دمباریک

- فازمتر

- آوومتر

- دریل دستی برقی

- متله الماسه

- متله فولادی

- چکش فلزی

- رولپلاک

- پیچ چوب

- بست کابل

- کاپین سیم کشی یا اتاق

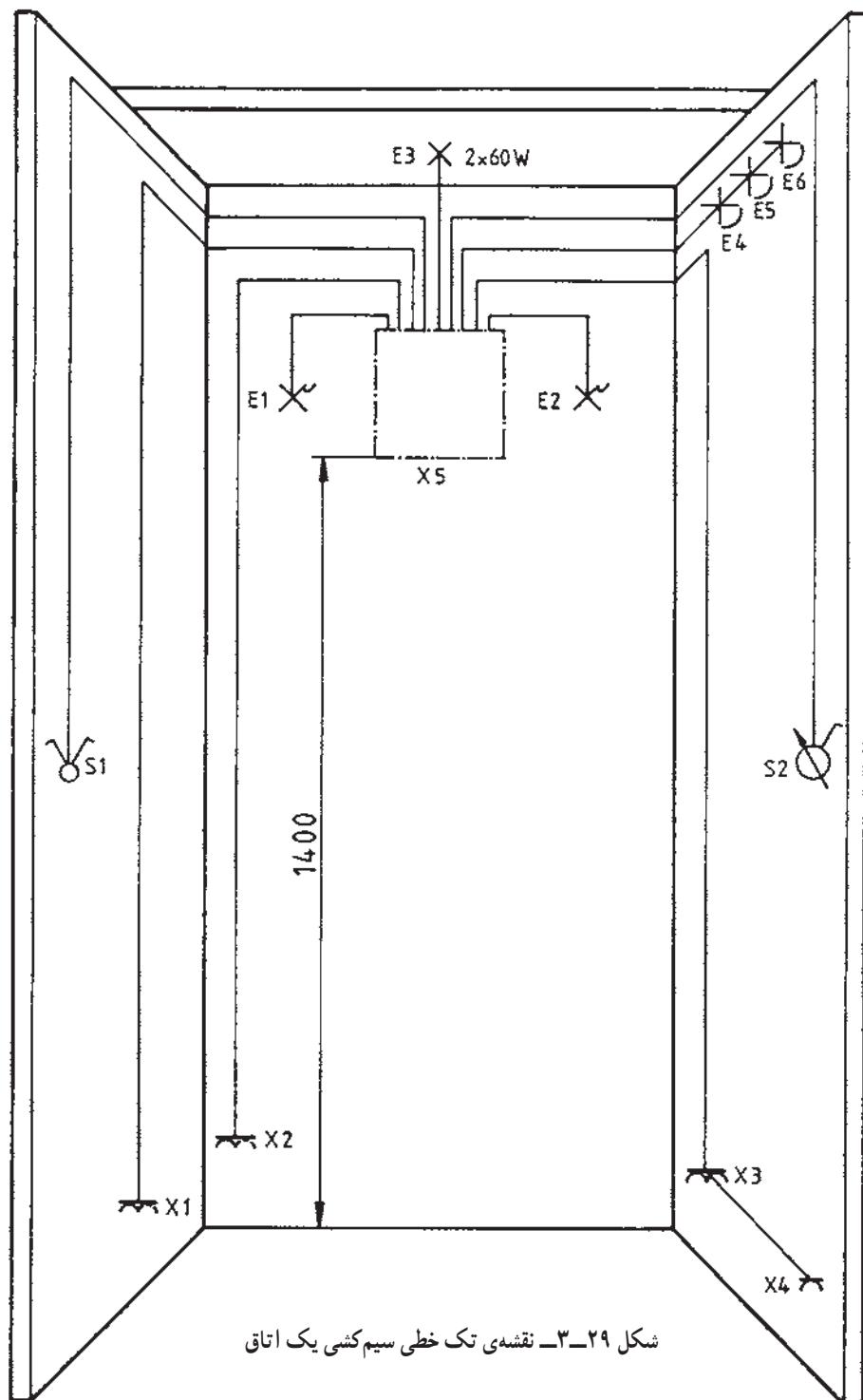
قبل از انجام کار به نکات اینمنی مطرح شده در قسمت ۱-۴-۲ توجه کنید.



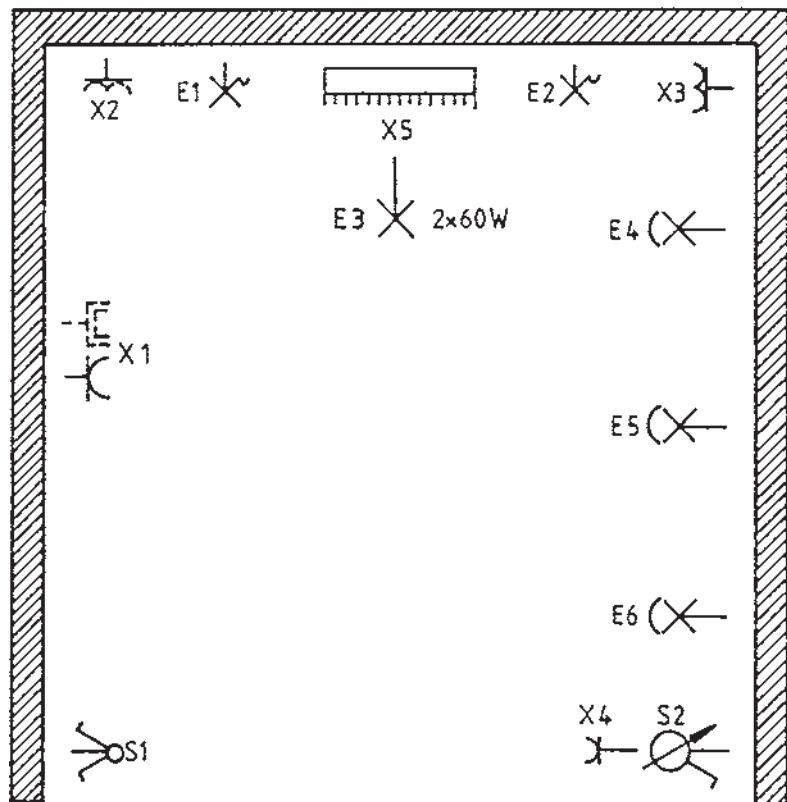
۱۳-۳- مراحل انجام کار:

■ شکل ۳-۲۹ ۳- دیاگرام تک خطی (نقشه‌فنی)، شکل ۳-۳۰

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

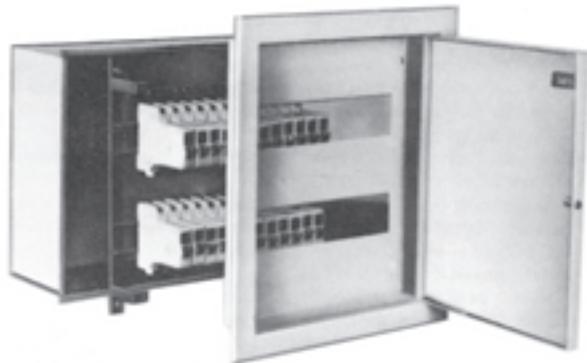


شکل ۳-۲۹- نقشه‌ی تک خطی سیم‌کشی یک اتاق



- E_1 = لامپ کلیددار روکار
 E_2 = لامپ کلیددار روکار
 E_3 = دو لامپ رشتهای $60W$ روکار
 E_4 = پروژکتور روکار
 E_5 = پروژکتور روکار
 E_6 = پروژکتور روکار
 X_1 = پریز دوبل یک فاز ارتدار یا پریز یک فاز ارتدار با پریز آنن روکار
 X_2 = پریز دوبل ارتدار یک فاز روکار
 X_3 = پریز دوبل ارتدار یک فاز روکار
 X_4 = پریز یک فاز ارتدار روکار
 X_5 = تابلو برق
 S_1 = کلید سری روکار
 S_2 = دیمیر برای سه پروژکتور

شکل ۳-۳ - نقشه قرار گرفتن وسایل و قطعات

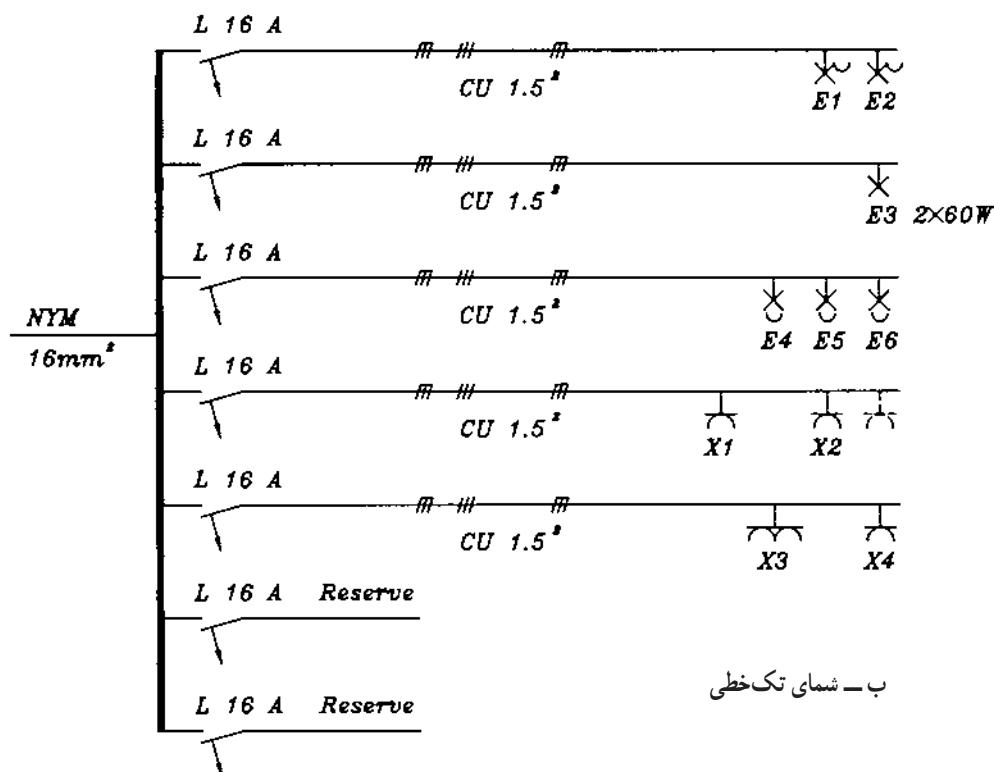


الف - شمای ظاهری

- مطابق نقشه‌ی شکل ۳-۳۱ کلیدهای مینیاتوری را داخل تابلوی خالی که در اختیار دارید نصب و سیم کشی کنید.
- شینه‌های فاز و نول و ارت را داخل تابلو نصب کنید.
- کابل ورودی به تابلو $NYM\ 16mm^2$ را انتخاب کنید، سرکابل سه‌رشته را لخت کنید، سر سیم‌های لخت شده را کابشو بزنید و به شیشه‌های مربوطه پیچ کنید.

- از شینه‌ی فاز به کلیدهای مینیاتوری را توسط سیم نمره $1/5mm^2$ اتصال دهید. این اتصال به شینه توسط کابشو و به کلیدهای مینیاتوری با برداشتن روپوش سر سیم‌ها و قراردادن سیم‌های بدون روپوش در زیر پیچ کلیدهای مینیاتوری انجام دهید.
- از کلیدهای مینیاتوری به لامپ‌های کلیددار E_1 و E_2 ، لامپ E_3 که توسط کلید سری S_1 ، بروژکتورهای E_4 ، E_5 و E_6 که توسط کلید دیم‌دار S_2 کنترل می‌شوند، پریزهای یک فاز ارتدار X_1 و X_2 ، پریز دوبل تک فاز ارتدار X_3 و پریز یک فاز ارتدار X_4 توسط کابل‌های مسی نمره $1/5mm^2$ اتصال دهید. (اتصال کابل‌ها از تابلو به لامپ‌ها و پریزها به وسیله‌ی بست کابل انجام شود).

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



شکل ۳-۳۱ - نقشه‌ی فنی سیم کشی از تابلو به قسمت‌های مختلف

آزمون پایانی (۳)

زمان : ۲۴ دقیقه

- ۱- استفاده از انرژی الکتریکی به طور مستقیم توسط کدام وسیله ممکن می شود؟
الف- پریز ب- کلید ج- فیوز د- کابل
- ۲- در جاهای نمناک از چه نوع پریزی استفاده می شود؟ این پریز با کدام نوع لوله مورد استفاده قرار می گیرد?
الف- پریز معمولی، لوله PVC ب- پریز معمولی ارتدار، لوله فولادی
ج- پریز بارانی، لوله PVC د- پریز بارانی، لوله خرطومی
- ۳- سیم ارت به کدام پیچ پریز ارتدار یک فاز وصل می شود؟
الف- پیچ مربوط به سوراخ سمت راست ب- پیچ مربوط به سوراخ سمت چپ
ج- پیچ مربوط به شاخک ها د- موارد الف یا ب
- ۴- در پریزهایی که دارای سه سوراخ در یک ردیف می باشند (پریزهای یک فاز)، کدام سوراخ مربوط به بدنه (ارت) است؟
الف- سوراخ سمت راست ب- سوراخ سمت چپ
ج- سوراخ سمت راست یا چپ د- سوراخ وسطی
- ۵- سیم های فاز را از نول توسط چه وسیله ای تشخیص می دهند؟
الف- فاز متر ب- آمپر متر ج- ولت متر د- اهم متر
- ۶- برای تشخیص وجود اختلاف پتانسیل بین فاز و نول و دو فاز از چه وسیله ای استفاده می شود؟
الف- لامپ آزمایش ب- فاز متر ج- آمپر متر د- اهم متر
- ۷- برای عبور دادن سیم از داخل لوله از چه وسیله ای استفاده می شود؟
الف- فرنکش ب- فرن سیم کشی ج- سیم فولادی د- سیم تک رشته ای مسی
- ۸- برای ارتباط چند لوله و یا چند کابل از چه وسیله ای استفاده می شود؟
الف- قوطی کلید ب- جعبه تقسیم ج- پریز د- هرسه مورد
- ۹- پریزهای برق برچه اساسی انتخاب می شوند؟
الف- موارد کاربرد، شرایط محل نصب، میزان ولتاژ و تعداد فازها
ب- اینمی مورد لزوم، محاسبه ای مقدار جریانی که تغذیه می کند در انواع توکار و روکار
ج- اتصال زمین یا بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یک فاز و سه
فاز، قفل شو یا بی خطر
د- هرسه مورد

۱۰- ارتفاع نصب پریزها در موتورخانه و تعمیرگاه، چندسانی متراز کف تمام شده باید باشد؟

الف - ۱۰۰ ب - ۱۳۰ ج - ۱۴۰ د - ۱۱۰

۱۱- ارتفاع پریزهای برق در اتاق عمل که از نوع ضدانفجار نباشد حداقل در ارتفاع چند سانتی 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 - پریز

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 دوقطبی 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- چک (سیم بیچ) در لامپ فلورسنت چه عملی انجام می‌دهد؟

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

ب - بالا بردن ولتاژ جهت راهاندازی

ج - محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ

د - ب و ج

۱۷- برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت در مدار لامپ فلورسنت، چه وسیله‌ای به استارت و صلح می‌شود؟

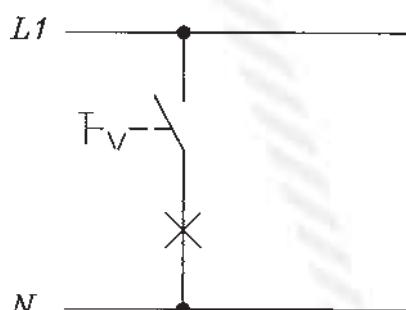
الف - خازن به طور موازی

ج - سلف به طور موازی

۱۸- ارتفاع نصب کلیدها از کف تمام شده در محل‌های مسکونی و اماکن صنعتی چند سانتی متر است؟

الف - ۱۰۰ ب - ۱۱۰ ج - ۱۵۵ د - ۱۳۰

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

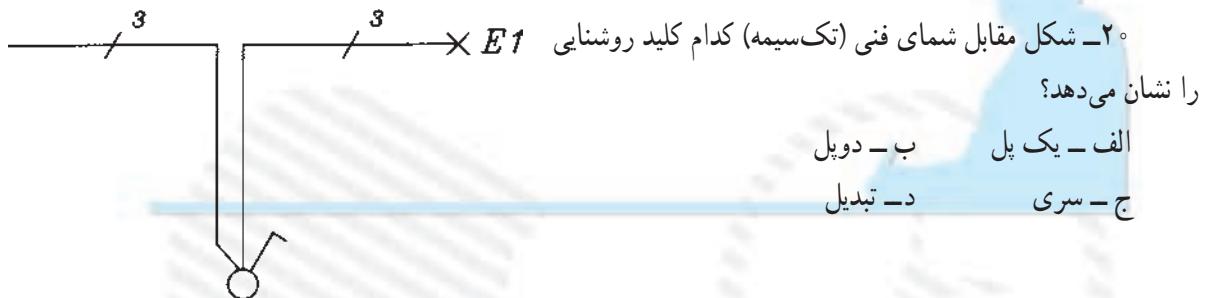


الف - یک پل

ب - دوپل

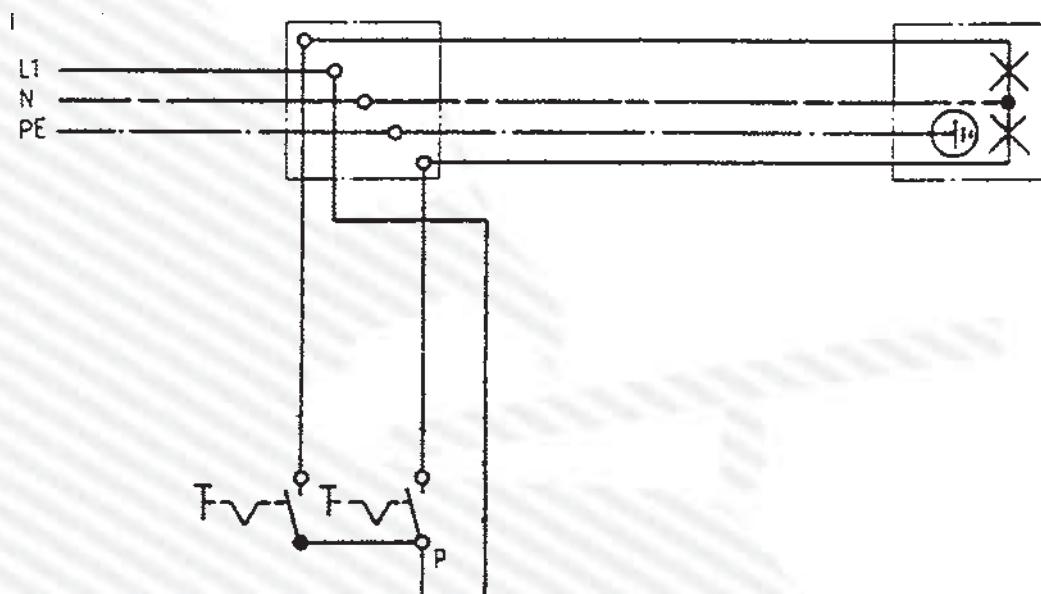
ج - سری

د - تبدیل



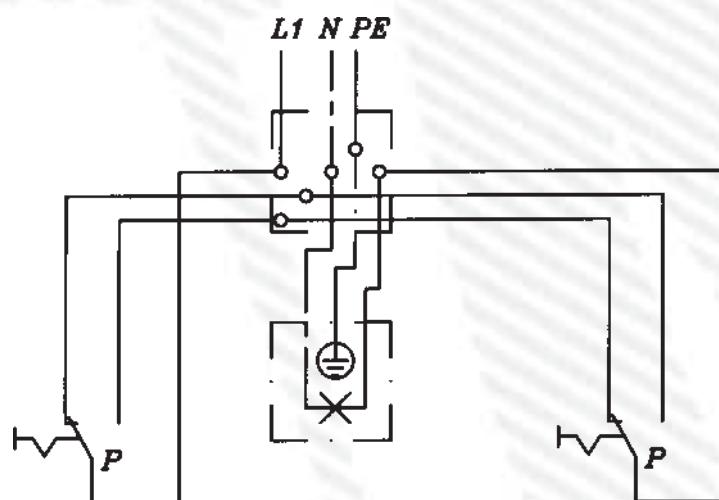
۲۱- شکل زیر نقشه‌ی حقیقی (چند سیمه) کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

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



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

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



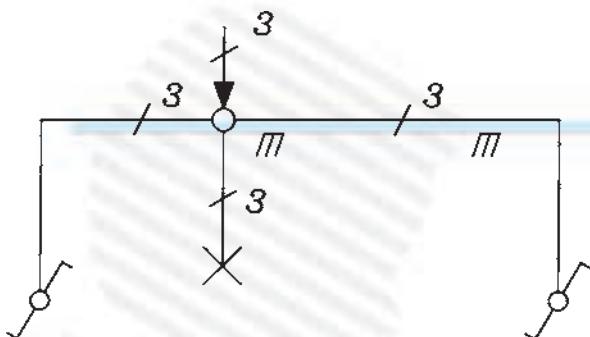
۲۳- شکل مقابل مدار تک خطی کدام کلید روشنایی را نشان می دهد؟ سیم کشی چگونه باید انجام شود؟

الف - کلید تبدیل، روکار

ب - کلید تبدیل، زیر کار

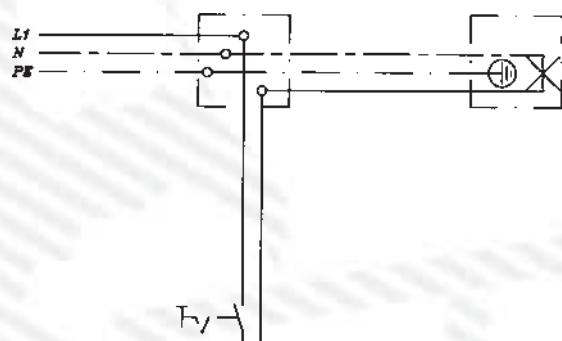
ج - کلید سری، روکار

د - کلید سری، زیر کار



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

الف - به ته لامپ ب - به بدنه لامپ ج - به حباب فلزی لامپ د - به هرسه قسمت



نصب و سیم کشی پریزهای یک فاز ارت دار روکار و
مدارات روشنابی

۱۴_۳_وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

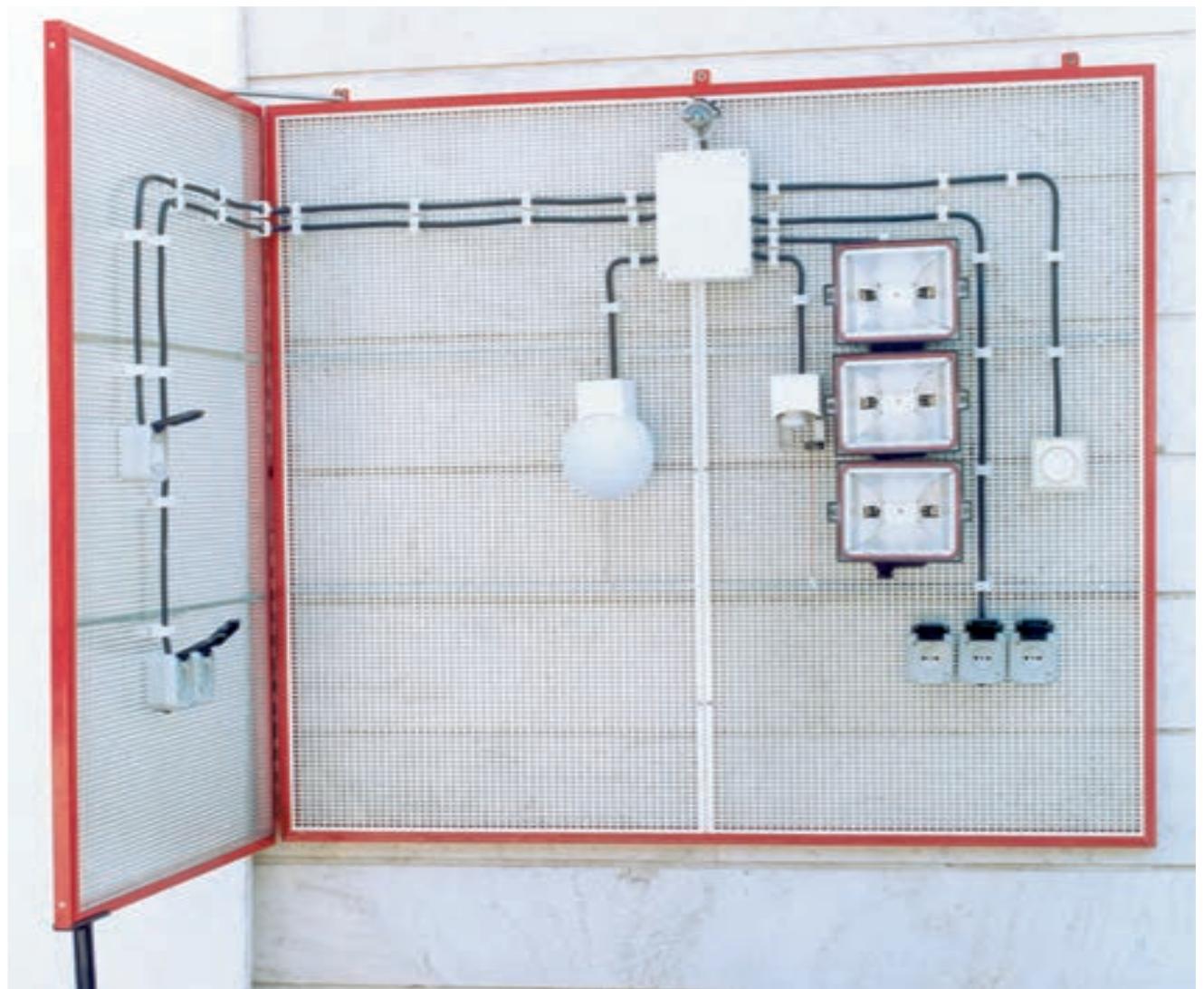
۱۵ عدد	- جعبه تقسیم
۶۰ عدد	- ترمینال
۳۰۰ عدد	- پیچ چوب
۳۰۰ عدد	- رولپلاک
۱۰۰ متر $1/5\text{mm}^2$	- کابل های سه رشته ای نمره
۱۵ عدد	- بست کابل
۳۰ عدد	- لامپ رشته ای روکار
۳۰ عدد	- کلید سری روکار
۷۵ عدد	- پریز یک فاز ارت دار روکار
۱۵ عدد	- انبردست
۱۵ عدد	- سیم چین
۱۵ عدد	- سیم لخت کن
۱۵ عدد	- پیچ گوشی
۳ عدد	- فاز متر
۱۵ عدد	- دم باریک
۳ عدد	- آوومتر
۳ عدد	- پروژکتور

۱۴_۳_مراحل انجام کار:

■ وسایل الکتریکی را مطابق شکل صفحه‌ی بعد در روی صفحه‌ی مشبك نصب کنید.

