بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلیٰ مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی

پایهٔ دهم
دورهٔ دوم متوسطه

شاخهٔ : کاردانش

زمینهٔ : 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 : ۲/۴/ ۵۵/۱۵ ـ ۸

۶۲۱ سرابی تبریزی، غلامعلی

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

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

۱۹۰ص. : مصور. ــ شاخهٔ کاردانش

متون درسی شاخهٔ کاردانش، زمینهٔ صنعت، گروه تحصیلی برق و رایانه، رشته‌های مهارتی برق صنعتی، برق ساختمان و . . .

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

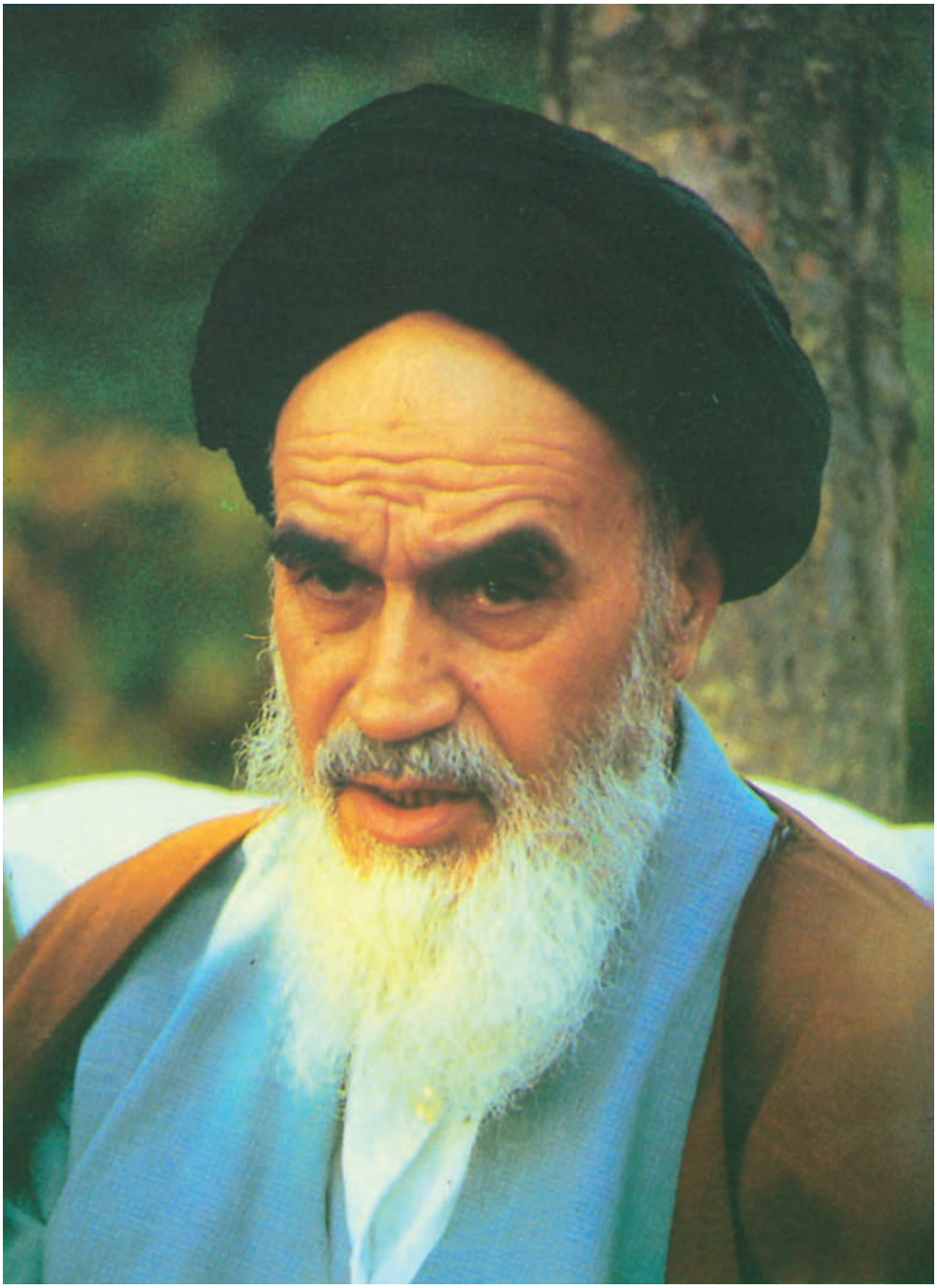
۱. مدارهای برقی. ۲. برق ــ اندازه‌گیری. ۳. روشنایی برق. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : مدارهای روشنایی واندازه‌گیری الکتریکی ـ ۳۱۰۱۵۹
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : غلامعلی سرابی تبریزی (مؤلف) ـ فریدون قیطرانی، فریدون علومی (ویراستار فنی) ـ ماهدخت عقیقی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : شهرزاد قنبری، صغریٰ عابدی (صفحه‌آرا) ـ طاهره حسن‌زاده (طراح جلد) ـ محمدمهدی قیومیان (رسام)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن :۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ ششم ۱۴۰۰

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 به‌صورت 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.

شابک ۵-۱۲۲۶-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1226-5



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

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.sch.ir

مقدمه ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف « پودمان‌های مهارت » یا «کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کاردانش» بر مبنای استانداردهای « مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کاردانش، مجموعه‌ی هشتم» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرارگرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان 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 پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

بـا روش مذکور یک «پـودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آمـوزش و پـرورش در «شاخه‌ی کاردانش» چاپ سپاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت بـه تعدادی پودمـان مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. به‌طوری که هنرجویان در پایان آموزش واحدهای کار (مجموع توانایی‌های استاندارد مربوطه) و کلیه پودمان‌های 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 به‌دست آورند.

بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه‌ی کاردانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی
فنی و حرفه‌ای و کاردانش

مقدمه

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

در نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی ابتدا باید نقشه مدار طراحی شود. این نقشه معمولاً به‌صورت تک‌خطی ترسیم می‌شود. نقشه‌ها و علائمی که در این پیمانه گنجانیده شده، بر مبنای استاندارد IEC می‌باشد.

در مدارهای روشنایی از وسایل حفاظتی مثل فیوزهای فشنگی و کلیدهای مینیاتوری استفاده می‌شود. فیوزها و کلیدهای مینیاتوری طوری انتخاب می‌شوند که در شرایط عادی مدار را قطع نکنند. همچنین میزان آمپر آن‌ها نباید آن‌قدر زیاد باشد که بار اضافی و یا اتصال کوتاه موردنظر 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 فراگیران این پیمانه می‌توانند دارا باشند، شامل نصاب و سیم‌کش روشنایی ساختمان‌های مسکونی و کارخانه‌ها و نصاب و سیم‌کش وسایل اندازه‌گیری الکتریکی روی تابلوها در حد درجه دو می‌باشد.

این پودمان از ۶ واحد کار تشکیل شده است. سه واحد کار در جلد اوّل و سه واحد کار دیگر در جلد دوم ارائه شده است. بدیهی است فراگیران عزیز پس از گذراندن این دو جلد به هدف نهایی پودمان ۴ خواهند رسید.

مؤلف

فهرست

عنوان **صفحه**

واحد کار اوّل : نصب و سیم‌کشی فیوزها ۱
پیش‌آزمون (۱) ۲
۱ـ۱ـ ساختمان فیوزهای ذوب شونده ۳
۲ـ۱ـ ساختمان فیوز ۴
۳ـ۱ـ فیوزهای مینیاتوری و آلفا و ساختمان داخلی آن‌ها ۶
۴ـ۱ـ کار عملی شماره (۱) ۷
آزمون پایانی (۱) ۱۰
۵ـ۱ـ آزمون پایانی عملی (۱) ۱۱

واحد کار دوم : نقشه‌کشی و نقشه خوانی برق ۱۲
پیش آزمون (۲) ۱۳
۱ـ۲ـ علائم اختصاری مدارهای روشنایی ۱۴
۲ـ۲ـ انواع نقشه‌های مدارهای روشنایی ۱۵
۳ـ۲ـ نقشه‌کشی مدارهای روشنایی ۱۶
۴ـ۲ـ علائم اختصاری حفاظ‌ها و حفاظت‌کننده‌های الکتریکی ۲۴
۵ـ۲ـ علائم اختصاری دستگاه‌های خبری و صوتی ۲۵
۶ـ۲ـ ترسیم انواع نقشه مدارهای خبری و صوتی ۲۶
۷ـ۲ـ علائم اختصاری منابع تغذیه ۲۹
۸ـ۲ـ علائم اختصاری سیم‌ها، کابل‌ها، انشعابات، اتصالات و لوله‌کشی ۳۰
۹ـ۲ـ علائم اختصاری مدار سلول فتوالکتریک ۳۲
۱۰ـ۲ـ نقشه‌ی مدار سلول فتوالکتریک ۳۲
۱۱ـ۲ـ علائم اختصاری دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز ۳۳
۱۲ـ۲ـ نقشه‌کشی مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی تک‌فاز و سه‌فاز ۳۵
۱۳ـ۲ـ علائم اختصاری ژنراتور جریان متناوب سه‌فاز ۳۷
۱۴ـ۲ـ علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی(شکل۴۶ـ۲) ۴۰
۱۵ـ۲ـ علائم اختصاری فلوترسویچ(کلید شناور)، لیمیت سویچ (کلید حد) و میکروسویچ(شکل۴۷ـ۲) ۴۰
۱۶ـ۲ـ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه‌فاز ۴۱
۱۷ـ۲ـ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی ۴۲
۱۸ـ۲ـ علائم اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوپ و استارت ۴۴
۱۹ـ۲ـ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت ۴۵

۲۰ـ۲ـ علائم اختصاری الکتروموتورهای یک فاز ۵۰
۲۱ـ۲ـ مدار راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور ۵۰
۲۲ـ۲ـ نقشه‌های راه‌اندازی موتورها به وسیله‌ی کنتاکتورها ۵۲
۲۳ـ۲ـ کار عملی شماره (۲) ۶۰
۲۴ـ۲ـ کار عملی شماره (۳) ۶۱
۲۵ـ۲ـ کار عملی شماره (۴) ۶۱
۲۶ـ۲ـ کار عملی شماره (۵) ۶۲
۲۷ـ۲ـ کار عملی شماره (۶) ۶۵
۲۸ـ۲ـ کار عملی شماره (۷) ۶۶
۲۹ـ۲ـ کار عملی شماره (۸) ۶۷
آزمون پایانی (۲) **۶۸**
۳۰ـ ۲ـ آزمون پایانی عملی (۲) **۷۹**

واحد کار سوم : مدارهای روشنایی **۸۱**
پیش آزمون (۳) **۸۲**
۱ـ۳ـ حفاظت وایمنی در نصب پریزها و مدارهای روشنایی ۸۴
۲ـ۳ـ انواع پریزهای یک‌فاز و سه‌فاز روکار ۸۵
۳ـ۳ـ ابزار و لوازم سیم‌کشی ۸۷
۴ـ۳ـ نصب و سیم‌کشی انواع پریزهای تک فاز و سه‌فاز ۸۹
۵ ـ۳ـ کلیدهای روشنایی روکار ۹۱
۶ ـ۳ـ لامپ رشته‌ای ۹۳
۷ـ۳ـ لامپ فلورسنت ۹۴
۸ ـ۳ـ نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی کلیدهای یک‌پل، سری، تبدیل با لامپ‌های رشته‌ای و فلورسنت ۹۶
۹ـ۳ـ کارعملی شماره (۹) ۱۰۰
۱۰ـ۳ـ کارعملی شماره (۱۰) ۱۰۲
۱۱ـ۳ـ کارعملی شماره (۱۱) ۱۰۳
۱۲ـ۳ـ کارعملی شماره (۱۲) ۱۰۴
۱۳ـ۳ـ کارعملی شماره (۱۳) ۱۰۵
آزمون پایانی (۳) **۱۰۹**
۱۴ـ ۳ـ آزمون پایانی عملی (۳) **۱۱۳**

واحد کار چهارم :سلول فتوالکتریک **۱۱۵**
پیش‌آزمون (۴) **۱۱۶**
۱ـ۴ـ سلول فتوالکتریک ۱۱۷

۲ـ۴ـ نصب و سیم‌کشی مدار سلول فتوالکتریک ۱۱۸
۳ـ۴ـ کار عملی شماره (۱۴) ۱۱۹
آزمون پایانی (۴) **۱۲۰**
۴ـ۴ـ آزمون پایانی عملی(۴) **۱۲۱**

واحد کار پنجم : دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی **۱۲۲**
پیش‌آزمون (۵) **۱۲۳**
۱ـ۵ ـ انواع سنجش، خطا، حساسیت و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری ۱۲۴
۲ـ۵ـ سیستم‌های اندازه‌گیری در دستگاه‌های نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای(انحرافی) ۱۲۹
۳ـ ۵ ـ دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی ۱۴۰
۴ـ ۵ ـ نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی ۱۴۹
۵ ـ ۵ـ نکات ایمنی و حفاظتی هنگام کار روی مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی ۱۵۳
۶ ـ ۵ـ کار عملی شماره (۱۵) ۱۵۵
۷ ـ ۵ـ کار عملی شماره (۱۶) ۱۵۷
۸ ـ ۵ـ کار عملی شماره (۱۷) ۱۵۸
۹ ـ ۵ـ کار عملی شماره (۱۸) ۱۵۹
۱۰ ـ ۵ـ کار عملی شماره (۱۹) ۱۶۰
آزمون پایانی (۵) **۱۶۱**
۱۱ ـ ۵ـ آزمون پایانی عملی (۵) **۱۶۴**

واحد کار ششم : حفاظت اشخاص و ابزار **۱۶۶**
پیش آزمون (۶) **۱۶۷**
۱ـ۶ ـ دلایل و شرایط ایجاد برق‌گرفتگی ۱۶۹
۲ـ۶ـ سیستم حفاظت توسط سیم زمین ۱۶۹
۳ـ۶ ـ حفاظت توسط عایق‌کاری ۱۷۷
۴ـ۶ـ حفاظت توسط ولتاژ کم ۱۷۷
۵ـ۶ ـ حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده ۱۷۸
۶ ـ ۶ ـ حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI) ۱۷۸
۷ـ۶ـ کارعملی شماره (۲۰) ۱۸۲
آزمون پایانی (۶) **۱۸۳**
۸ـ۶ـ آزمون پایانی عملی (۶) **۱۸۶**

پاسخ آزمون‌های پایانی **۱۸۷**

منابع **۱۸۹**

هدف کلی پودمان

نصب و سیم‌کشی مدارهای روشنایی و اندازه‌گیری الکتریکی

واحد	شماره توانایی	عنوان توانایی	ساعت		
			نظری	عملی	جمع
۱	۱۶	نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک	۶	۲	۸
۲	۲۳	نقشه خوانی و نقشه‌کشی تابلوها و مدارات الکتریکی	۲۰	۱۸	۳۸
۳	۲۷	نصب و سیم‌کشی انواع پریزهای ساده و ارت‌دار یک‌فاز و سه‌فاز و مدارات روشنایی	۶	۴۰	۴۶
۴	۲۸	نصب و سیم‌کشی مدار سلول فتوالکتریک	۲	۴	۶
۵	۲۹	نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری	۲۰	۳۰	۵۰
۶	۳۳	نصب و سیم‌کشی وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی	۱۵	۱۰	۲۵
		جمع کل	۶۹	۱۰۴	۱۷۳

واحد کار اوّل

نصب و سیم‌کشی فیوزها

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب شونده و اتوماتیک

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

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

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۶	۲	۸

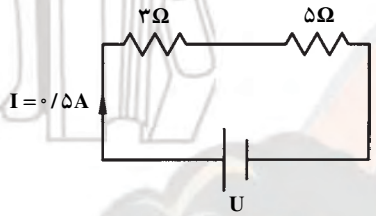
پیش آزمون(۱)

زمان : ۱۴دقیقه

۱ــ مقاومت سیمی مسی به طول ۴۰۰ متر و به قطر ۱/۷۸ میلی‌متر چنداهم است؟ $(x_{CU} = ۵۶\ m/\Omega mm^۲)$

الف ــ ۱/۴۳ ب ــ ۲/۸۶ ج ــ ۰/۷ د ــ ۰/۳۵

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



الف ــ ۲

ب ــ ۳

ج ــ ۴

د ــ ۵

۳ــ بهترین هادی الکتریسیته کدام است؟

الف ــ نقره ب ــ مس ج ــ آهن د ــ کربن

۴ــ دو مقاومت ۵۰۰Ω اهمی و ۸۰۰Ω اهمی به‌طور سری به ولتاژ کل ۲۲۰ ولت وصل شده‌اند. ولتاژ دو سر مقاومت ۵۰۰ اهمی چند ولت است؟

الف ــ ۸۴/۶ ب ــ ۱۱۰ ج ــ ۱۳۵/۴ د ــ ۱۵۴/۶

۵ ــ کدامیک از نمره سیم‌های زیر استاندارد است؟

الف ــ ۱ ب ــ ۱/۵ ج ــ ۲/۵ د ــ هر سه

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

الف ــ دم‌گرد ب ــ دم‌باریک ج ــ دم پهن د ــ هر سه

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

الف ــ فیوز تندکار ب ــ فیوز تأخیری ج ــ کلید فیوز د ــ فیوز با زمان قطع متوسط

۸ ــ 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 ــ a ب ــ g ج ــ L د ــ B

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

الف ــ ۴ ب ــ ۶ ج ــ ۱۰ د ــ ۱۶

۱ــ۱ــ ساختمان فیوزهای ذوب شونده

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

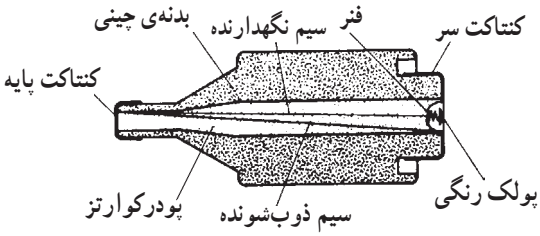
سیم حرارتی داخل فیوز به‌ازای جریان مخصوص در زمان معین، ذوب و باعث قطع مدار مربوط به آن می‌شود. فیوز ذوب‌شونده‌ی معمول را فیوز فشنگی نیز می‌نامند. سیم حرارتی فیوز فشنگی در داخل براده‌هایی از سرامیک یا خاک نرم کوارتز همراه ماسه قرار دارد این مواد و جرقه‌ی حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را به‌طور سریع خنک کرده،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

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

برای سالم بودن فیوز از پولک با رنگ‌های مختلف استفاده می‌شود. پولک توسط یک سیم مقاومت‌دار نگه داشته می‌شود. پس از سوختن سیم حرارتی فیوز، سیم مقاومت‌دار نیز می‌سوزد و پولک فلزی که تحت کشش فنر کوچکی قرار دارد به طرف بیرون پرت می‌شود. جنس سیم ذوب‌شونده معمولاً از نقره است و درجه‌ی حرارت ذوب آن ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد است. برای قطع پایین‌تر از درجه حرارت فوق، سیم حرارتی را از دو تکه که به هم لحیم شده‌اند می‌سازند زیرا لحیم در درجه حرارت تقریبی ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. فیوز، سؤال (کندکار) و قطع سریع (تندکار) ساخته می‌شود. فیوزهای قطع سریع، با علامت F و فیوزهای تأخیری، با علامت ⏲ مشخص می‌شوند (شکل ۱ــ۱).

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

الف ــ شمای ظاهری فیوز کامل



ب ــ نمونه‌ی فشنگ فیوز ذوب‌شونده

ج ــ فیوز تندکار

د ــ فیوز کندکار

شکل ۱ــ۱ــ فیوز ذوب شونده

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

ــ **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 برعکس.

ــ **فیوز تأخیری،** جریان‌های زیاد را دیرتر از فیوز قطع سریع، قطع می‌کند و در جایی به‌کار 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 غیرموتوری استفاده می‌شوند. جدول ۱ــ۱، مقدار جریان نامی فیوز و پایه فیوز را نشان می‌دهد.

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

جدول ۱ــ۱

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

۲ــ۱ــ ساختمان فیوز

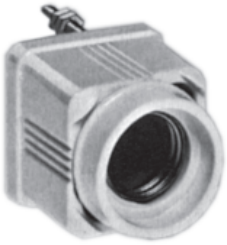
فیوز از سه قسمت پایه، کلاهک و فشنگ تشکیل می‌شود.

ــ **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 مصرف‌کننده هدایت می‌شود.

شکل ۲ــ۱ــ الف پایه‌ی فیوز را نشان می‌دهد. پایه‌های فیوز، استاندارد بوده و معمولاً در اندازه‌های ۲۵، ۶۳، ۱۰۰ و ۲۰۰ آمپر ساخته می‌شود.

ــ **کلاهک فیوز:** کلاهک یا نگهدارنده‌ی فیوز به پایه، پیچ می‌شود و از شیشه‌ی پشت آن، رنگ پولک فیوز دیده می‌شود. شکل ۲ــ۱ـ ب کلاهک فیوز را نشان می‌دهد.

ــ **فشنگ فیوز:** فشنگ فیوز بسته به جریان آن در اندازه‌های مختلف و با رنگِ پولکِ متفاوت، ساخته می‌شود. شکل ۲ــ۱ــ ج فشنگ فیوز را نشان می‌دهد. فشنگ در داخل کلاهک فیوز قرار می‌گیرد.



الف ــ پایه‌ی فیوز

ب ــ کلاهک فیوز

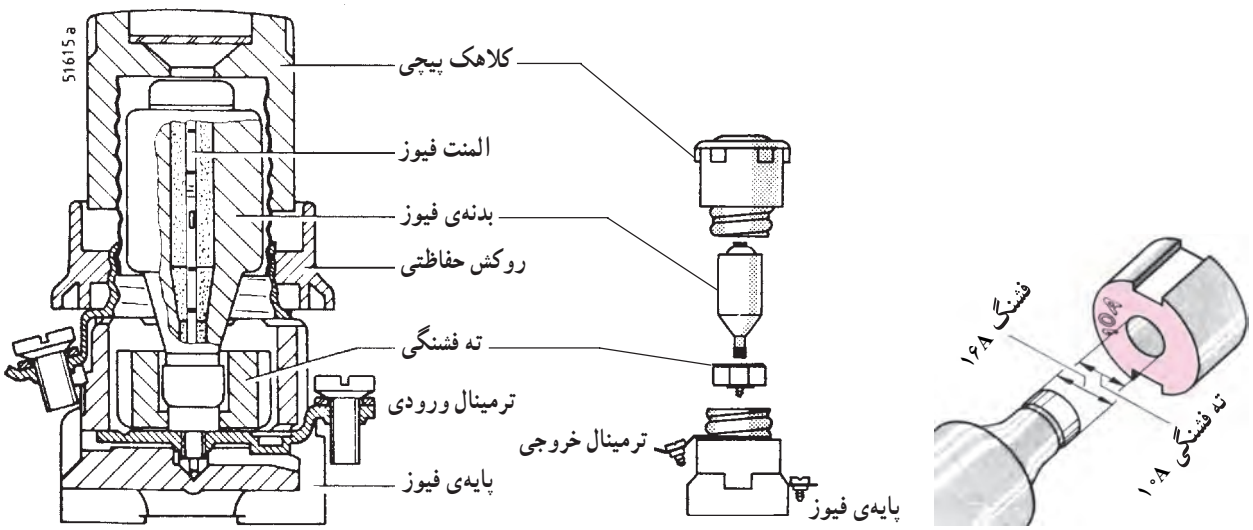
ج ــ فشنگ فیوز

شکل ۲ــ۱

شکل ۳ــ۱ 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.

فیوزهای فشنگی قابل تعویض است.



شکل ۳ــ۱ــ قسمت‌های مختلف یک نمونه فیوز فشنگی

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.

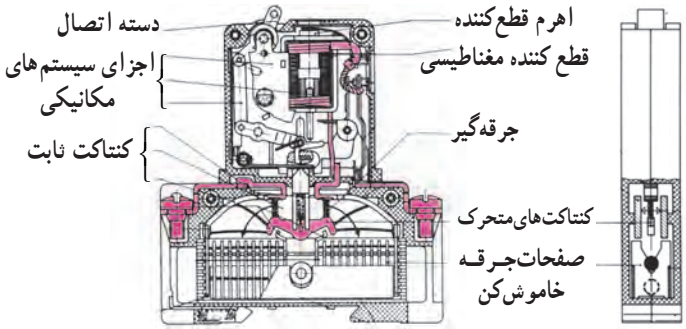
کدرنگ پولک فیوزهای فشنگی: برای سادگی در تعیین جریان فشنگ فیوزها، پولکی رنگی را روی آن‌ها نصب می‌کنند. جدول ۲ــ۱ مفهوم رنگ‌های مختلف پولک را بیان می‌کند.

جدول ۲ــ۱ــ رنگ پولک فیوزها

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

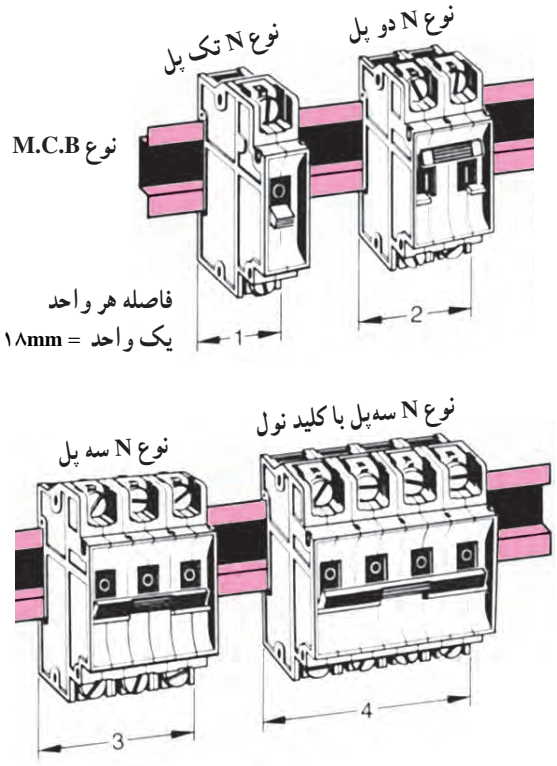
۳ــ۱ــ فیوزهای مینیاتوری و آلفا و ساختمان داخلی آن‌ها

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 ۴ــ۱ ساختمان داخلی کلید مینیاتوری را نشان می‌دهد.



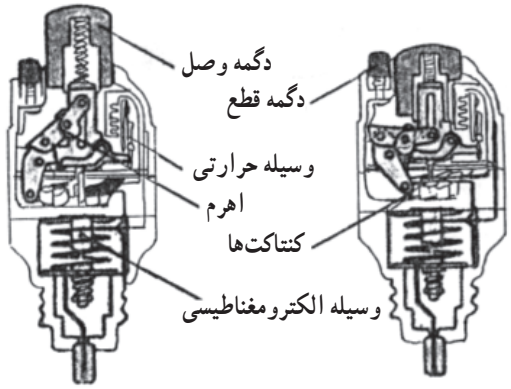
شکل ۴ــ۱ــ ساختمان داخلی کلید مینیاتوری

شکل ۵ــ۱ 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 به‌کار می‌روند. کلیدهای مینیاتوری کندکار با حرف G مشخص شده و معمولاً برای حفاظت مدارهای موتوری مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۵ ــ۱ــ شکل ظاهری کلیدهای مینیاتوری

شکل ۶ــ۱ ساختمان داخل فیوز آلفا را نشان می‌دهد. فیوزهای آلفا نیز مانند کلیدهای اتوماتیک دارای قطع کننده‌های مغناطیسی و حرارتی هستند و به‌صورت اتوماتیک عمل می‌کنند. کلیدهای اتوماتیک و فیوز آلفا در صورت عملکرد، پس از رفع عیب، برگشت‌پذیر بوده و نیازی به تعویض آن‌ها نیست.



شکل ۶ــ۱ــ ساختمان داخلی فیوز آلفا

۴ــ۱ــ کارعملی شماره ۱: نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب‌شونده و اتوماتیک

زمان : ۱/۵ساعت

۱ــ۴ــ۱ــ وسایل موردنیاز برای ۱۵ نفر

ــ تابلو برق خالی یا تابلو با ورق مشبک	۱۵عدد
ــ کلید مینیاتوری	۱۵عدد
ــ پایه‌ی فیوز فشنگی	۱۵عدد
ــ پیچ و مهره	۶۰ عدد
ــ دریل دستی برقی	یک عدد
ــ مته فولادی	دو عدد
ــ پیچ‌گوشتی دوسو	۱۵ عدد
ــ ترمینال	۴۵ عدد
ــ سیم افشان نمره $۱/۵ mm^۲$	۶۰ متر
ــ سیم لخت کن	۱۵ عدد
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ ریل کلید مینیاتوری	۱۵ عدد
ــ پایه لامپ	۱۵ عدد
ــ لامپ رشته‌ای	۱۵ عدد

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

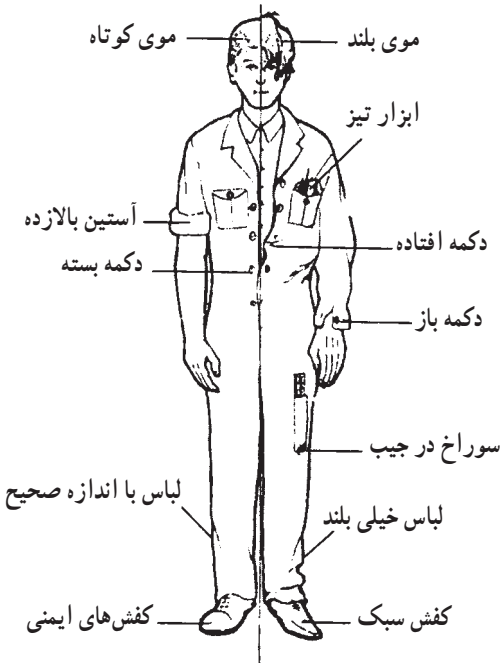
۲ــ۴ــ۱ــ نکات ایمنی

نکات ایمنی مطرح در این قسمت برای انجام کلیه کارهای این پودمان لازم‌الاجرا 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.

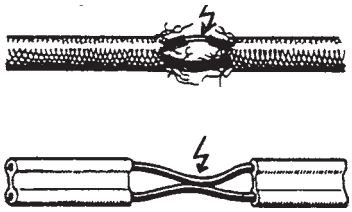
▲ در هنگام کار از لباس و کفش مناسب استفاده کنید (شکل۷ــ۱).



شکل ۷ــ۱ــ لباس کار مناسب

▲ 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 به‌خصوص ولتاژ نامی آن‌ها توجه کنید(شکل ۸ــ۱).



شکل ۸ ــ۱ــ سیم‌های نامناسب

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 هیچ‌وقت از انبر استفاده نکنید ؛ برای بستن هر پیچ، از پیچ‌گوشتی مناسب همان پیچ استفاده کنید(شکل ۹ــ۱).

شکل ۹ــ۱ــ اثرات استفاده نامناسب از ابزار

استفاده از پیچ‌گوشتی مناسب برای باز کردن پیچ الزامی است.

▲ هنگام بریدن و یا روپوش برداری از سیم سرسیم را به طرف زمین نگهدارید. دقت کنید که هیچ‌وقت سیم به طرف کسی نباشد(شکل ۱۰ــ۱).

▲ آزمایش مدار را حتماً با حضور مربی انجام دهید و بخصوص برای وصل به برق احتیاط‌های لازم را برای جلوگیری از تماس با هادی‌های برق‌دار به‌کار بندید.

شکل ۱۰ــ۱ــ هنگام بریدن سیم سر آن به سمت زمین گرفته شود.

۳ــ۴ــ۱ــ مراحل انجام کار:

■ تابلو برق خالی و یا تابلو با ورق مشبک انتخاب کنید.

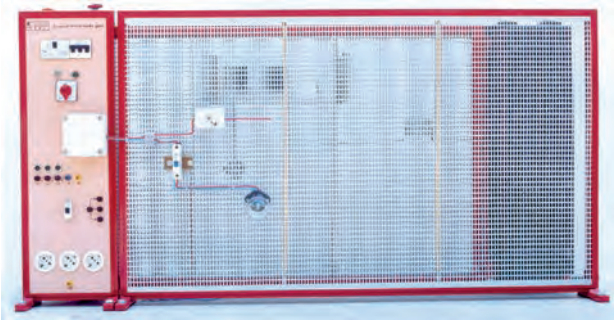
■ پایه فیوز و کلید مینیاتوری را روی تابلو نصب کنید.

■ ترمینال را نصب کنید.

■ سیم‌های روکش پلاستیکی انتخاب کنید.

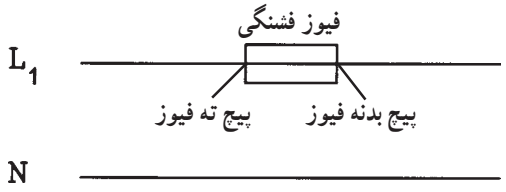
■ سر سیم‌ها را توسط سیم‌لخت‌کن لخت کنید.

■ سر سیم‌های لخت شده را زیر پیچ‌های پایه فیوز قرار دهید (شکل ۱۱ــ۱).



شکل ۱۱ــ۱ــ شمای ظاهری مدار فیوز

■ سیم ورودی فاز به پیچ ته پایه فیوز و سیم خروجی به پیچ بدنه فیوز وصل شود و پیچ‌ها را با پیچ‌گوشتی محکم کنید (شکل۱۲ــ۱).



شکل ۱۲ــ۱ــ شمای الکتریکی فیوز در مدار

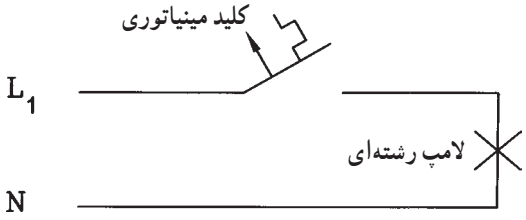
■ مدار کلید فیوز مینیاتوری را مطابق شکل ۱۳ــ۱ روی تابلو ببندید.

■ 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 سرپیچ و نول را به پیچ مربوط به بدنه سرپیچ لامپ وصل کنید.

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

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



شکل ۱۳ــ۱ــ نحوه قرارگرفتن کلید مینیاتوری در مدار

آزمون پایانی (۱)

زمان : ۲۰دقیقه

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

الف ــ رله‌ی حرارتی　ب ــ فیوز　ج ــ کلید FI　د ــ آمپرمتر

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

الف ــ براده‌هایی از سرامیک　ب ــ خاک نرم کوارتز همراه ماسه

ج ــ الف و ب　د ــ پودر تالک

۳ــ جنس سیم ذوب‌شونده‌ی فشنگ فیوز از چه جنسی چیست؟

الف ــ نقره　ب ــ مس　ج ــ طلا　د ــ آلومینیوم

۴ــ انواع فیوزها ازنظر قطع مدار کدام است؟

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

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

الف ــ فیوز تأخیری (کندکار)　ب ــ فیوز قطع سریع (تندکار)

ج ــ فیوز با زمان قطع متوسط　د ــ الف، ب و ج

۶ــ وسیله‌ای که به پایه فیوز، پیچ می‌شود و شیشه پشت آن رنگ پولک فیوز را نشان می‌دهد، کدام است؟

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

۷ــ پولک فیوز ۱۶A چه رنگی است؟

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

۸ــ پولک فیوز به رنگ سبز دارای چند آمپر است؟

الف ــ ۲　ب ــ ۶　ج ــ ۴　د ــ ۱۰

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

الف ــ مینیاتوری　ب ــ آلفا　ج ــ الف و ب　د ــ فشنگی

۱۰ــ کاربرد عنصر مغناطیسی در کلیدهای مینیاتوری چیست؟

الف ــ قطع اتصال کوتاه　ب ــ قطع ولتاژ زیاد

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

۵ــ۱ــ آزمون پایانی عملی (۱)

نصب و سیم‌کشی فیوزهای ذوب‌شونده و کلیدهای مینیاتوری

زمان : ۱ ساعت

مراحل انجام کار:

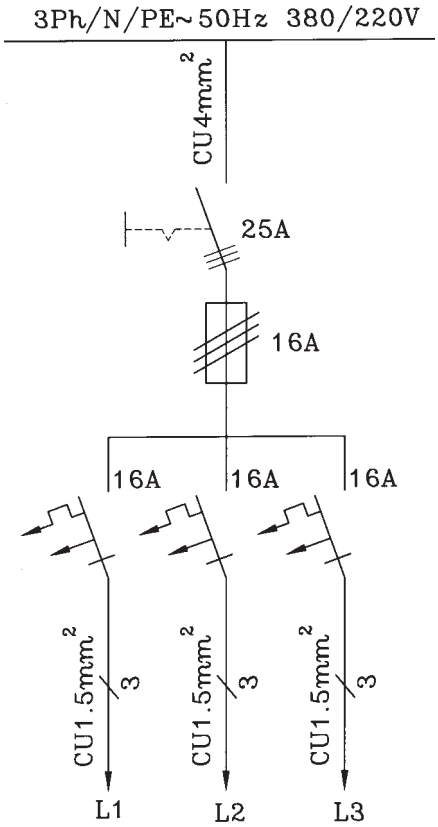
■ وسایل الکتریکی مدار را مطابق شکل در روی تابلو مشبک نصب کنید.

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

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

■ سیم‌ها را مطابق نقشه، انتخاب و وصل کنید.

■ خروجی‌ها را به ترمینال وصل کنید.



وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ــ ترمینال نمره ۴	۱۵ شاخه
ــ ترمینال نمره ۱/۵	۱۵ شاخه
ــ ترمینال نمره ۲/۵	۱۵ شاخه
ــ سیم نمره ۴mm²	۱۵ متر
ــ سیم نمره ۲/۵mm²	۱۵ متر
ــ سیم نمره ۱/۵mm²	۱۵ متر
ــ فیوز ۱۶A تأخیری	۱۵ عدد
ــ کلید مینیاتوری تک‌فاز ۱۶A	۱۵ عدد
ــ کلید سه‌فاز ۲۵A	۱۵ عدد
ــ تابلو مشبک	۱۵ عدد
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت کن	۱۵ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ فازمتر	۱۵ عدد
ــ آوامتر	۵ عدد
ــ دم‌باریک	۱۵ عدد
ــ پیچ و مهره	به مقدارکافی

واحد کار دوّم

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی برق

هدف کلی

نقشه‌خوانی و نقشه‌کشی مدارهای روشنایی، تابلوها و ماشین‌های الکتریکی

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

۱ــ مدارهای روشنایی و خبری را رسم کند.
۲ــ مدار سلول فتوالکتریک را رسم کند.
۳ــ مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز را رسم کند.
۴ــ علائم اختصاری مدار ژنراتور سه‌فاز را رسم کند.
۵ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه‌فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتوری را رسم کند.
۶ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای تک‌فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتوری را رسم کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲۰	۱۸	۳۸

پیش‌آزمون(۲)

۱ــ علائم و به‌ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می‌دهند؟

الف ــ یک‌پل، تبدیل
ب ــ یک‌پل، دوپل
ج ــ تبدیل، دوپل
د ــ تبدیل، سری

۲ــ علامت نشانه‌ی چیست؟

الف ــ کلید مغناطیسی یک فاز
ب ــ کلید حرارتی یک‌فاز
ج ــ کلید مینیاتوری یک‌فاز
د ــ کلید حرارتی سه‌فاز

۳ــ علامت روی چه دستگاهی مشاهده می‌شود ؟

الف ــ دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم قاب‌گردان
ب ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی
ج ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی
د ــ دستگاه اندازه‌گیری حرارتی

۴ــ علامت s چیست؟

الف ــ استوپ
ب ــ استارت
ج ــ میکروسویچ
د ــ کنتاکت باز کنتاکتور

۵ــ علائم K1 A1 A2 و K2 A1 A2 به‌ترتیب نشانه‌ی چه نوع بوبینی است؟

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

۱ــ۲ــ علائم اختصاری مدارهای روشنایی

شرح	علامت
شاخک دوشاخه‌ی برق	
پریز ساده	
پریز با اتصال زمین	
چراغ به‌طورکلی	
کلید یک‌پل	
کلید سری (دوپل)	
کلید تبدیل	
کلید صلیبی	
کنتاکت باز	
کنتاکت باز و بسته	
اهرم کلید که با فشار دست کار می‌کند و با حرکت نوسانی و دارای ضامن نگهدارنده است.	
اهرم کلید که با دست کار می‌کند	
اهرم کلید قطع و وصل که خودبه‌خود برنگشته و با فشار دست برمی‌گردد	

شرح	علامت
سیم به‌طورکلی	
سیم حفاظتی (سیم ارت)	یا
سیم نــول	یا
اتصال دو سیم غیرقابل بازشو	
سیم نصب‌شده روی کار	
سیم‌نصب شده داخل کار	
سیم نصب‌شده زیر کار	
سیم در جای مرطوب	(م)
اتصال غیرقابل قطع	
اتصال قابل قطع (پیچی)	
محفظه	
محل اتصال سیم محافظ (سیم ارت)	

شکل ۱ــ۲

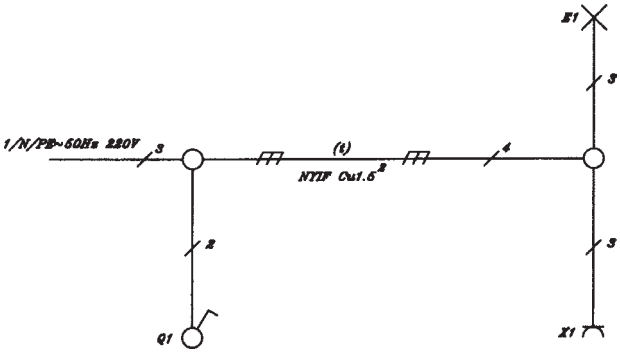
۲ــ۲ــ انواع نقشه‌های مدارهای روشنایی

نقشه‌های مدارهای روشنایی به‌صورت‌های یک‌خطی (فنی)، گسترده و چندخطی (حقیقی) رسم می‌شوند.

۱ــ۲ــ۲ــ نقشه‌ی مدارهای یک‌خطی (فنی): در نقشه‌ی فنی، مسیر سیم‌ها به‌صورت افقی و عمودی یک‌خطی رسم شده و همه‌ی اطلاعات مورد نیاز برای انجام کار بدون ارائه جزییات مدار، مانند تعداد و نوع سیم‌ها و لوله‌ها، روکار یا توکار، بدون سیم‌کشی و مشخصات وسایل به ساده ترین صورت ممکن داده می‌شود.

کلید یک‌پل روکار = Q_1
پریز ارت‌دار = X_1
۱/N/PE ~ ۵۰Hz
یک فاز / نول/ ارت جریان
متناوب ۵۰ هرتز ۲۲۰ ولت= 220V ، 1/N/PE ~ 50Hz
محل خشک = t
سیم عایق مسی افشان نمره ۱/۵ = NYIFcu۱,۵mm
اعداد روی خطوط = تعداد سیم‌ها

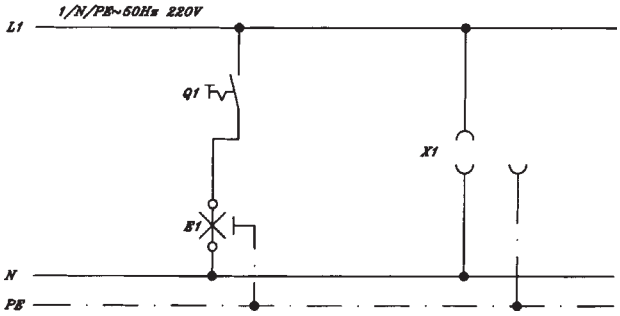
شکل ۲ــ۲ نقشه فنی مدار کلید یک‌پل با یک لامپ و یک پریز ارت‌دار[1] تک‌فاز را نشان می‌دهد. در شکل ۲ــ۲، Q_1 کلیدیک‌پل روکار، X_1 پریز ارت‌دار و شبکه ۱/N/PE ~ ۵۰Hz۲۲۰V به مفهوم یک‌فاز / نول/ سیم محافظ (ارت) جریان متناوب/ ۵۰ هرتز/ ۲۲۰ ولت، t محل خشک می‌باشد. NYIFCU۱/۵mm^2 سیم عایق PVC قابل انعطاف (افشان) مسی نمره ۱/۵mm^2 و اعداد روی خطوط، تعداد سیم‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲ــ۲ــ نقشه فنی یا تک‌خطی

۲ــ۲ــ۲ــ نقشه‌ی مدارهای گسترده یا نقشه‌ی مسیر جریان: مدار گسترده بدون مشخص‌کردن 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 ۳ــ۲ نقشه‌ی مسیر جریان کلید یک پل با لامپ رشته‌ای و پریز تک‌فاز با سیم اتصال به زمین[2] را نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۲ــ شمای گسترده (مسیر جریان) مدار کلید یک‌پل و پریز

E_1 = لامپ
Q_1 = کلید روشنایی
X_1 = پریز

۱ــ سیم محافظ
۲ــ ارت

۳ــ۲ــ۲ــ 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.

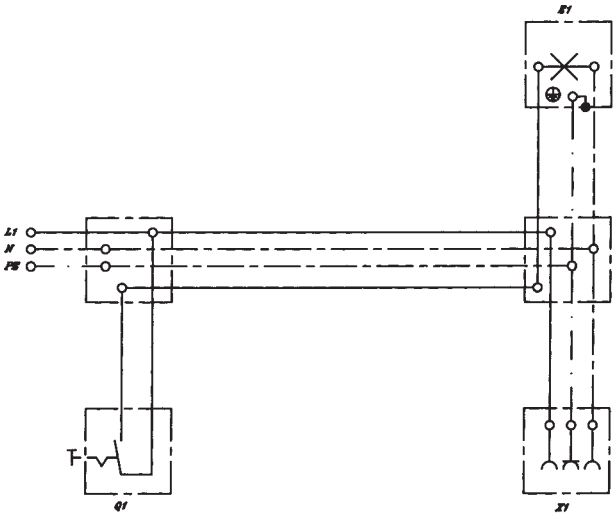
از این نقشه در مونتاژ مدارها استفاده می‌شود.