■ از جعبه تقسیم توسط کابل‌های مربوطه مطابق شکل به کلیدها، پریزها و لامپ‌ها و پروژکتورها وصل کنید. در جعبه تقسیم از ترمینال استفاده کنید و کابل‌ها توسط بست کابل به دیوار یا دیوارهای کابین سیم کشی نصب کنید.

■ مدار را به برق وصل کرده، آزمایش کنید.



نقشه‌ی آزمون عملی پایانی

واحد کار چهارم

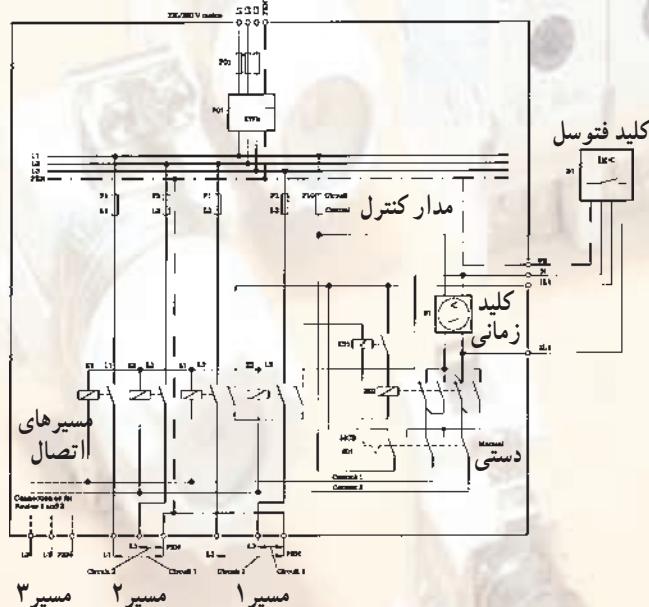
سلول فتوالکتریک

هدف کلی

نصب و سیم کشی فتوسل

هدف های رفتاری: فرآگیر پس از پایان این واحد کار قادر خواهد بود:

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



مدار سیستم روشنایی خیابان (سیستم کنترل ردیفی)

پیش آزمون (۴)

۱- کابل نُم شده‌ی استاندارد VDE با سیم مسی با عایق PVC سیم و پوشش کابل با کدام علامت شان داده می‌شود؟

الف - NYY

ب - NAYY

ج - NYM

د - ANYM

۲- منظور از سیم نمره‌ی ۲/۵ چیست؟

الف - سیم با قطر $2/5\text{ mm}$

ب - سیم با سطح مقطع $2/5\text{ mm}^2$

ج - سیم با قطر $2/5\text{ cm}$

د - سیم با سطح مقطع $0/025\text{ mm}^2$

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 به کار می‌رود؟

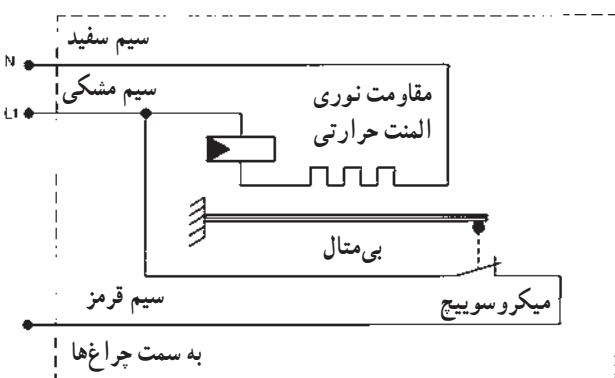
الف - برای روشن و خاموش کردن اتوماتیک چراغ‌های معابر

ب - برای روشن کردن لامپ‌های محوطه

ج - برای ایجاد ولتاژ و خاموش کردن لامپ‌های معابر

د - برای روشن و خاموش کردن راه‌پله‌ها

۱-۴- سلول فتوالکتریک

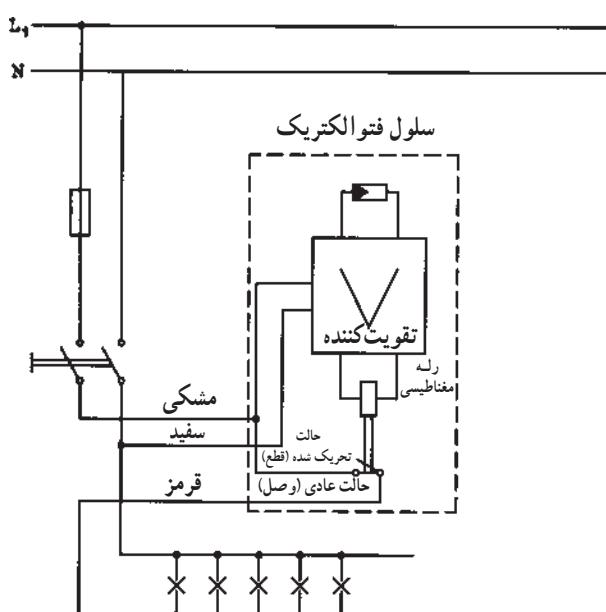


شکل ۱-۴- ساختمان و مدار داخلی فتوسل با مقاومت نوری

از سلول های فتوالکتریک برای خود کار کردن چراغ های معابر استفاده می شود. به این ترتیب، چراغ ها به طور خود کار با تاریک شدن هوا، روشن و با روشن شدن هوا خاموش می شوند. سلول در فتوالکتریک یا فتوسل در انواع مختلف ساخته می شود، در اینجا با دونوع آن آشنا می شوید.

فتوسل با سلول مقاومت نوری

این نوع سلول دارای سلول مقاومت نوری یا فتورزیستانس می باشد. همان طور که در شکل (۱-۴) می بینید سیم های سفید و مشکی به ولتاژ شبکه برق شهر (۲۲۰ V) 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 چراغها برسد. به سر دیگر چراغها 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 خاموش شدن چراغها می شود. با تاریکی هوا جریان المنت حرارتی، قطع و بی مثال سرد می شود و به جای اول خود برمی گردد. در نتیجه چراغها روشن می شوند.



شکل ۱-۴- مدار فتوسل با تقویت کننده

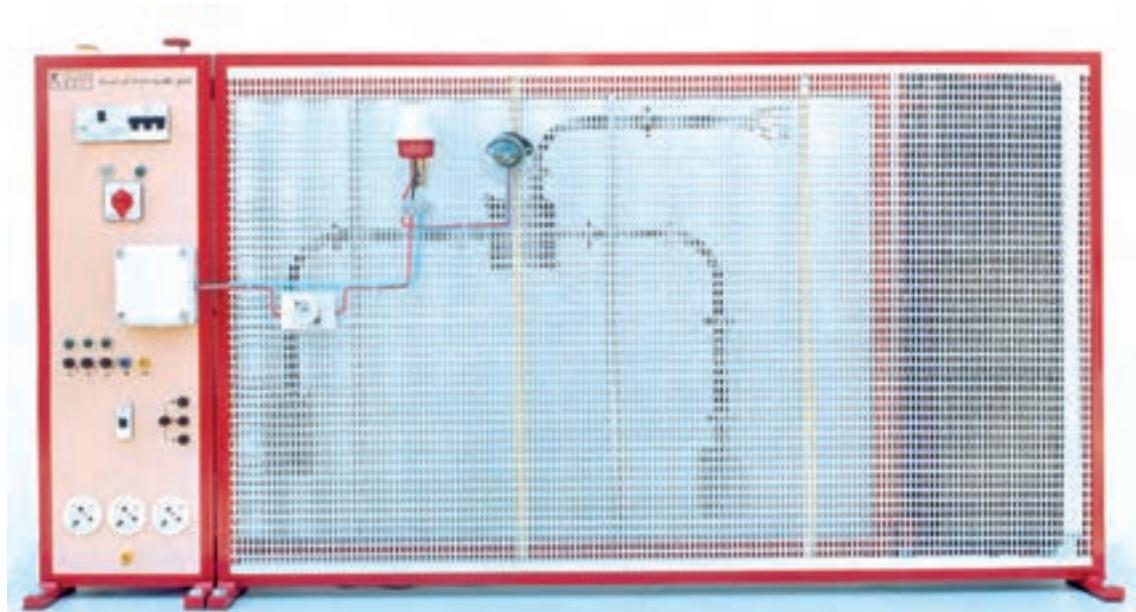
فتوسل با تقویت کننده الکترونیکی

- در نوع دیگر فتوسل به کمک یک تقویت کننده الکترونیکی، یک رله مغناطیسی را برای قطع مدار، فعال می کنند تا با روشن شدن هوا مدار را قطع کند (شکل ۱-۲).

۴-۲- نصب و سیمکشی مدار سلول فتوالکتریک

فتول را در محلی نصب می‌کنند که در معرض نور طبیعی باشد (شکل ۴-۳). فتوسل‌ها معمولاً دارای سه ترمینال هستند که به دو تای آن فاز و نول وصل می‌شود. سومی برگشت فاز می‌باشد 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.

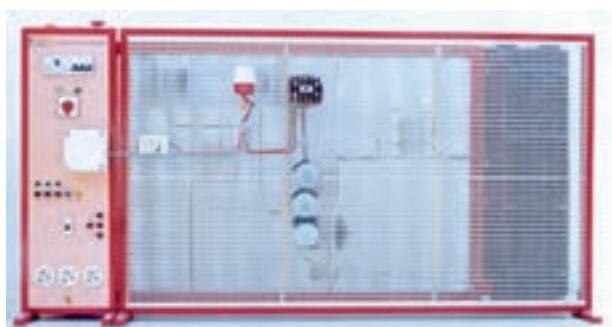
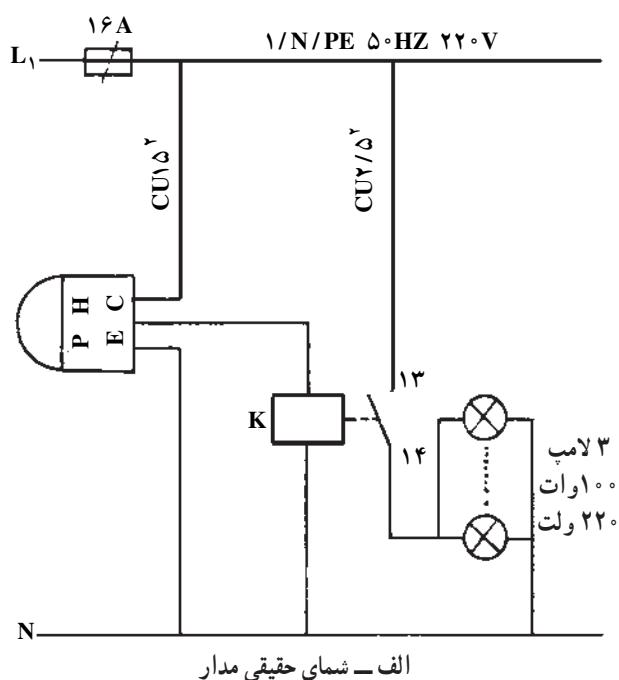


شکل ۴-۳- نصب فتوسل

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

۴-۳-۱- وسایل مورد نیاز

- فتوسل
- کنتاکتور A ۱۶A
- لامپ ۱۰۰ وات ۲۲۰ ولتی
- سیم نمره ۱/۵mm^۲
- سیم نمره ۲/۵mm^۲
- تابلو مشبک
- پایه‌ی لامپ روکار
- سیم چین
- سیم لخت کن
- دمباریک
- پیچ گوشتی
- پیچ و مهره
- انبردست
- فیوز ۱۶A
- فازمتر
- آوومتر



ب - تصویر مدار عملی

۴-۳-۲- مرحله انجام کار:

■ مداری مطابق شکل ۴-۴ روی تابلوی مشبک نصب کنید.

■ مدار را سیم‌کشی کنید.

■ با دادن نور به فتوسل و تاریک کردن اطراف فتوسل لامپ‌ها را روشن و خاموش و مدار را آزمایش کنید.

۴-۴- آزمون پایانی عملی (۴)

کنترل دو گروه لامپ توسط یک فتوسل و دو کنتاکتور

وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

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.

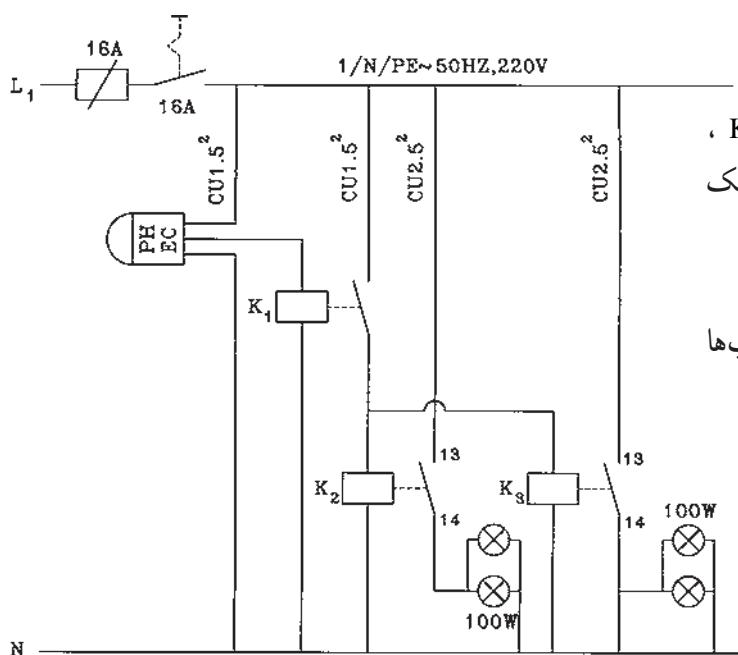
۱۵ عدد	فتوسل
۱۵ عدد	فیوز ۱۶ A
۱۵ عدد	کلید یک فاز ۱۶ A
۱۵ عدد	کنتاکتور کمکی K_1 ۴ A
۱۵ عدد	کنتاکتورهای K_2 و K_3 ۱۶ A
۶ متر	سیم نمره $1/5\text{mm}^2$
۶ متر	سیم نمره $2/5\text{mm}^2$
۱۵ عدد	- تابلو مشبك
۱۵ عدد	- پایه‌ی لامپ روکار
۱۵ عدد	- سیم چین
۱۵ عدد	- سیم لخت کن
۱۵ عدد	- دمباریک
۱۵ عدد	- پیچ گوشتی
۳۰۰ عدد	- پیچ و مهره
۱۵ عدد	- انبردست
۱۵ عدد	- فازمتر
۵ عدد	- آوومتر
۱۵ عدد	- لامپ ۲۲۰ V، ۱۰۰ W

مراحل انجام کار:

■ فیوز، کلید یک فاز، فتوسل، کنتاکتور کمکی K_1 ، کنتاکتورهای K_2 و K_3 و سرپیچ لامپ‌ها را روی تابلو مشبك نصب کنید.

■ مدار را سیم کشی کنید.

■ با دادن نور به فتوسل و تاریک کردن اطراف آن لامپ‌ها را روشن و خاموش و مدار را آزمایش کنید.



آزمون پایانی (۱۴)

- 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 - زیرزمین، داخل موتورخانه
د - داخل تابلو برق
- ۵- علامت  چیست؟
- الف - فتوالمان
ب - تقویت‌کننده
ج - رله‌ی زمانی
د - رله‌ی حرارتی

واحد کار پنجم

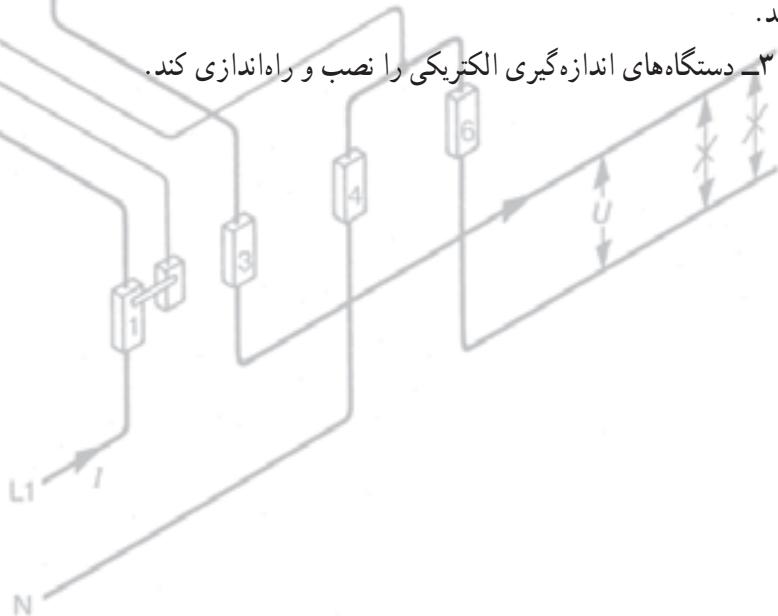
دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

هدف‌های رفتاری: فرآگیر 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.
- ۳- دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی را نصب و راهاندازی کند.



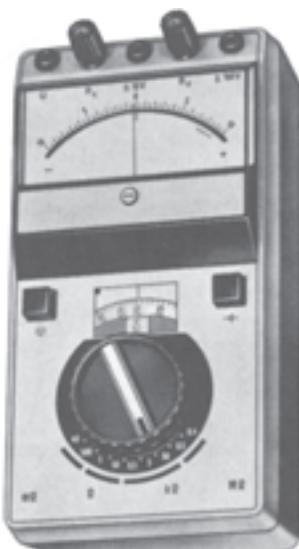
پیش آزمون (۵)

- 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 2Ω به مقاومت R وصل شده است. در صورتی که جریان A از مدار بگذرد مقاومت R چند اهم است؟
- الف) 2 A ب) 3 A ج) 5 A د) 10 A
- ۳- واحد توان مصرفی در مقاومت اهمی کدام است؟
- الف) VAh ب) VA ج) W د) A
- 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 سیم پیچ
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) اندوکسیون مغناطیسی
- ۶- توان مصرفی مداری 1000 W و توان ظاهری آن 200 V ولت آمپر است. ضریب قدرت مدار کدام است؟
- الف) 2 A ب) 5 A ج) 2 A د) $5\text{ A}/\text{V}$
- ۷- علامت ---° و ---° 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) وات متر ب) کنتور ج) وارمتر د) ولت متر

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



شکل ۱-۵- نمونه دستگاه انحرافی



شکل ۲-۵- نمونه دستگاه مقایسه‌ای



شکل ۳-۵- نمونه دستگاه الکترونیکی

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 دیجیتالی.

- 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 ۱-۱).

- 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 ۲-۱).

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



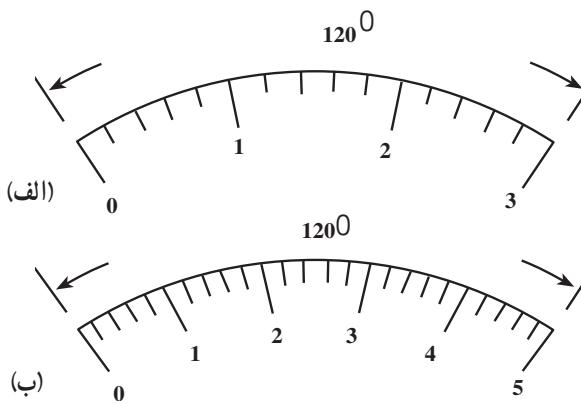
شکل ۴-۵- نمونه دستگاه دیجیتالی

$$\Delta A = A_m - A$$

ΔA = مقدار خطای که به آن خطای مطلق نیز گفته می‌شود.
 A_m = مقدار سنجیده شده
 A = مقدار واقعی

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

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



شکل ۵-۵- دستگاه الف حساس‌تر از دستگاه ب است.

- دستگاه‌های دیجیتالی مقدار 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 واحد کمیت اصلی نمایش داده می‌شود (شکل ۴-۵).

۴-۱-۵- خطای در دستگاه‌های اندازه‌گیری: بنا به تعریف، خطای عبارتست از مقدار سنجیده شده منهای مقدار واقعی. یا به عبارت دیگر خطای برابر است با مقدار سنجیده شده منهای مقداری که باید سنجیده شود.

- **خطای نسبی:** از تقسیم مقدار خطای بر مقدار واقعی خطای نسبی به دست می‌آید که تقریباً برابر نسبت مقدار خطای 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 ماکریم دستگاه را کلاس می‌نامند. کلاس دستگاه به صورت یک عدد روی صفحه‌ی 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 ماکریم مقداری است که دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری کند. به حدود اندازه‌گیری، رنج نیز گفته می‌شود.

۴-۱-۶- حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری: به میزان انحراف عقریه‌ی یک دستگاه به ازای یک واحد از کمیت مورد اندازه‌گیری، حساسیت می‌گویند. بدیهی است هرچه میزان انحراف دستگاه به ازای اندازه‌گیری یک کمیت معین، بیشتر باشد آن دستگاه حساس‌تر است (شکل ۵-۵).

$$\frac{\text{میزان انحراف عقره}}{\text{میزان مسوب انحراف}} = \frac{\text{طول یا زاویه‌ی صفحه مدرج}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} = \frac{\text{میلی‌متر یا درجه}}{\text{ واحد کمیت مورد اندازه‌گیری}} \left[\frac{\text{میلی‌متر یا درجه}}{\text{ واحد کمیت مورد اندازه‌گیری}} \right]$$

حل:

الف - داریم

$$\frac{\text{خطای مجاز}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} = \frac{100}{\text{کلاس}} \quad \text{پس}$$

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

بنابراین

$$\frac{25^\circ \times (\pm 2/5)}{100} = 6/25 [\text{V}]$$

- ب

$$\frac{\text{زاویه صفحه}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} = \frac{125}{25^\circ} = \frac{^\circ/5}{\text{V}} \quad \text{حساسیت}$$

درجه بر ولت

- ج

$$\text{خطای مجاز} \pm \text{مقدار اندازه‌گیری شده} = \text{مقدار واقعی}$$

$$= 20^\circ \pm 6/25$$

$$\text{یا } 193/25 < \text{مقدار واقعی} < 206/25$$

- د

$$\frac{\text{مقدار خطای نسبی}}{\text{مقدار اندازه‌گیری شده}} = \frac{\text{مقدار واقعی}}{\text{مقدار واقعی}} = \text{خطای نسبی}$$

$$\frac{\pm 6/25}{20^\circ} = \pm 0/031$$

- ه

$$\text{خطای نسبی} = \pm 0/031 \times 100^\circ = \pm 31 \times 100^\circ$$

$$\text{درصد خطای نسبی} = \pm 3/1$$

مثال: یک ولت‌دارای حدود اندازه‌گیری 25° ولت و کلاس $2/5$ می‌باشد. صفحه‌ی این دستگاه 125 درجه است

مطلوبست محاسبه:

الف - خطای مجاز دستگاه

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

ب - حساسیت

رابطه را می‌نویسیم و مقادیر را جایگزین می‌کنیم.

ج - اگر ولتاژی با این دستگاه، 20° ولت اندازه‌گیری شود. مقدار واقعی ولتاژ چقدر است؟ مقادیر را در رابطه جایگزین می‌کنیم و محدودهی مقدار واقعی را به دست می‌آوریم.

د - خطای نسبی اندازه‌گیری فوق ابتدا رابطه را می‌نویسیم. سپس مقادیر را جایگزین می‌کنیم و خطای نسبی را به دست می‌آوریم.

ه - درصد خطای نسبی این اندازه‌گیری درصد خطای اندازه‌گیری از حاصلضرب خطای نسبی در عدد صد به دست می‌آید.

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 (فاز سنج)	اختلاف فاز
(Hz)	فرکانس متر	فرکانس
(Ω)	اهم متر	مقاومت
(H)	اندوکتانس متر (ضریب سلفی سنج) (هازی متر)	ضریب خودالقابی
(F)	کاپاسیتانس متر (ظرفیت خازن سنج) (فاراد متر)	ظرفیت خازن

جدول ۲-۵- علامت نشان‌دهنده مکانیزم دستگاه‌های اندازه‌گیری

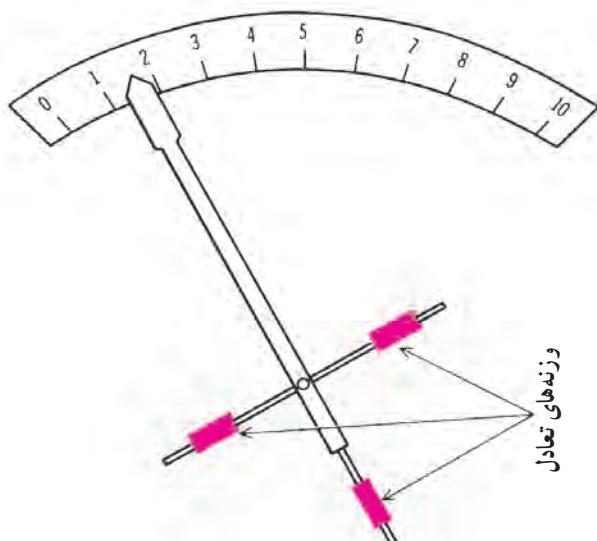
علامت		شرح دستگاه	
برای دستگاه‌های با گشتاور مکانیکی برگشت به حالت اول	برای دستگاه‌های نسبت سنج (بدون گشتاور مکانیکی برگشت به حالت اول)	جزئیات	مکانیزم اصلی
		باقاب‌گردان	آهنربای دائم
		با آهنربای گردان	
		—	آهن نرم گردان
		همراه با آهنربای دائم	
		—	الکترودینامیکی
		با هسته مغناطیسی بسته (فروودینامیک)	
		—	اندوکسیونی
		اندوکسیونی - مغناطیسی	
		سیم حرارتی	حرارتی
		بی‌متالی	
		حرارتی عایق شده	ترموکوپلی
		حرارتی عایق نشده	
		نیمه هادی	یکسو کننده
		لامپی	
		ترموکوپلی و آهنربای دائم با قاب‌گردان	ترکیبی
		یکسو کننده همراه با آهنربای دائم گردان	
		—	الکترواستاتیک
		—	ارتعاشی

جدول ۴-۵- علائم مورد استفاده برای تعیین نوع جریان

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

جدول ۳-۵- مقابله با نفوذ میدان‌های خارجی

علامت	شرح
□	محافظه خارجی در مقابل میدان‌های مغناطیسی (اولین طبقه حفاظت)
□□	محافظه خارجی در مقابل میدان‌های الکترومغناطیسی (اولین طبقه حفاظت)
□□□	دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب‌گردان که با اولین طبقه حفاظت میدان مغناطیسی تهیه شده است.
□□□□	دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی که با اولین طبقه حفاظت میدان الکترومغناطیسی تهیه شده است.



وزنهای تعادل، برای ایجاد تعادل در قسمت‌های گردان اندازه‌گیرها به کار می‌رود.

شکل ۶-۵- نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای

## ۲-۵- سیستم‌های اندازه‌گیری در دستگاه‌های نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای (انحرافی)

دستگاه‌های اندازه‌گیری نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای از قسمت‌های زیر تشکیل شده است :

- قسمت ثابت که به نوع دستگاه اندازه‌گیری بستگی دارد و می‌تواند آهنربای دائم، سیم پیچ و غیره باشد.

- قسمت متحرک که به نوع دستگاه اندازه‌گیری بستگی دارد و می‌تواند سیم پیچ یا آهن نرم و غیره باشد.

- عقربه‌ی دستگاه که مناسب با حساسیت دستگاه‌ها ساخته می‌شوند. مثلاً برای دستگاه‌های معمولی که موارد استعمال زیادی در کارخانجات دارند از عقربه‌ی یهون و محکم استفاده می‌شود. نوک این عقربه‌ها لوزی شکل می‌باشد (شکل ۶-۶).

برای بالا بردن دقت دستگاه در ساخت دستگاه از عقربه‌ی نازک و بسیار سبک استفاده می‌کنند و برای این که در هنگام خواندن عددی که عقربه نشان می‌دهد اشتباہی به وجود نیاید و نگاه کاملاً عمودی روی عقربه بیفتند از یک آینه که در زیر عقربه نصب شده استفاده می‌کنند.

– ناحیه‌ی نشان‌دهنده، صفحه‌ای است در زیر عقربه که روی آن بر حسب کمیت موردنظر درجه‌بندی شده است (شکل ۷-۵). رنگ صفحه‌ی دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی، سفید است و اعداد با رنگ سیاه مشخص شده است. ولی در وسایل اندازه‌گیری وسایل تقلیلی، رنگ صفحه سیاه و اعداد سفید می‌باشد. در اسباب‌های اندازه‌گیری دقیق تعداد خطوط روی صفحه خیلی زیاد و نازک ولی در دستگاه‌های معمولی تعداد خطوط کم و ضخیم می‌باشند.

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

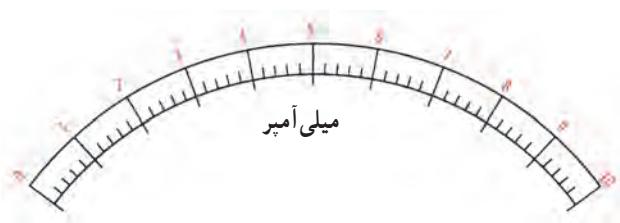
– محور دستگاه‌های اندازه‌گیری که قسمت متحرک روی آن نصب می‌شود (شکل ۷-۸- ب). این محورها یا به صورت عمودی و یا به صورت افقی قرار می‌گیرند.

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.

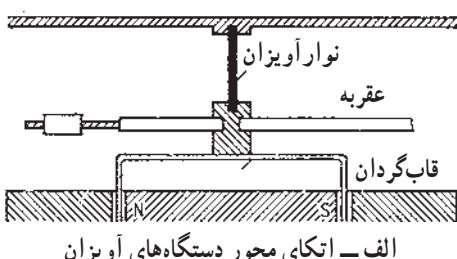
– اتکای محورهای دستگاه‌های اندازه‌گیری:  
اسباب‌های اندازه‌گیری بر حسب اتکای محور به دو قسمت تقسیم می‌شوند:

**الف – دستگاه‌های آویزان:** از این نوع دستگاه‌ها در جهانی که احتیاج به اندازه‌گیری دقیق می‌باشد استفاده می‌شود، مانند آزمایشگاه‌ها (شکل ۷-۸ - الف).

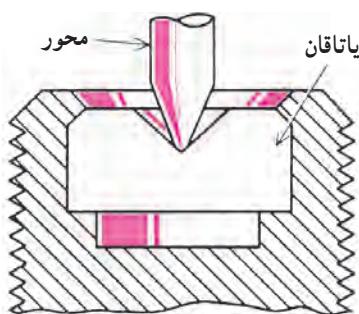
**ب – دستگاه‌های متکی:** سر و ته محور این دستگاه‌ها به شکل مخروط با زاویه‌ی  $3^\circ$  درجه و یا  $6^\circ$  درجه می‌باشد. محور در یک قطعه فلز که اغلب از برنز می‌باشد و داخلش به شکل مخروط با زاویه‌ی  $9^\circ$  یا  $12^\circ$  درجه تراشیده شده قرار می‌گیرد (شکل ۷-۸ - ب).



شکل ۷-۵ – درجه بندی میلی آمپر متر



الف – اتکای محور دستگاه‌های آویزان



ب – اتکای محور دستگاه‌های متکی

شکل ۷-۸

خفة کننده‌ها مانع بروز نوسان در عقربه‌ی مولتی‌متر می‌شوند.

خفة کننده‌ی نوسان (دمفینگ): پس از این که عبور شدت جریان از سیم‌پیچ دستگاه‌های اندازه‌گیری، عقربه‌ی دستگاه شروع به حرکت می‌کند و سپس در جایی که متناسب با جریان عبوری به باشد می‌ایستد، توقف عقربه، غالباً با نوسان همراه می‌باشد. برای جلوگیری از نوسانات عقربه در هر دستگاه از یک

خفة کن (ترمز) استفاده می‌شود.

#### انواع خفة کننده

**الف – خفة کن به‌وسیله‌ی جریان گردابی:** خفة کن به‌وسیله‌ی جریان گردابی 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 گردابی در آن به وجود می‌آید و چون صفحه‌ی حامل جریان در میدان مغناطیسی قراردارد، از طرف میدان یک نیرویی بر صفحه وارد می‌شود در نتیجه یک گشتاور مخالف با جهت حرکت عقربه به وجود می‌آید که به آن گشتاور ترمزکننده گویند.

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

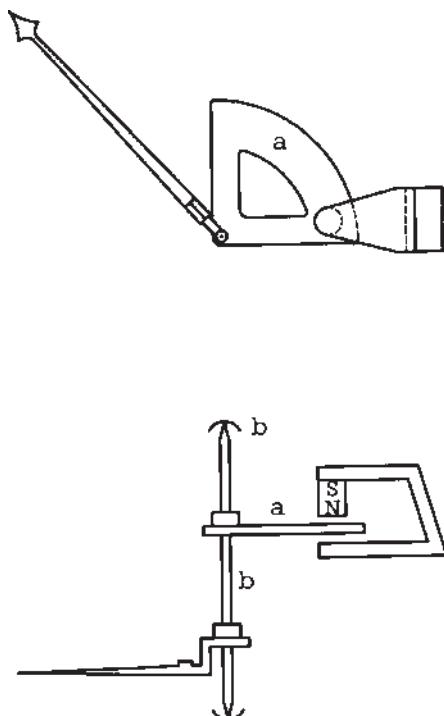
شکل ۹-۵ خفة کن جریان گردانی را نشان می‌دهد.

**ب – خفة کننده به‌وسیله‌ی سیم‌پیچ چرخان:**

دستگاه‌ایی که دارای سیم‌پیچ متحرک هستند وقتی که سیم‌پیچ در حوزه‌ی مغناطیسی به گردش در می‌آید بر اثر قطع خطوط قوا در آن یک نیروی القایی تولید می‌شود.

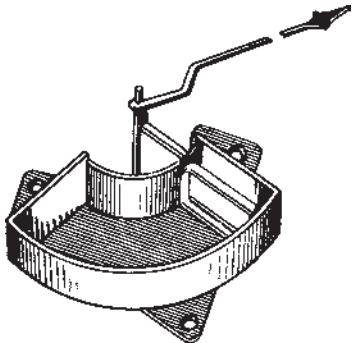
حال اگر مدار سیم‌پیچ بسته باشد یک جریان از سیم‌پیچ عبور کرده و با حوزه‌ی مغناطیسی یک گشتاور مخالف تولید می‌کند که این گشتاور باعث می‌شود نوسان دستگاه را از بین ببرد.

**ج – خفة کن بادی:** روی عقربه‌ی دستگاه یک صفحه‌ی سبک آلمینیومی نصب شده. این صفحه در یک ظرف سربسته



شکل ۹-۵- خفة کن جریان گردابی (فوکو)

خفة کننده با سیم‌پیچ چرخان مشابه سایر خفة کننده‌ها است با این تفاوت که در آن از سیم‌پیچ استفاده شده است.



شکل ۱۰-۵ - خفه کن بادی

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

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

شکل ۱۰-۵ یک خفه کن بادی را نشان می‌دهد.

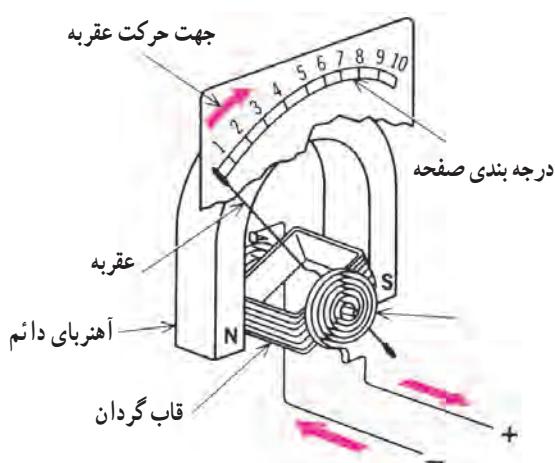
#### ۱-۲-۵ - دستگاه اندازه‌گیری قاب‌گردان و آهنربای دائمی

دائمی: این دستگاه تشکیل شده از یک آهنربای دائمی نعلی شکل 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.

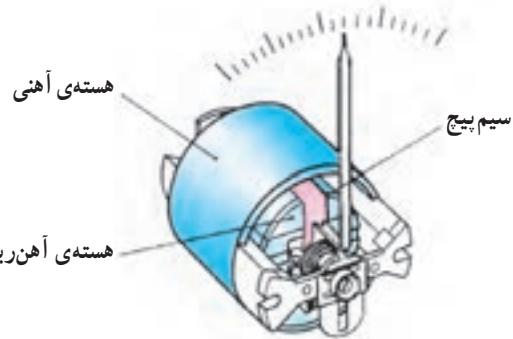
قابلی که روی آن سیم‌پیچی شده از جنس آلومینیوم می‌باشد. در بعضی از وسایل به جای قاب آلومینیومی، سیم‌پیچی به شکل قاب درآورده و برای این که حلقه‌های سیم‌پیچ از هم جدا نشوند توسط لاک به هم محکم می‌شوند. عقربه‌ی دستگاه که به محور قاب سیم‌پیچی متصل می‌باشد در مقابل صفحه‌ی مدرج حرکت می‌کند.

#### شکل ۱۱-۵ - 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 فنر که عهده‌دار ایجاد گشتاور مخالف و برگردانیدن 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. با چرخش قاب، فنرهای ایجاد کننده‌ی گشتاور، مقاوم جمع می‌شوند و در آن‌ها نیرویی مخالف نیروی محرک ذخیره می‌شود. با برابر شدن گشتاورهای محرک و مقاوم، عقربه می‌ایستد. در زمانی که قاب در حال حرکت است در اثر برخورد خطوط قوا مغناطیسی در قاب آلومینیومی سیم‌پیچ، جریان فوکو به وجود می‌آید و باعث ایجاد نیرویی 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

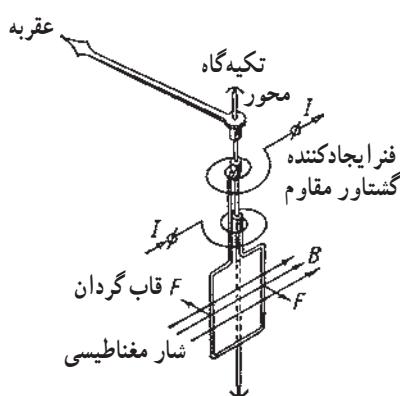


شکل ۱۱-۵ - الف - دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم و قاب‌گردان (آهنربا در بیرون)



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

را آرام می‌کند. وظیفه‌ی استوانه‌ی ثابت آهنی که در مرکز قرار دارد یکنواخت کردن میدان مغناطیسی و جلوگیری از پراکندگی خطوط قوا می‌باشد و چون اندوکسیون مغناطیسی B یکنواخت و ثابت است پس گردش قاب و عقربه، تابع تغییرات شدت جریان است. در نوع دیگری از این دستگاه، آهنربای در وسط و هسته‌ی آهنی در اطراف سیم پیچ فرار دارد (شکل ۱۱-۵-ب).

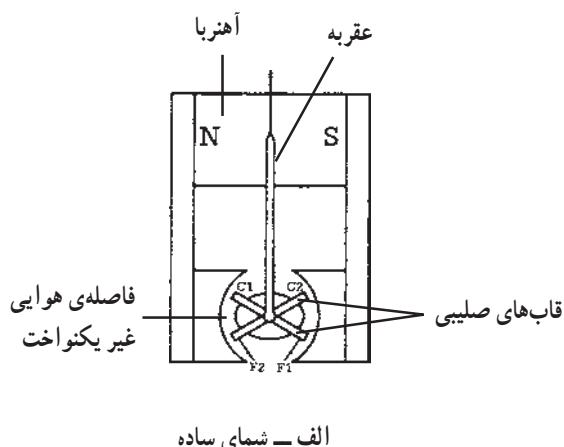


شکل ۱۲-۵ - دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب گردان

شکل ۱۲-۵ 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.

**۱۲-۵-۲**- دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی گردان و آهنربای دائم: این دستگاه تشکیل شده از یک آهنربای نعلی شکل و یک جفت کفش قطب. کش 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 خنثی حداقل است.

در روی هسته‌ی گردان، دو قاب به شکل صلیب قرار دارد. جهت جریان در سیم پیچ‌ها طوری است که گشتاور یکی مخالف گشتاور دیگری است. شکل ۱۳-۵ 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 سیم پیچ متحرک، جریان برسد، وجود آن دو جریان و میدان مغناطیسی آهنربای، باعث ایجاد گشتاور محرک در یک سیم پیچ و گشتاور مقاوم در سیم پیچ 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

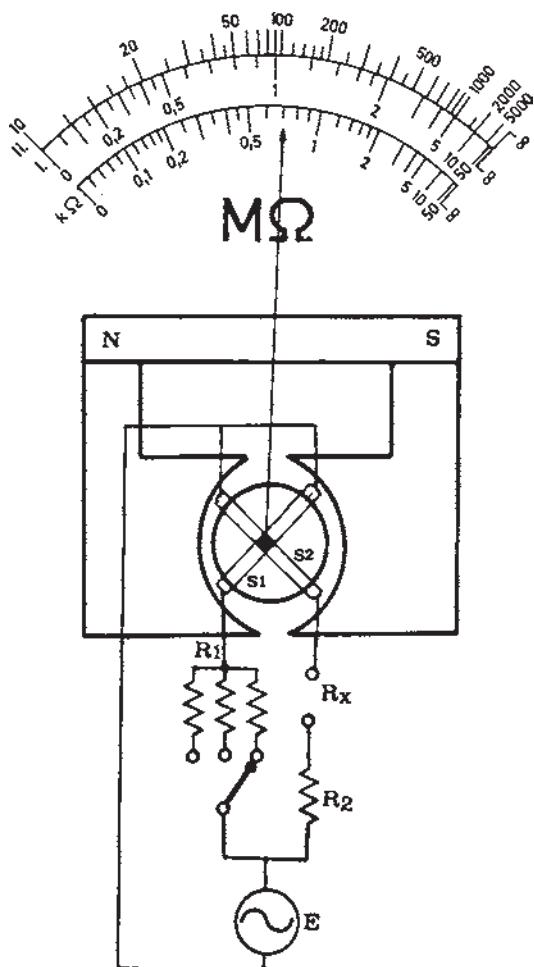


کوچک‌تر می‌شود. از طرف دیگر قاب دوم به سمت میدان قوی تر رفته و گشتاورش بزرگ‌تر می‌شود. وقتی دو گشتاور مساوی شدند حالت تعادل پیش‌آمده و عقره می‌ایستد.

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

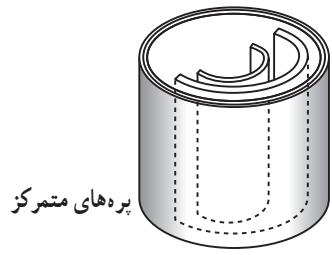


ب - شمای ظاهری

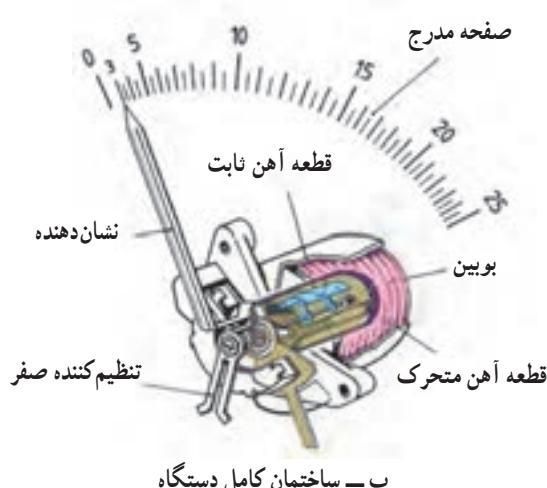


ج - شمای مداری

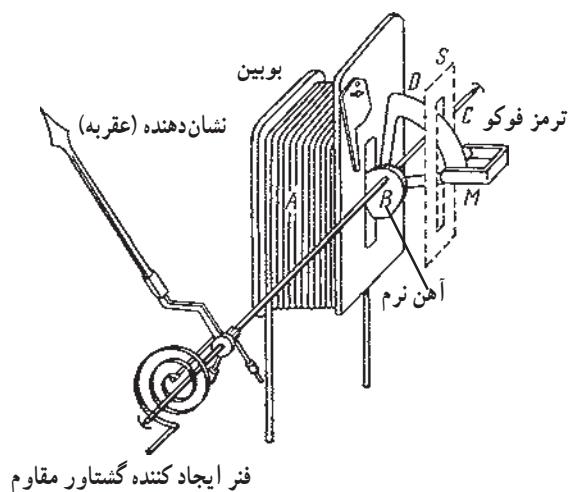
شکل ۱۳-۵-۱۳ - دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی و آهنربای دائم



الف - بوبین گرد



شکل ۱۴-۵-۵ - دستگاه اندازه‌گیری با آهن نرم گردان و بوبین گرد نوع دفعی



شکل ۱۵-۵-۵ - دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم گردان نوع کششی

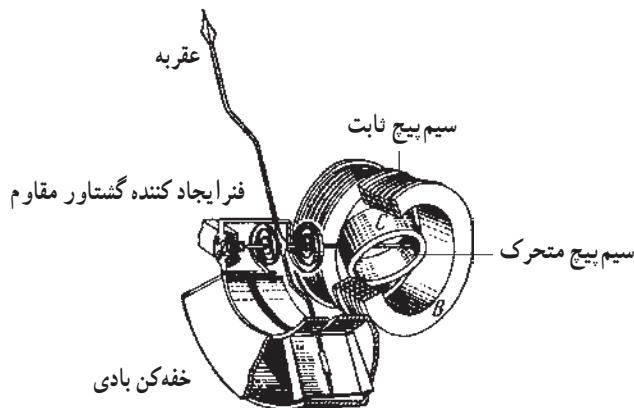
**۲-۵-۵ - دستگاه اندازه‌گیری با بوبین گرد و آهن نرم گردان:** این دستگاه از یک بوبین گرد که در داخل آن دو تکه آهن نرم قرار دارد، تشکیل شده است. یکی از آهن‌ها ثابت و دیگری متحرک و متصل به محور دستگاه می‌باشد.

اگر دو سر بوبین را به منبع جریان وصل کنیم یک حوزه 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 همیگر را دفع می‌کنند (شکل ۱۴-۵) و عقربه‌ی دستگاه به حرکت درمی‌آید.

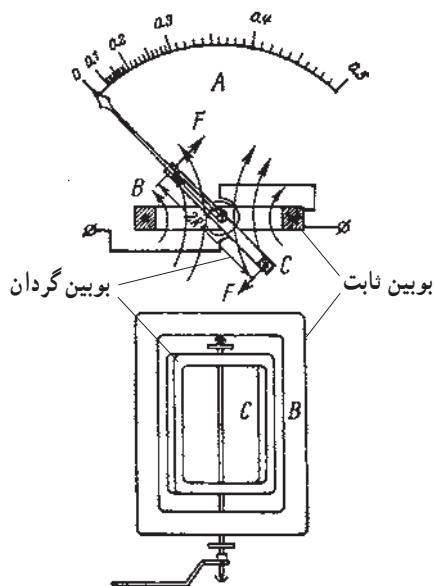
**شکل ۱۵-۵-۵ دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم گردان نوع کششی** را نشان می‌دهد که در آن A بوبین، B آهن نرم گردان، C محور و D خفه کن الومینیومی جریان گردایی (فوکو) می‌باشد. در اثر عبور جریان از سیم پیچ در داخل بوبین میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود و قطعه‌ی آهن متصل به محور را به سمت داخل می‌کشد. گشتاور مقاوم در این دستگاه‌ها توسط فر 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 در مقابل تکان‌های شدید را دارد.



شکل ۱۶-۵- دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی



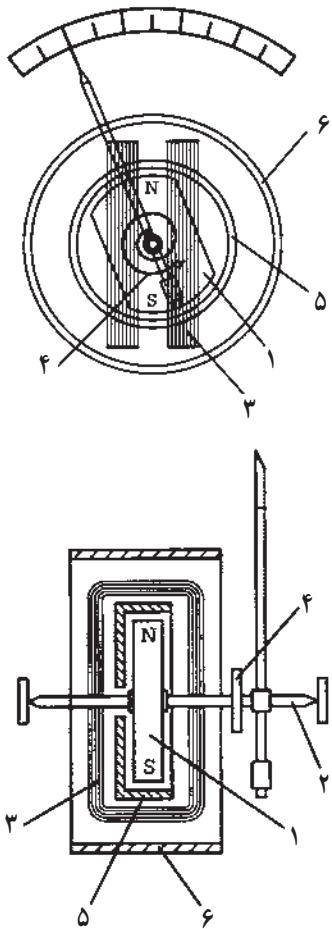
شکل ۱۷-۵- اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی

**۴-۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی:** این دستگاه از دو سیم پیچ ثابت و متحرک تشکیل شده است (شکل ۱۶-۵). جریان توسط دو فنر مارپیچ به سیم پیچ گردان می‌رسد. در اثر عبور جریان از دو سیم پیچ ثابت و گردان، با ایجاد گشتاور، سیم پیچ گردان شروع به حرکت می‌کند. چون نیرویی که باعث گردش بین گردان می‌شود تابع جریان دو بین ثابت و متحرک است، لذا گشتاور، مناسب با حاصل ضرب مقادیر لحظه‌ای دو جریان خواهد بود یعنی  $I_1 \times I_2 \alpha \theta$  (در رابطه فوق  $\theta =$  زاویه انحراف عقربه و علامت  $\alpha$  به معنی مناسب بودن است). این دستگاه هم در جریان مستقیم و هم در جریان متناوب کاربرد دارد.

اگر  $I_1$  را مناسب با  $I$  (جریان یک مصرف‌کننده) و  $I_2$  را مناسب با ولتاژ دو سر همان مصرف‌کننده داشته باشیم در این صورت گشتاور الکتریکی با توان مصرفی بار مناسب می‌شود و عقربه‌ی دستگاه مستقیماً توان را نشان می‌دهد. پس این دستگاه می‌تواند توان الکتریکی مصرف‌کننده را اندازه‌گیری کند. سیم پیچ ثابت دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی به طور سری با مصرف‌کننده و سیم پیچ متحرک به طور موازی با آن قرار می‌گیرد. بنابراین سیم پیچ ثابت در مسیر جریان و سیم پیچ متحرک روی اختلاف سطح قرار می‌گیرد. سیم پیچ ثابت دارای سیم ضخیم و سیم پیچ متحرک دارای سیم نازک است. شکل ۱۷-۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی را نشان می‌دهد.

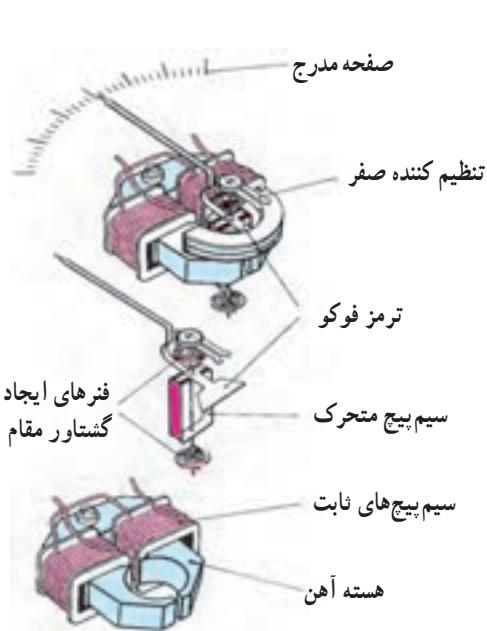
**۴-۲-۵- دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای گردان:** این دستگاه دارای یک مغناطیس دائم متحرک است که به عقربه وصل می‌باشد و در اثر تقابل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط یک بین به حرکت در می‌آید. چون مغناطیس دائم، سنگین‌تر از قاب گردان است این دستگاه نسبت به دستگاه با قاب گردان، گشتاور پیشتری برای گردش لازم دارد.