شکل ۴ــ۲ نقشه چندخطی کلید یک پل با لامپ رشته‌ای و پریز یک فاز ارت‌دار و جعبه‌تقسیم‌ها را نشان می‌دهد.

Q_1 = کلید یک پل

E_1 = لامپ رشته‌ای

X_1 = پریز یک‌فاز ارت‌دار



شکل ۴ــ۲ــ شمای حقیقی مدار کلید یک‌پل با پریز

۳ــ۲ــ نقشه‌کشی مدارهای روشنایی

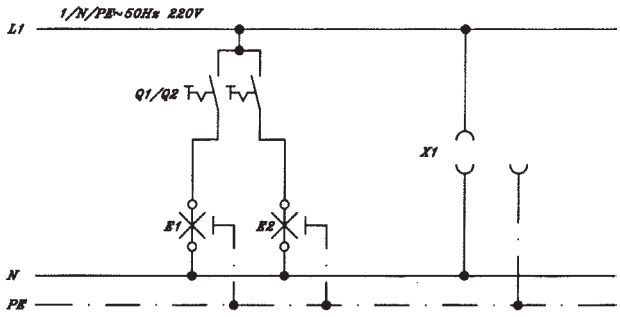
نقشه‌ی فنی، نقشه‌ی گسترده و نقشه‌ی چندسیمه‌ی مدار روشنایی یک‌پل در ردیف ۲ شرح داده شد. نقشه‌ی مسیر جریان کلید سری و پریز ارت‌دار یک‌فاز در شکل ۵ــ۲ و نقشه‌های فنی و چندسیمه‌ی این مدار در شکل‌های ۶ــ۲ و ۷ــ۲ نشان داده شده است.

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

Q_1 = کلید سری

X_1 = پریز یک فاز ارت‌دار

E_1 و E_2 = لامپ رشته‌ای

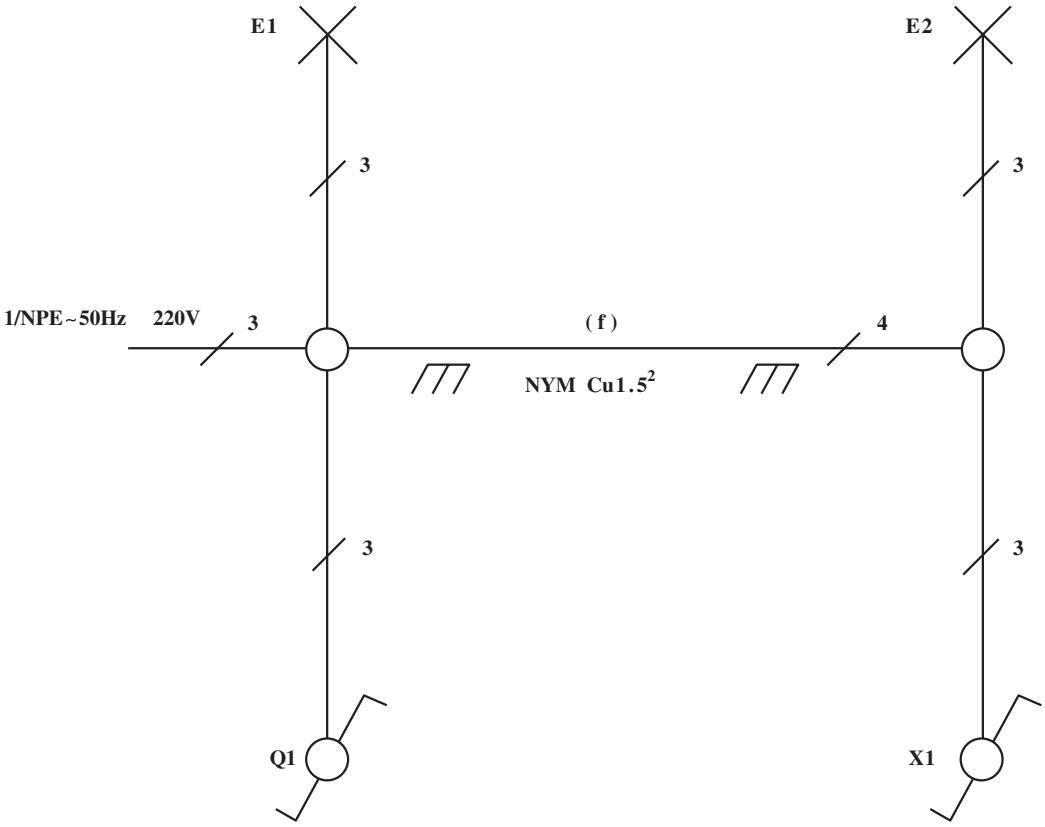


شکل ۵ــ۲ــ شمای گسترده (مسیر جریان) مدار کلید سری و پریز

نقشه مسیر جریان

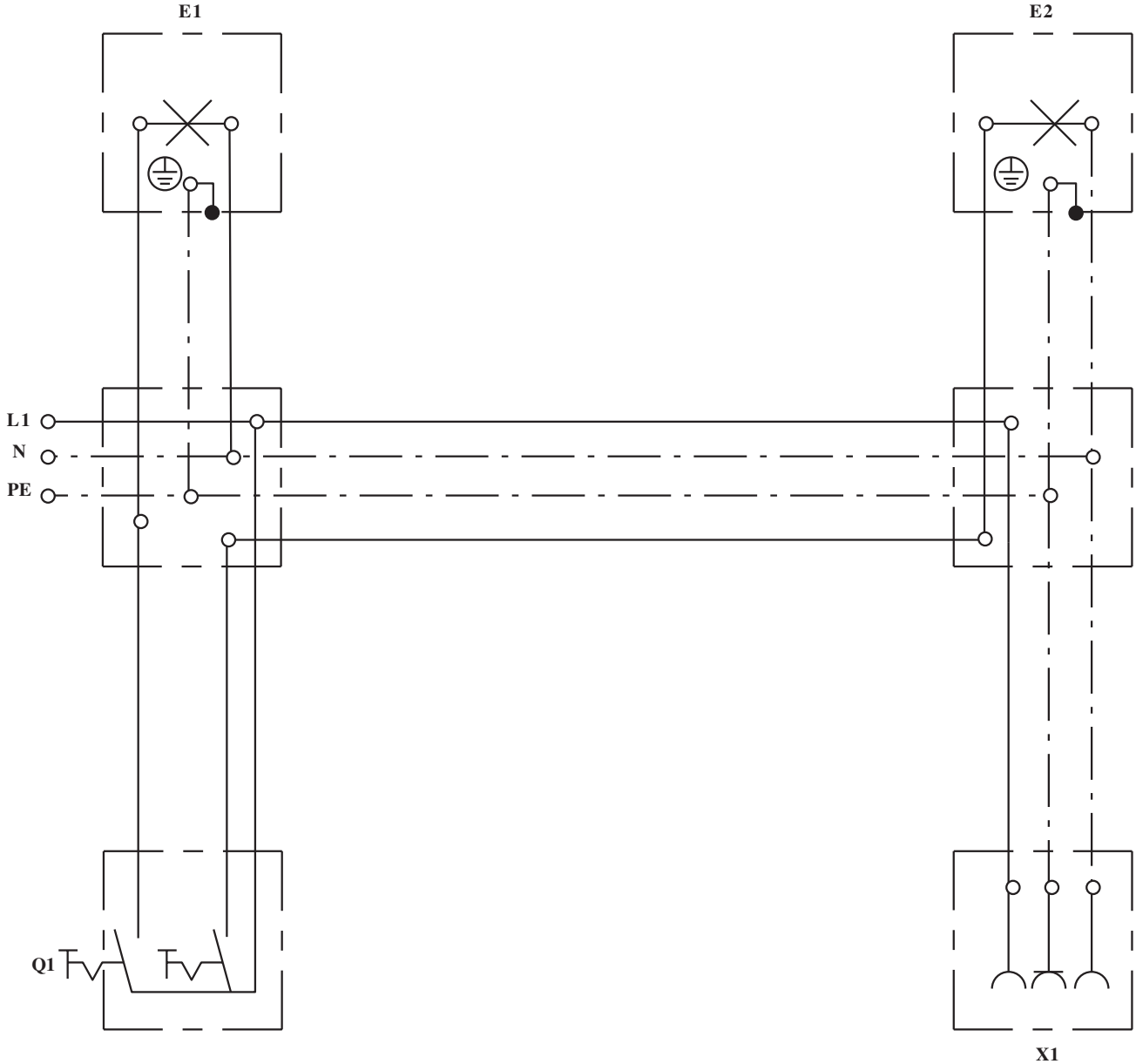
این نقشه کنترل دو لامپ E_1 و E_2 با دو کلید جداگانه Q_1 و Q_2 و همچنین یک پریز X_1 را نشان می‌دهد.

نقشه فنی مدار کلید سری با دو لامپ و یک پریز یک فاز ارت‌دار



شکل ۶ــ۲ــ شمای فنی مدار کلید سری

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

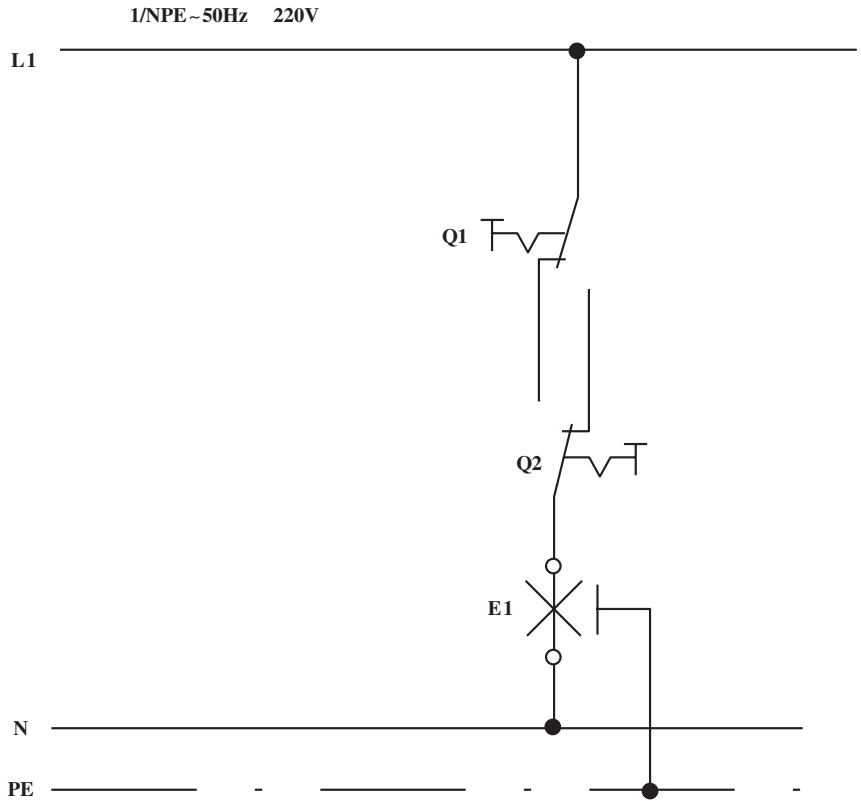


شکل ۷ــ۲ــ شمای حقیقی مدار کلید سری با پریز

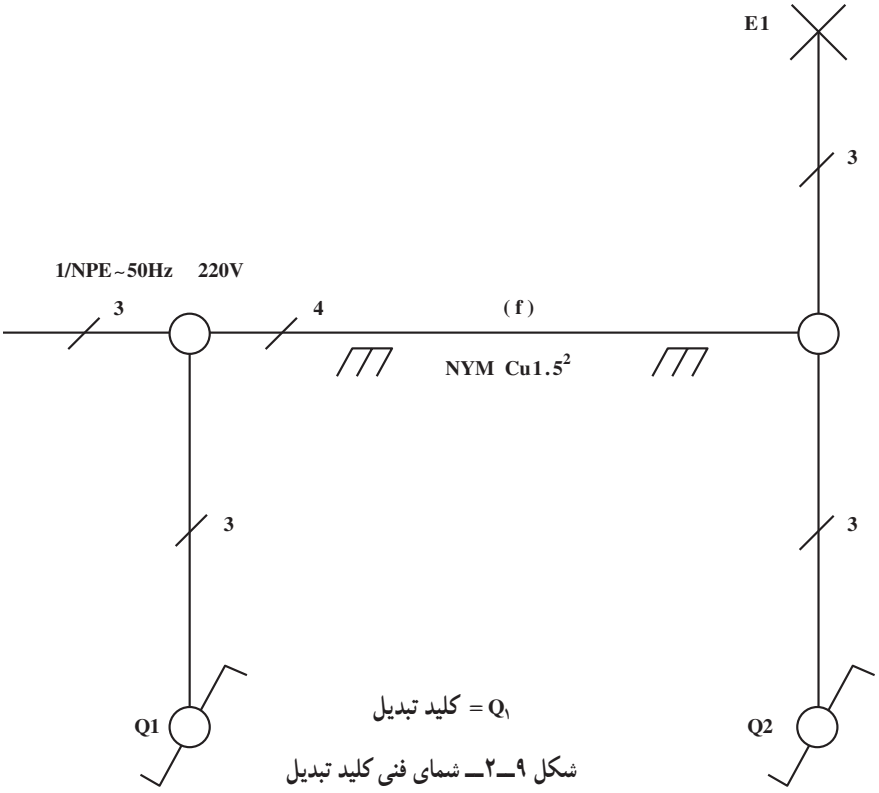
۱ــ۳ــ۲ــ نقشه‌کشی مدار روشنایی کلید تبدیل با یک لامپ (کنترل یک لامپ از دو نقطه): برای کنترل یک لامپ (روشن و خاموش‌کردن یک لامپ) از دو محل، از دو کلید تبدیل استفاده می‌شود که فاز به پیچ مشترک یک کلید و دو پیچ‌های غیرمشترک به هم وصل شده و پیچ مشترک کلید تبدیل دیگر به لامپ و طرف دیگر لامپ به نول وصل می‌شود.

شکل ۸ــ۲ مدار گسترده‌ی(مسیر جریان) کلید تبدیل با یک لامپ را نشان می‌دهد.

شکل ۹ــ۲ نقشه‌ی فنی (تک سیمه) کلید تبدیل همراه یک‌لامپ را نشان می‌دهد.

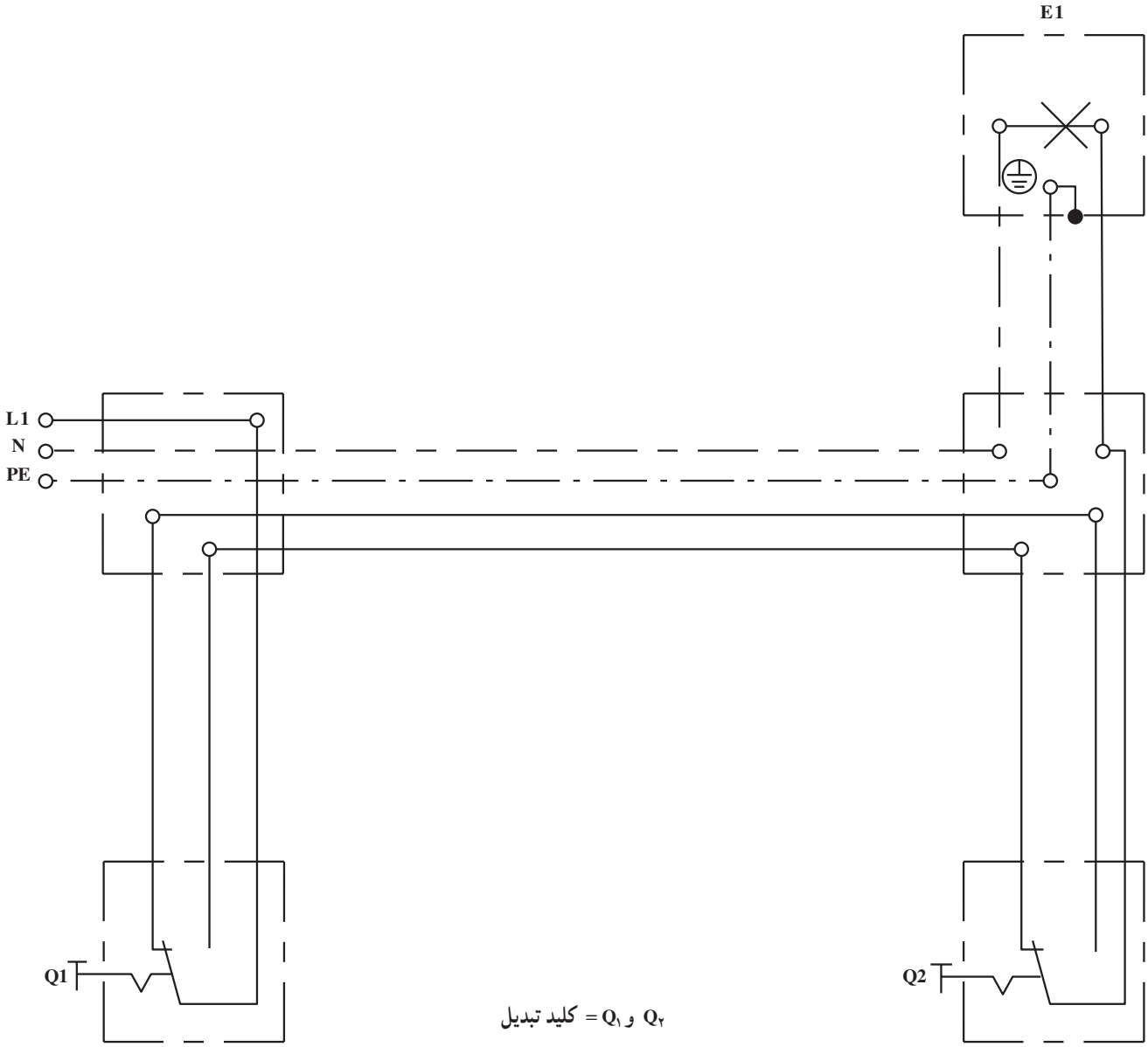


شکل ۸ــ۲ــ شمای مسیر جریان کلید تبدیل



شکل ۹ــ۲ــ شمای فنی کلید تبدیل

شکـل ۱۰ــ۲ نقشه‌ی چندسیمه‌ی (حقیقی) کلید تبدیل
همراه بـا لامپ را نشان می‌دهد.



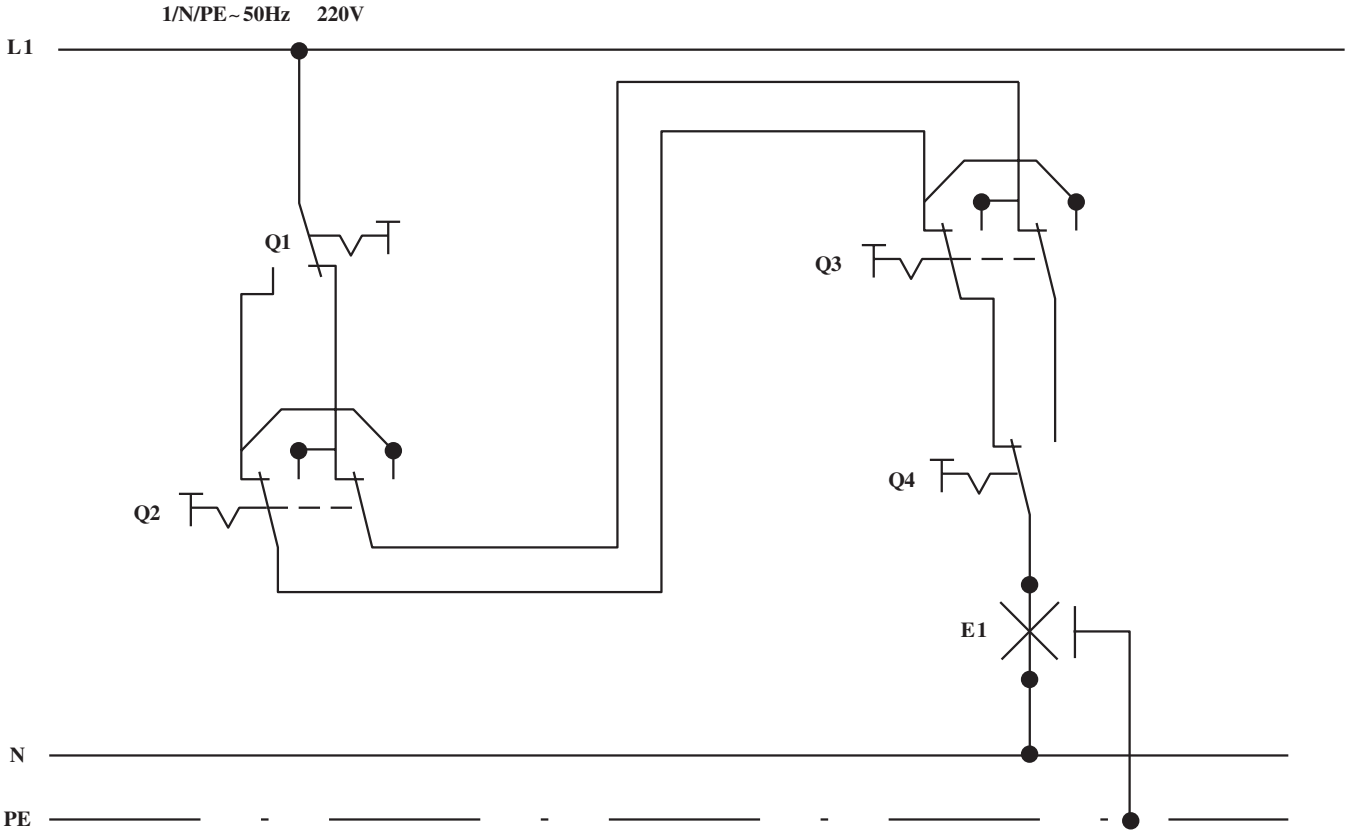
Q_1 و Q_2 = کلید تبدیل

شکل ۱۰ــ۲ــ شمای حقیقی مدار کلید تبدیل

۲ــ۳ــ۲ــ نقشه‌کشی مدار روشنایی کلید صلیبی همراه کلید تبدیل با یک لامپ : برای کنترل یک لامپ (روشن و خاموش‌کردن یک لامپ) از سه نقطه یا بیشتر، از کلیدهای صلیبی و کلیدهای تبدیل استفاده می‌شود ؛ بدین ترتیب که دو کلید تبدیل در ابتدا و انتهای مدار و کلیدهای صلیبی در وسط آن‌ها قرار می‌گیرد. اگر کنترل یک لامپ از سه نقطه باشد، از دو کلید تبدیل و یک کلید صلیبی در وسط آن‌ها استفاده می‌شود و اگر کنترل لامپ از بیش از سه نقطه باشد از دو کلید تبدیل در ابتدا و انتها استفاده می‌شود و بقیه کلیدها از نوع صلیبی و در وسط کلیدهای تبدیل قرار می‌گیرند.