شکل ۱۸-۵ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان را نشان می‌دهد که در آن شماره‌ی ۱، آهنربای گردان، ۲ محور، ۳ بین، ۴ فنر مارپیچ ایجاد کننده گشتاور مقاوم، ۵ جام از جنس مس یا آلمینیوم، به عنوان خفه کن. حرکت مغناطیس باعث می‌شود در دیواره‌های خفه کن جریان فوکو (گردابی) به وجود آید و



شکل ۱۸-۵-۵-۵ دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان

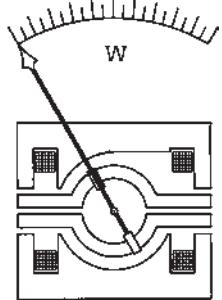
گشتاوری ترمی ایجاد کند، ۶ سپر محافظت از آلیاژی  $80^\circ$  در صد نیکل و  $20^\circ$  در صد آهن جهت جلوگیری از تأثیر میدان‌های مغناطیسی خارجی. این دستگاه از نظر اصول کار و کاربردها درست مانند دستگاه آهنربای دائم و قاب‌گردان است.



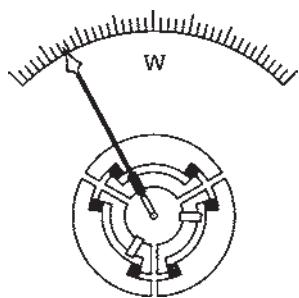
شکل ۱۹-۵-۵-۵ ساختمان دستگاه فرودینامیکی

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

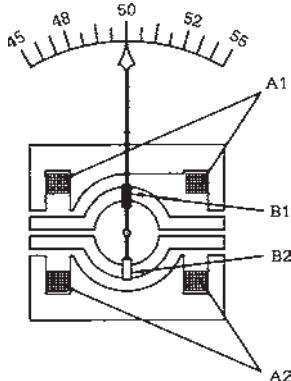
با توجه به مدرن شدن تکنولوژی همواره سعی می‌شود از مواد ترکیبی جدید برای هسته استفاده شود تا میزان تلفات در آن کاهش یابد.



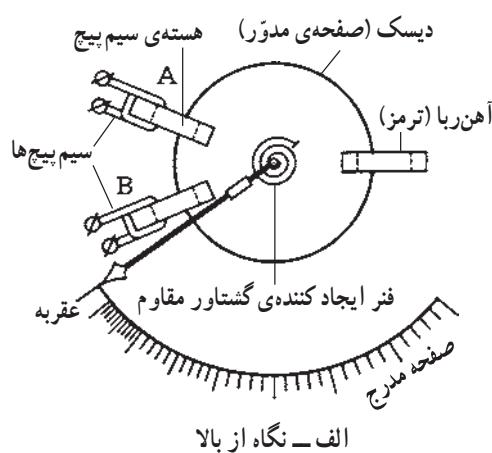
شکل ۵-۲۰- دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با دو سیم پیچ



شکل ۵-۲۱- دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک با سه سیم پیچ



شکل ۵-۲۲- اساس کار دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک



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

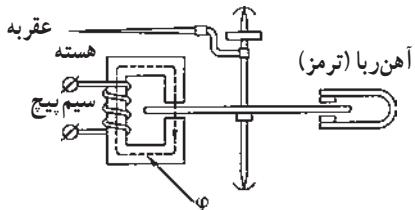
اضافه کردن سیم پیچ‌ها در دستگاه فرودینامیک می‌تواند روی کیفیت کار دستگاه اثر بگذارد.

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

شکل ۵-۲۳- دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی (القایی): دستگاه‌های اندازه‌گیری اندوکسیونی به وسیله‌ی عکس العمل بین فلوهای مغناطیسی متناوب و جریان‌های ایجاد شده در قسمت متحرک دستگاه عمل می‌کنند.

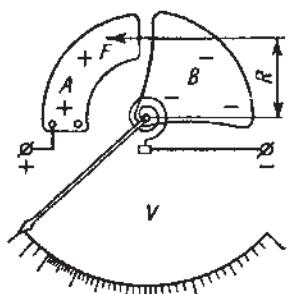
شکل ۵-۲۴- ساختمان دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی را نشان می‌دهد. دیسک (صفحه) آلومینیومی در فاصله‌ی هوایی بین الکترومغناطیس A و B قرار دارد و به وسیله‌ی محوری به عقربه وصل است.

جریان‌های متناوب سینوسی  $I_1$  و  $I_2$  از سیم پیچ‌های

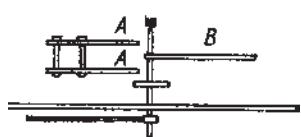


ب - نگاه از پهلو

شکل ۵-۲۳ - ساختمان دستگاه اندازهگیری

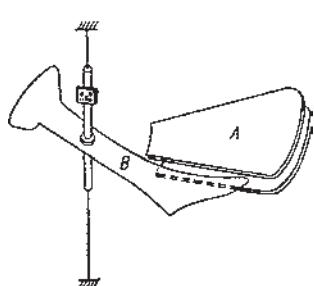


الف - از نمای بالا

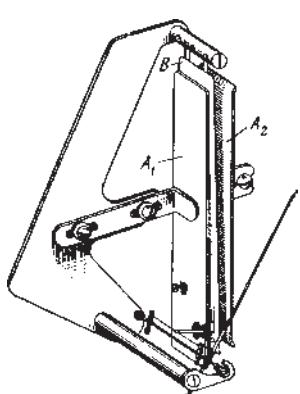


ب - از نمای پهلو

شکل ۵-۲۴ - ساختمان دستگاه الکترواستاتیکی



شکل ۵-۲۵ - دستگاه اندازهگیری الکترواستاتیکی



شکل ۵-۲۶ - دستگاه اندازهگیری الکترواستاتیکی

الکترومغناطیس عبور می‌کنند.

در اثر عبور جریان‌های  $I_1$  و  $I_2$  از سیم‌پیچ‌ها، فلوهای مغناطیس  $\Phi_1$  و  $\Phi_2$  ایجاد می‌شود و در اثر این فلوهای در دیسک نیروی محرکه به وجود می‌آید.

نیروی محرکه‌ی ایجاد شده در دیسک باعث ایجاد جریان و در نهایت گشتاور محرک می‌شود و دیسک به گردش درمی‌آید. دستگاه اندازه‌گیری اندازهگیری فقط در جریان متناوب کاربرد دارد زیرا القابی است. کنترل حرکت دیسک به وسیله‌ی مغناطیس دائم انجام می‌شود که عنوان ترمز را نیز دارد. معمولاً از این دستگاه به عنوان کنتور (اندازه‌گیر ارزشی) استفاده می‌شود.

#### ۵-۲-۸ - دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی:

این دستگاه از یک خازن تشکیل شده است که یک جوشن آن ثابت و جوشن دیگر متحرک است و به عقریه متصل می‌باشد. دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی به طور مستقیم اختلاف سطح الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

شکل ۵-۲۴ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی را نشان می‌دهد. جنس جوشن‌ها از آلومینیوم بوده و جوشن A ثابت و جوشن B به عقریه وصل است. دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی دارای ظرفیت خازنی کمی می‌باشد.

اختلاف پتانسیل بین دو جوشن باعث به وجود آمدن نیروی مکانیکی می‌شود و موجب حرکت جوشن متحرک و عقریه خواهد شد. از بین بردن ارتعاش توسط ترمز فوکو یا خفه کن هوایی انجام می‌شود.

#### ۵-۲۵ و ۵-۲۶ - نمونه‌هایی از دستگاه‌های

اندازه‌گیری الکترواستاتیکی را نشان می‌دهد.

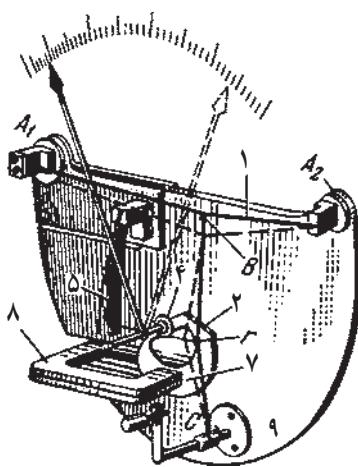
از آنجا که نیروی به وجود آمده بین دو صفحه، با انرژی ذخیره شده در خازن مناسب است و انرژی ذخیره شده در خازن نیز از رابطه‌ی  $W = \frac{1}{2} CV^2$  به دست می‌آید، انحراف عقریه و

صفحه‌ی متحرک با مجدور ولتاژ نسبت مستقیم دارد. بنابراین، این دستگاه برای اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم و ولتاژ مؤثر در جریان متناوب کاربرد دارد.

### ۵-۲-۹ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی:

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 نخی متصل می‌باشد این نخ پس از عبور از روی قرقه 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 قرقه وصل می‌کند به دور قرقه می‌پیچد و در نتیجه عقره‌ای که به قرقه وصل است به حرکت درمی‌آید. بر اثر حرکت عقربه، می‌توان مقدار انبساط طول سیم و در نتیجه شدت جریان را اندازه‌گرفت. چون انبساط طول سیم با محدود جریان آن مناسب است بنابراین تقسیمات صفحه مدرج با هم مساوی نخواهد شد و هرچه شدت جریان بیشتر باشد فاصله تقسیمات بیشتر می‌شود. جنس سیم حرارتی از آلیاژهای پلاتین و نقره و یا پلاتین و ایریدیوم می‌باشد.



شکل ۵-۲۷ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی

شکل ۵-۲۷ ساختمان دستگاه سیم حرارتی را نشان

می‌دهد.

۱- سیم حرارتی

۲- ورق خفه کن

۳- فنر تسمه‌ای

۴- آهنربای خفه کن

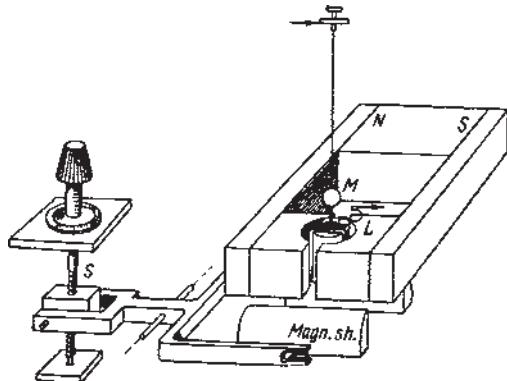
### ۳-۵ دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

#### ۳-۵-۱ گالوانومتر:

این دستگاه از سیم پیچ گردان و آهنربای دائمی تشکیل شده است و مستقیماً جریان الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

سیم پیچ گردان گالوانومتر به وسیله‌ی سیم یا نواری متصل به یک آینه به حالت آویزان در داخل قطبین مغناطیس ثابت N و S قرار دارد.

با عبور جریان از گالوانومتر، سیم پیچ به چرخش درمی‌آید 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 ۵-۲۸- گالوانومتر

شکل ۵-۲۸- ۵ گالوانومتر آئینه‌ای با آهنربای دائم و قاب گردان را نشان می‌دهد.

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



شکل ۵-۲۹- شکل ظاهری آمپر متر

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

برای اندازه‌گیری جریان مستقیم از دستگاه با آهنربای دائم و قاب گردان، دستگاه با آهنربای گردان، دستگاه با آهن نرم گردان و دستگاه با سیم حرارتی، به طور مستقیم استفاده می‌شود.

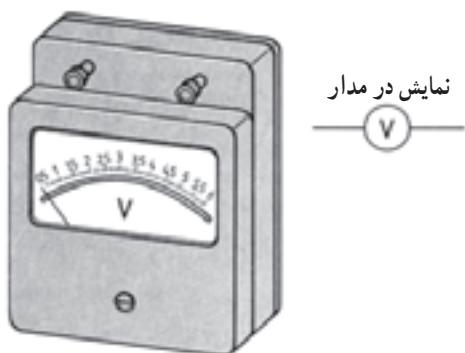
برای اندازه‌گیری جریان متناوب از دستگاه‌های الکترودینامیکی، آهن نرم گردان، سیم حرارتی استفاده می‌شود. متدائل ترین دستگاه سنجش جریان متناوب، دستگاه با آهن نرم گردان است. از دستگاه با قاب گردان و آهنربای دائم با یکسوکننده نیز می‌توان جریان متناوب را اندازه‌گیری کرد.

۵-۳-۶- ولت متر: ولت متر برای اندازه‌گیری اختلاف سطح الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد (شکل ۳-۵).

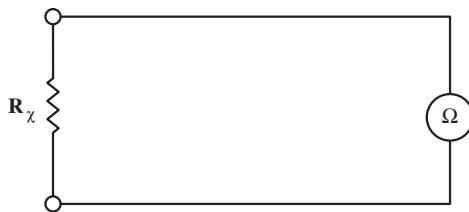
برای اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم از دستگاه‌های اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب گردان، آهنربای گردان، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی، سیم حرارتی به طور مستقیم استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری ولتاژ متناوب از دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترودینامیکی، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی، سیم حرارتی و دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب گردان با یکسوکننده استفاده می‌شود.

۵-۳-۷- اهم متر: 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 اهم متر استفاده می‌شود. اهم متر را از دستگاه‌های



شکل ۵-۳۰- شکل ظاهری ولت متر



شکل ۵-۳۱- طرز قرارگیری مقاومت با اهم متر

اندازه‌گیری با قاب گردان و آهنربای دائم، الکترودینامیکی، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی می‌توان ساخت. اهم متر به طور موازی با مقاومت قرار می‌گیرد (شکل ۵-۳۱).

### ۵-۳۵- آومتر (مولتی‌متر): آومتر برای اندازه‌گیری

شدت جریان، ولتاژ و مقاومت به کار 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 دیجیتالی

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

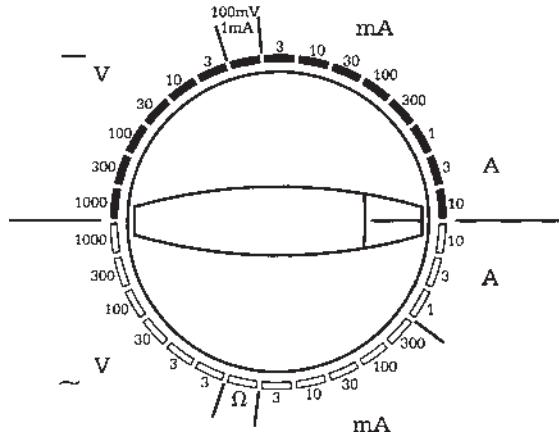
شکل ۵-۳۲-۵ دستگاه اندازه‌گیری مولتی‌متر دیجیتالی را نشان می‌دهد.



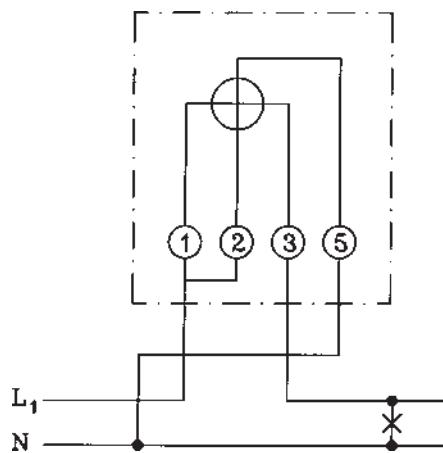
شکل ۵-۳۳

شکل ۵-۳۳-۵ 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 می‌هد.



شکل ۵-۳۴



شکل ۵-۳۵—مدار وات متر



شکل ۵-۳۶—شكل ظاهری وات متر

برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت، سلکتور را روی مقدار کمیتی باید قرار داد که از مقدار مورد اندازه‌گیری پیشتر 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.

**۵-۳۵—وات متر:** برای اندازه‌گیری توان مفید، از وات متر استفاده می‌شود. وات متر دارای دو سیم پیچ است. یکی سیم پیچ جریان که به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و دیگری سیم پیچ ولتاژ که به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. معمولاً از دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی به عنوان وات متر استفاده می‌شود.

شکل ۵-۳۵ مدار وات متر را نشان می‌دهد که سیم پیچ جریان به پیچ‌های ۱ و ۳ و سیم پیچ ولتاژ به ترمینال‌های ۲ و ۵ وصل می‌شود.

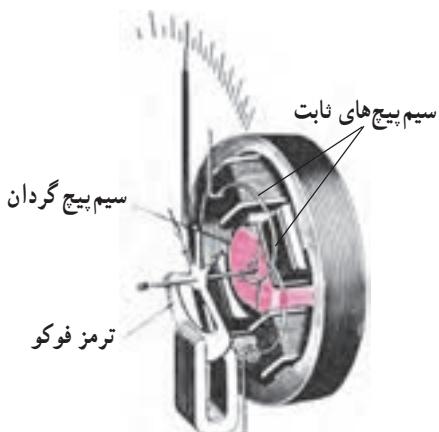
ترمینال‌های ستاره‌دار باید با یکدیگر هم پتانسیل باشند تا عقره‌ی وات متر در جهت راست حرکت کند. در غیر این صورت اگر وات متر به طرف چپ بچرخد باید با کلید مبدل + و -، جهت چرخش آن را عوض کرد.

شکل ۵-۳۶—شما ظاهری وات متر را نشان می‌دهد.

۵-۳۷- وارمتر: وارمتر دستگاهی است که توان را اکتیو (غیر مفید) مدار را اندازه گیری می کند.  
اتصالات وارمتر نیز مثل اتصالات واتمتر است (شکل ۵-۳۷).



شکل ۵-۳۷- شکل ظاهری وارمتر



شکل ۵-۳۸- شماي داخلی يک نوع کسینوس فی متر



شکل ۵-۳۹- شماي ظاهری کسینوس فی متر

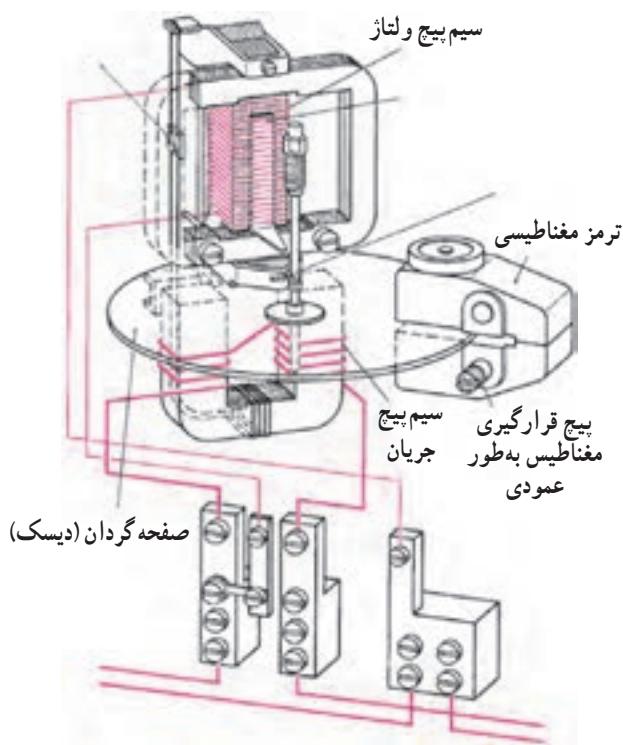
۵-۳۸- کسینوس فی متر ( $\cos\phi$ ): کسینوس فی یا ضریب قدرت، توسط کسینوس فی متر سنجیده می شود (شکل ۵-۳۸). کسینوس فی متر دارای دو سیم پیچ متحرک و یک سیم پیچ ثابت است و در مدارهای یک فاز و سه فاز به کار می رود. کسینوس فی مترهای معمولی که برای نصب روی تابلو استفاده می شوند معمولاً برای ولتاژهای  $110^\circ$ ,  $220^\circ$ ,  $380^\circ$  و  $500^\circ$  ولت و جریان  $5^\circ$  و  $1^\circ$  آمپر ساخته می شوند. برای ولتاژها و جریان های بیشتر از مقدار نامی ذکر شده باید از مبدل ولتاژ و مبدل جریان استفاده شود. شکل ۵-۳۹ صفحه عقری کسینوس فی متر را نشان می دهد. در صورتی که بار فقط اندوکتیو (سلفی) و یا کاپاسیتیو (خازنی) باشد از کسینوس فی متر با صفحه مدرج یک طرفه و در صورتی که به هر دو صورت اندوکتیو و یا کاپاسیتیو باشد از صفحه مدرج دو طرفه و یا دوار ( $360^\circ$ ) استفاده می شود. علامت اندوکتیو (ind) و کاپاسیتیو (cap) روی صفحه مدرج درج می شود. عقریه اگر به طرف ind حرکت کند مصرف کننده، اندوکتیو است و مقدار اندازه گیری شده، ضریب قدرت مدار اندوکتیو یا سلفی را نشان می دهد. در صورتی که عقریه به طرف cap حرکت کند، مصرف کننده، کاپاسیتیو خازنی است و مقدار اندازه گیری شده، ضریب قدرت مدار کاپاسیتیو را نشان می دهد.



شکل ۵-۴۰ کنتور تک فاز اندوکسیونی

۳-۵-۵- کنتور تک فاز: کنتور برای اندازه‌گیری انرژی مفید مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. 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 می‌گیرند. معمولاً از دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی به عنوان کنتور استفاده می‌شود. 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 درمی‌آید. صفحه گردان به چرخ دنده‌ها و شمارنده وصل است و انرژی مصرفی توسط شمارنده نشان داده می‌شود (شکل ۵-۴۰). برای کنترل دور دیسک از یک مغناطیس دائم استفاده می‌شود (ترمز فوکو).

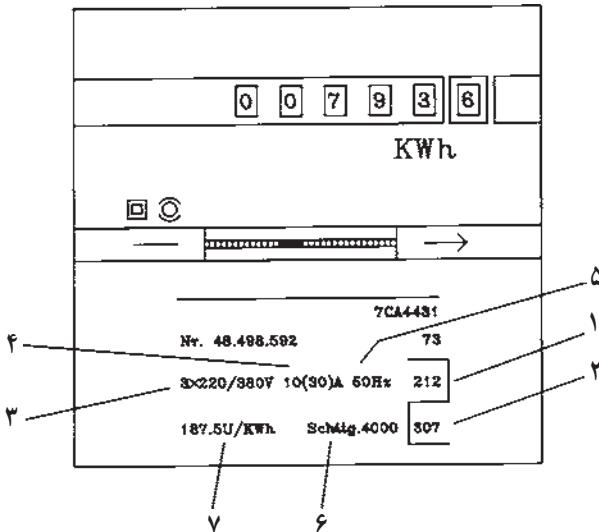
۵-۶- یک کنتور تک فاز اندوکسیونی را نشان می‌دهد.



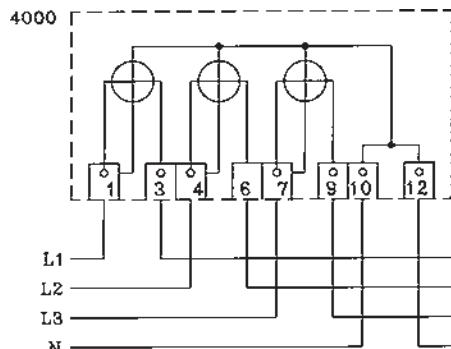
شکل ۵-۴۱ ساختمان داخلی کنتور تک فاز

۴-۱- ۵- ساختمان داخلی یک کنتور تک فاز را نشان می‌دهد. 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 ضخیم‌تر است.

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



شکل ۴۲-۵ - پلاک مشخصات کنتور سه‌فاز

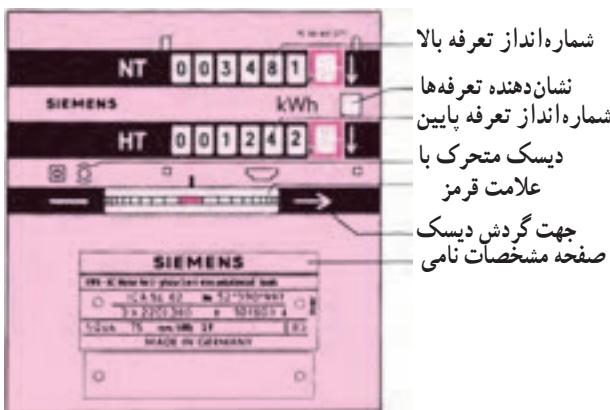


### شکل ۴۳-۵- مدار کنتور سه‌فاز چهارسیمه

۱۰-۳-۵- کنتور سه‌فاز: کنتور سه‌فاز برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی در شبکه‌های سه سیمه و چهارسیمه به کار می‌رود. در کنتور سه‌فاز سه سیمه از دو سیم پیچ جریان و دو سیم پیچ ولتاژ استفاده و در کنتور سه‌فاز چهارسیمه از سه سیم پیچ جریان و سه سیم پیچ ولتاژ استفاده می‌شود. شکل ۴-۲ 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 فرکانس، شماره ۶ اتصال، شماره ۷ ثابت کنتور (تعداد دورگردش صفحه به ازای هر کیلووات ساعت) می‌باشد.

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

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

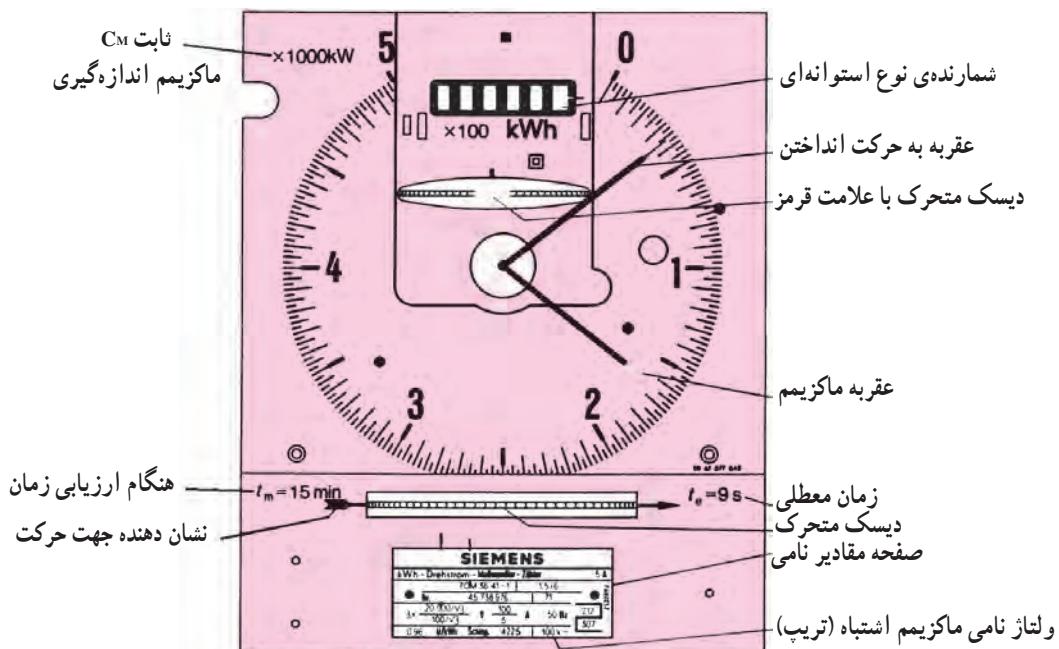


## شکل ۴۴-۵- صفحه کنتور دو تعریفه

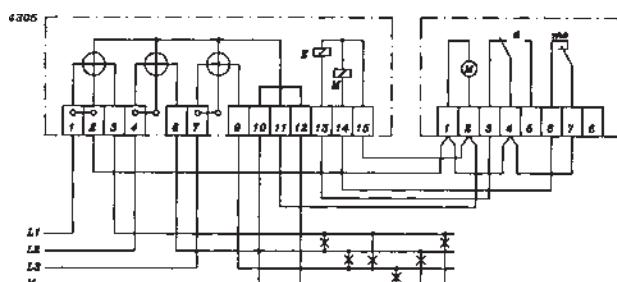
۱۱-۳-۵- کنتور سه‌فاز دو تعریفه: برای تشویق مصرف کننده‌های برق به مصرف کم‌تر در زمان پیک بار (مثل اوایل شب) از سیاست تعرفه استفاده می‌شود. بدین ترتیب که در زمان پیک بار (ماکریم بار) قیمت کیلووات ساعت مصرفی توسط فروشنده برق زیاد در نظر گرفته می‌شود تا مصرف کننده‌ها در این زمان مصرف کمتری داشته باشند.

کنتورهای دو تعریفه، دو شماره انداز دارند. یک ساعت برقی در خارج کنتور نصب می‌شود. انتقال هریک از شماره اندازها توسط رله مغناطیسی به این ساعت صورت می‌گیرد. شکل ۴۴-۵ صفحه کنتور دو تعریفه را نشان می‌دهد.

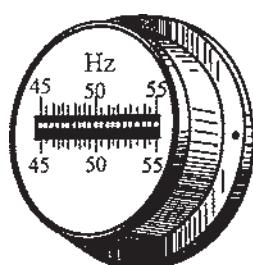
شکل ۵-۴۵ ساعت کنتور دو تعریفه را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۴۵ ساعت کنتور دو تعریفه



شکل ۵-۴۶ مدار کنتور سه فاز دو تعریفه چهارسیمه

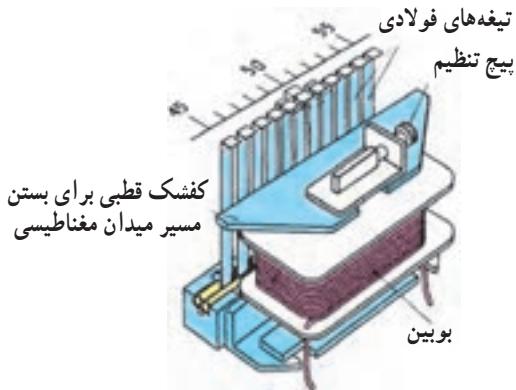


شکل ظاهری فرکانس متر تیغه‌ای

شکل ۵-۴۷ - الف

شکل ۵-۴۶ شمای مداری کنتور سه فاز دو تعریفه برای اتصال مستقیم سیستم چهارسیمه را نشان می‌دهد.

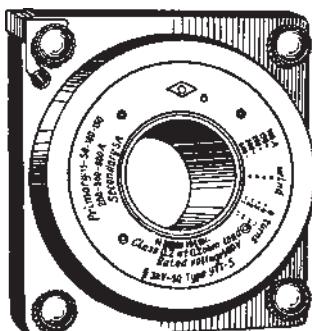
**۵-۳-۱۲ فرکانس متر:** فرکانس متر برای اندازه‌گیری فرکانس به کار می‌رود. این دستگاه تعدادی تیغه‌ی فولادی است که در یک میدان مغناطیسی به ارتعاش درمی‌آیند. شکل ۵-۴۷ - الف ساختمان ظاهری فرکانس متر را نشان می‌دهد. هر تیغه، یک فرکانس دارد که با فرکانس تیغه‌های مجاور خود متفاوت است. با اتصال جریان متناوب به بوبین دستگاه، یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان متناوباً بر روی تیغه‌های فولادی نیرو وارد می‌کند. در هر زمان تناوب، تیغه دوبار جذب می‌شود. بنابراین تیغه‌ای که فرکانس ارتعاشات آن دو برابر فرکانس جریان متناوب باشد با نیروی کششی حوزه‌ی مغناطیسی، رزو نانس ایجاد می‌کند و به حرکت درمی‌آید.



شکل ۵-۴۷-ب - ساختمان داخلی فرکانس متر تیغه ای

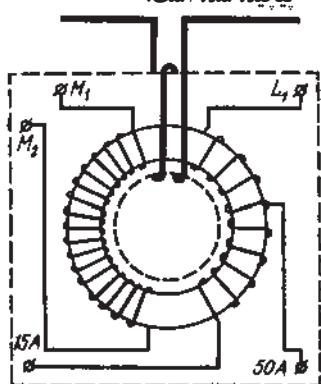


شکل ۵-۴۸ - نمونه ای از ترانسفورماتور جریان



شکل ۵-۴۹ - ترانسفورماتور جریان با هسته مغناطیسی دایره ای شکل و سیم پیچ های او لیه و ثانویه

سیم پیچ او لیه برای جریان های ۱۰۰ تا ۶۰۰ آمپر پیچیده شده است.



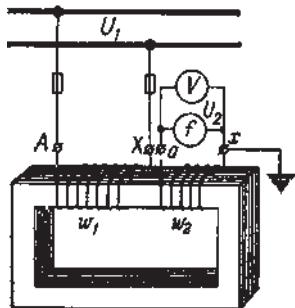
شکل ۵-۵۰ - دیاگرام جریان و سیم پیچی های ترانسفورماتور جریان

شکل ۵-۴۷-ب ساختمان داخلی فرکانس متر تیغه ای را نشان می دهد. حدود اندازه گیری این فرکانس متر بسیار کم است به همین جهت از آن بیشتر برای اندازه گیری فرکانس های تقریباً ثابت شبکه استفاده می شود.

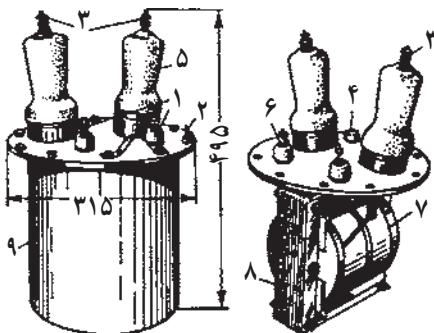
شکل ۵-۴۸-ترانسفورماتور جریان: این دستگاه جریان زیاد شبکه یا مصرف کننده های بزرگ را به جریان کم قابل اندازه گیری تبدیل می کند. او لیه ای این ترانسفورماتور به صورت سری با خط قرار می گیرد و ثانویه ای آن به آمپر متر وصل می شود. او لیه ای ترانسفورماتور جریان در داخل تابلوها بر روی شینه های خطوط اصلی و ثانویه آن که دارای یک سیم پیچ است به آمپر متر وصل می شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان تابلویی معمولاً دارای یک سیم پیچ است. شکل ۵-۴۸ نمونه ای از ترانسفورماتور جریان را نشان می دهد. در ترانسفورماتور های تابلویی، شینه از داخل سوراخ هسته ترانسفورماتور عبور می کند.

شکل ۵-۴۹ شمای ظاهری یک ترانسفورماتور جریان را نشان می دهد. این ترانسفورماتور دارای یک هسته مغناطیسی دایره ای شکل و سیم پیچی های او لیه و ثانویه می باشد، سیم پیچ های او لیه این ترانسفورماتور برای جریان های ۱۰۰ تا ۶۰۰ آمپر پیچیده شده است.

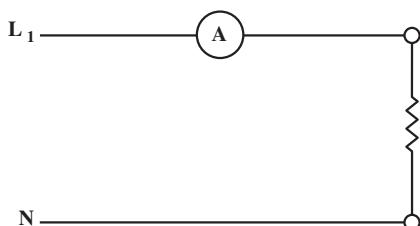
ثانویه دارای دو سیم پیچ مجاز است که یکی دارای سروسط می باشد و رنج جریان های آن ۱۵A و ۵۰A می باشد. سیم پیچ ثانویه دیگر با  $M_1$  و  $M_2$  مشخص شده است (شکل ۵-۵۰). ترانسفورماتور جریان همیشه باید در حالت اتصال کوتاه کار کند و یا آمپر متر از ثانویه قطع نشود. در صورت قطع شدن ثانویه، فلوی مغناطیسی ثانویه ( $\phi_2$ ) صفر و در نتیجه مقدار فلوی حاصل برابر فلوی او لیه ( $\phi_1$ ) می شود. به علت بزرگی  $\phi_1$  نیروی الکتریکی القای ثانویه افزایش می یابد و به هسته و عایق سیم پیچ ثانویه آسیب می رساند و برای مصرف کننده موجب بروز خطر می شود.



**۵-۳-۱۴**- ترانسفورماتور ولتاژ: این ترانسفورماتور، ولتاژ زیاد شبکه را به ولتاژ ضعیف تبدیل می کند و به ولت متر می دهد. ترانسفورماتور ولتاژ دارای یک هسته‌ی آهنی و دو سیم بیچ اولیه و ثانویه است. اولیه به صورت موازی با شبکه قرار می گیرد و ثانویه به ولت متر وصل می شود. نسبت تبدیل ترانسفورماتور ولتاژ (نسبت ولتاژ اولیه به ولتاژ ثانویه) معمولاً  $10, 20, 50$  و  $100$  و  $1000$  (کاربر) می باشد. ترانسفورماتور ولتاژ اینمی لازم را برای اپراتور به وجود می آورد زیرا در این ترانسفورماتورها اپراتور با ولتاژ کم سروکار دارد. شکل ۵-۵۱ شمای ظاهری و مداری ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می دهد.



شکل ۵-۵-۱- شمای ظاهری و مداری ترانسفورماتور ولتاژ



شکل ۵-۵-۲- مدار اتصال آمپر متر به مقاومت



شکل ۵-۵-۳- اتصال ولت متر به شبکه



شکل ۵-۵-۴- مدار اتصال اهم متر به مقاومت

#### ۴-۵- نصب و سیم کشی دستگاههای اندازه گیری الکتریکی

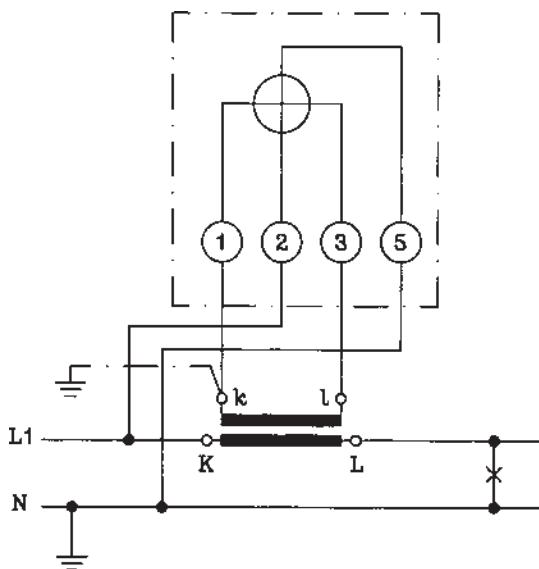
**۴-۱**- آمپر متر: آمپر متر در مدار به صورت سری قرار می گیرد به طوری که جریان مصرف کننده از آمپر متر هم عبور کند. شکل ۵-۵-۲ مدار اتصال آمپر متر را به مصرف کننده نشان می دهد.

**۴-۲**- ولت متر: ولت متر در مدار به صورت موازی قرار می گیرد. یعنی دو سر ولت متر به فاز و نول و یا دو فاز وصل می شود. شکل ۵-۵-۳ نقشه اتصال ولت متر را به شبکه نشان می دهد.

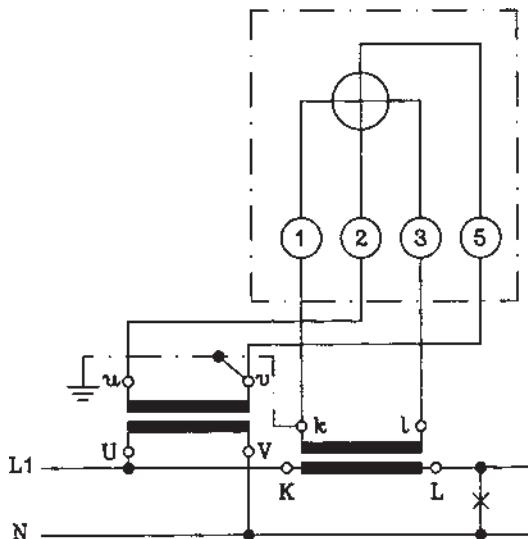
**۴-۳**- اهم متر: اهم متر در مدار به صورت موازی با مقاومت مورد اندازه گیری قرار می گیرد؛ به این ترتیب که دو سر سیم اهم متر به دو سر مقاومت وصل می شود و مقدار مقاومت را اندازه گیری می کند. شکل ۵-۵-۴ مدار اتصال اهم متر را به مقاومت نشان می دهد.

#### ۴-۵-۴-۵-وات متر: سیم بیج جریان وات متر به صورت

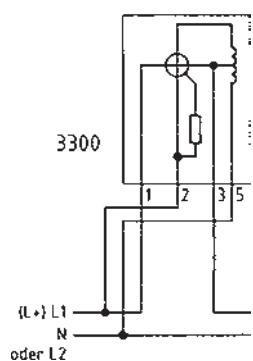
موازی در مدار قرار می‌گیرد. شکل ۵-۵۵ مدار اتصال وات متر را نشان می‌دهد که ترانسفورماتور جریان به آن وصل است. در این مدار به دلیل زیاد بودن جریان، از ترانسفورماتور برای کاهش جریان استفاده شده است.



شکل ۵-۵۵-۵-مدار اتصال وات متر



شکل ۵-۵-۶-۵-مدار وات متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

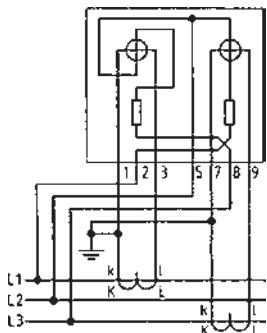


شکل ۵-۵-۷-۵-مدار اتصال وارمتر تک فاز

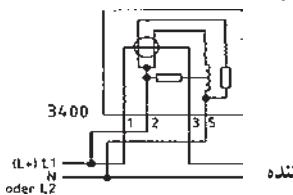
شکل ۵-۵-۶-۵-مدار وات متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ را نشان می‌دهد. از این مدار در هنگام زیاد بودن ولتاژ و جریان استفاده می‌شود. برای رعایت اینمی ابراتور، معمولاً چنانچه در مواردی هم که فقط ولتاژ مدار بالا باشد از ترانسفورماتور جریان استفاده می‌شود.

#### ۴-۵-۵-۵-وارمتر: شکل ۵-۵۷-۵-مدار اتصال وارمتر

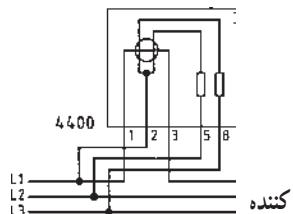
تک فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵۸- مدار اتصال وارمتر سه‌فاز سه‌سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می‌دهد.



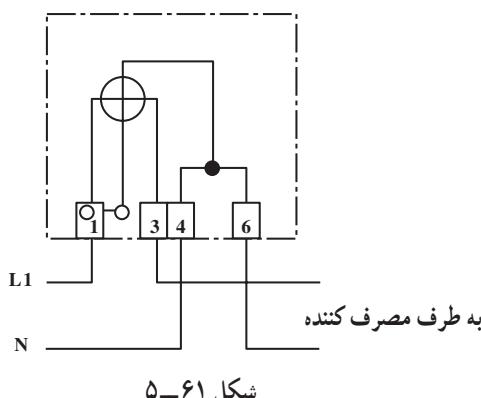
شکل ۵-۵۹



شکل ۵-۶۰

شکل ۵-۵۸- مدار اتصال وارمتر سه‌فاز سه‌سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می‌دهد.

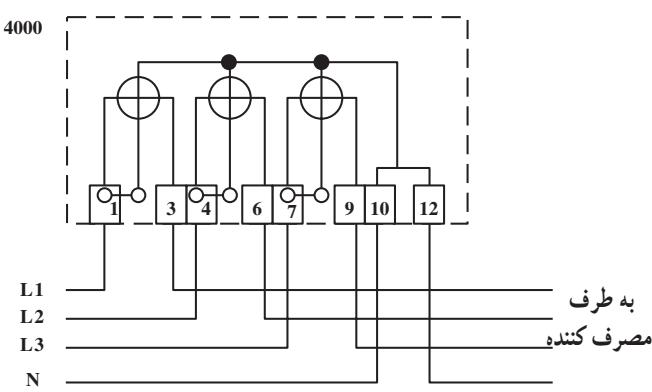
شکل ۴-۵- کسینوس فی‌متر: سیم پیچ جریان کسینوس فی‌متر به صورت سری و سیم پیچ ولتاژ به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند. شکل ۵-۵۹- مدار اتصال کسینوس فی‌متر تک‌فاز را نشان می‌دهد.



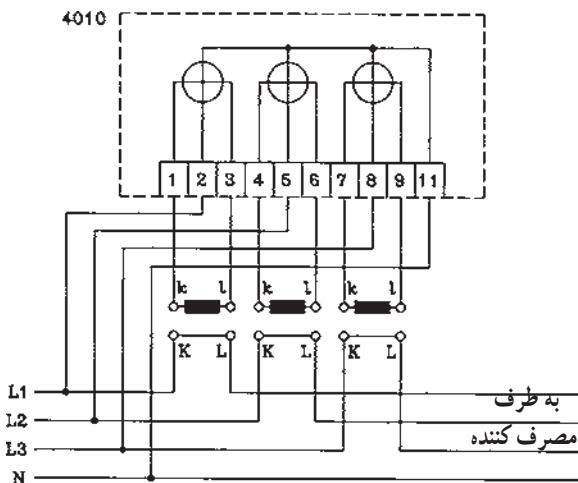
شکل ۵-۶۱

شکل ۶-۵، اتصال مستقیم کسینوس فی‌متر را در مدار سه‌فاز سه‌سیمه نشان می‌دهد.

شکل ۴-۵- کنتور: کنتور تک‌فاز به صورت شکل ۶-۵ در مدار قرار می‌گیرد که سیم پیچ جریان به صورت سری و سیم پیچ ولتاژ به صورت موازی وصل می‌شوند. ترمینال‌های ۱ و ۴ فاز و نول ورودی و ترمینال‌های ۳ و ۶ ترمینال‌های خروجی است.



شکل ۶-۵- مدار اتصال کنتور سه‌فاز چهارسیمه را نشان می‌دهد.

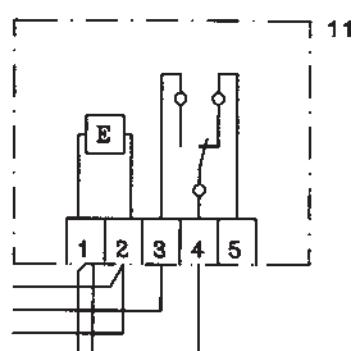
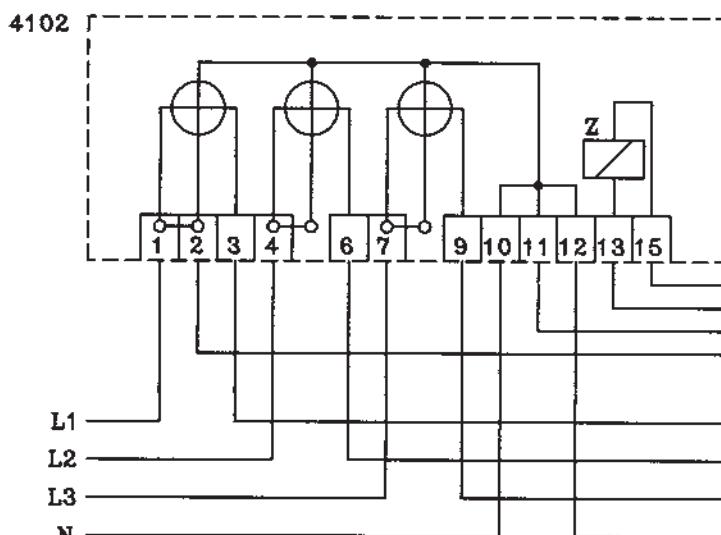


شکل ۵-۶۳

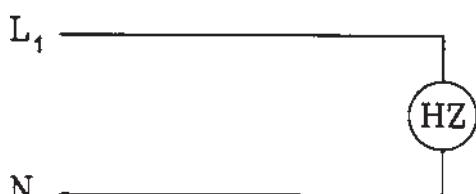
هنگام اتصال کنتور سه فاز به اتصال‌های آن توجه کافی داشته باشید. البته این کنتور نیز توسط اداره برق نصب و پلomp می‌شود.

شکل ۵-۶۴ مدار اتصال کنتور سه فاز چهار سیمه با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می‌دهد.

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

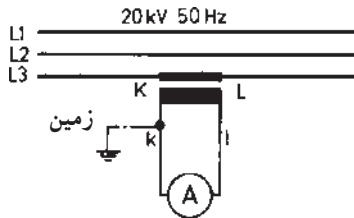


شکل ۵-۶۴



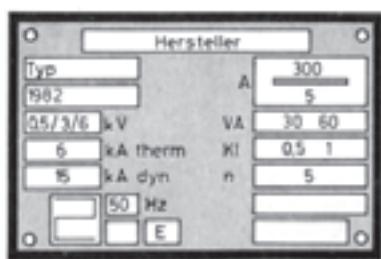
شکل ۵-۶۵

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

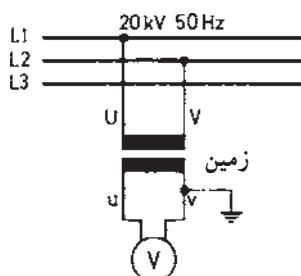


شکل ۵-۶۶—مدار اتصال ترانسفورماتور جریان

**۴-۵-۵—ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری:** اولیه ترانسفورماتور جریان به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و ثانویه آن به آمپر متر وصل می‌شود. شکل ۵-۶۶ مدار اتصال ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد که در آن KL اولیه و kI ثانویه ترانسفورماتور است.

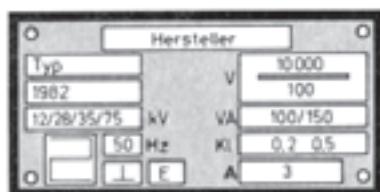


شکل ۵-۶۷—تابلوی مشخصات ترانسفورماتور جریان



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

شکل ۵-۶۷—تابلوی مشخصات یک ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد که جریان  $300\text{ آمپر}$  را به  $5\text{ آمپر}$  تبدیل می‌کند.



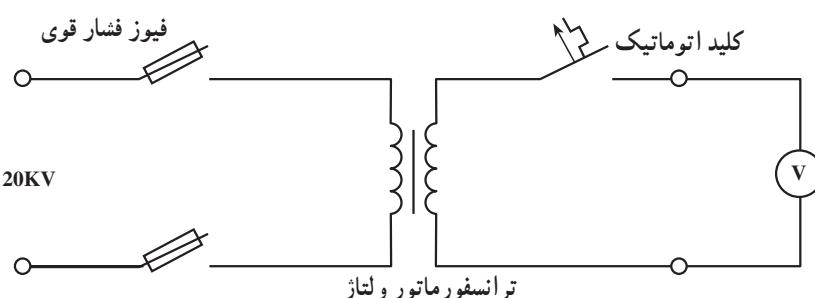
شکل ۵-۶۹—پلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ

شکل ۵-۶۸—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 ۵-۶۹ پلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد. این ترانسفورماتور ولتاژ  $10000/100$  ولت را به  $100$  ولت تبدیل می‌کند.

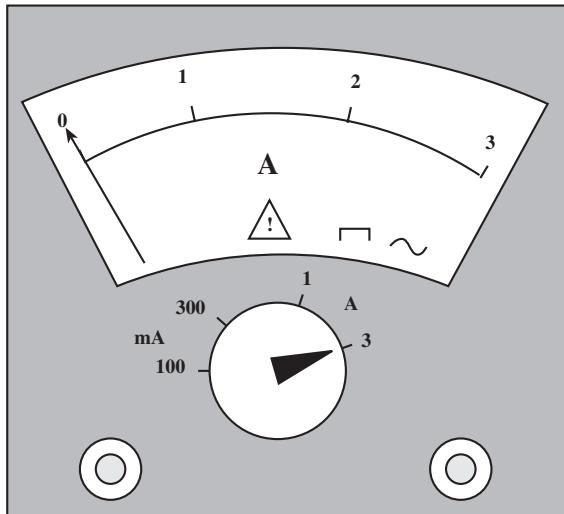
## ۵-۵-۵—نکات ایمنی و حفاظتی هنگام کار روی مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

علاوه بر رعایت نکات ایمنی و حفاظتی عمومی برق و نیز نکات ایمنی که در قسمت ۴-۲ بیان شد، رعایت اصول ایمنی و حفاظتی زیر در این واحد آموزشی ضروری است.

**۱—۵-۵—اتصال ترانسفورماتورهای جریان به مدار**  
باید پس از پایان مونتاژ کامل مدارهای ثانویه انجام شود.



شکل ۷-۵—قبل از کار با ولت متر، مدار فیوزهای فشار قوی را باز کنید.



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

**۲-۵-۵** هنگام کار در مدار ترانسفورماتور ولتاژ باستی فیوزهای فشار قوی را بیرون بیاورید و کلید اتوماتیک سیم پیچ فشار ضعیف را قطع کند.