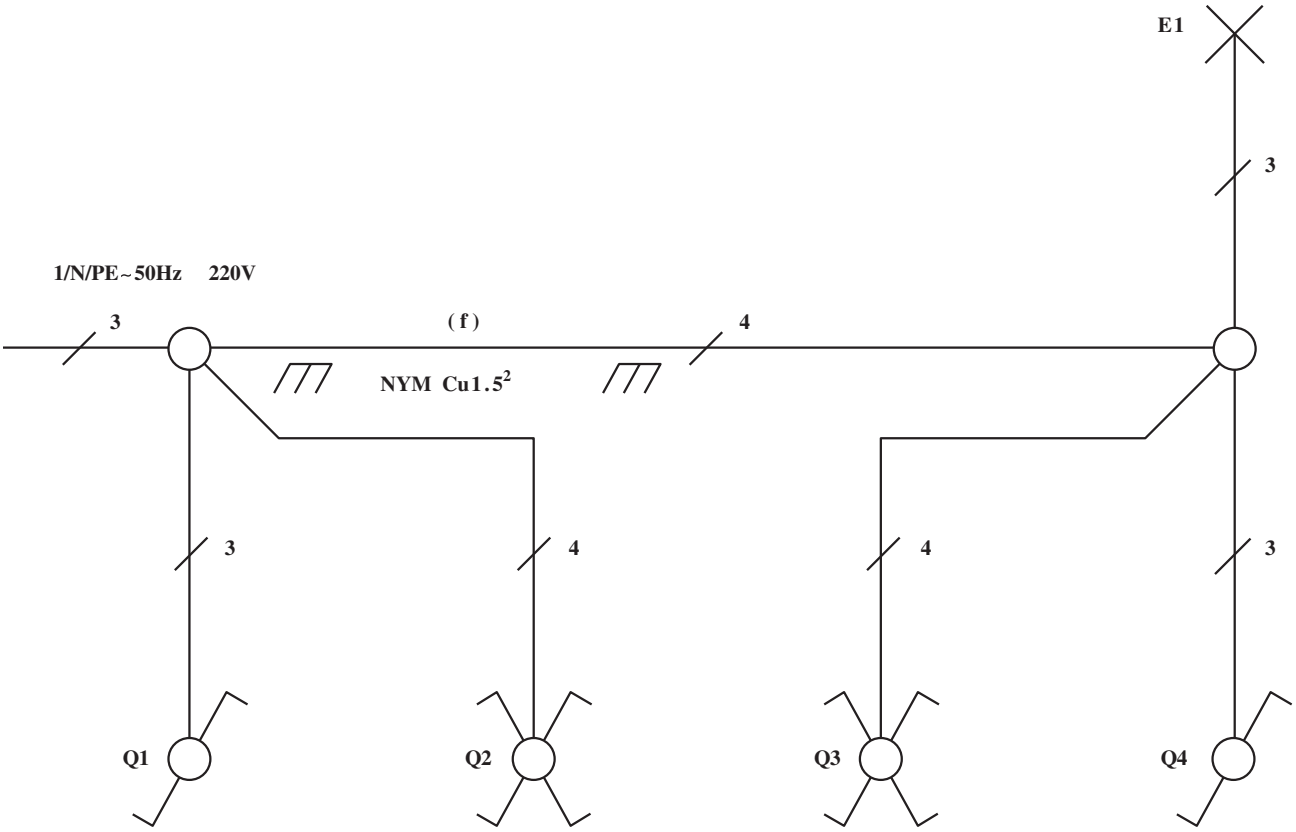
شکل ۱۱ــ۲ نقشه‌ی گسترده کلیدهای صلیبی و تبدیل با یک لامپ را نشان می‌دهد. برای اتصال مدار، ابتدا فاز به کنتاکت مشترک کلید تبدیل می‌آید و از دو کنتاکت دیگر همان کلید به دو کنتاکت کلید صلیبی به‌طور مستقیم در کلیدهای زبانه‌ای صلیبی و به‌طور ضربدری به کنتاکت‌های بالای کلید صلیبی‌گردان وصل می‌شود. از زیر، کنتاکت‌های کلید صلیبی به کلیدهای صلیبی دیگر وصل شده و ادامه می‌یابد که در نهایت به دو کنتاکت غیرمشترک کلید تبدیل انتهای مدار وصل می‌شود. کنتاکت مشترک کلید تبدیل انتهای خط به لامپ و طرف دیگر لامپ به نول متصل می‌شود.

شکل ۱۱ــ۲ نقشه‌ی مسیر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۲ــ شمای مسیر جریان مدارکلید صلیبی

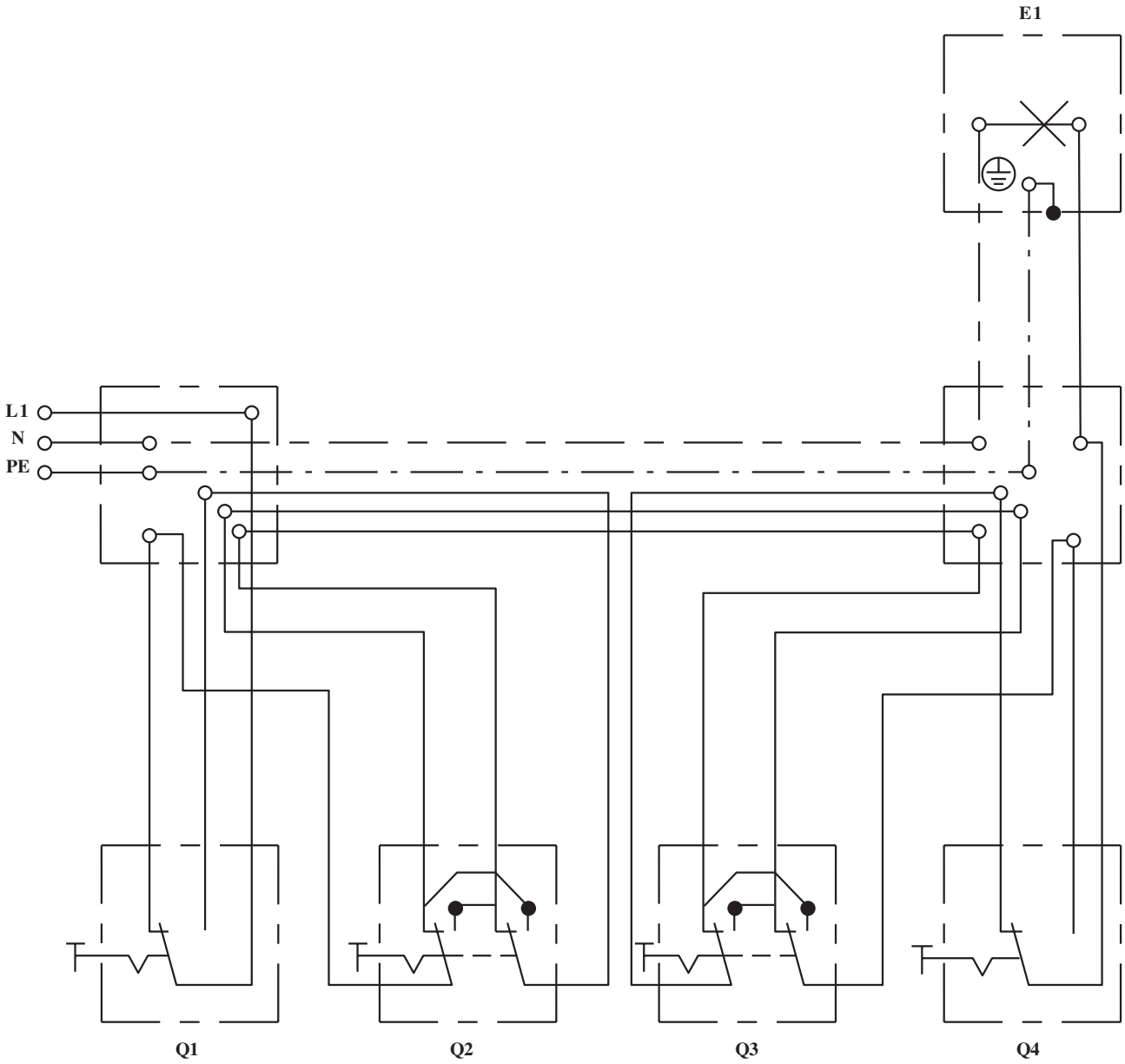
شکل ۱۲ــ۲ نقشه‌ی فنی یا تأسیساتی کلید صلیبی و تبدیل
کنترل از چهار نقطه را نشان می‌دهد.



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

شکل ۱۲ــ۲ــ شمای فنی مدار کلید صلیبی

شکل ۱۳ـ۲ نقشه‌ی چندسیمه (حقیقی) کلیدهای صلیبی
و تبدیل کنترل یک لامپ از چهار نقطه را نشان می‌دهد.



Q_1 و Q_4 = کلیدهای تبدیل

Q_2 و Q_3 = کلیدهای صلیبی

شکل ۱۳ـ۲ـ شمای حقیقی مدار کلید صلیبی

۴ــ۲ــ علائم اختصاری حفاظ‌ها و حفاظت‌کننده‌های الکتریکی

۱ــ۴ــ۲ــ علائم حفاظت در روی تجهیزات استاندارد

شرح	علامت
حفاظت‌شده در برابر پاشش آب	
حفاظت‌شده در برابر ورود آب بدون فشار	
با حفاظ ضد گرد وخاک	
با حفاظ ضد گرد و غبار، حفاظت کامل در برابر گرد و غبار	

شرح	علامت
حفاظت‌شده در برابر قطرات آب ، حفاظت در برابر رطوبت زیاد هوا، بخار و قطرات آب	
حفاظت‌شده در برابر قطرات مایل آب	
حفاظت شده در برابر ترشح آب	

شکل ۱۴ــ۲

۲ــ۴ــ۲ــ حفاظت بین‌المللی تجهیزات برقی در برابر ذرات خارجی و چکیدن قطرات آب

حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب	عدد شناسایی دوم
بدون حفاظت	۰
حفاظت در برابر قطرات آب که عمودی فرومی‌چکد	۱
حفاظت در برابر قطرات آب که مایل فرو می‌چکد با زاویه ۱۵ درجه	۲
حفاظت در برابر ترشحات آب تا ۶۰ درجه نسبت به قائم	۳
حفاظت در برابر ترشح آب از هر سو	۴
حفاظت در برابر ترشح آب از هر راستا	۵
حفاظت در برابر فوران شدید آب	۶
حفاظت در برابر غوطه‌ورشدن آب در شرایط معین فشار و زمان	۷
حفاظت در برابر غوطه‌ورشدن دائمی در آب	۸

حفاظت در برابر ذرات خارجی	عدد شناسایی اوّل
بدون حفاظت	۰
حفاظت در برابر ذرات بزرگ خارجی $d > 50mm$ بدون حفاظت در دخول عمدی	۱
حفاظت در برابر ذرات متوسط خارجی $d > 12mm$	۲
حفاظت در برابر ذرات کوچک خارجی $d > 2/5mm$	۳
حفاظت در برابر ذرات خارجی، $d > 1mm$	۴
حفاظت در برابر گرد و خاک، حفاظت تماسی کامل	۵
حفاظت کامل در برابر گرد و غبار	۶

حفاظت بین‌المللی با IP[1] نشان داده می‌شود.

۱ــ IP - International Protection

مثال: مفهوم IP۴۵ 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.

۳ــ۴ــ۲ــ علائم اختصاری روی دستگاه‌های حفاظت‌کننده الکتریکی

شرح	علامت	شرح	علامت
فیوز		کلید محافظ موتور سه‌قطبی حرارتی مغناطیسی	3
علامت فیوز کندکار		رله‌ی ولتاژ کم	U <
فیوز طرف پهن، سمت شبکه وصل می‌شود		رله‌ی ولتاژ زیاد	U >
کلید فیوز		رله‌ی جریان کم	> I
رله‌ی حرارتی		رله‌ی جریان زیاد	< I
کنتاکت رله‌ی حرارتی		کلید مینیاتوری سه‌فاز	M
رله‌ی مغناطیسی (کلید محافظ سیم)			

شکل ۱۵ــ۲

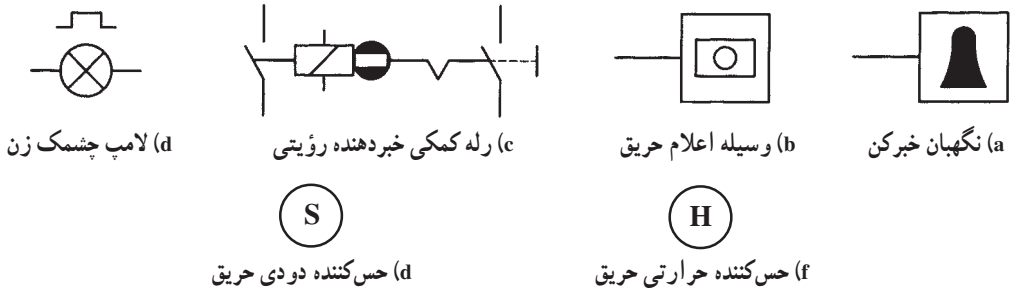
۵ــ۲ــ علائم اختصاری دستگاه‌های خبری و صوتی

۱ــ۵ــ۲ــ علائم زنگ اخبار، بیزر، بوق، آژیر

a) زنگ اخبار b) بیزر c) بوق d) آژیر

شکل ۱۶ــ۲

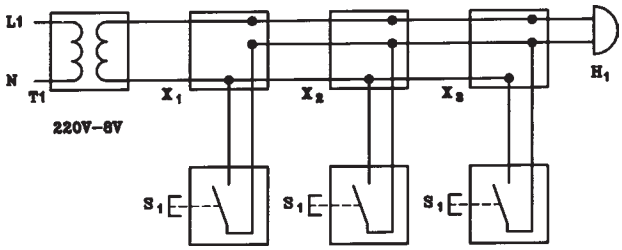
۲ــ۵ــ۲ــ علائم خبردهنده‌ها و حس‌کننده‌ها (دتکتورها)[1]



شکل ۱۷ــ۲

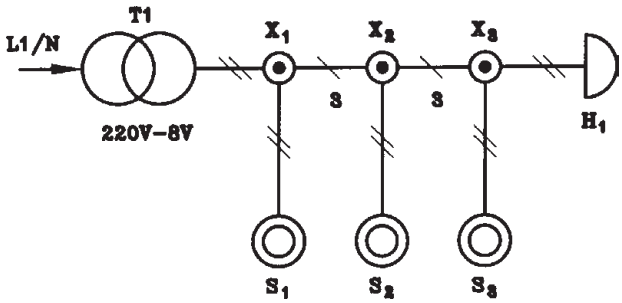
۶ــ۲ــ ترسیم انواع نقشه مدارهای خبری و صوتی

۱ــ۶ــ۲ــ مدار زنگ اخبار: شکل ۱۸ــ۲ نقشه‌ی مدار چند سیمه‌ی زنگ اخبار کنترل از سه نقطه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸ــ۲ــ شمای حقیقی مدار زنگ‌اخبار

شکل ۱۹ــ۲مدارتک خطی زنگ اخبار کنترل در سه نقطه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ــ۲ــ شمای فنی مدار زنگ اخبار

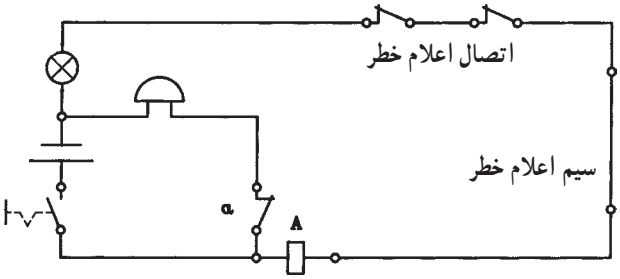
S_1 ، S_2 و S_3 = شستی‌های زنگ اخبار
H_1 = زنگ اخبار
T_1 = ترانسفورماتور
X_1 ، X_2 و X_3 = تقسیم‌ها

۲ــ۶ــ۲ــ مدار دستگاه اعلام خطر: این دستگاه برای حفاظت اماکن از دستبرد و دزدی به‌کار می‌رود. در این دستگاه، اتصال‌ها و رشته‌سیم‌های نازکی را می‌توان کار گذاشت که با قطع هریک از آن‌ها، دستگاه، اعلام خطر می‌کند.

۱ــ دستگاه دزدگیر

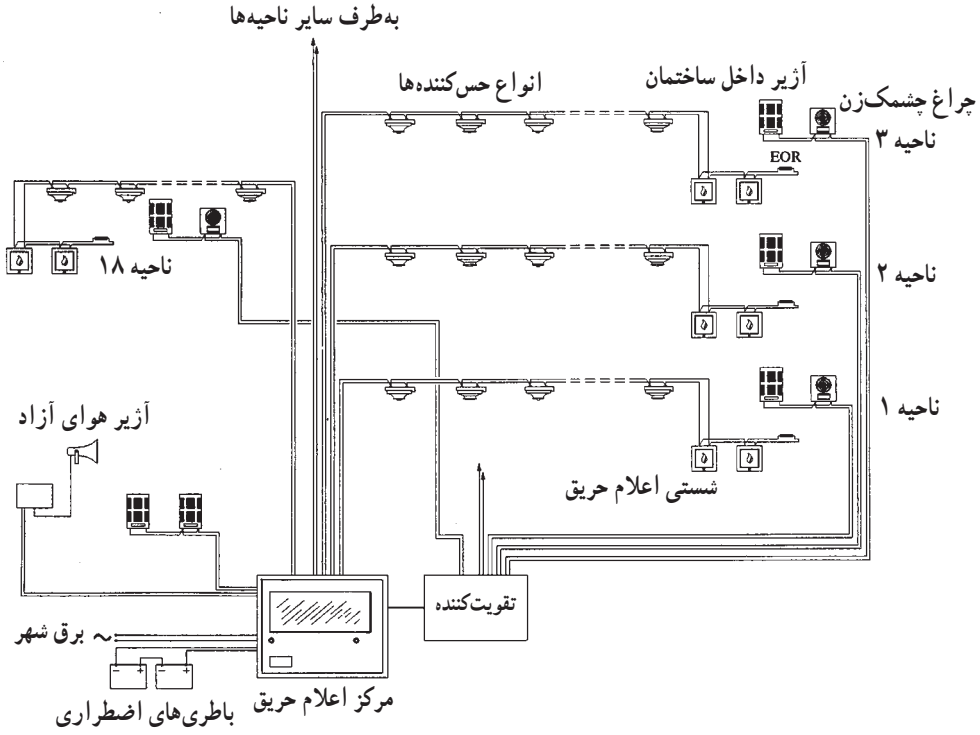
شکل ۲۰ـ۲ نمونه‌ای از نقشه‌ی مدار اعلام خطر را نشان می‌دهد. وقتی که هنگام برقراری جریان، شستی وصل است لامپ، روشن می‌شود، بوبین A مغناطیسی شده و کنتاکت a را باز می‌کند و مدار زنگ قطع می‌شود.

وقتی که کنتاکت‌های اعلام خطر به هر علتی باز می‌شوند لامپ خاموش‌شده و بوبین A مغناطیس نمی‌شود. در این حالت کنتاکت a به حالت بسته باز می‌گردد و زنگ به صدا درمی‌آید.



شکل ۲۰ـ۲

۳ـ۶ـ۲ـ نقشه مدار دستگاه اعلام حریق: مدار دستگاه‌های اعلام حریق به دو صورت خطی و حلقه‌ای ساخته می‌شود. در حالت خطی هر شستی و کنتاکت عمل‌کننده با دو رشته سیم با مرکز کنترل در تماس است. هریک از سیم‌ها به‌وسیله دستگاه، کنترل می‌شوند. شکل ۲۱ـ۲ نمونه‌ای از این مدار را نشان می‌دهد. در دستگاه اعلام حریق حلقه‌ای، شستی‌ها و کنتاکت‌های عمل‌کننده‌ی پشت سر هم به‌هم وصل شده و به مرکز کنترل متصل می‌شوند.



شکل ۲۱ـ۲ـ شمای کلی یک سیستم اعلام حریق

با عمل کردن شستی‌ها و کنتاکت‌های کنترل، مرکز کنترل به‌کار می‌افتد و آژیر و یا لامپ خبر را به‌کار می‌اندازد. در شکل ۲۲ـ۲ شمای ظاهری تعدادی از عناصر مدارهای اعلام حریق دیده می‌شود.

۱ـ انواع حس‌کننده‌ها
۲ـ چراغ آلارم
۳ـ آژیر هوای آزاد
۴ـ آژیر داخل ساختمان
۵ـ مرکز اعلام حریق

شکل ۲۲ـ۲ـ انواع تجهیزات سیستم اعلام حریق

۷ــ۲ــ علائم اختصاری منابع تغذیه

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

شکل ۲۳ــ۲

۸ــ۲ــ علائم اختصاری سیم‌ها، کابل‌ها، انشعابات، اتصالات و لوله‌کشی

شرح	علامت
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 ۱/۵ میلی‌مترمربع در لوله‌ی شماره ۱۱	۲×۱/۵ mm² / ۱۱
مسیر لوله و سیم به‌طرف تابلوی محلی،مدار شماره‌ی ۸	۸
مسیر لوله و سیم به‌طرف بالا	
مسیر لوله و سیم به‌طرف پایین	
مسیر لوله و سیم از پایین به بالا، یا برعکس	
نقطه‌ی انشعاب	
تقاطع، بدون اتصال الکتریکی	
مسیر لوله‌کشی توکار در سقف، کف یا دیوار	
مسیر لوله کشی روکار روی سقف، کف یا دیوار	
مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم برق اضطراری	E
مسیر لوله‌کشی توکار برای سیستم تلفن	T

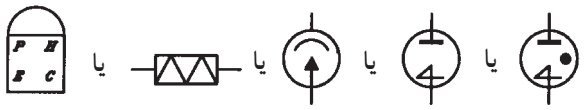
شکل ۲۴ــ۲

شرح	علامت
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم اینترفون (تلفن داخلی)	IF
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم احضار پرستار	N
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم آنتن	A
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم مادر ساعت	C
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم اعلام و اطفاء حریق	F
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم صوتی	S
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم موسیقی	M
جعبه‌ی انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک راه، نوع روکار	
جعبه تقسیم، دو راه، نوع روکار	
جعبه تقسیم، سه‌راه، 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، سه‌راه، نوع توکار	
جعبه تقسیم، چهارراه، نوع توکار	

بقیه‌ی شکل ۲۴ــ۲

۹ــ۲ــ علائم اختصاری مدار سلول فتوالکتریک

سلول فتوالکتریک یا فتوسل که برای کنترل لامپ‌های معابر به هنگام تاریک و روشن شدن هوا به‌کار می‌رود دارای علائم اختصاری مطابق شکل ۲۵ــ۲ است.