**۳-۵-۵** 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.

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

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

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

**۶-۵-۱- وسایل مورد نیاز**

- آمپر متر ۱ عدد
- ولت متر ۱ عدد
- اهم متر ۱ عدد
- سیم افشار ۵ متر
- منبع تغذیه ۲۲۰/۱۲VDC ۱ عدد
- برد بُرد ۱ عدد
- فیش های سوسماری ۴ عدد
- میز کار ۱ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- دم باریک ۱ عدد
- مقاومت های اهمی مطابق ۸ عدد

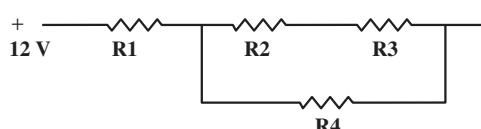
جدول کار عملی

- فاز متر ۱ عدد
- لوازم تحریر

**۶-۶-۱- مراحل انجام کار:**

■ با توجه به مقادیر داده شده در جدول در دو مرحله مختلف مداری مطابق شکل بیندید.

■ مقاومت، ولتاژ و جریان کل و نیز جریان عبوری از مقاومت  $R_4$  را برای هر دو حالت محاسبه کنید. توسط آمپر متر، ولت متر و اهم متر کمیت های فوق را در هر دو حالت اندازه گیری کنید.



شکل ۵-۷۲- اتصال سری و موازی مقاومت ها

	R1	R2	R3	R4
تمرین یک	390 Ω	39 Ω	82 Ω	100 Ω
تمرین دو	470 Ω	56 Ω	10 Ω	150 Ω

نتایج محاسبه تمرین ۱

$$R_T = \\ I_4$$

نتایج محاسبه تمرین ۲

$$R_T = \\ I_4$$

نتایج اندازه‌گیری	تمرین ۱	تمرین ۲
$U_T$		
$I_T$		
$R_T$		
$I_4$		

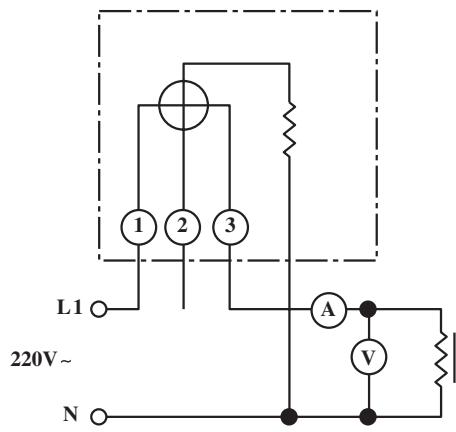
– مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول ثبت کنید.

هنگام اندازه‌گیری توجه داشته باشید تا تصاویر دقیق  
باشند.

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

قبل از شروع کار کلیه نکات اینمی مندرج در قسمت ۵ را به طور کامل مطالعه کنید و آن را اجرا نماید.

همواره ابزار کار را صحیح انتخاب کنید.



شکل ۷-۵- مدار اندازه‌گیری جریان، ولتاژ، توان یک چُک لامپ فلورسنت

### ۱-۷-۵- وسائل مورد نیاز

- وات‌متر ۱ عدد
- ولت‌متر ۱ عدد
- سیم افشار ۳ متر
- سیم چمن ۱ عدد
- انبردست ۱ عدد
- فازمتر ۱ عدد
- پیچ و مهره به مقدار مورد نیاز
- لوازم التحریر به مقدار مورد نیاز
- آمپرmetر ۱ عدد
- چُک لامپ فلورسنت ۴۰W
- تابلو کار ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- دمباریک ۱ عدد
- آوومتر (مولتی متر) ۱ عدد
- میز کار ۱ عدد

### ۲-۵- مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۷-۵ بیندید.
- توسط وات‌متر قدرت مفید مدار را اندازه‌گیری کنید.
- توسط آمپرmetر و ولت‌متر، جریان و ولتاژ مدار را اندازه‌گیری کنید.
- جدول مربوطه را تکمیل کنید.

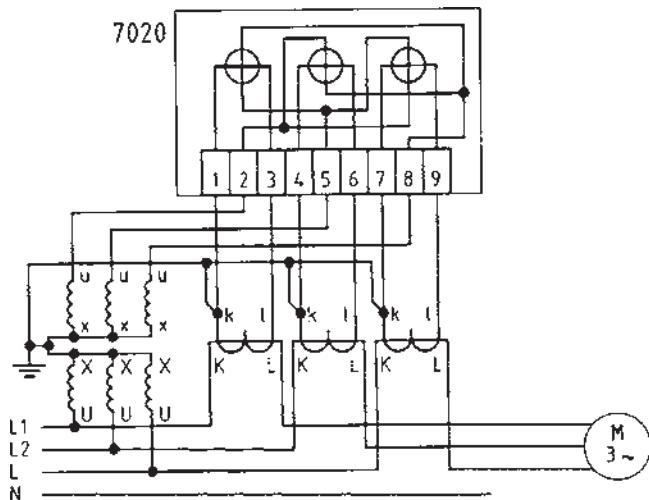
ولتاژ	..... V
جریان	..... A
توان	..... W

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

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

### ۵-۸-۱ وسایل مورد نیاز

- وارمتر سه‌فاز چهارسیمه ۱ عدد
- ترانسفورماتورهای جریان ۳ عدد
- ترانسفورماتوهای ولتاژ ۳ عدد
- تابلو کار ۱ عدد
- فازمتر ۱ عدد
- سیم افسان ۵ متر
- آوومتر ۱ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- انبردست ۱ عدد
- پیچ گوشتی ۱ عدد
- کلید سه‌فاز ۱ عدد
- موتور سه‌فاز ۱ عدد



شکل ۵-۷۴

### ۵-۸-۲ مراحل انجام کار:

- وارمتر سه‌فاز چهارسیمه را روی تابلوی آزمایش نصب کنید.

- ترانسفورماتورهای جریان را مطابق شکل ۵-۷۴ به شبکه و وارمتر وصل کنید.

- ترانسفورماتور ولتاژ را مطابق شکل به شبکه و وارمتر وصل کنید.

- ثانویه‌ی ترانسفورماتورهای جریان و نقطه‌ی صفر سیم پیچ‌های اوّلیه و ثانویه‌ی ترانسفورماتور ولتاژ را به زمین وصل کنید.

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

اجرای نکات اینمی و انتخاب ابزار صحیح الزامی است.

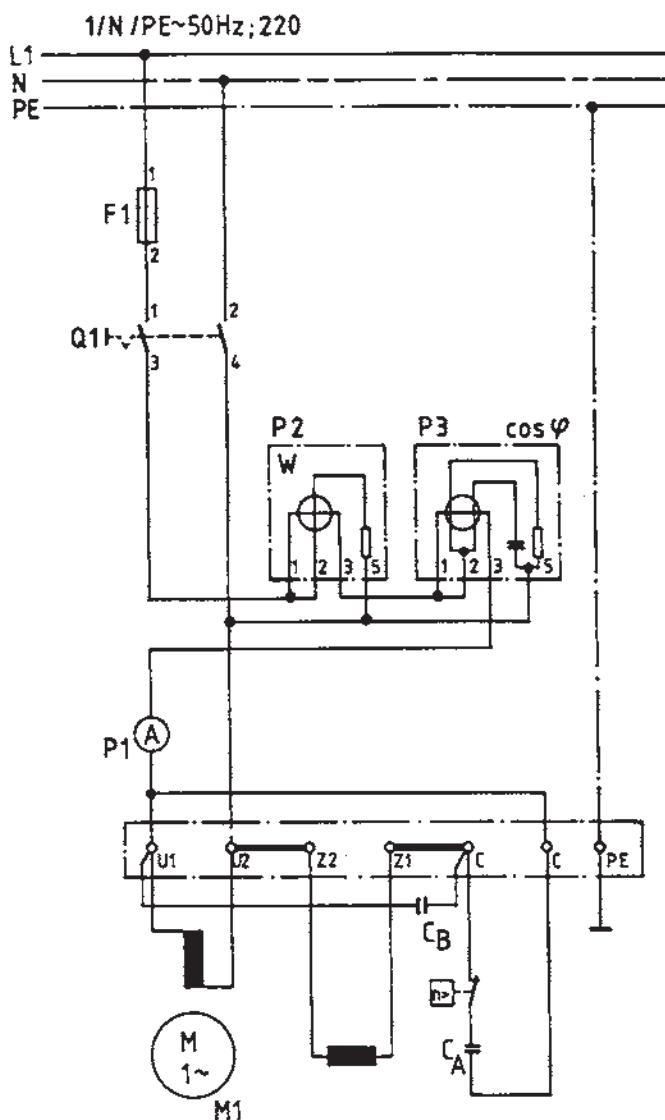
قبل از شروع کار کلیه نکات اینمی قسمت ۵-۵ را به طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

### ۵-۹-۱-۱ وسایل مورد نیاز

- کسینوس فی متر
- وات متر
- آمپر متر
- الکتروموتور تک فاز
- فیوز
- سیم افشار
- کلید دو قطبی
- فاز متر و آوومتر هر کدام
- ابزار برق یک دست

### ۵-۹-۲ مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۵-۷۵ روی تابلو کار بیندید.
- 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 - شمای مداری

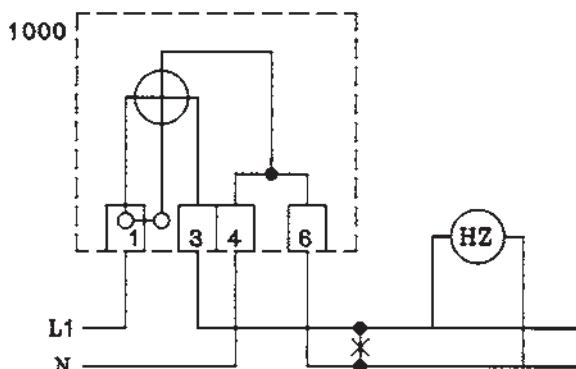


ب - شمای ظاهری مدار

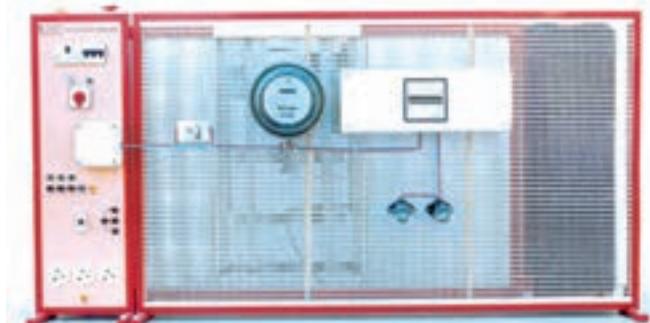
## ۱۰-۵- کار عملی شماره ۱۹: نصب و در مدار قراردادن کنتور تک فاز و کنتور سه فاز و اندازه گیری انرژی مصرفی و فرکانس

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

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

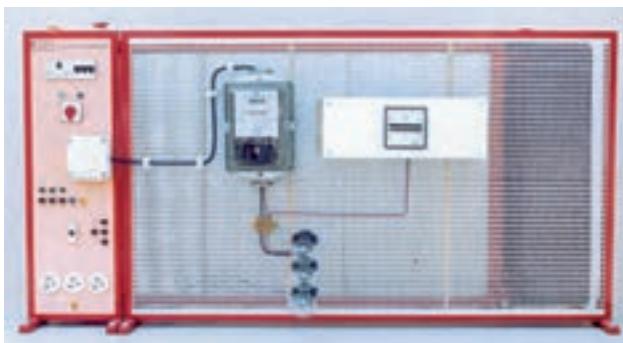


الف - شمای مداری



ب - شمای واقعی

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



ب - شمای واقعی

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

### ۱۰-۵-۱ - وسایل مورد نیاز

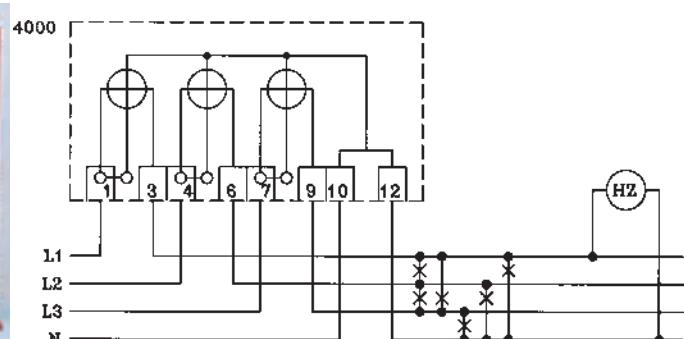
- کنتور تک فاز ۱ عدد - تابلو کار
- کنتور سه فاز چهارسیمه
- لامپ رشته‌ای ۳۸° ولت
- سیم افشار ۵ متر - فاز متر ۱ عدد - آوومتر ۱ عدد -  
لوازم التحریر یک دست - ابزار برق یک دست - فرکانس متر ۱ عدد  
تذکر: در صورتی که لامپ ۳۸° ولت موجود نباشد دو لامپ ۲۲° ولت را با هم سری کنید.

### ۱۰-۵-۲ - مراحل انجام کار:

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

■ مداری مطابق شکل ۵-۷۷ بیندید.

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



الف - شمای مداری

## آزمون پایانی (۵)

زمان: ۱۵ دقیقه

۱- مفهوم علائم  $\star^2$  و  $\Delta$  روی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی چیست؟

- الف - دستگاه با ولتاژ ۲۰۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان
- ب - دستگاه با ۲۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان
- ج - دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی، دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی
- د - دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی با ۲۰۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی

۲- علائم  $\text{Cos}\varphi$ ،  $\text{KWh}$ ،  $\text{Hz}$  به ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهند؟

- الف - فرکانس متر، وات‌متر، کسینوس فی‌متر
- ب - فرکانس متر، کنتور، کسینوس فی‌متر
- ج - ضریب قدرت‌سنج، فرکانس متر، انرژی‌سنج
- د - ضریب قدرت‌سنج، وات‌متر، فرکانس متر

۳- علائم  $\mu$ ،  $\beta$ ،  $\lambda$  به ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری است؟

- الف - با سیم حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی
- ب - مبدل حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی
- ج - مبدل حرارتی، الکترواستاتیکی، الکترودینامیکی
- د - سیم حرارتی، الکترواستاتیکی، ویراسیونی

۴- کدام‌یک از دستگاه‌های اندازه‌گیر فقط جریان مستقیم را اندازه‌گیری می‌کند؟

- الف - قاب‌گردان و آهنربای دائم
- ب - الکترودینامیکی
- ج - الکترواستاتیکی
- د - اندوکسیونی

۵- دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی دارای ..... است.

- الف - دو قاب‌گردان و یک سیم پیچ ثابت
- ب - یک قاب‌گردان و یک سیم پیچ گردان
- ج - دو قاب‌گردان صلیبی
- د - یک قاب‌گردان و یک سیم پیچ ثابت

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

الف - فرکانس متر

ب - ولت‌متر و آمپر‌متر

ج - وات‌متر

د - وارمتر

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

الف - یک

ب - صفر

ج - بی‌نهایت

د -  $1/5$

۸- ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان

الف - ترانسفورماتور افزاینده است.

ب - ترانسفورماتور کاهنده است.

ج - مبدل توان است.

د - مبدل فرکانس است.

۹- مکانیزم کار کنتور جریان متناوب کدام است؟

الف - اندوکسیونی

ب - الکترودینامیکی

ج - الکترواستاتیکی

د - ویبراسیونی

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

الف - جهت حفاظت ترانسفورماتور جریان

ب - جهت حفاظت شخص

ج - جهت ازدیاد جریان بار

د - جهت حذف تلفات در ترانسفورماتور

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

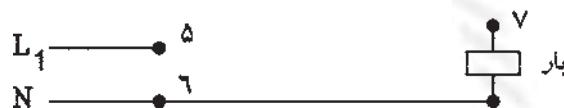
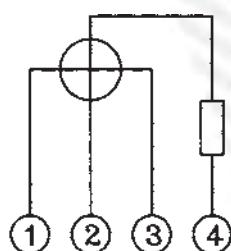
شوند؟

الف - (۵) به (۱ و ۳)، (۶) به (۴)، (۷) به (۲)

ب - (۵) به (۱)، (۶) به (۲ و ۳)، (۷) به (۴)

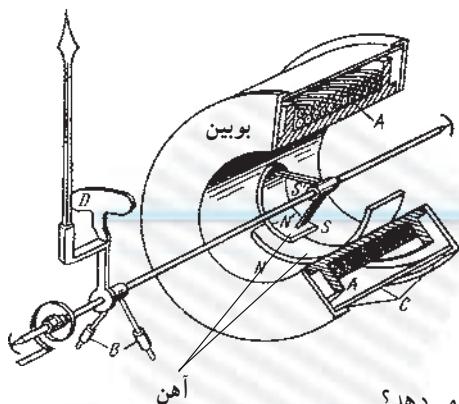
ج - (۵) به (۲)، (۶) به (۱ و ۴)، (۷) به (۳)

د - (۵) به (۱ و ۲)، (۶) به (۴)، (۷) به (۳)



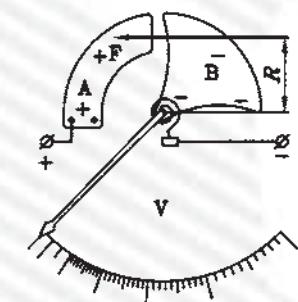
۱۲- شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

- الف - آهن نرم گردان
- ب - الکترودینامیکی
- ج - الکترواستاتیکی
- د - اندوکسیونی



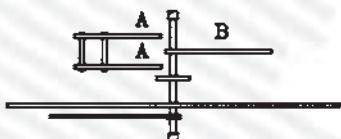
۱۳- شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد?

- الف - الکترودینامیکی
- ب - الکترواستاتیکی
- ج - آهن نرم گردان
- د - اندوکسیونی



۱۴- فرکانس متر ارتعاشی دارای ..... است.

- الف - عقربه‌ای متصل به آهن نرم گردان
- ب - تعدادی تیغه‌های فولادی با فرکانس خودی متفاوت
- ج - عقربه‌ای متصل به بوین گردان
- د - تعدادی تیغه‌های فولادی متصل به آهنربای دائم



۱۵- خطای سنجش عبارتست از مقدار

- الف - واقعی منهای عدد آخر صفحه‌ی مدرج
- ب - سنجیده شده ضرب در عدد آخر صفحه‌ی مدرج
- ج - سنجیده شده منهای مقدار حقيقی
- د - حقيقی به اضافه‌ی مقدار سنجیده شده

## ۱۱-۵_آزمون پایانی عملی (۵)

### ۱۱-۵-۱_وسایل مورد نیاز

فیوز ۶ آمپر و اجزای آن ( $F_1$ )

کلید دو طرفه ( $S_1$  و  $S_2$ )

خازن ۹ میکروفاراد (C)

خازن موازی هر کدام ۴/۵ میکروفاراد یا

سریچ لامپ ( $E_1$ )

مقاومت  $\Omega$  ۱۰۰، ۱۰۰۰ (R_۱) ۱A

پتانسیومتر  $\Omega$  ۱۶۰ (R_۲) ۱/۵A

ولت متر ( $P_۲$  و  $P_۱$ )

آمپر متر ( $P_۳$ )

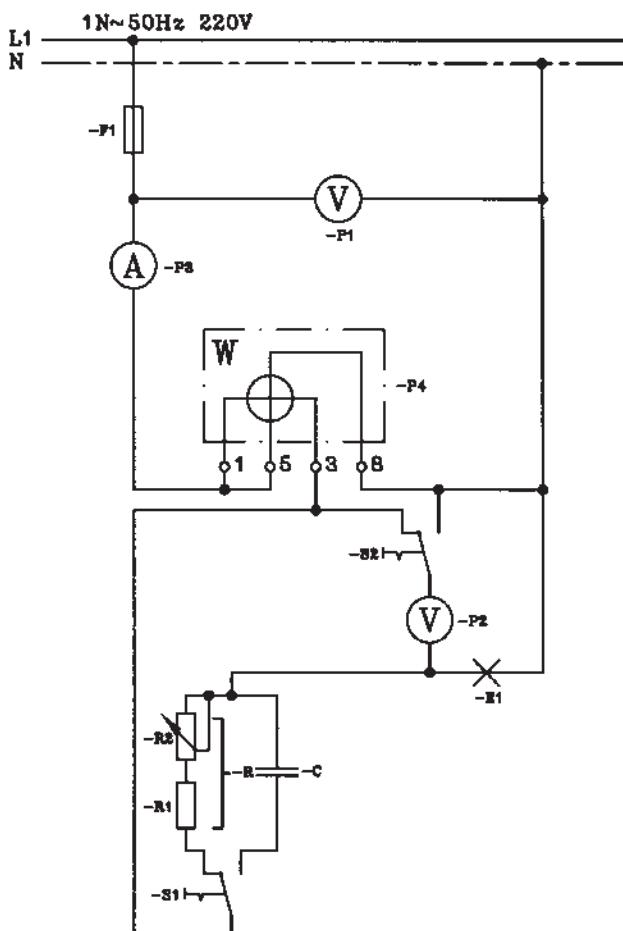
وات متر ( $P_۴$ )

اهم متر

لامپ ۱۱۰ و ۶۰W

### ۱۱-۵-۲_مراحل انجام کار:

■ مداری مطابق شکل بیندید.



هنگام اندازه گیری مراقب باشید در خواندن مقادیر اشتباه نکنید.

■ 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.

جدول ۱

حالت سری	مقاومت R	خازن C
بر حسب V (ولت)		
بر حسب W (وات)		
بر حسب I (آمپر)		
بر حسب $U_{E_1}$ (ولت)		
بر حسب V (ولت)		
بر حسب $U_R$ (ولت)		
بر حسب $U_C$ (ولت)		

## جدول ۲

حالت سری	مقاومت R	خازن C
$\Omega$ بر حسب $R_{E1}$		
$\Omega$ حالت سری بر حسب R		
$\mu F$ بر حسب C		
ضریب قدرت $\cos\phi$		
زاویه فاز $\phi$		

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 با خازن و یک بار با مقاومت سری می‌شود.

ارزیابی آزمایش‌ها:

- ۱- با کدام نوع از حالات مدار سری توان اکتیو کمتر است؟
- ۲- اگر ظرفیت خازن کاهش یابد، ولتاژ دو سر لامپ چه تغییری می‌کند؟

پاسخ‌های ۱ و ۲:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## واحد کار ششم

380/220V 50Hz

### حافظت اشخاص و ابزار

#### هدف کلی

به کارگیری وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص و دستگاههای الکتریکی و نصب و سیمکشی آنها

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

- ۱- کارکرد وسایل و سیستم‌های حفاظت الکتریکی شخص را توضیح دهد.
- ۲- سیمکشی و نصب دستگاه‌ها و سیستم‌های حفاظت الکتریکی شخص را بیان کند.
- ۳- سیستم‌های حفاظت الکتریکی شخص را اجرا کند.

حفاظت الکتریکی از مواردی است که اگر مورد اجرا گذاشته نشود، علاوه بر خسارات مالی، بروز حوادث ناگوار از بعد انسانی را نیز در بر دارد.

## پیش آزمون (۶)

زمان : ۱۵ دقیقه

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

الف - کولن      ب - آمپر      ج - ولت      د - وات

د - mho (مو)

$\Omega \text{mm}^2$

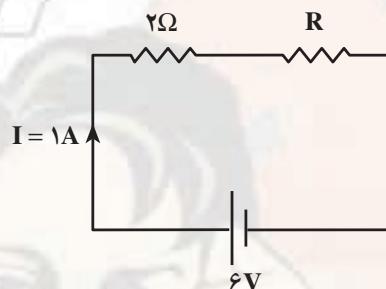
۲- واحد هدایت الکتریکی کدام است؟

الف -  $\Omega$       ب -  $\Omega \text{cm}$

۳- در مدار زیر مقاومت  $R$  چقدر است؟

الف -  $2\Omega$       ب -  $3\Omega$

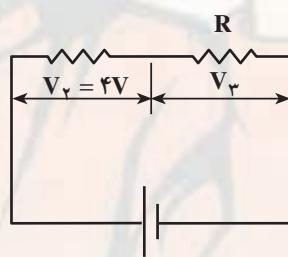
ج -  $4\Omega$       د -  $5\Omega$



۴- در مدار شکل زیر ولتاژ  $V_3$  چقدر است؟

الف -  $16V$       ب -  $8V$

ج -  $10V$       د -  $3V$



$$V_1 = 12V$$

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 مقاومت‌های متفاوتی داشته باشند.

- 
- د - فقط یک مسیر جریان برای هر دو مقاومت وجود دارد.
- ۶- برای حفاظت شخص در مقابل اتصال بدن از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- الف - کلید FI      ب - رله حرارتی      ج - رله 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 - رله حرارتی      ب - رله مغناطیسی      ج - کلید FI  
د - هر سه                  ۹- برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی در مقابل اضافه بار 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 - اسب بخار      د - جریان و توان الکتریکی

## ۱-۶- دلایل و شرایط ایجاد برق‌گرفتگی

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

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

به دو دلیل برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود :

- علل ناشی از فقدان تجهیزات و وسائل حفاظتی  
- علل شخصی، نظیر نداشتن آموزش کافی و لازم،  
به کاربردن روش‌های ناصحیح، مناسب‌بودن اعضای بدن شخص نسبت به نوع و ماهیت کار محوله، عدم آشنایی یا سهل‌انگاری.  
برای کاهش امکان برق‌گرفتگی افراد از سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود. سیستم‌های ایمنی بسیار متنوع هستند و هر کدام دارای خصوصیاتی می‌باشند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

## ۲- 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 برق‌گرفتگی اقدامات زیر انجام می‌شود.

الف - نقطه نول سیم پیچ ترانسفورماتور در پست‌های برق و همچنین نقطه نول سیم پیچ مولدات برق در نیروگاه‌های برق سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خط و در خطوطی به طول بیش از  $200$  متر علاوه بر ابتدا و انتهای خط در هر فاصله  $200$  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 هریک، که حامل جریان برق نمی‌باشد، به سیستم اتصال زمین ساختمان مربوطه وصل می‌شود. این سیستم به طور کلی

اتصال زمین وسایل نامیده می‌شود.

- اتصال زمین در نیروگاه‌ها 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 برق‌گیر می‌باشند، سیم اتصال زمین مربوط به برق‌گیر باید از سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی فشار ضعیف یا فشار قوی ساختمان کاملاً جدا بوده و در اتصال زمین مشترک استفاده نشود.

- هادی‌های اتصال بین الکتروودها و یا شبکه اصلی اتصال زمین باید در صورت امکان از سیمه 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 در یک لوله کشیده شوند مانند سیم کشی سیستم روشنایی و برقی‌های 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 چندرشته قابل انعطاف ارتباطی، مانند سیم اطیو برقی، کتری برقی، سماور برقی، توستر برقی، یخچال، 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 سیم 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 فرعی و اصلی و غیره از سیم یا شینه 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  $19$  میلی‌مترمربع کمتر نباشد.

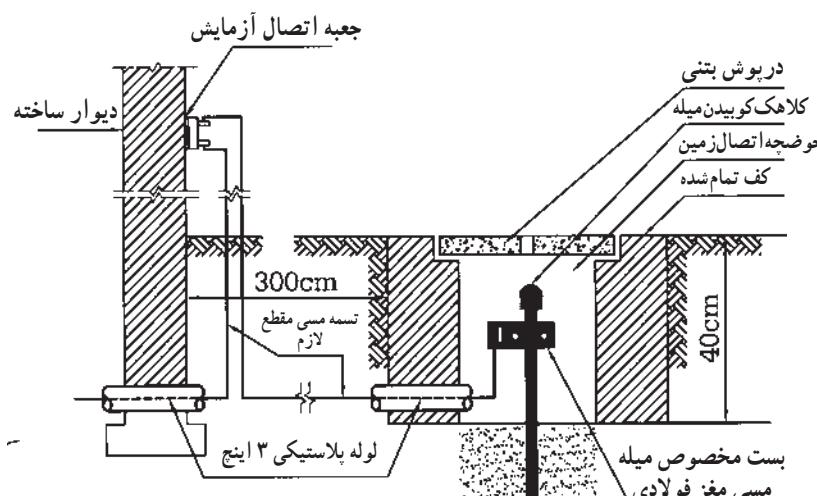
- برای کابل‌هایی با سیم نول به مقطع کمتر از  $16$  میلی‌مترمربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین  $16$  میلی‌مترمربع منظور شود.

- سیستم اتصال زمین شامل چاه اتصال زمین با الکترودهای مختلف و سیم یا تسمه رابط بین شبکه اتصال زمین و

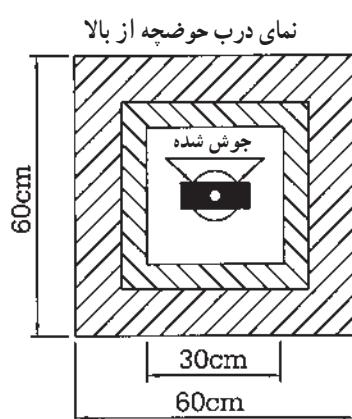
چاه اتصال زمین

## ۱-۶-۶- زمین کردن توسط میله، لوله و صفحه‌ی مسی

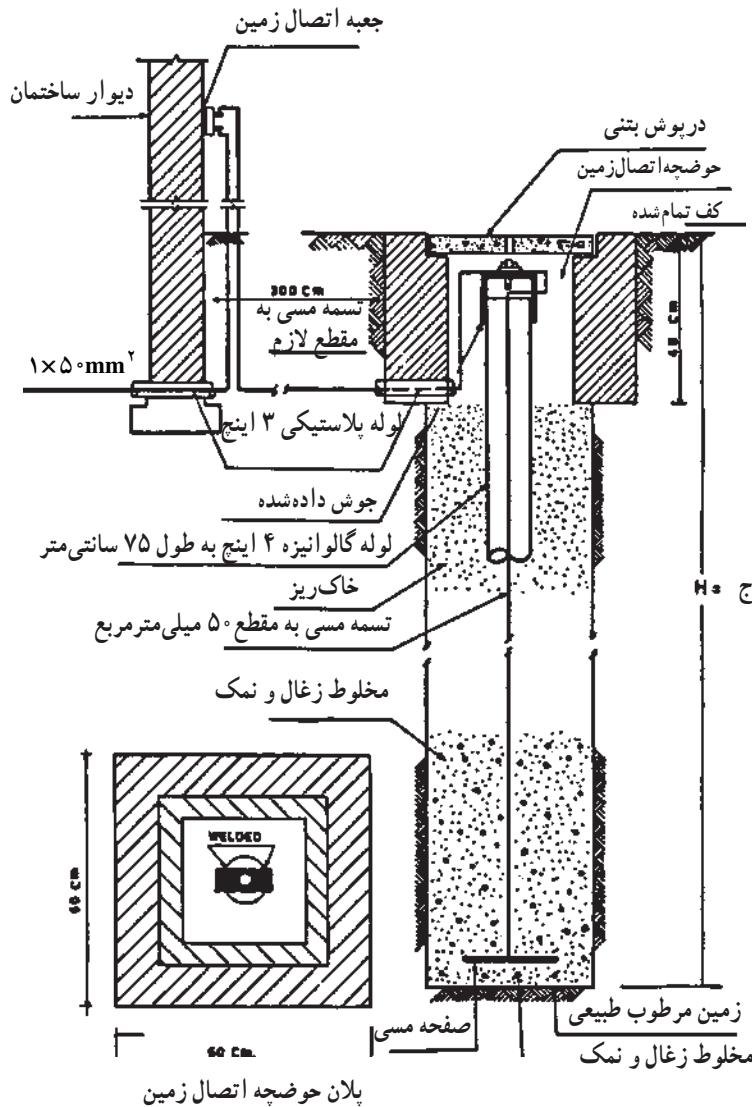
- الکترود اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی به قطرهای ۱۳، ۱۶، ۲۰، ۲۵ میلی‌متر و به طول  $1/20$  متر قابل کوییدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد به وسیله سرهم کردن دو، سه و یا چهار میله به کمک بوشن مخصوص (شکل ۱-۶).



میله مسی مغز فولادی به قطر  
۱۳ الی ۲۵ میلی‌متر و به طول  
 $2\frac{3}{4}$  تا  $1\frac{1}{2}$  متر  
بر حسب احتیاج کوییده شده در  
زمین طبیعی



شکل ۱-۶- جزیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود میله مسی مغز فولادی



پلان حوضجه اتصال زمین

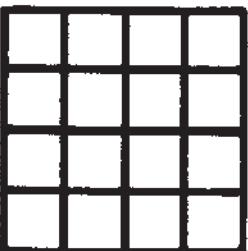
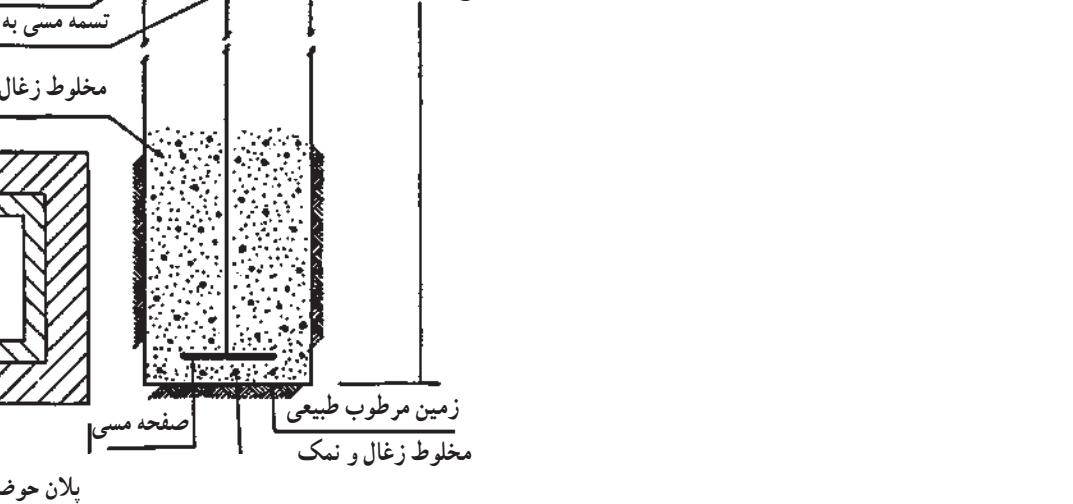
الف - شمای کلی سیستم اتصال زمین نوع صفحه مسی

- الکترود اتصال زمین نوع صفحه مسی تخت از ورق  $700 \times 700$  میلی متر و یا مشبک به ابعاد  $700 \times 700 \times 3$  میلی متر ساخته شده از تسمه مسی  $3 \times 25$  میلی متر (شکل ۲-۶).



ب - الکترود اتصال زمین از ورق مسی  $3 \times 700 \times 700$  میلی متر

برحسب احتیاج  $H =$



ج - الکترود اتصال زمین مشبک  $700 \times 700$  میلی متر از تسمه مسی  $3 \times 25$  میلی متر



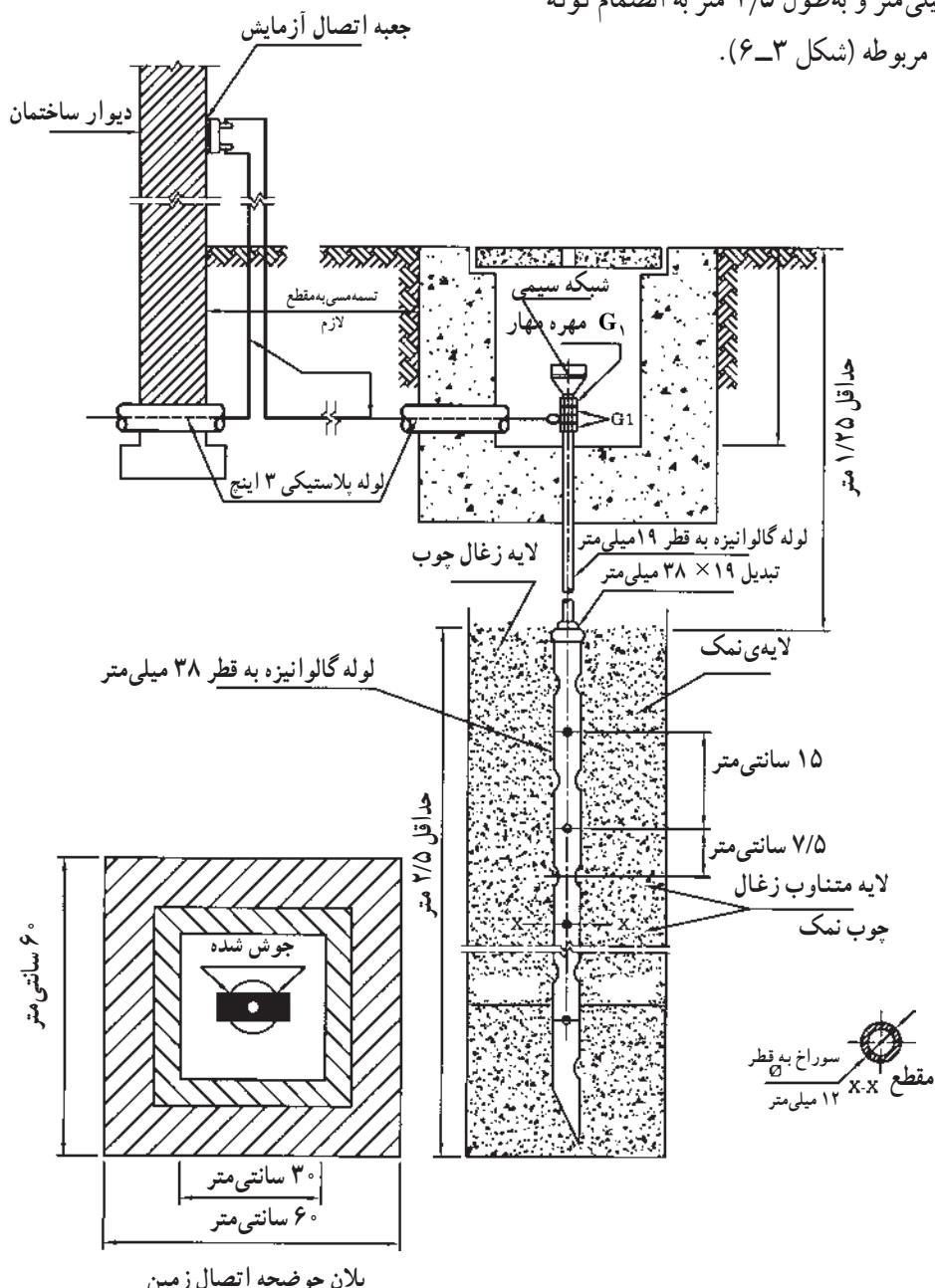
د - اتصال صفحه الکترود به سیم لخت مسی



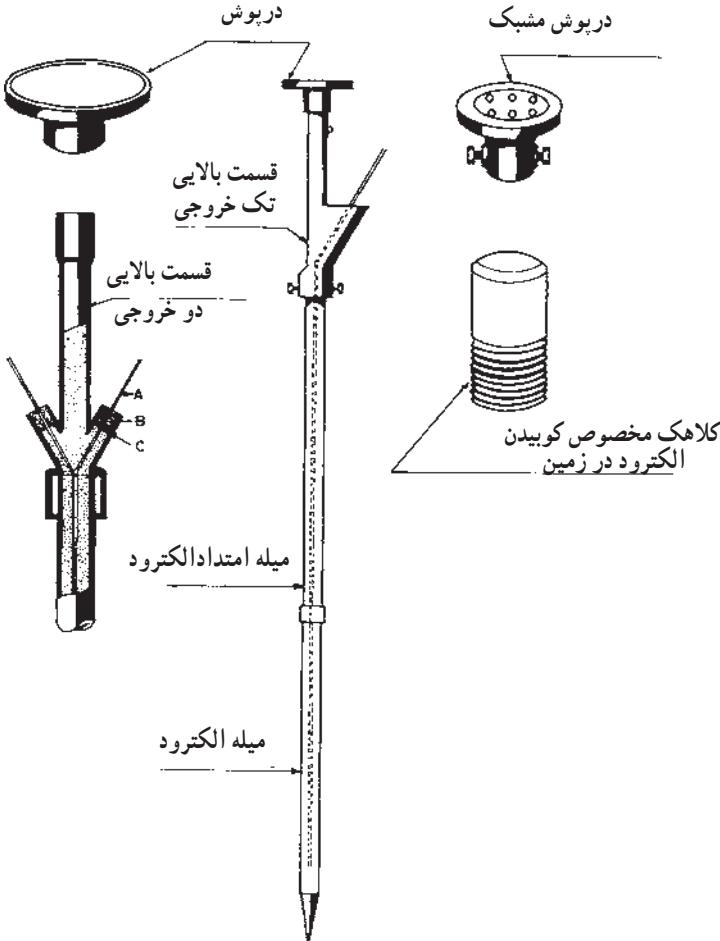
ه - اتصال صفحه الکترود به تسمه مسی

شکل ۲-۶ - جزیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود صفحه مسی تخت با مشبک

– الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای پرسی با لوله مخصوص  
پرس شده به قطر ۳۸ میلی‌متر و به طول ۲/۵ متر به اضمام لوله  
امتداد و کلید اتصالات مربوطه (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶ – جزیيات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود نوع لوله‌ای پرسی



شکل ۴-۶. الکترود اتصال زمین - نوع لوله‌ای قابل کوبیدن در زمین

- الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با قطر ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متر و به طول تقریبی  $1/5$  متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد بهوسیله لوله‌های مخصوص امتداد با ابعاد فوق بانضمای کلیه اتصالات و ملحقات (شکل ۴-۶).

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 براین که کلیه قسمت‌های شبکه و انشعاب 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 خط‌ناک و غیراستاندارد می‌باشد و نباید توصیه شود.

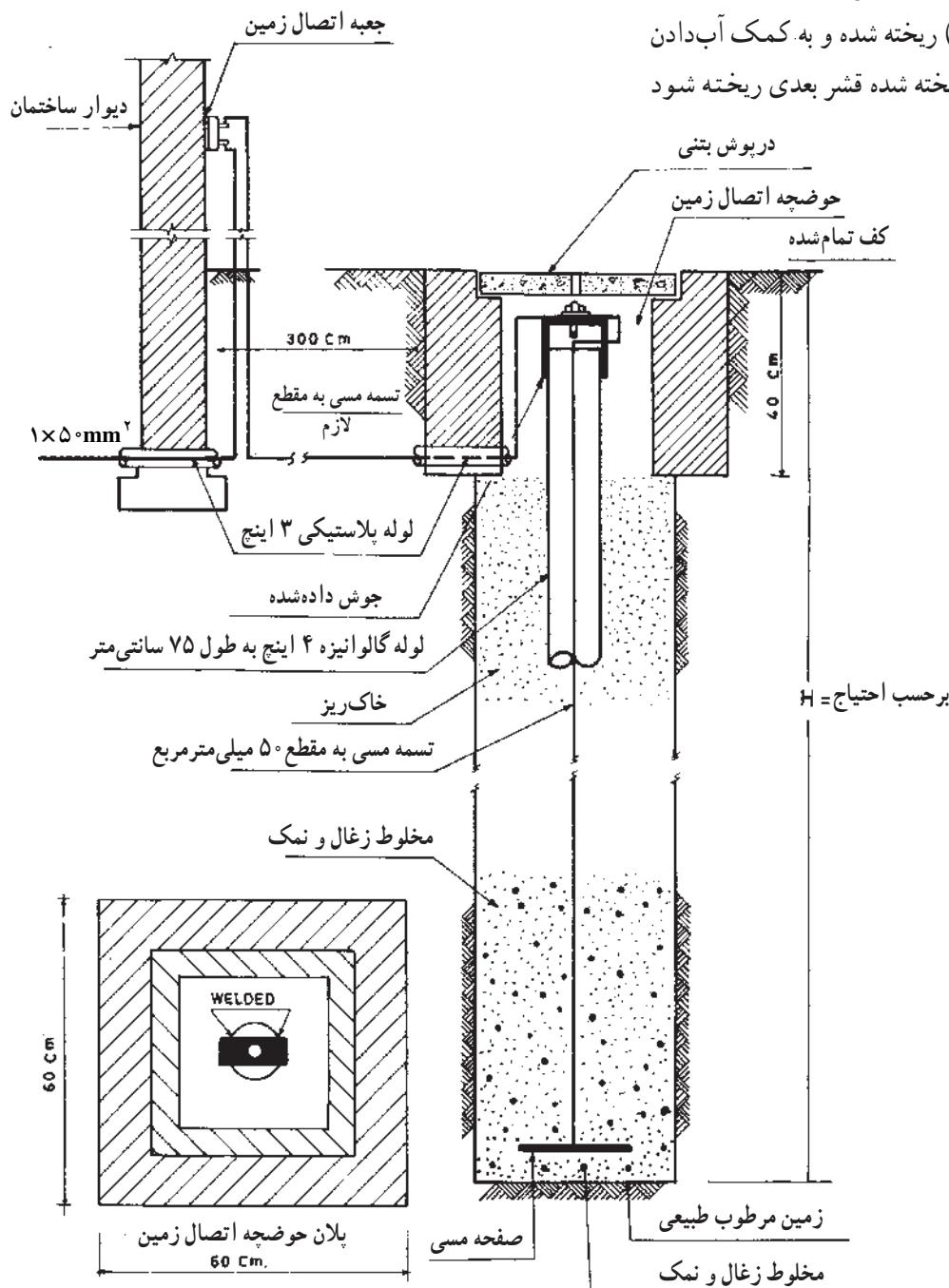
## ۴-۲-۲- نصب الکترودهای اتصال زمین:

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 افزایش طول الکترود باید پس از کوبیدن طول کامل میله یا لوله اوّلیه، که دارای نوک فولادی تیز است، در زمین، یک سر میله یا لوله دوم به وسیله بوشن مخصوص به انتهای میله یا لوله اوّل 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 ۴-۶).

برای نصب الکترودهای لوله‌ای ساده لوله‌ای بررسی و یا

حداکثر مقاومت مجاز سیستم زمین معمولاً  $4\text{ kN}$  و در بعضی مواقع  $2\text{ kN}$  می‌باشد.

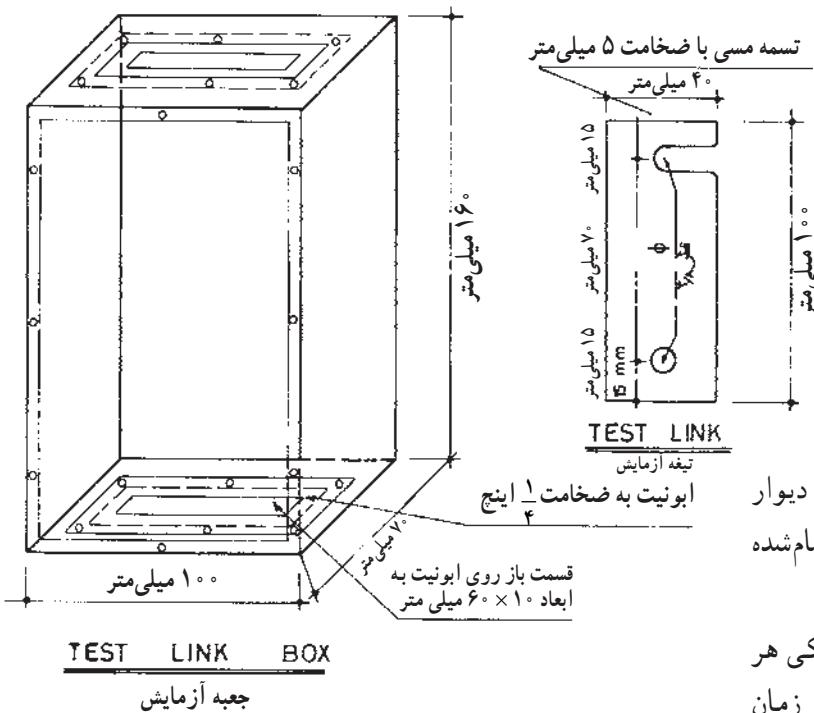
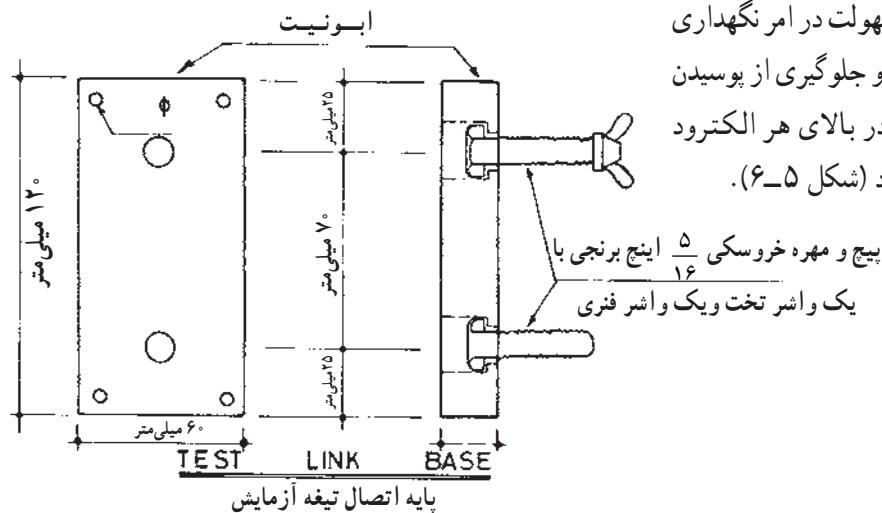
صفحه مسی تخت و مشبک باید، چاهی به عمق لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین کنده و سپس ته چاه تا ارتفاع  $15\text{ m}$  سانتی‌متر با مخلوطی از نمک و خاکه زغال پر و تسطیح شود، آن‌گاه الکترود در داخل چاه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع حدود دو متر با مخلوطی از نمک و خاکه زغال پر، و ارتفاع باقی‌مانده چاه نیز با خاک حاصله از کندن آن مجدداً پر شود. ریخن مخلوط نمک و خاکه زغال در چاه و پرکردن آن با خاک نباید یک جا انجام شود بلکه بایستی در قشرهای مختلف (هر قشر  $5\text{ m}$  سانتی‌متر) ریخته شده و به کمک آب دادن پس از نشست کامل هر قشر ریخته شده قشر بعدی ریخته شود (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶- نصب الکترود و پر کردن چاه 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 باید کمتر از دو برابر طول الکترود (میله‌ای یا لوله‌ای)، یا عمق چاه باشد.

ثانیاً کلیه الکتروودها باید تسممه مسی  $25 \times 3$  میلی‌متر به یکدیگر متصل شود. حداقل 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 مفقود شدن محل نصب الکترود باید در بالای هر الکترود حوضچه‌ای با درپوش مناسب ساخته شود (شکل ۶-۵).



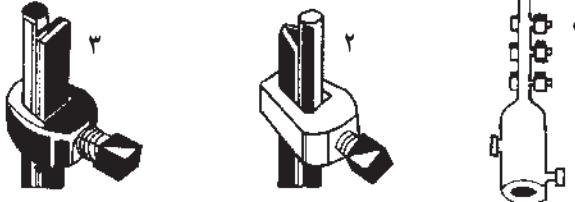
شکل ۶-۶- جعبه آزمایش سیستم اتصال زمین

جعبه اتصال آزمایش باید در روی سطح تزدیکترین دیوار به الکترود مربوط و در ارتفاع حداقل  $1/5$  متر از کف تمام شده زمین نصب شود (شکل ۶-۶).

به منظور سهولت در امر آزمایش مقاومت الکتریکی هر الکترود اتصال زمین به طور 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 و ۶-۵). جزئیات ساختار جعبه اتصال آزمایش در شکل ۶-۶ نشان داده شده است.

گرفتن هرگونه انشعاب از هادی‌های اتصالی بین الکترود و جعبه اتصال آزمایش به هیچ وجه جایز نبوده و کلیه انشعابات و تشکیل حلقه شبکه سیستم اتصال زمین وغیره باید بعد از جعبه اتصال آزمایش انجام شود.

برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به الکترود اتصال زمین باید از بست‌ها و کابلشووهای مناسب با نوع الکترود استفاده شود (شکل ۶-۷).



۱، ۲ و ۳—بست‌های مختلف تسمه به الکترود



۴—بست فشاری  
۵—کابل شوپیچی  
۶—بست تسمه به الکترود



۷—کابل شو فشاری (پرسی)

۸—الکترود اتصال زمین  
میله مسی مغز فولادی

شکل ۶-۷

هادی‌های شبکه اتصال زمین اعم از تسمه مسی و سیم مسی لخت باید حتی المقدور به صورت روکار و قابل رؤیت و دسترسی نصب شود.

برای نصب هادی‌های شبکه سیستم اتصال زمین به دیوار، سقف و کف ساختمان و یا در کanal باید از بست‌های مخصوص از جنس مس یا برنج استفاده شود.