سلول پرشده از گاز ــ سلول خلأ

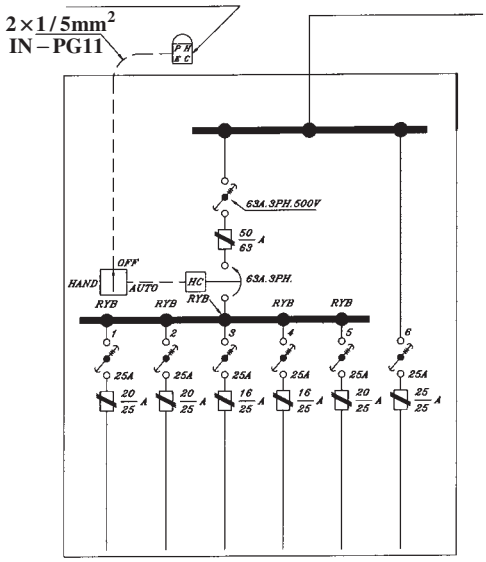
شکل ۲۵ــ۲ــ انواع علائم نشان‌دهنده‌ی فتوسل

۱۰ــ۲ــ نقشه‌ی مدار سلول فتوالکتریک

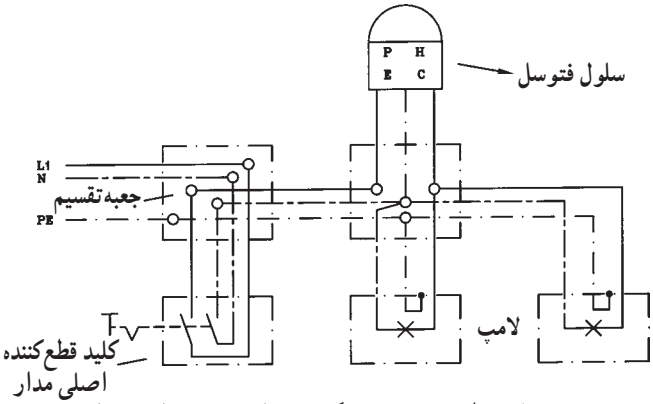
شکل ۲۶ــ۲ــ الف نمونه‌ای از مدار تابلو فرمان روشنایی محوطه توسط فتوسل را به‌صورت تک‌خطی نشان می‌دهد.

کلید HAND، OFF، AUTO به‌ترتیب برای حالت دستی، قطع و اتوماتیک مدار به‌کار 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 به‌طور اتوماتیک توسط فتوسل عمل می‌کند. کنتاکتور HC توسط فتوسل و کلید دستی اتوماتیک عمل می‌کند. با وصل کلید اصلی ۶۳A و کلیدهای مربوط به هر خط خروجی، چراغ‌ها در تاریکی، روشن و در روشنایی، خاموش می‌شوند. فتوسل دارای سه سیم است. فاز و نول وارد فتوسل شده و یک سیم برگشت از فتوسل خارج می‌شود.

واحد فتوسل در دیواره‌ی خارجی ایستگاه فرعی نصب می‌شود.



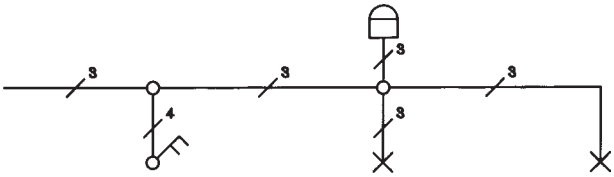
الف ــ شمای تک‌خطی یک تابلوی روشنایی مجهز به فتوسل



ب ــ شمای مدار حقیقی روشن‌کردن دو لامپ به‌وسیله فتوسل

شکل ۲۶ــ۲ ب مدار فتوسل را نشان می‌دهد که دو لامپ را به‌طور اتوماتیک روشن و خاموش می‌کند. ضمن اینکه توسط یک کلید دوقطبی می‌توان مدار فاز و نول را به‌طور کلی قطع کرد. شمای فنی این مدار در شکل ۲۶ــ۲ ج آمده است.

در مدار شکل ۲۶ــ۲ 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.



ج ــ شمای فنی روشن‌کردن دو لامپ به‌وسیله فتوسل

شکل ۲۶ــ۲

۱۱ــ۲ــ علائم اختصاری دستگاه‌های اندازه‌گیری تک‌فاز و سه‌فاز

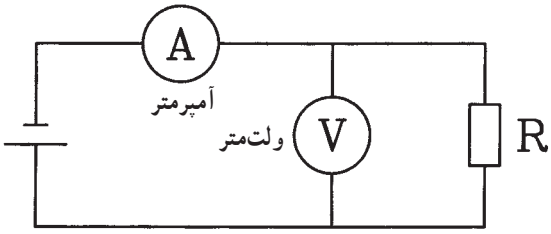
شرح	علامت
دستگاه الکترودینامیکی بدون هسته	
دستگاه الکترودینامیکی با هسته‌ی آهنی	
دستگاه الکترودینامیکی با قاب صلیبی بدون هسته	
دستگاه الکترودینامیکی با قاب صلیبی با هسته‌ی آهنی بسته	
دستگاه اندوکسیونی	
دستگاه اندوکسیونی نسبت‌سنج	
دستگاه اندازه‌گیری با سیم حرارتی	
دستگاه اندازه‌گیری بی‌مثال	
دستگاه الکترواستاتیکی	
دستگاه ویبراسیونی (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	

شکل ۲۷ــ۲

شرح	علامت
جریان مستقیم	—
جریان متناوب	∿
جریان مستقیم و متناوب	≂
با ۵۰۰ ولت آزمایش‌شده	☆
با ۲۰۰۰ ولت آزمایش‌شده	☆2
با هیچ ولتاژی آزمایش نشده	☆0
قرارگیری دستگاه به‌طور عمودی	⊥
قرارگیری دستگاه به‌طور افقی	⊓
قرارگیری دستگاه با زاویه ۶۰ درجه	∠60°
دقت کلاس برابر است با خطای مطلق دستگاه نسبت به حداکثر مقداری که دستگاه می‌سنجد مثلاً ۱/۵٪	1.5
دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان	∩
دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان صلیبی	∩⊗
دستگاه باآهنربای گردان	◄
دستگاه با آهنربای گردان و حوزه صلیبی	◄⊗
دستگاه با آهن نرم گردان	⚡

۱۲ــ۲ــ نقشه‌کشی مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی تک‌فاز و سه‌فاز

۱ــ۱۲ــ۲ــ نقشه‌ی مدار آمپرمتر و ولت‌متر: آمپرمتر در مدار به‌صورت سری و ولت‌متر به‌صورت موازی با مصرف‌کننده قرار می‌گیرد (شکل ۲۸ــ۲).



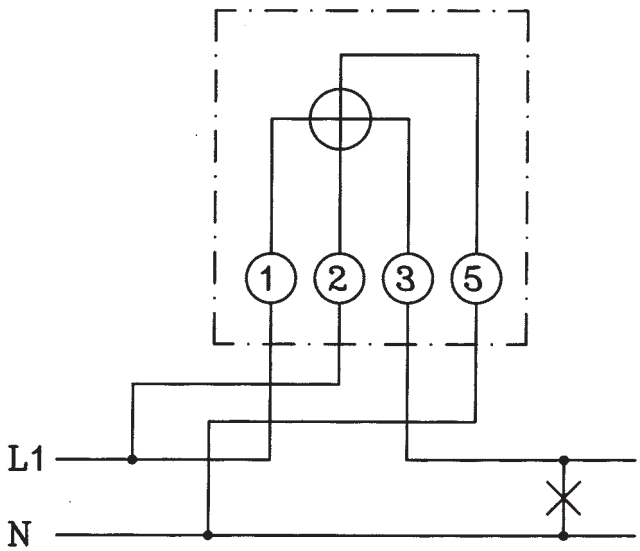
شکل ۲۸ــ۲ــ قرارگرفتن آمپرمتر و ولت‌متر در مدار

۲ــ۱۲ــ۲ــ مدار وات‌متر: وات‌متر وسیله‌ای است که توان مفید یا اکتیو را اندازه‌گیری می‌کند.

وات‌متر تک‌فاز دارای دو سیم‌پیچ است. یکی سیم پیچ جریان و دیگری سیم‌پیچ ولتاژ.

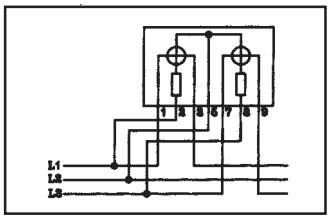
سیم پیچ جریان وات‌متر به‌صورت سری و سیم‌پیچ ولتاژ وات‌متر به‌صورت موازی با مصرف‌کننده در مدار قرار می‌گیرد. بدین ترتیب که یک سر سیم‌پیچ جریان (شماره ۱) به فاز و طرف دیگر آن (شماره۳) به مصرف‌کننده وصل می‌شود. هم چنین یک سر سیم‌پیچ ولتاژ (شماره ۲) به فاز و سر دیگر آن (شماره ۵) به نول وصل می‌شود.

شکل ۲۹ــ۲ مدار وات‌متر یک فاز را نشان می‌دهد.



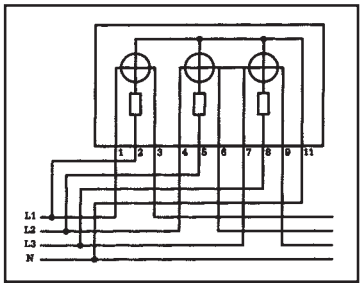
شکل ۲۹ــ۲ــ مدار وات‌متر تک‌فاز

وات‌مترهای سه‌فاز در دو سیستم دو وات‌متری (سه‌سیمه) و سه وات‌متری (چهارسیمه) ساخته می‌شوند. در دو وات‌متری، در داخل دستگاه از دو وات‌متر یک‌فاز استفاده می‌شود و سیم‌پیچ‌های جریان به‌صورت سری در مسیر دو فاز مختلف قرار می‌گیرند و سیم‌پیچ‌های ولتاژ بین دو فاز وصل می‌شوند (شکل ۳۰ــ۲).



شکل ۳۰ــ۲ــ مدار وات‌متر سه‌فاز سه‌سیمه

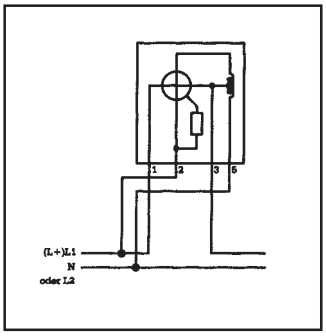
در سه وات‌متری، در داخل دستگاه از سه وات‌متر تک‌فاز استفاده می‌شود و سیم‌پیچ‌های ولتاژ به فاز و نول و سیم‌پیچ‌های جریان به‌طور سری در مسیر هر فاز قرار می‌گیرند (شکل ۳۱ــ۲).



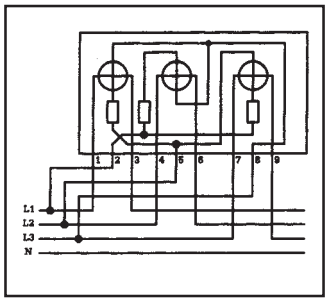
شکل ۳۱ــ۲ــ مدار وات‌متر سه‌فاز چهارسیمه

۳ـ۱۲ـ۲ـ نقشه‌ی مدار وارمتر: وارمتر توان اکتیو را اندازه‌گیری می‌کند و دارای دو سیم‌پیچ است. سیم‌پیچ جریان به‌طور سری در مسیر فاز و سیم‌پیچ ولتاژ به فاز و نول در وارمتر یک فاز، به دو فاز در وارمتر سه‌فاز دو وارمتری، و به فاز و نول در وارمتر سه فاز سه وارمتری وصل می‌شود.

شکل ۳۲ـ۲ نقشه‌ی مدار وارمتر یک فاز و شکل ۳۳ـ۲ نقشه‌ی مدار وارمتر سه‌فاز چهارسیمه (سه وارمتری) را نشان می‌دهد.



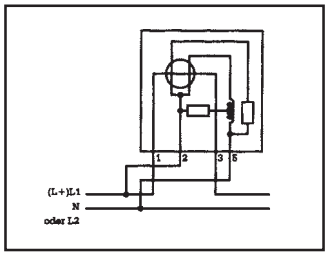
شکل ۳۲ـ۲ـ مدار وارمتر یک‌فاز



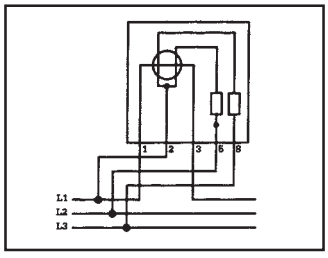
شکل ۳۳ـ۲ـ مدار وارمتر سه‌فاز

۴ـ۱۲ـ۲ـ مدار کسینوس فی‌متر: کسینوس فی‌متر، ضریب قدرت مدار را اندازه‌گیری می‌کند. شکل ۳۴ـ۲ کسینوس‌فی‌متریک فاز و شکل ۳۵ـ۲ کسینوس فی‌متر سه‌فاز را نشان می‌دهد. در کسینوس فی‌متر نیز سیم پیچ جریان به‌طور سری در مسیر فاز و سیم‌پیچ ولتاژ به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند.

در کسینوس فی‌متر یک فاز، شماره‌های ۱ و ۳، مربوط به سیم‌پیچ جریان و شماره‌های ۲ و ۵ ، مربوط به سیم‌پیچ ولتاژ هستند که با دو مقاومت و یک سیم‌پیچ در داخل دستگاه به مدار کسینوس فی‌متر وصل شده و به‌صورت موازی به فاز و نول متصل می‌شوند. در کسینوس فی‌متر سه فاز، شماره‌های ۱ و ۳، سیم‌پیچ جریان و ۲ و۵ و ۸ سیم‌پیچ ولتاژ است. ۲ به سر وسط سیم‌پیچ ولتاژ و ۵ و ۸ توسط دو مقاومت به انتهای دو سر سیم‌پیچ ولتاژ وصل می‌شوند. شماره‌ی ۲ به فاز L_1 و ۵ و ۸ به فازهای L_2 و L_3 وصل می‌شوند.



شکل ۳۴ـ۲ـ مدار کسینوس فی‌متر تک‌فاز



شکل ۳۵ـ۲ـ کسینوس فی‌متر در مدار سه‌فاز

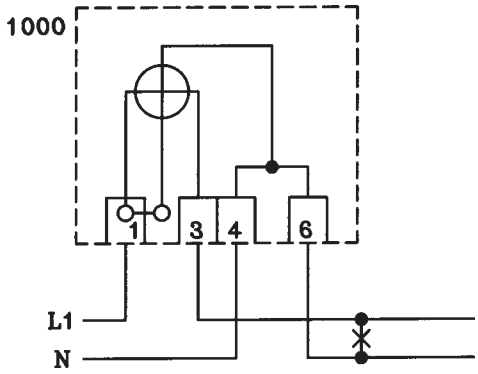
۵ـ۱۲ـ۲ـ نقشه‌ی مدار کنتوراکتیو: کنتوراکتیو، انرژی مصرفی مفید مصرف‌کننده را اندازه‌گیری می‌کند.

کنتوراکتیو یک فاز دارای دو سیم‌پیچ جریان و ولتاژ

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

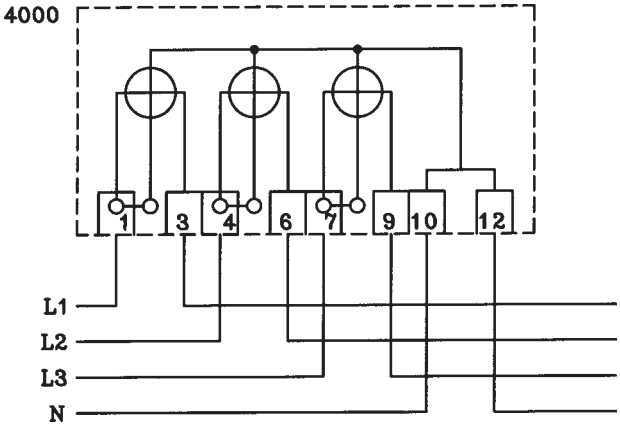
شکل ۳۶ـ۲ مدار کنتور یک فاز اکتیو را نشان می‌دهد. شماره‌های ۱ و ۴ ورودی و شماره‌های ۳ و ۶ خروجی است.

کنتوراکتیو سه‌فاز دارای سه سیم‌پیچ جریان و سه سیم‌پیچ ولتاژ است. هرکدام از سیم‌پیچ‌های جریان در مسیر یک‌فاز قرار می‌گیرند و سیم پیچ‌های ولتاژ به‌ترتیب به فازها و نول وصل می‌شوند.



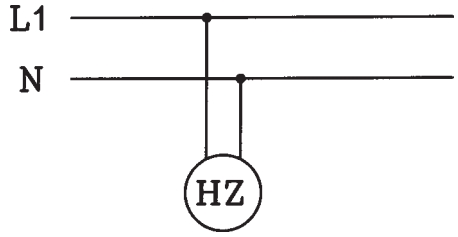
شکل ۳۶ـ۲ـ مدار کنتور تک‌فاز

شکل ۳۷ـ۲ مدار کنتور سه‌فاز اکتیو را نشان می‌دهد. شماره‌های ۱ و ۴ و ۷ و ۱۰ ورودی و شماره‌های ۳ و ۶ و ۹ و ۱۲ خروجی می‌باشند.



شکل ۳۷ـ۲ـ مدار کنتور سه‌فاز چهارسیمه

۶ـ۱۲ـ۲ـ نقشه‌ی مدار فرکانس‌متر: فرکانس‌متر، به‌طور موازی به شبکه (فاز و نول) وصل می‌شود و برای اندازه‌گیری فرکانس شبکه به‌کار می‌رود. شکل ۳۸ـ۲ اتصال فرکانس متر به شبکه را نشان می‌دهد.

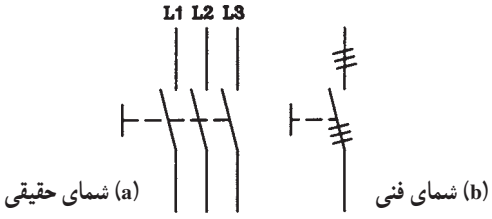


شکل ۳۸ـ۲ـ مدار فرکانس متر

۱۳ـ۲ـ علائم اختصاری ژنراتور جریان متناوب سه‌فاز

۱ـ۱۳ـ۲ـ علائم اختصاری کلید قطع سه‌فاز

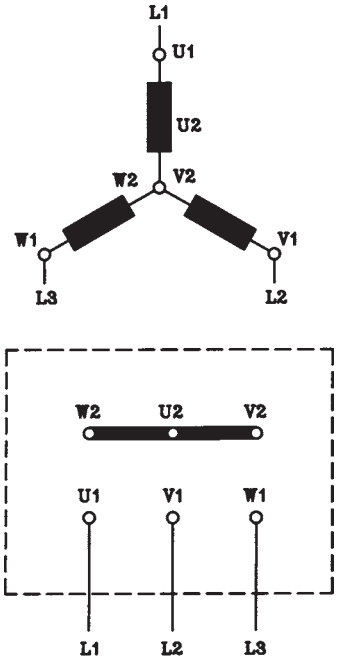
چاقویی: شکل ۳۹ـ۲ علامت چندسیمه و تک‌خطی کلید چاقویی سه‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۳۹ـ۲ـ کلید چاقویی سه‌فاز

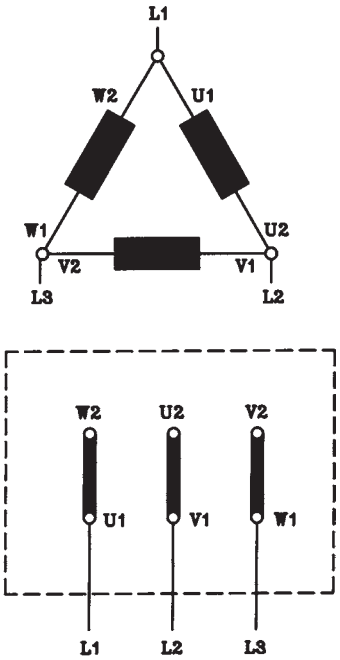
۲ــ۱۳ــ۲ــ علائم اختصاری اتصالات ستاره و مثلث:

در شکل ۴۰ــ۲ اتصال ستاره، و در شکل ۴۱ــ۲ اتصال مثلث نشان داده شده است.



شکل ۴۰ــ۲ــ ترمینال‌های موتور با اتصال ستاره

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



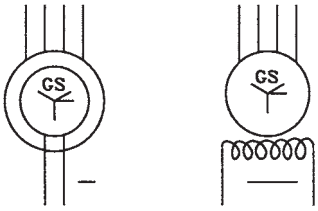
شکل ۴۱ــ۲ــ ترمینال‌های موتور با اتصال مثلث

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.

۳ــ۱۳ــ ۲ــ علائم اختصاری ژنراتور جریان متناوب:

شکل ۴۲ــ۲ علائم اختصاری ژنراتور سنکرون جریان متناوب سه‌فاز، تحریک با جریان مستقیم (سیم وسط بیرون آمده) را نشان می‌دهد.



شکل ۴۲ــ۲ــ ژنراتور سنکرون سه فاز

شکل۴۳ـ۲ علامت اختصاری کوپلینگ موتور ژنراتور را نشان می‌دهد.

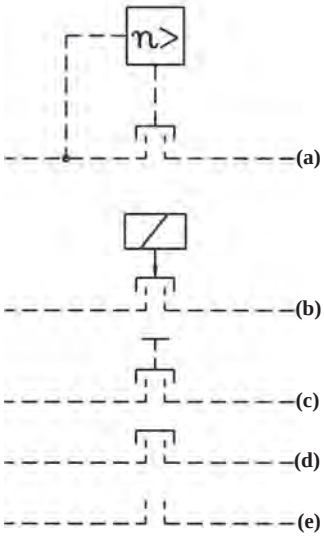
a) کلاج کنترل شده با نیروی گریز از مرکز، در تعداد دور بالا درگیر می‌شود.

b) کوپلاژ مکانیکی قطع و وصل به‌وسیله مغناطیس

c) کوپلاژ مکانیکی قطع و وصل به‌وسیله دست

d) کوپلاژ مکانیکی قابل قطع

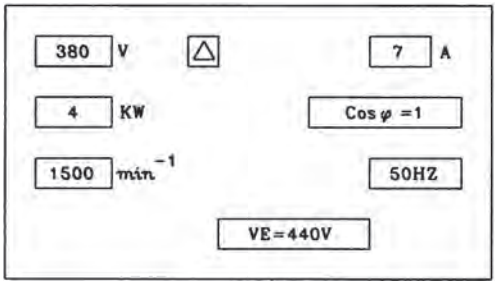
e) کوپلاژ مکانیکی (بطور کلی)



شکل ۴۳ـ۲

شکل ۴۴ـ۲ پلاک مشخصات یک نمونه از ژنراتور سه فاز سنکرون کوچک را نشان می‌دهد (V_E = ولتاژ تحریک).

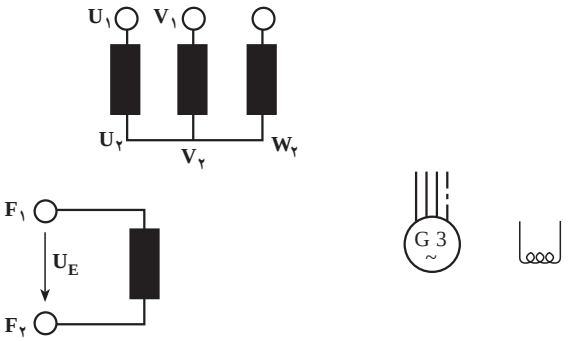
ژنراتور با اتصال مثلث ۳۸۰V، ۷A با ضریب قدرت یک، ۴kw، ۱۵۰۰ دور در دقیقه، ۵۰ هرتز با ولتاژ تحریک ۴۴۰v می‌باشد.



شکل ۴۴ـ۲ـ پلاک مشخصات ژنراتور سنکرون

۴ـ۱۳ـ۲ـ مدار ژنراتور سه فاز: شکل ۴۵ـ۲ مدار ژنراتور سه‌فاز سنکرون با اتصال ستاره را نشان می‌دهد.

F_1F_2 دو سر سیم‌پیچ میدان تحریک می‌باشد.



الف ـ علامت اختصاری

ب ـ اتصال سیم پیچ‌ها

شکل ۴۵ـ۲

۱۴ــ۲ــ علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی (شکل ۴۶ــ۲)

شرح	علامت	
	نماد مداری II	نماد مداری I
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 ۴۶ــ۲

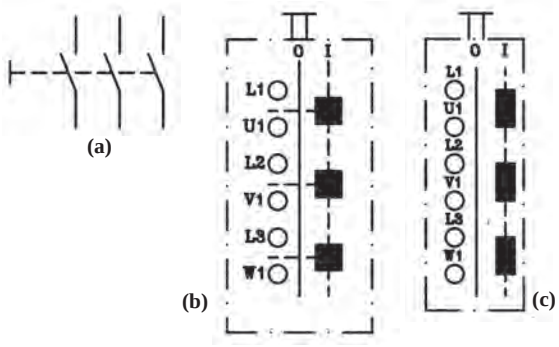
۱۵ــ۲ــ علائم اختصاری فلوترسویچ (کلید شناور)، لیمیت سویچ (کلید حد)، میکروسویچ (شکل ۴۷ــ۲)

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

شکل ۴۷ــ۲

۱۶ــ۲ــ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز

شکل ۴۸ــ۲ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه‌فاز ساده را نشان می‌دهد.

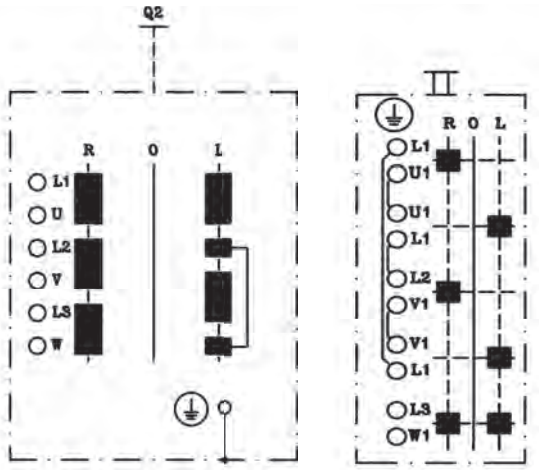


a) کلید اهرمی سه فاز ساده
b) کلید زبانه‌ای سه فاز ساده
c) کلید غلطکی سه فاز ساده

شکل ۴۸ــ۲

شکل ۴۹ــ۲ــ الف کلید دستی سه فاز غلطکی چپ گرد و راست گرد را نشان می‌دهد.

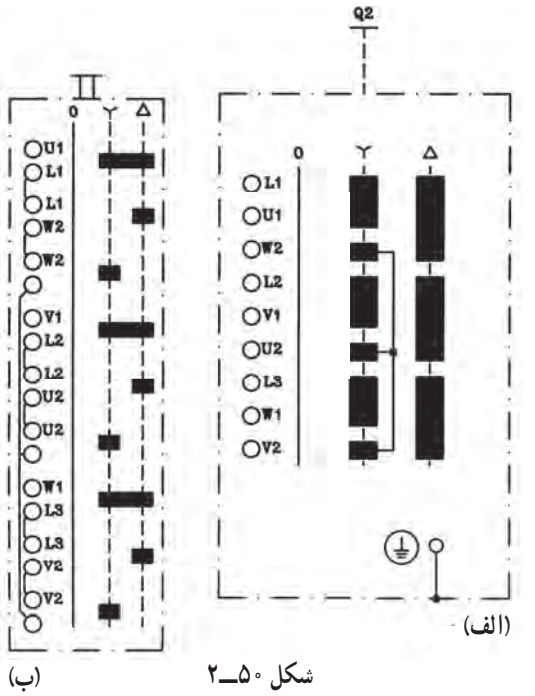
شکل ۴۹ــ۲ ــ ب کلید دستی زبانه‌ای سه فاز چپ گرد و راست گرد را نشان می‌دهد.



شکل ۴۹ــ۲

شکل ۵۰ــ۲ــ الف کلید دستی سه فاز غلطکی ستاره مثلث را نشان می‌دهد.

شکل ۵۰ــ۲ــ ب کلید دستی سه فاز زبانه‌ای ستاره مثلث را نشان می‌دهد.

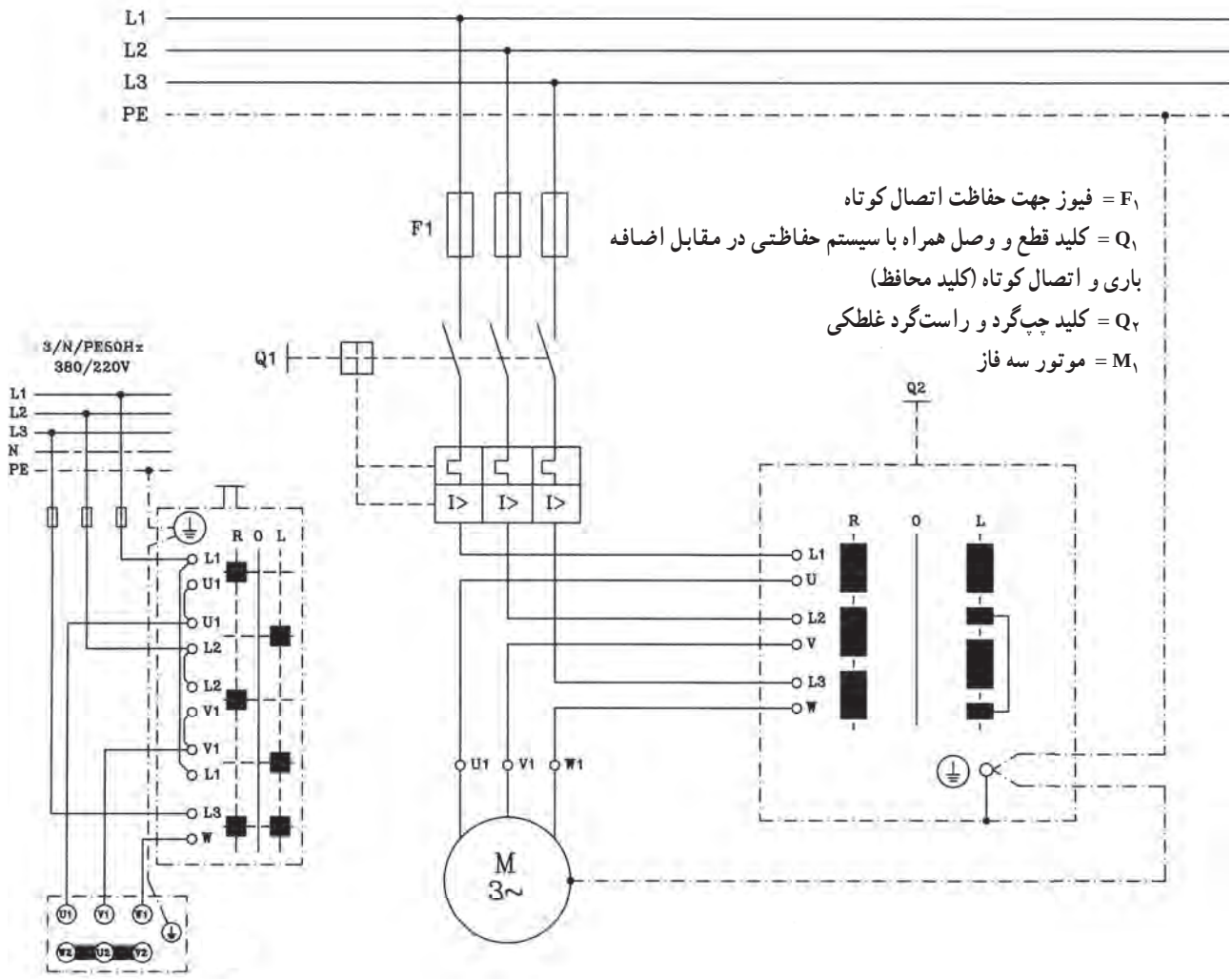


شکل ۵۰ــ۲

۱۷ــ۲ــ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی

۱ــ۱۷ــ۲ــ شکل ۵۱ــ۲ــ الف نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز غلطکی چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

شکل ۵۱ــ۲ــ ب نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز زبانه‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.



F_1 = فیوز جهت حفاظت اتصال کوتاه

Q_1 = کلید قطع و وصل همراه با سیستم حفاظتی در مقابل اضافه باری و اتصال کوتاه (کلید محافظ)

Q_2 = کلید چپ‌گرد و راست‌گرد غلطکی

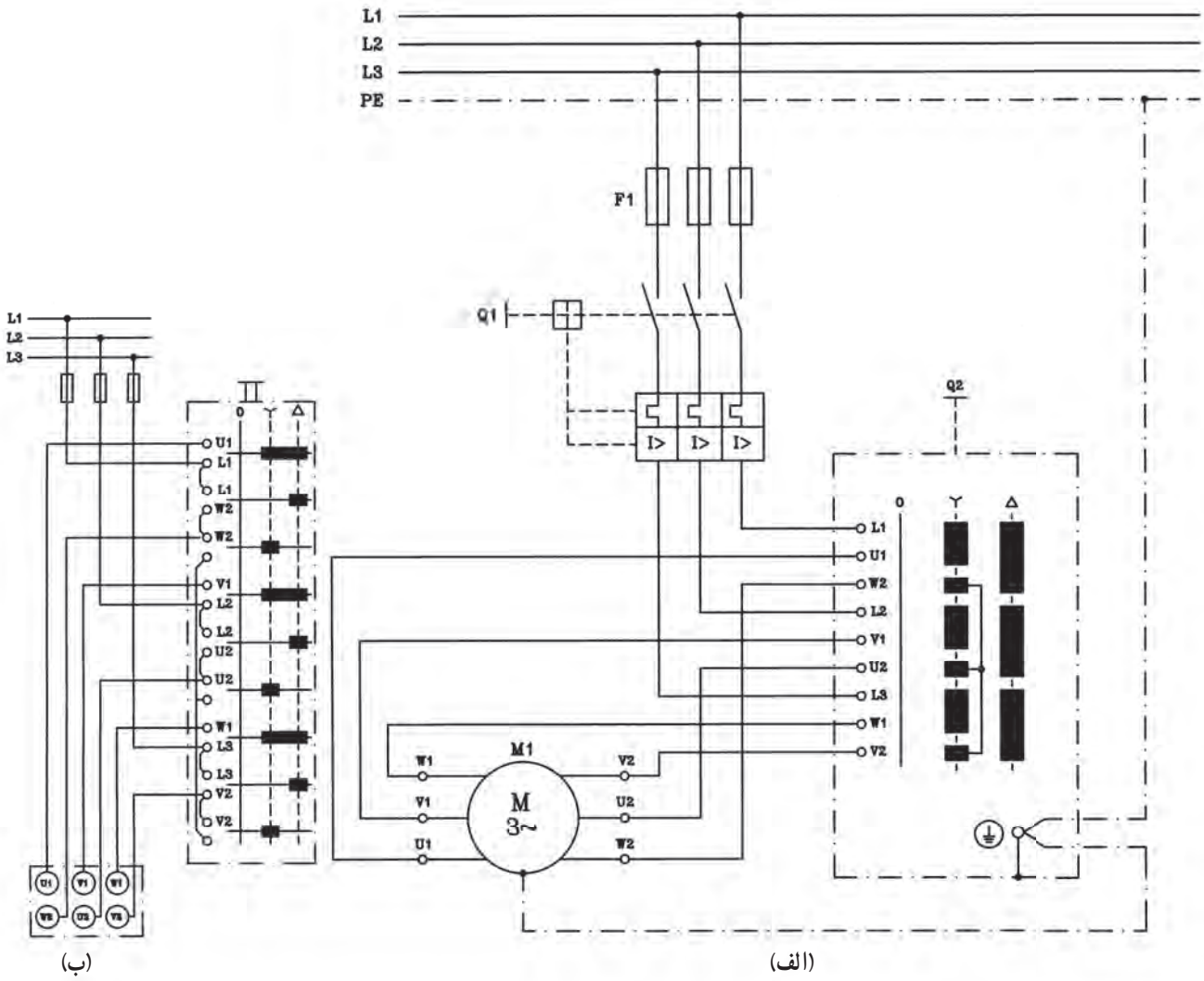
M_1 = موتور سه فاز

الف‌ــ مدار کلید غلطکی چپ گرد و راست گرد

ب‌ــ مدار کلید زبانه‌ای چپ گرد و راست گرد

شکل ۵۱ ــ۲

۲ــ۱۷ــ۲ــ شکل۵۲ــ۲ــ الف نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره ــ مثلث توسط کلید غلطکی دستی سه فاز ستاره ــ مثلث را نشان می‌دهد. شکل ۵۲ــ۲ــ ب نقشه‌ی مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز به‌صورت ستاره ــ مثلث توسط کلید دستی زبانه‌ای سه فاز ستاره ــ 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

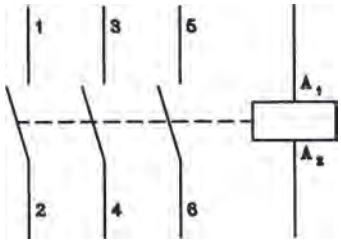
M_1 = موتور سه فاز [۳۸۰v/۶۶۰v در شبکه‌ی برق ایران]

شکل ۵۲ــ۲

۱۸ــ۲ــ علائم اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوپ و استارت

۱ــ۱۸ــ۲ــ شکل ۵۳ــ۲ علامت اختصاری کنتاکتور را با کنتاکت‌های اصلی نشان می‌دهد.

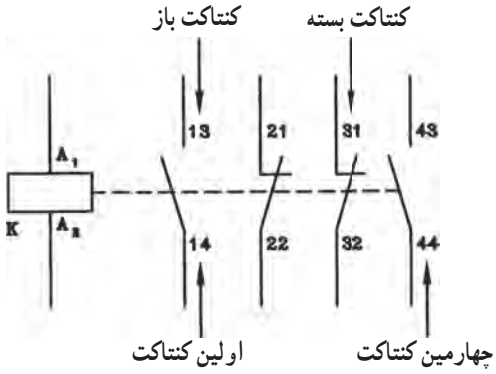
A_1A_2 دو سر بوبین کنتاکتور و سه تیغه‌ای که با شماره‌های ۱ تا ۶ مشخص شده‌اند کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور می‌باشد.



شکل ۵۳ــ۲

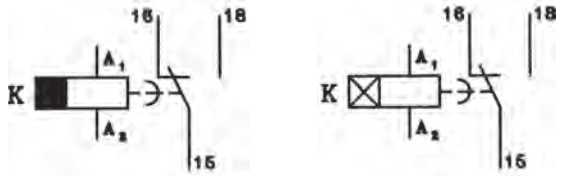
۲ــ۱۸ــ۲ــ شکل ۵۴ــ۲ علامت اختصاری کنتاکتور را با کنتاکت‌های کمکی نشان می‌دهد. این کنتاکتور دارای دو کنتاکت باز (بسته شونده S یا NO) و دو کنتاکت بسته (بازشونده ö یا NC) می‌باشد.

شماره‌های سمت راست کنتاکت‌های کمکی نشانه کنتاکت‌های بسته با اعداد ۱ و۲ و کنتاکت‌های باز با اعداد ۳ و ۴ می‌باشند. شماره‌های سمت چپ نشان‌دهنده ردیف کنتاکت می‌باشد.



شکل ۵۴ــ۲

۳ــ۱۸ــ۲ــ شکل ۵۵ــ۲ علامت اختصاری رله زمانی را نشان می‌دهد.

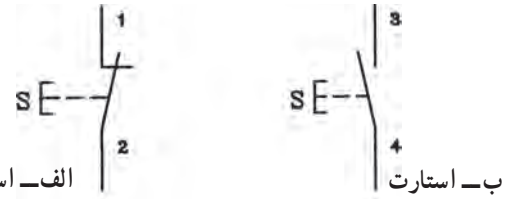


الف ــ رله زمانی تأخیر در قطع

ب ــ رله زمانی تأخیر در وصل

شکل ۵۵ــ۲

۴ــ۱۸ــ۲ــ شکل ۵۶ــ۲ علامت اختصاری شستی‌های استوپ و استارت را نشان می‌دهد.



الف ــ استوپ

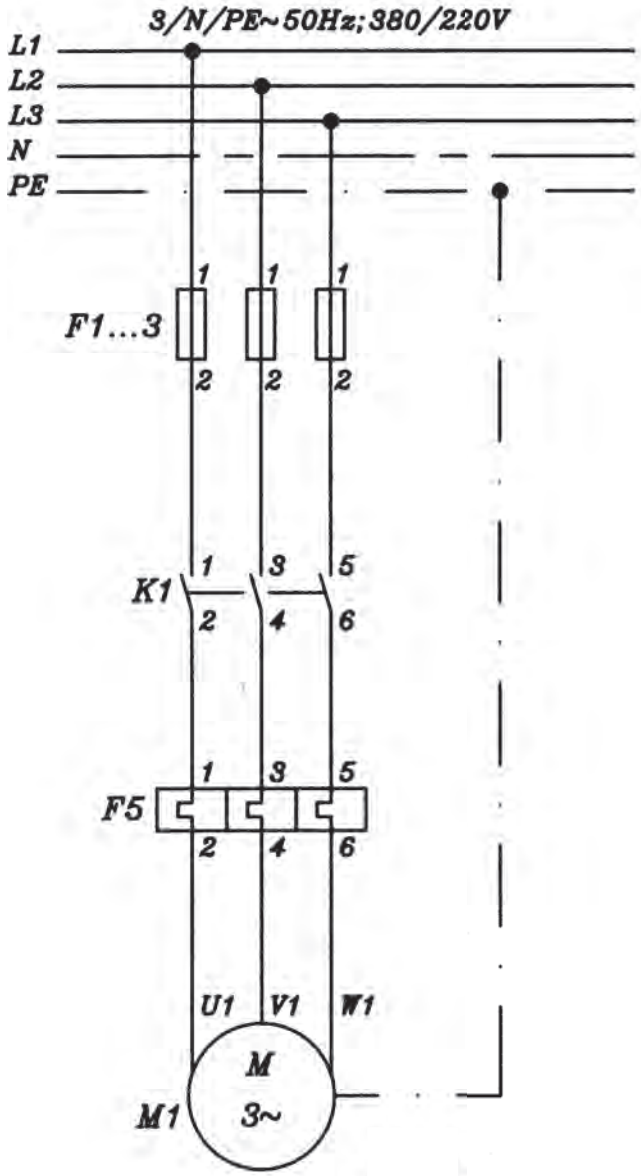
ب ــ استارت

شکل ۵۶ــ۲

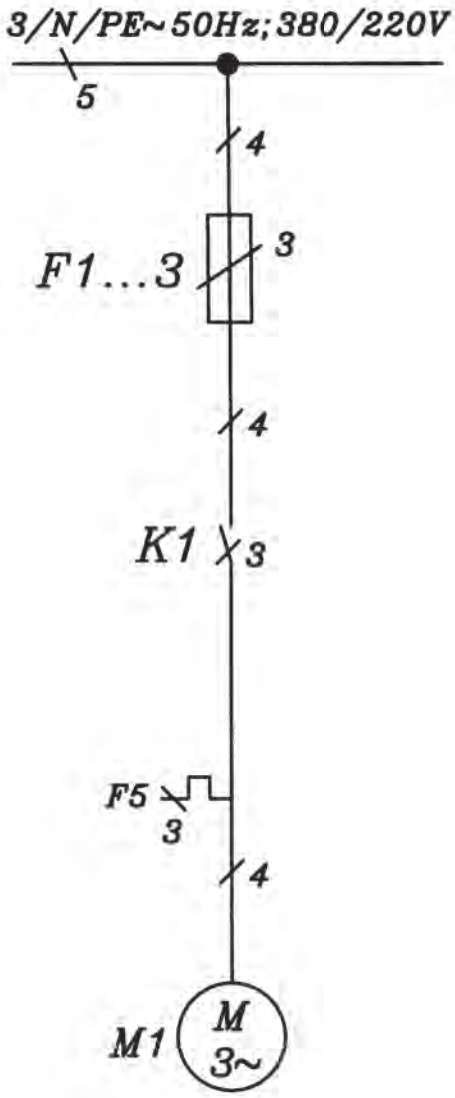
۱۹ــ۲ــ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت

۱ــ۱۹ــ۲ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز

کنترل از یک نقطه و دو نقطه: شکل ۵۷ــ۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.