در صورت عدم امکان کوبیدن الکترود و کندن چاه به علت سنگلاخی بودن زمین ممکن است با نصب تسمه مسی  $25 \times 3$  میلی‌متر در عمق  $3^{\circ}$  الی  $5^{\circ}$  سانتی‌متری زمین به صورت حلقه یا شبکه به طول لازم تا حد حصول به حداکثر مقاومت مجاز مورد نظر، سیستم اتصال زمین لازم ایجاد شود.

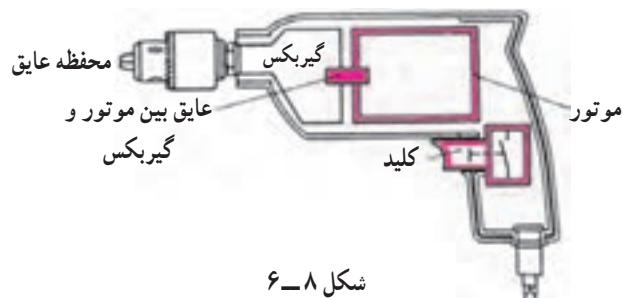
برای حصول اطمینان از عدم تجاوز از حداکثر مقاومت مجاز الکترود اتصال زمین نصب شده، کلیه الکترودها باید پس از

به منظور اطمینان از سالم بودن سیستم اتصال زمین حداقل بایستی 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.

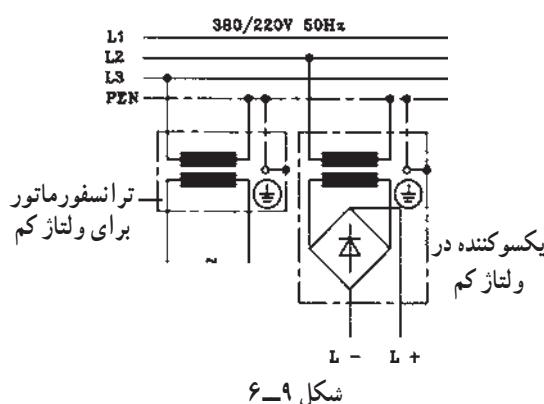
آزمایش‌های فوق در زمان بهره‌برداری نیز باید حداقل سالی یک بار تکرار شود.



### ۳-۶- 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.

IEC

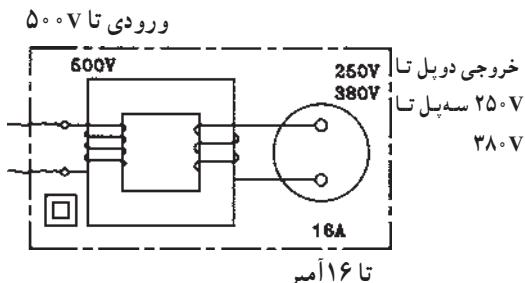


### ۴-۶- حفاظت توسط ولتاژ کم

در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ مجزا استفاده می‌شود. ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۴۲ 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.

## **۵-۶ حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده**

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم پیچ 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 مصرف کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می‌کند. به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف کننده مجاز نمی‌باشد، زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده احتمال خطر برق گرفتگی وجود خواهد داشت. ثانویه این نوع ترانسفورماتور نیازست، اتصال زمین داشته باشد.



شكل ٦-١.

## ٦_ حفاظت تو سط کلید خطای چیزیان (FI)

کلید خطای جریان (FI) برای حفاظت شخص در مقابل ولتاژهای تماس به کار میرود.

اصول کار این کلید بدین ترتیب است که دو هادی با جریان های در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته آهنى که روی آن سیم پیچی تعییه شده قرار گرفته اند. میدان های حاصله از آن ها در هسته، مخالف هم بوده و هم دیگر را خنثی می کنند. در نتیجه در سیم پیچ روی هسته نیروی محرکه الفا نم شود.

رله جریان که به سیم پیچ وصل است تحریک نمی شود.  
در صورتی که از یکی از دوهادی، جریان عبور نکند یا جریان  
هادی ها یکسان نباشد میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در  
سیم پیچ شده و رله جریانی را که توسط این سیم پیچ تغذیه می شود  
تحریک می کند. این رله، خود می تواند باعث قطع کنناکت های  
کلید و درنهایت 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 سیم پیچ روی هسته القا نمی‌شود.

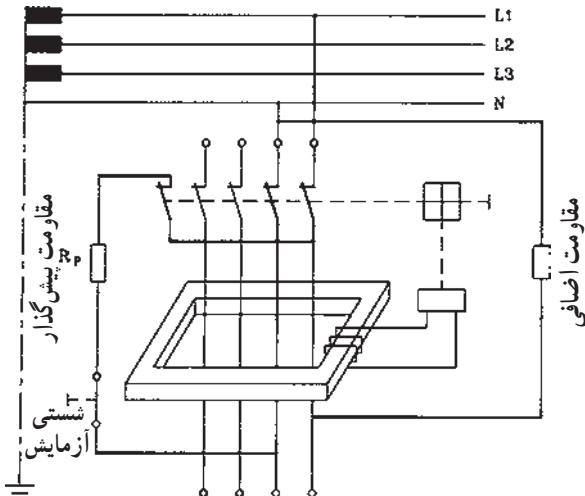
چون در حالت بار نامتعادل از سیم نول جریان عبور می‌کند، در سیستم‌های یک فاز و یا سه‌فاز باقیستی سیم نول نیز از داخل آن را می‌گیرد.

دستورات کوئی از فاندامنٹ فریکنڈی باند اتھر

هنگامی که بار نامتقارن است از سیم نول جریان عبور می‌کند.

یابد در این صورت مجموع جریان‌های لحظه‌ای سه‌فاز و نول در داخل هسته آهنی صفر نشده و میدان مغناطیسی متغیر هسته باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم پیچ دور هسته و درنهایت باعث تحریک رله جریان و قطع مدار خواهد شد. برای آزمایش کلید FI از شستی آزمایش روی کلید استفاده می‌شود. با فشار دادن شستی آزمایش اختلاف جریان در سیم‌های داخل کلید ایجاد شده و باعث قطع مدار خواهد شد. در استفاده از این کلید نیز بدنه مصرف کننده؛ بایستی به سیستم زمین حفاظتی مجهز باشند ولی 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 خواهد شد و این امر می‌تواند باعث بروز حادثه شود.

شکل ۶-۱۲ مسیر جریان را در مدار کلید FI وقتی که شستی 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 تک فاز را نشان می‌دهد.

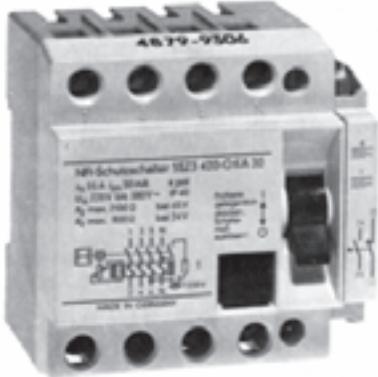


شکل ۶-۱۴

شکل ۶-۱۴ کلید FI تک فاز پریزدار را نشان می‌دهد.

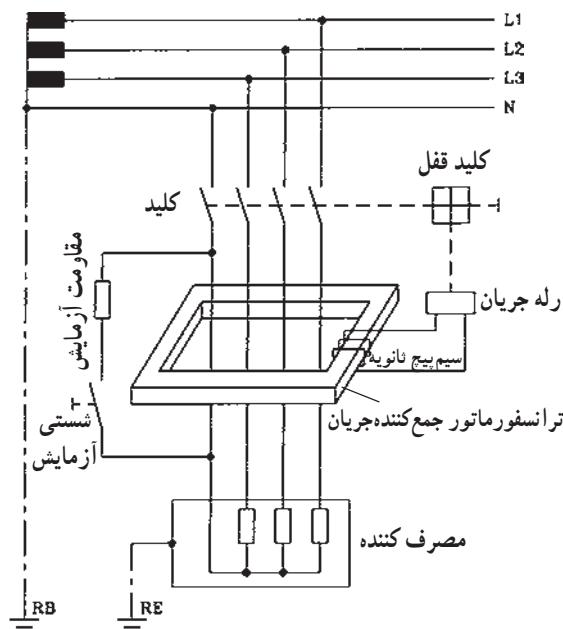
از کلید FI تک فاز پریزدار می‌توانید برای تغذیه یک وسیله استفاده کنید.

شکل ۶-۱۵ ظاهر کلید FI سه فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱۵

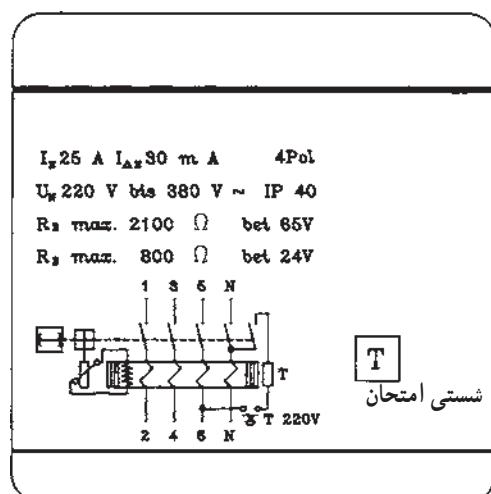
پس از نصب کلید FI حتماً آن را آزمایش کنید تا از صحت عمل آن مطمئن شوید.



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.

$$I_N = 25A$$

$$I_{DN} = 30mA$$

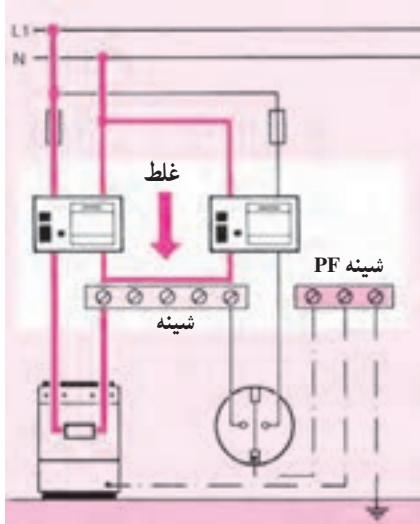
$$R_{E\max} = 2100 \Omega$$

$$R_{E\max} = 800 \Omega$$

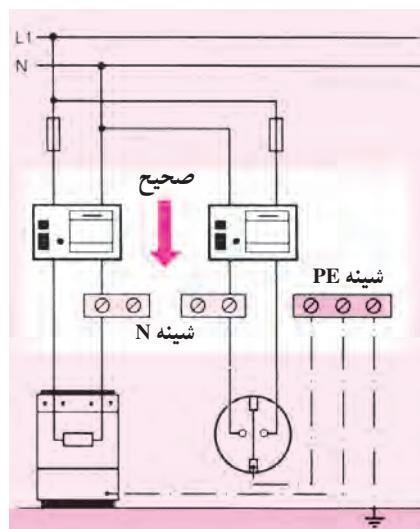
$$FI = 4\text{ pol}$$

$$I_{p4} = 40^\circ \text{ (Distanz in mm)}$$

اجسام جامد با قطر بیش از یک میلی متر حفاظت دارد).



شکل ۱۸-۶ مدار غلط



شکل ۱۹-۶ مدار صحیح

در صورتی که از دو کلید FI در مدار مصرف کننده و یک پریز ارت دار استفاده شود بایستی هر مدار، شینه نول (N) جداگانه‌ای داشته باشد زیرا برای کارکرد مصرف کننده، جریان از داخل کلید FI مربوط به پریز نیز عبور می‌کند و باعث قطع آن کلید می‌شود.

شکل ۱۸-۶ مدار غلط و شکل ۱۹-۶ مدار صحیح دو کلید FI متصل به مصرف کننده را نشان می‌دهد.

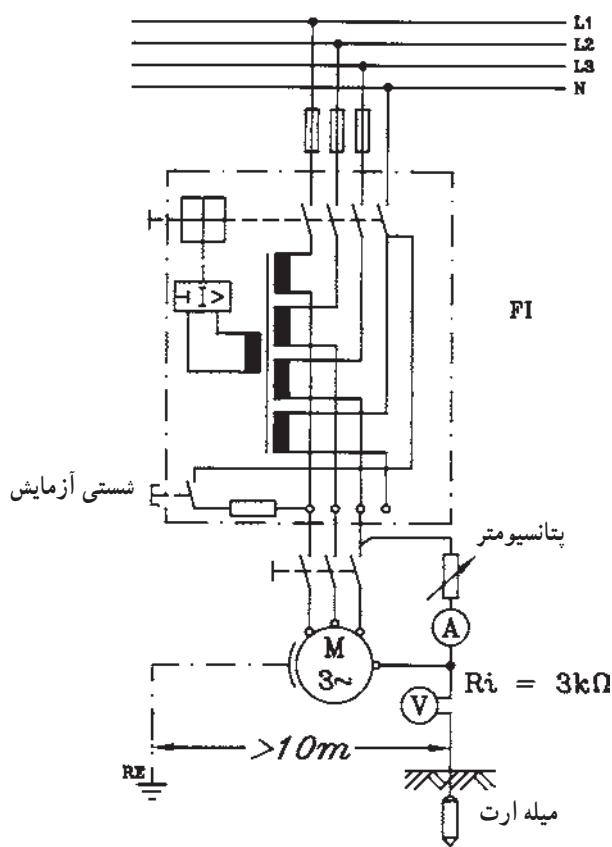
مدار نقشه کلید FI معمولاً به وسیله کارخانه سازنده داده می‌شود. با مراجعه به آن نقشه می‌توانید اتصال صحیح کلید را برقرار کنید.

## ۷-۶ کار عملی شماره ۲۰ : نصب و سیم کشی وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص توسط کلید FI

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

### ۷-۶-۱ وسایل مورد نیاز برای یک نفر

- فیوز سه فاز ۱ عدد
- کلید FI ۱ عدد
- الکتروموتور سه فاز ۱ عدد
- سیم افشار نمره  $2/5 \text{ mm}^2$  ۵ متر
- پیچ گوشتی ۱ عدد
- انبردست ۱ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- فاز متر ۱ عدد
- آوومتر ۱ عدد
- تابلو کار ۱ عدد
- پیچ و مهره ۱ عدد
- آمپر متر ۱ عدد
- ولت متر ۱ عدد
- پتانسیومتر مشخصات داده شده ۱ عدد
- کلید سه فاز ۱ عدد
- متر ۱ عدد
- میله ارت ۱ عدد



شكل ۲۰-۶

### ۷-۶-۲ مراحل انجام کار:

- مداری مطابق شکل ۲۰-۶ توسط کلید FI، الکتروموتور سه فاز با اتصال بدنه الکتروموتور به زمین، وصل کنید.
- فیوزها را بر حسب جریان نامی موتور انتخاب کنید.
- کلید FI را وصل کرده و توسط شستی 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.

## آزمون پایانی (۶)

زمان: ۲۰ دقیقه

۱- دلایل ایجاد برق گرفتگی کدام است؟

الف - فقدان تجهیزات و وسائل حفاظتی

ب - کاربرد ناصحیح وسائل

ج - نداشتن آموزش کافی و لازم

د - هرسه

۲- کلید FI به چه منظوری استفاده می شود؟

الف - حفاظت شخص در مقابل اتصال بدن

ب - حفاظت وسائل الکتریکی در مقابل اتصال بدن

ج - حفاظت وسائل الکتریکی در مقابل اتصال کوتاه

د - هرسه مورد

۳- ولتاژ عیب چیست؟

الف - ولتاژی که دستگاه الکتریکی با آن ولتاژ کار می کند.

ب - ولتاژی که در اثر پیش‌امدن عییی بین یک قسمت بدن فلزی و زمین ایجاد می شود.

ج - قسمتی از ولتاژ عیب که بدن انسان بین آن واقع می شود.

د - هرسه

۴- تمام بدن دستگاه را در چه نوع حفاظتی عایق می کنند؟

الف - عایق کردن

ب - توسط ترانسفورماتور ۱ به ۱

ج - توسط رله حرارتی

د - توسط رله مغناطیسی

۵- ترانسفورماتور ایزوله برای چه نوع حفاظتی به کار می رود؟

الف - شخص

ب - زمین

د - هرسه

ج - دستگاه

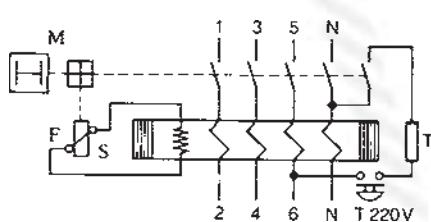
۶- شکل مقابل چه نوع کلیدی است؟

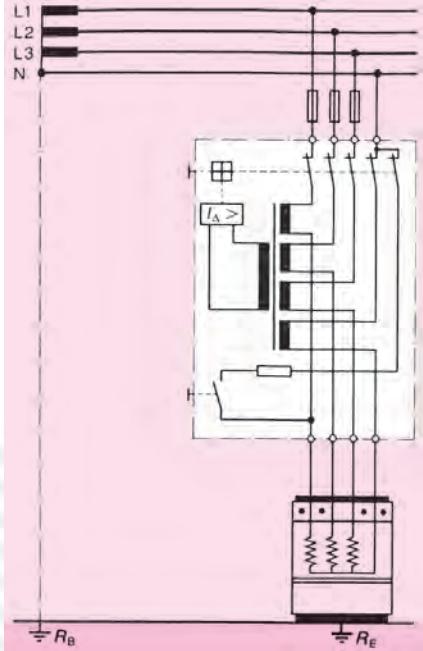
الف - مغناطیسی

ب - حرارتی

ج - FI

د - حرارتی مغناطیسی





۷- مدار مقابله چه نوع حفاظتی است؟

الف - شخص در مقابل اتصال بدن

ب - گرمکن در مقابل اتصال بدن

ج - گرمکن در مقابل اتصال کوتاه دوفاز 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 - ۲۵mm و ۲۰mm

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 مصرف‌کننده مجاز نمی‌باشد. زیرا

الف - در صورت اتصال بدن همزمان دو مصرف‌کننده احتمال برق گرفتگی وجود خواهد داشت.

ب - وسایل حفاظتی قطع نمی‌کنند.

ج - ولتاژ تماس بین مصرف‌کننده‌ها تقسیم می‌شود.

د - هر سه مورد

۱۱- کدام‌یک از مطالبات 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 سه‌فاز باید عبور کند.

ج - عبور سیم نول از داخل کلید FI سه‌فاز نیازی نیست.

د - الف و ب

۱۲- علائم  $I_{\Delta N}$ ،  $I_{poL}$  در روی کلید FI چیست؟

الف - جریان خطأ، چهار کنتاکت

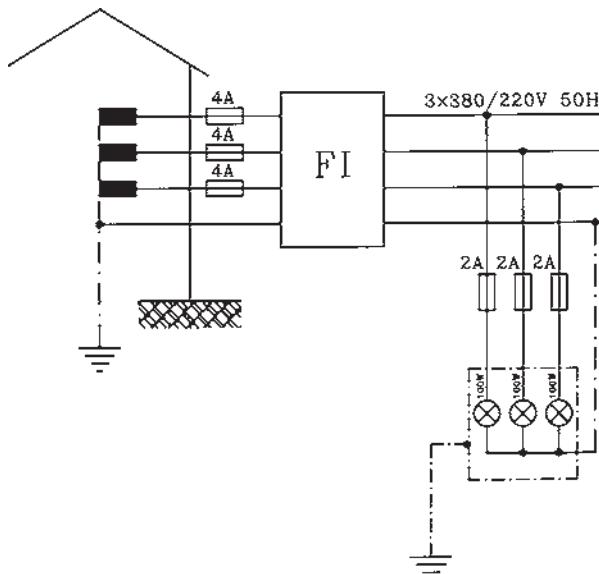
ب - جریان نامی، چهار کنتاکت

ج - جریان خطأ، حفاظت بین المللی

د - جریان نامی، حفاظت بین المللی

## ۶-۸-۱ وسایل مورد نیاز

۳ عدد	فیوز 4A
۳ عدد	فیوز 2A
۱ عدد	کلید FI سه فاز
۱ عدد	سه لامپ هر کدام W۲۲۰، V۱۰۰ نصب داخل محفظه
۵ متر	سیم افشار نمره ۱/۵ mm ^۲
۱ عدد	تابلو مشبک
۱ عدد	سیم چین
۱ عدد	سیم لخت کن
۱ عدد	انبردست
۱ عدد	پیچ گوشتی
۱ عدد	فازمتر
۱ عدد	آوومتر
۱ عدد	پیچ و مهره
۱ عدد	دمباریک
مقدار مورد نیاز	



اتصال مدار کلید FI را با استفاده از نقشه کارخانه سازنده انجام دهید.

## ۶-۸-۲ مراحل انجام کار:

■ روی تابلو مشبک فیوزهای 4A و 2A، کلید FI و سه لامپ W۲۲۰، V۱۰۰ که در داخل محفظه فلزی قرار دارد، نصب کنید.

■ بدن محفظه لامپ‌ها را به سیم ارت وصل کنید.  
(درصورتی که نقطه صفر ترانسفورماتور توزیع به زمین وصل شده باشد).

■ مدار را سیم کشی و توسط شستی آزمایش، امتحان کنید.

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۱)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱_ب	۱_ب
۲_ج	۲_ج
۳_الف	۳_الف
۴_د	۴_د
۵_الف	۵_الف
۶_ال	۶_ال
۷_ب	۷_الف
۸_ب	۸_الف
۹_د	۹_ب
۱۰_د	۱۰_الف
۱۱_ج	۱۱_ج
۱۲_ال	۱۲_ب
۱۳_ب	
۱۴_ج	
۱۵_ج	
۱۶_د	
۱۷_ب	
۱۸_ب	
۱۹_ال	
۲۰_ال	
۲۱_ج	
۲۲_ج	
۲۳_ال	
۲۴_ج	

پاسخ آزمون‌های (۲)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱_الف	۱_ب
۲_د	۲_ج
۳_ب	۳_الف
۴_ب	۴_ب
۵_الف	۵_ج
۶_ج	
۷_الف	
۸_ب	
۹_ب	
۱۰_ج	
۱۱_الف	
۱۲_ج	
۱۳_الف	
۱۴_ب	
۱۵_الف	
۱۶_ب	
۱۷_د	
۱۸_ال	
۱۹_ب	
۲۰_الف	
۲۱_ب	
۲۲_ال	
۲۳_ج	
۲۴_ج	
۲۵_الف	
۲۶_ب	
۲۷_ال	
۲۸_ب	
۲۹_الف	
۳۰_ب	
۳۱_ال	
۳۲_ج	
۳۳_ب	
۳۴_ال	
۳۵_ب	
۳۶_د	
۳۷_د	
۳۸_ال	
۳۹_ج	
۴۰_الف	
۴۱_د	
۴۲_ج	
۴۳_الف	
۴۴_ب	
۴۵_د	
۴۶_ال	
۴۷_ب	
۴۸_د	
۴۹_ال	
۵۰_ب	

پاسخ آزمون‌های (۳)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱_الف	۱_الف
۲_ج	۲_د
۳_ج	۳_ب
۴_د	۴_ب
۵_ال	۵_ب
۶_ال	۶_ب
۷_ب	۷_الف
۸_ب	۸_الف
۹_د	۹_ب
۱۰_د	۱۰_الف
۱۱_ج	۱۱_ج
۱۲_ال	۱۲_ب
۱۳_ب	
۱۴_ج	
۱۵_ج	
۱۶_د	
۱۷_ب	
۱۸_ب	
۱۹_ال	
۲۰_ال	
۲۱_ج	
۲۲_ج	
۲۳_ال	
۲۴_ج	

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۶)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱- د	۱- ب
۲- الف	۲- د
۳- ب	۳- ج
۴- الف	۴- ب
۵- الف	۵- د
۶- ج	۶- الف
۷- الف	۷- ج
۸- د	۸- ب
۹- الف	۹- ج
۱۰- الف	۱۰- ب
۱۱- د	
۱۲- الف	

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۵)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱- الف	۱- الف
۲- ب	۲- الف
۳- د	۳- ج
۴- الف	۴- الف
۵- د	۵- ج
۶- د	۶- د
۷- الف	۷- الف
۸- الف	۸- ج
۹- الف	۹- ب
۱۰- الف	
۱۱-	
۱۲- الف	
۱۳- ب	
۱۴- ب	
۱۵- ج	

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۴)

پاسخ آزمون پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱- الف	۱
۲- ب	۲
۳- ج	۳
۴- ب	۴- الف
۵- الف	

پاسخ آزمون‌های پایانی عملی واحد کار (۵)  
جدول ارزشیابی

جدول ۲—کاهش می‌یابد

حالت سری	مقاومت R	خازن C
Ω بر حسب $R_{E_1}$	۱۹۲	۱۸۹
Ω حالت سری بر حسب R	۱۹۹	۳۵۳
$\mu F$ بر حسب C	-	۹
ضریب قدرت φ COS φ	۱	۰/۴۷۳
زاویه فاز φ	۰°	۶۲°

جدول ۱—لامپ با خازن

حالت سری	مقاومت R	خازن C
V بر حسب U	۲۲۰	۲۲۰
W بر حسب P	۱۲۲	۵۶
A بر حسب I	۰/۵۶۲	۰/۵۵
V بر حسب UE ₁	۱۰۸	۱۰۴
V بر حسب U _R	۱۱۲	-
V بر حسب U _C	-	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 kennntnisvermittlung AEG
- ۱۲_ برق صنعتی، مهندس سرایی، از انتشارات حرفه و فن نوین.
- ۱۳_ جدول مهندسی برق و قدرت، ترجمه مهندس هاشمی.
- ۱۴_ Fachkunde Elektrotechink EUROPA LEHRMITTEL
- ۱۵_ Lichttechnik AEG
- ۱۶_ LE 2106 - 15 siemens
- ۱۷_ Installieren Grundlehgang siemensAG
- ۱۸_ کارکارگاهی سال دوم هنرستان
- ۱۹_ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق، سازمان مدیریت و برنامه ریزی.
- ۲۰_ اصول مقدماتی الکتریسیته، مهندس غلامعلی سرایی، از انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور.

٢١_Electrical installations Handbook siemens

٢٢_SchutzmaBnahmen siemens

4 . 5

4 . 7

٢٣_ LE 2170 siemens

٢٤_ LE 2169 siemens

٢٥_Electrical Measurments v.popov

٢٦_Portable Measuring Instruments and Devices H & B catalogue 1.

٢٧_ LE 1118 - 15 siemens

٢٨_ LE 2147 - 15 siemens

٢٩_ LE 2105 - 15 siemens

٣۔ اندازه گیری الکتریکی، مهندس سلطانی .

٣١ درس فنی الکترونیک سال سوم هنرستان