الف ــ نقشه‌ی قدرت



ب ــ نقشه‌ی تک خطی

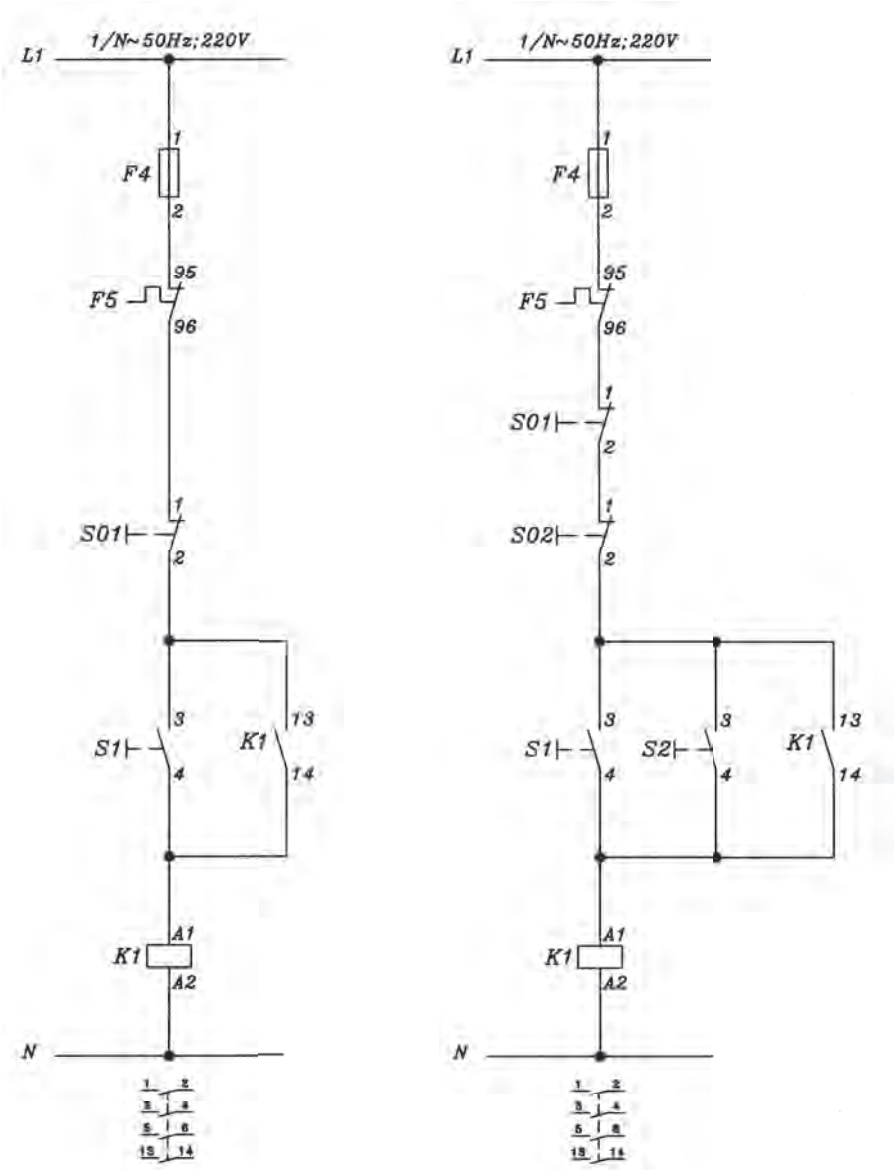
شکل ۵۷ــ۲

شکل ۵۸ــ۲ نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.

ــ نقشه‌ی فنی راه‌اندازی یک الکتروموتور از دو نقطه

ــ کنترل از یک نقطه (یک استوپ SO1 برای خاموش‌کردن مدار و یک استارت S1 برای روشن کردن مدار)

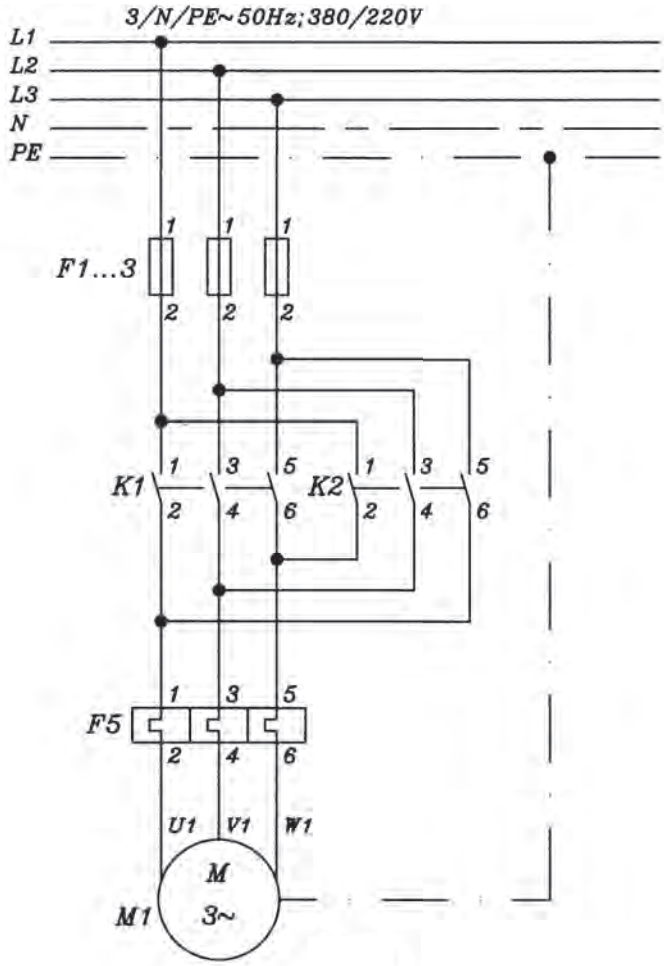
ــ کنترل از دو نقطه (دو استوپ SO1 و SO2 برای خاموش‌کردن مدار از دو محل و دو استارت S1 و S2 برای روشن‌کردن مدار از دو محل)



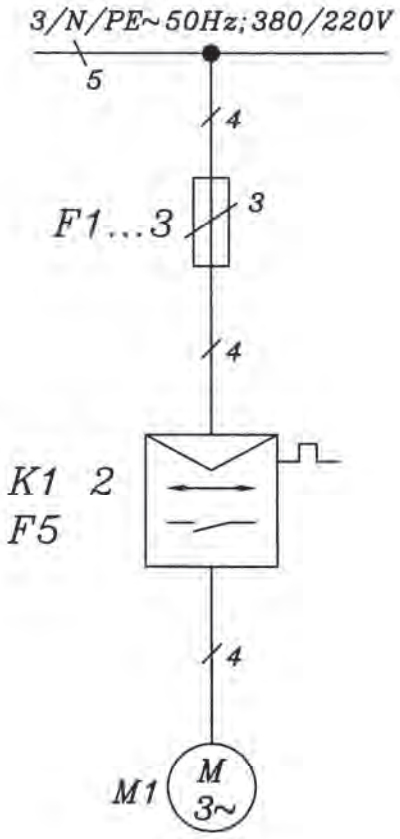
شکل ۵۸ــ۲

۲ــ۱۹ــ۲ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز چپ گرد و راست‌گرد: شکل ۵۹ــ۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد را نشان می‌دهد.

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



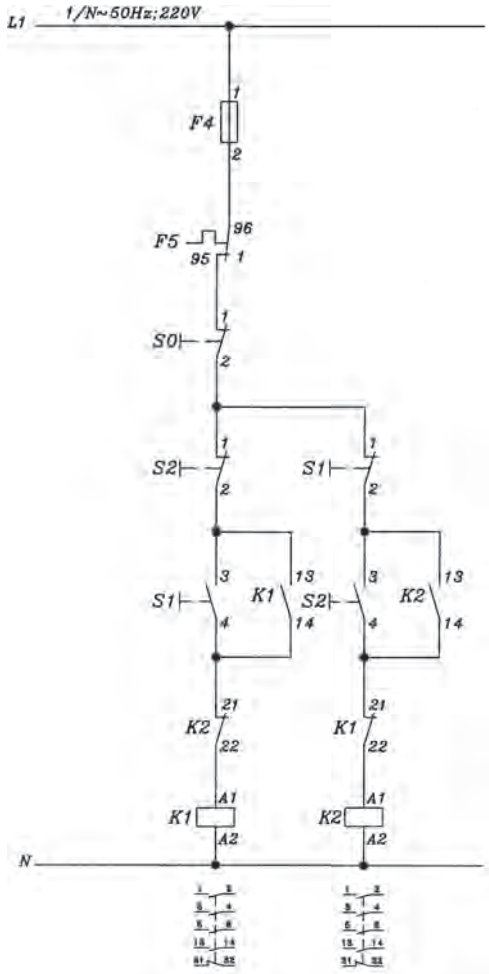
الف ــ نقشه‌ی قدرت



ب ــ تک سیمه (تک‌خطی)

شکل ۵۹ــ۲

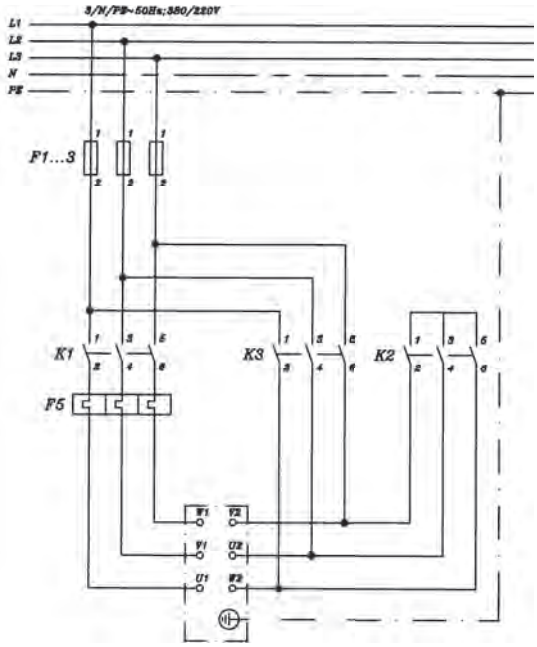
شکل ۶۰ــ۲ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌طریق چپ گرد و راست گرد با یک استوپ (S_0) و دو استارت استوپ دوبل (S_1 و S_2) حفاظت کامل را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰ــ۲

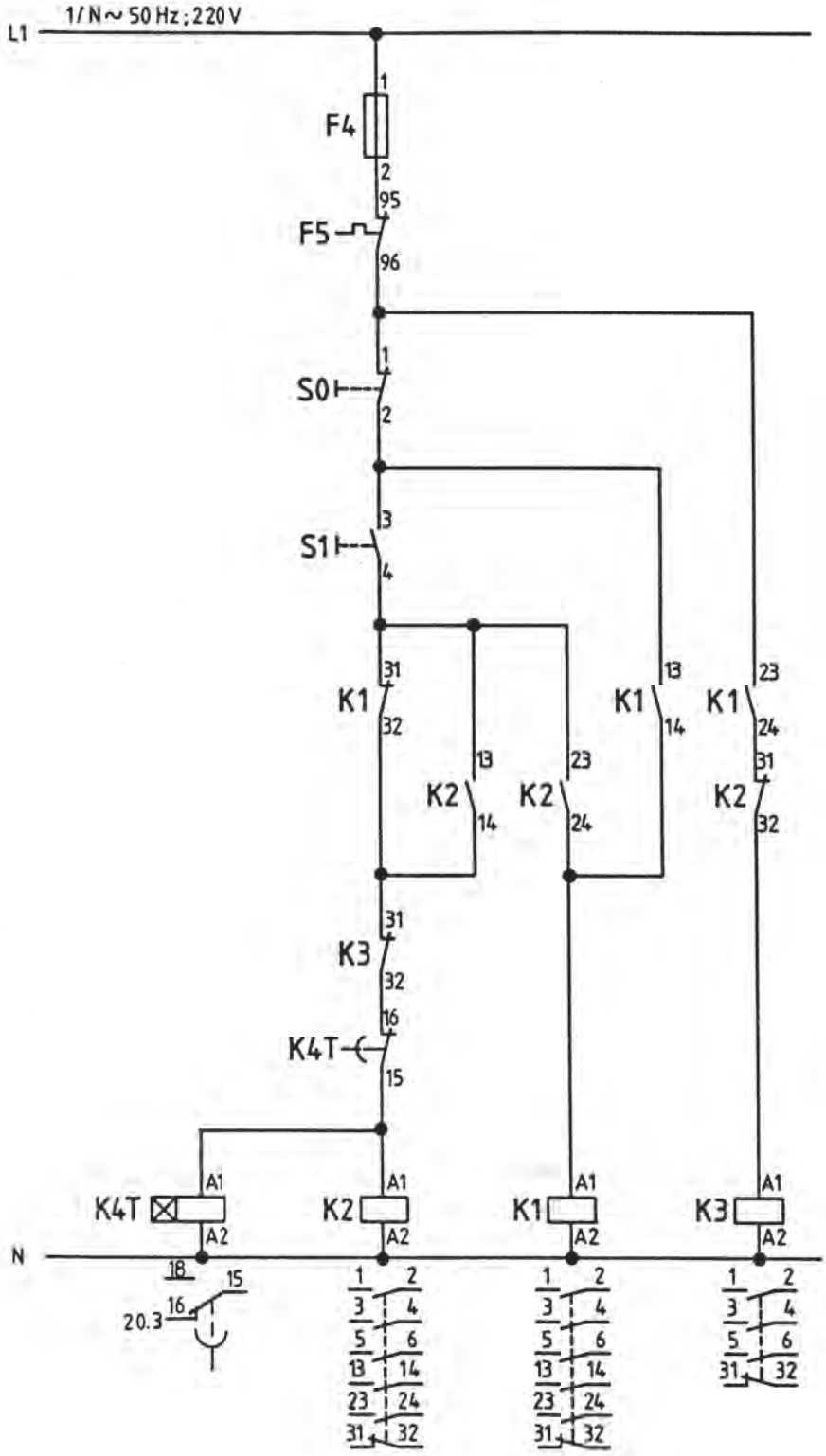
۳ــ۱۹ــ۲ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌طریق ستاره مثلث:

شکل ۶۱ــ۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز به طریق ستاره مثلث را نشان می‌دهد.



شکل ۶۱ــ۲

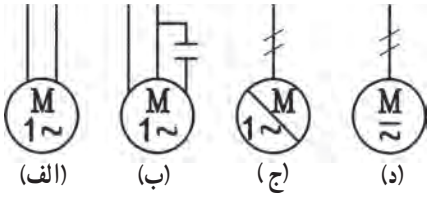
شکل ۶۲ـ۲ مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌طریق ستاره مثلث اتوماتیک (با استفاده از رله‌زمانی K_4T تأخیر در وصل) را نشان می‌دهد.



شکل ۶۲ـ۲

۲۰ــ۲ــ علائم اختصاری الکتروموتورهای یک فاز

شکل ۶۳ــ۲ علائم اختصاری انواع الکتروموتورهای تک‌فاز را نشان می‌دهد.



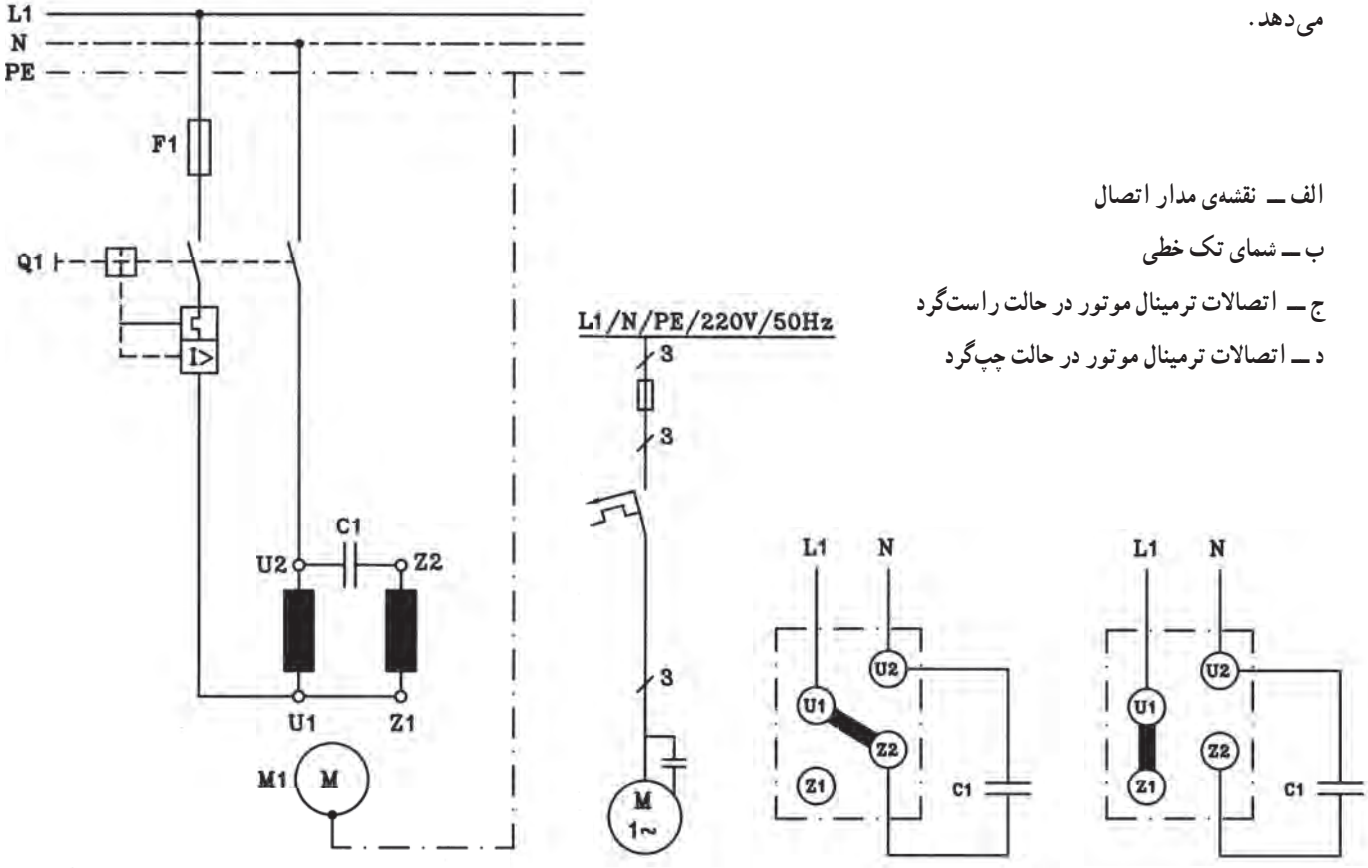
الف ــ الکتروموتور یک فاز با سیم‌پیچ راه انداز
ب ــ الکتروموتور یک فاز خازنی
ج ــ الکتروموتور یک فاز رپولسیونی
د ــ الکتروموتور اونیورسال

شکل ۶۳ــ۲

۲۱ــ۲ــ مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای تک‌فاز توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور

۱ــ۲۱ــ۲ــ شکل ۶۴ــ۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور تک‌فاز خازنی (خازن راه‌انداز) توسط کلید دستی Q_1 را نشان می‌دهد.

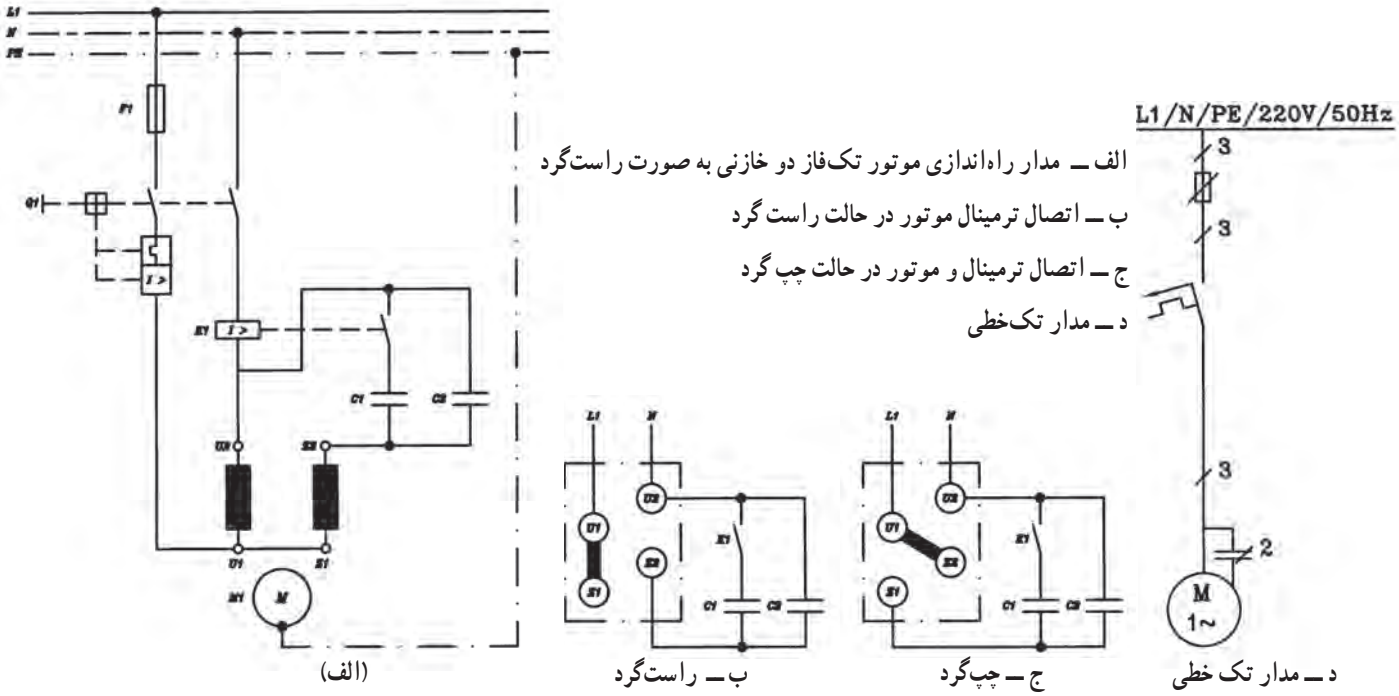
الف ــ نقشه‌ی مدار اتصال
ب ــ شمای تک خطی
ج ــ اتصالات ترمینال موتور در حالت راست‌گرد
د ــ اتصالات ترمینال موتور در حالت چپ‌گرد



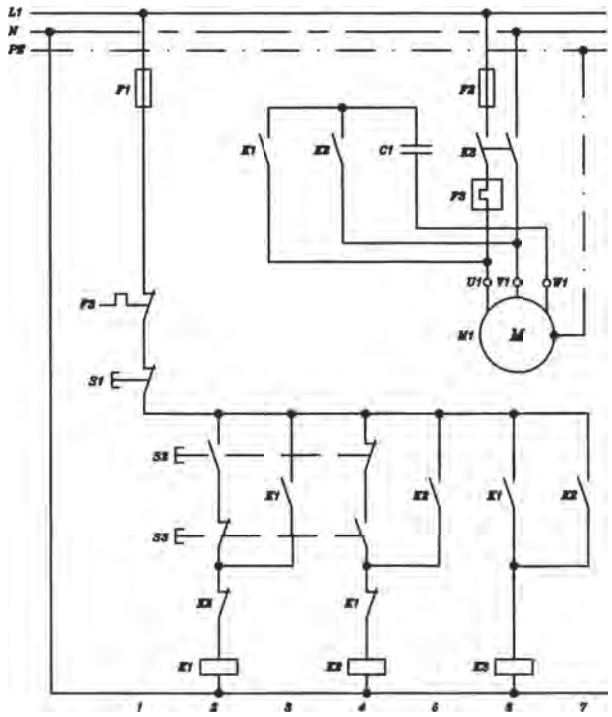
الف ــ شمای حقیقی
ب ــ شمای تک خطی
ج ــ راست‌گرد
د ــ چپ‌گرد

شکل ۶۴ــ۲

۲ــ۲۱ــ۲ــ شکل ۶۵ــ۲ 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 می‌دهد.



شکل ۶۵ــ۲



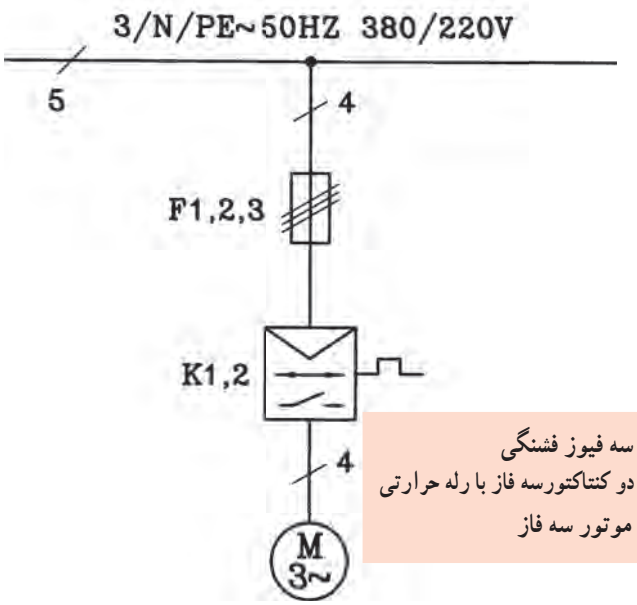
۳ــ۲۱ــ۲ــ شکل ۶۶ــ۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز تک فاز شده توسط خازن و کنتاکتور K_3 و کنتاکتورهای کمکی K_1 و K_2 به طریق چپ گرد و راست گرد با استفاده از رله حرارتی (F_3)، استوپ (S_1) و استارت‌های دوبل (S_2 و S_3) را نشان می‌دهد.

شکل ۶۶ــ۲

۲۲ــ۲ــ نقشه‌های راه‌اندازی موتورها به‌وسیله‌ی کنتاکتورها

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

۱ــ۲۲ــ۲ــ نقشه‌ی تک خطی: در نقشه‌ی تک خطی، مدار با یک خط رسم می‌شود و تعداد سیم‌ها و وسایل الکتریکی روی آن‌ها مشخص می‌شود.

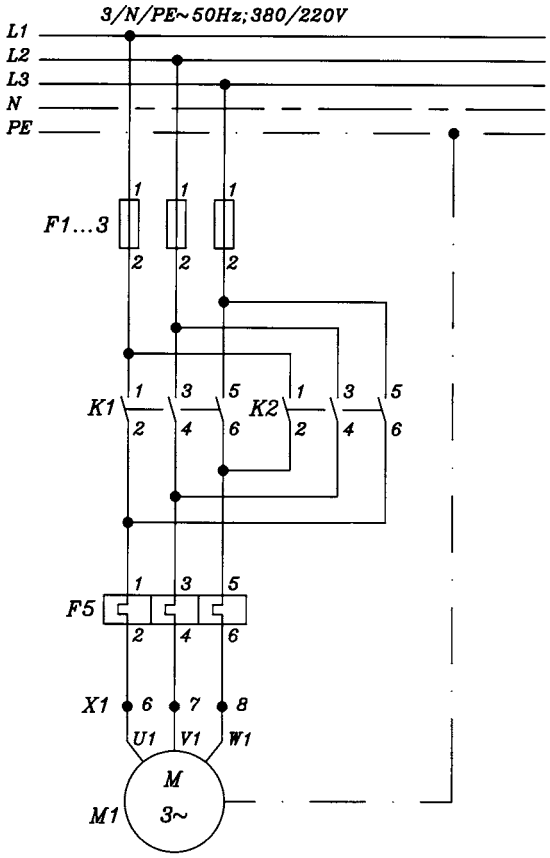


شکل ۶۷ــ۲ــ نقشه تک خطی

شکل ۶۷ــ۲ 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.

۲ــ۲۲ــ۲ــ نقشه گسترده یا مسیر جریان: نقشه مسیر جریان تمامی مدار قدرت و فرمان را با مشخصات و جزییات کامل نشان می‌دهد. مسیر جریان در مدار قدرت از سه فاز که به طرف مصرف کننده می‌رود تشکیل شده است. در مسیر جریان به سیم‌ها و کلیه وسایل مورد استفاده در مدار شماره‌هایی اختصاصی می‌یابد. هر مسیر نیز با شماره‌هایی مانند ۱ و ۲ و ۳ و ... مشخص می‌شود. شکل ۶۸ــ۲ نقشه مسیر جریان مدار قدرت راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌صورت چپ گرد و راست گرد توسط کنتاکتور همراه با رله حرارتی را نشان می‌دهد.



شکل ۶۸ــ۲ــ مدار قدرت راه اندازی الکتروموتور سه فاز به‌صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

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

نقشه‌ی گسترده یا مسیر جریان مدار فرمان بدین ترتیب است که فاز و نول و یا دو فاز (بستگی به ولتاژ بوبین‌های کنتاکتورها و رله دارد که ۲۲۰ ولت باشند یا ۳۸۰ ولت) در دو طرف عناصر مدار رسم، و وسایل الکتریکی بین آن‌ها واقع می‌شوند (شکل ۶۹ــ۲).

در نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان،در زیر مسیر کنتاکتورها و رله‌ها جدولی درج می‌شود که نشان دهنده تعداد کنتاکت‌های اصلی (قدرت) و فرعی (فرمان) باز و بسته و همچنین معرفی این کنتاکت‌ها در شماره مسیرهای مختلف می‌باشد (شکل۶۹ــ۲).

حروف به‌کار رفته در جدول عبارتند از :

H = کنتاکت اصلی (قدرت)

Ö = کنتاکت بازشونده (کنتاکت بسته) (فرمان)

S = کنتاکت بسته شونده (کنتاکت باز) (فرمان)

مثلاً جدول

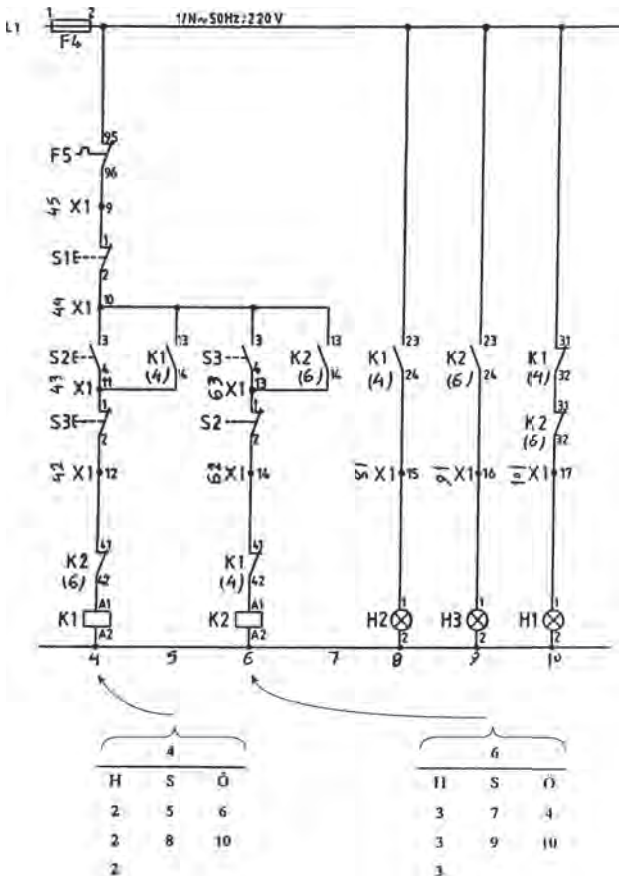
۴		
H	S	Ö
۲	۵	۶
۲	۸	۱۰
۲		

در روبرو کنتاکتور K_1 در مسیر جریان ۴ (شکل ۶۹ــ۲) در مدار فرمان، نشان‌دهنده‌ی این است که سه کنتاکت اصلی در مسیر ۲ و دو کنتاکت بسته‌شونده‌ی (باز) این کنتاکتور در مسیرهای ۵ و ۸ و دو کنتاکت بازشونده‌ی (بسته) این کنتاکتور در مسیرهای ۶ و ۱۰ قرار دارند.

شکل ۶۹ــ۲ نقشه‌ی مدار فرمان مسیر جریان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به‌صورت چپ گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور همراه با رله‌ی حرارتی و لامپ‌های سیگنال H_1 و H_2 و H_3 را نشان می‌دهد.

در زیر کنتاکت‌های باز و بسته‌ی کنتاکتورها و رله‌ها در مدار فرمان، عدد مسیر جریان بوبین آن کنتاکتور و یا رله در داخل پرانتز نوشته می‌شود. مثلاً عدد (۴) زیر کنتاکت باز کنتاکتور K_1 نشان می‌دهد که بوبین کنتاکتور K_1 در مسیر ۴ می‌باشد. سیم‌هایی که به ترمینال موجود در تابلو وصل می‌شوند و توسط کنتاکت‌ها، سیم‌پیچ‌ها، مقاومت‌ها، ... در داخل تابلو فرمان قطع‌شدگی ندارند را با یک عدد مشخص می‌کنند. این عدد از شماره‌ی مسیر جریان و یک عدد دیگر تشکیل شده است و از پایین به بالا از ۱ شماره گذاری می‌شود. مثلاً 15 | X_1 شماره‌ی سیمی است که در مسیر ۸ قرار دارد و اولین سیم از پایین به بالا است که به ترمینال شماره ۱۵ وصل می‌شود.

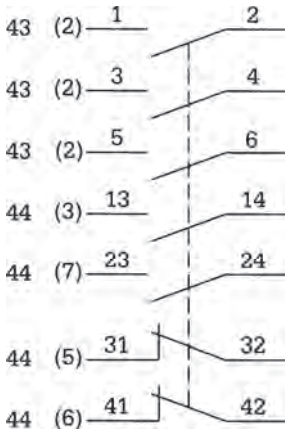
امروزه کنتاکت‌های باز و بسته‌ی هر کنتاکتور و یا هر رله، در زیر بوبین کنتاکتورها و رله‌ها در مدار فرمان، رسم و شماره‌های



شکل ۶۹ــ۲ــ نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز به‌صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

مربوطه روی آن‌ها نوشته می‌شود. در سمت چپ کنتاکت‌های رسم‌شده، شماره‌ی مسیر جریان و در سمت چپ شماره‌ی مسیر جریان، شماره‌ی صفحه‌ای که نقشه روی آن رسم شده نوشته می‌شود (شکل ۷۰ـ۲).

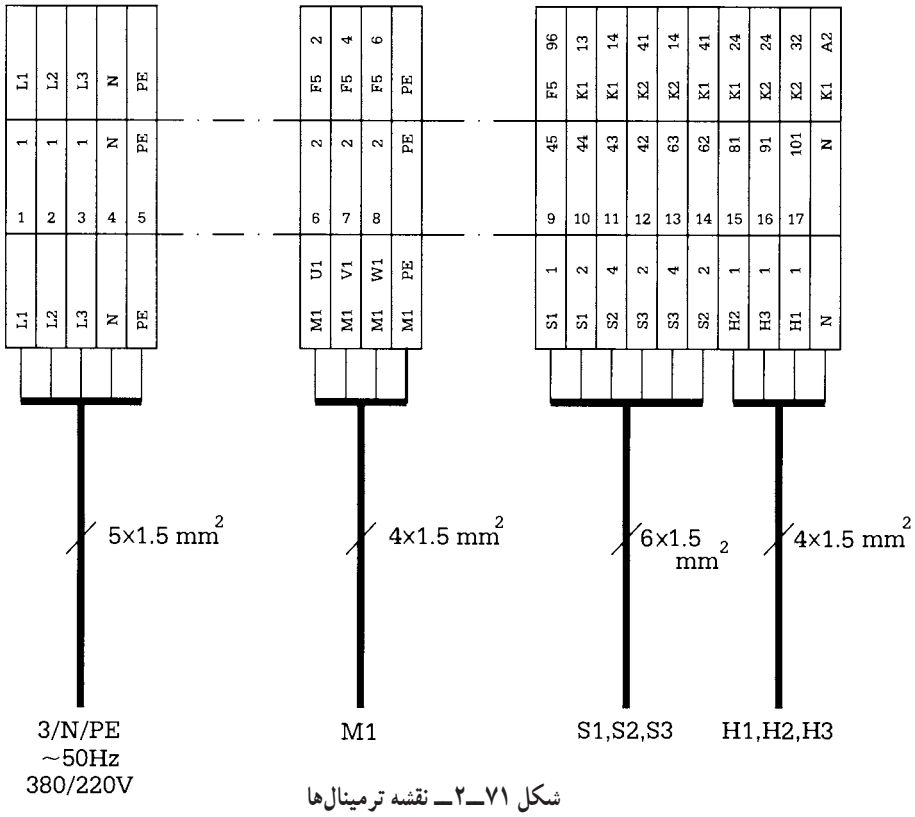
مثلاً در شکل ۷۰ـ۲ سه کنتاکت اصلی (۱ و ۲ ـ ۳ و ۴ـ ۵ و ۶) در مسیر شماره‌ی ۲ و در صفحه‌ی ۴۳ و کنتاکت باز ۱۳ و ۱۴ در مسیر شماره‌ی ۳ در صفحه‌ی ۴۴، کنتاکت باز ۲۳ و ۲۴ در مسیر شماره‌ی ۷ در صفحه‌ی ۴۴، کنتاکت بسته‌ی ۳۱ و ۳۲ در مسیر شماره‌ی ۵ در صفحه‌ی ۴۴ و کنتاکت بسته‌ی ۴۱ و ۴۲ در مسیر شماره‌ی ۶ در صفحه‌ی ۴۴ رسم شده‌اند.



شکل ۷۰ ـ۲

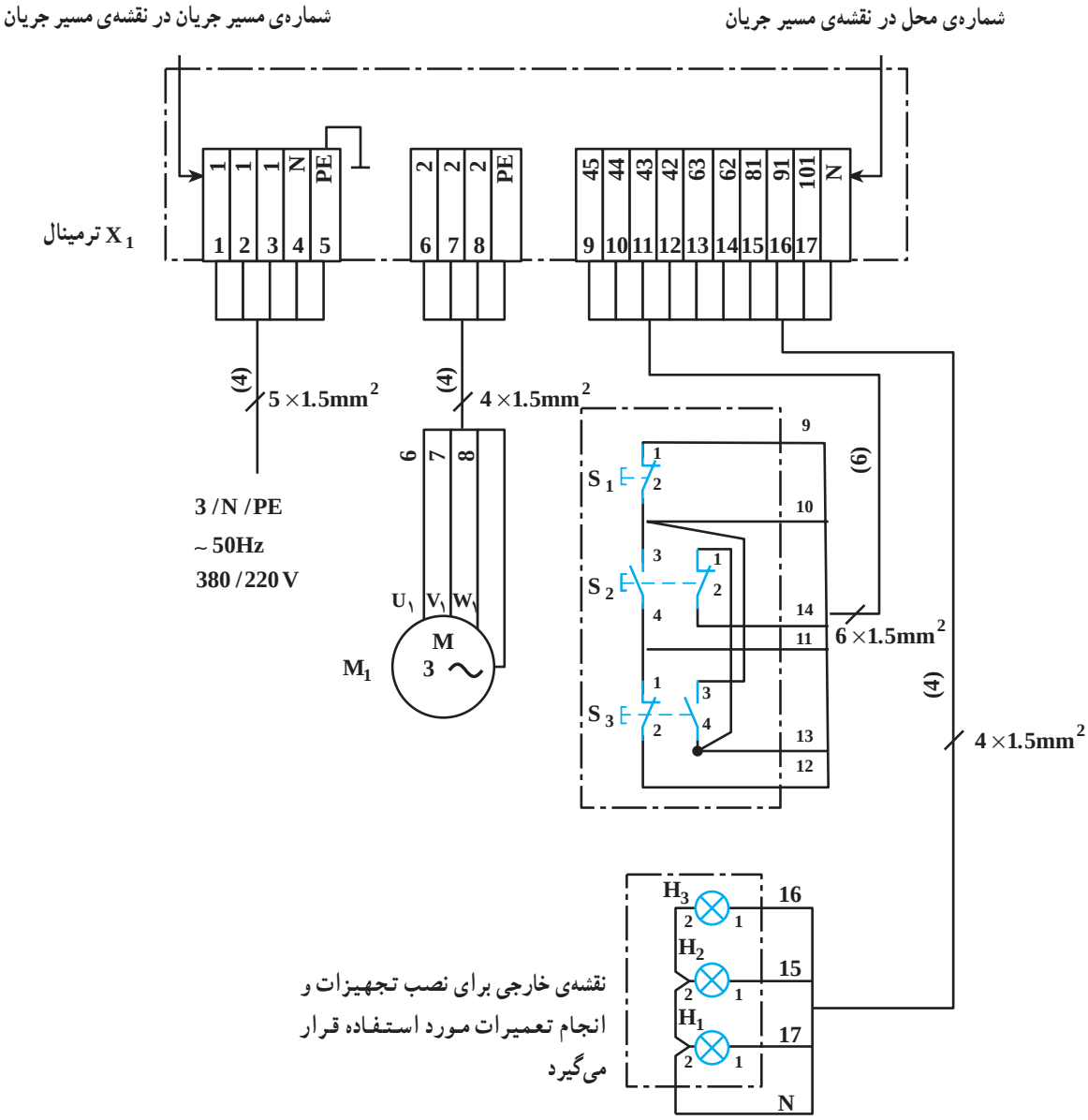
۳ـ۲۲ـ۲ـ نقشه‌ی ترمینال‌ها: در این نقشه ترمینال‌های تابلو به همراه سیم‌های ورودی و خروجی، ترسیم و شماره‌گذاری می‌شود و شماره‌ی سیم‌های نقشه در مسیر جریان، در روی ترمینال‌ها و در روی هر یک از سیم‌های ورودی و خروجی به ترمینال محل اتصال دیگر آن‌ها نوشته می‌شود. همچنین سطح مقطع سیم‌ها یا کابل‌ها را نیز مشخص می‌کنند (شکل ۷۱ـ۲).

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



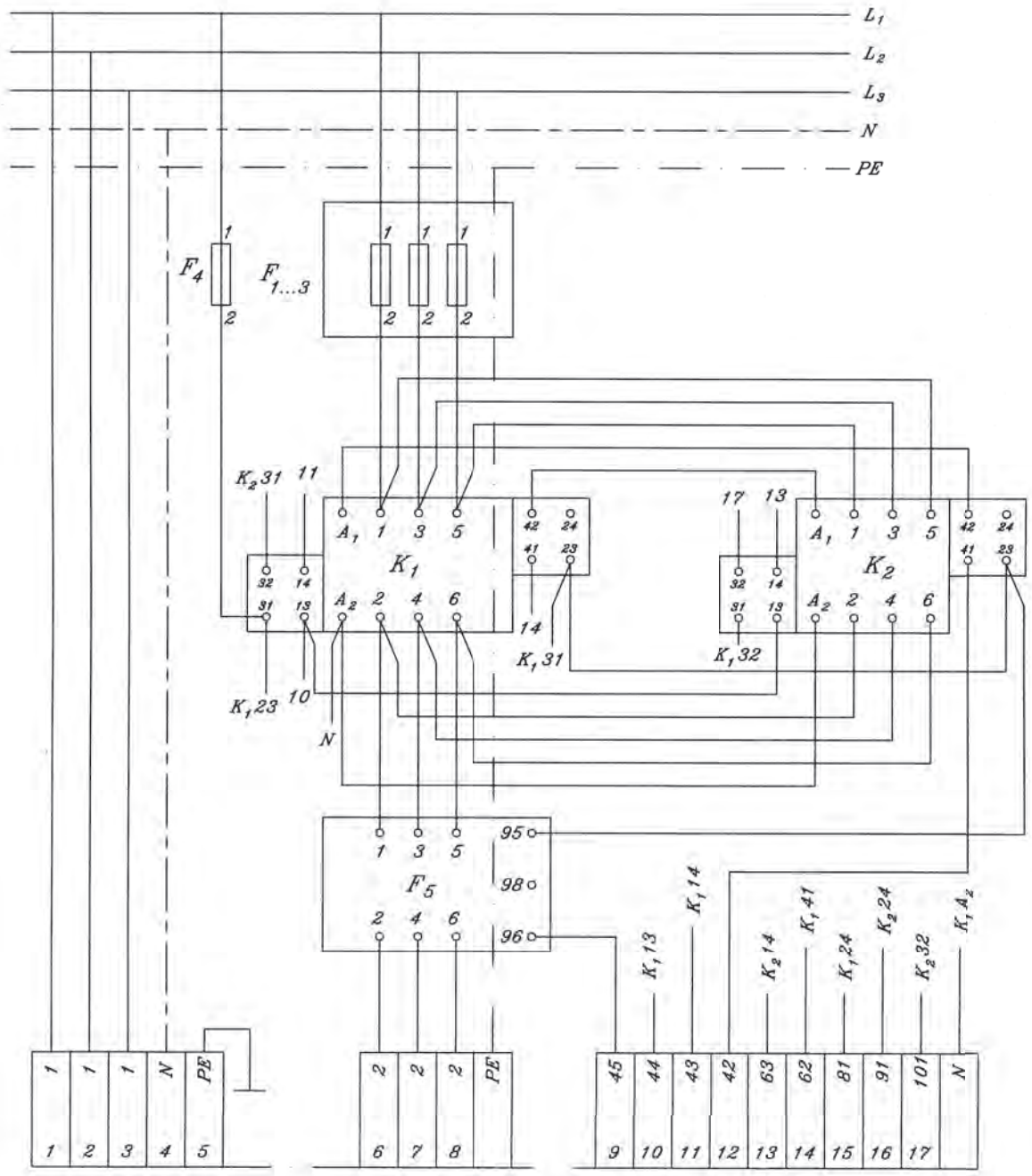
شکل ۷۱ـ۲ـ نقشه ترمینال‌ها

۴ــ۲۲ــ۲ــ نقشه‌ی اتصالات خارجی و مونتاژ: در نقشه‌ی اتصالات خارجی، اتصالات خارج تابلو که از ترمینال‌های تابلو توسط سیم به دستگاه‌های خارج تابلو می‌روند، رسم می‌شود. برای سادگی نقشه، همه‌ی سیم‌ها ترسیم نمی‌شوند بلکه آن‌ها را به‌صورت یک دسته ترسیم می‌کنند و در روی آن، تعداد سیم‌ها را در داخل پرانتز به‌طور عمودی روی دسته‌ی سیم می‌نویسند. همچنین در ابتدا و انتهای دسته‌ی سیم، شماره‌ی تک‌تک سیم‌ها را مشخص می‌کنند (شکل ۷۲ ــ۲).



شکل ۷۲ــ۲ــ نقشه‌ی اتصالات خارجی

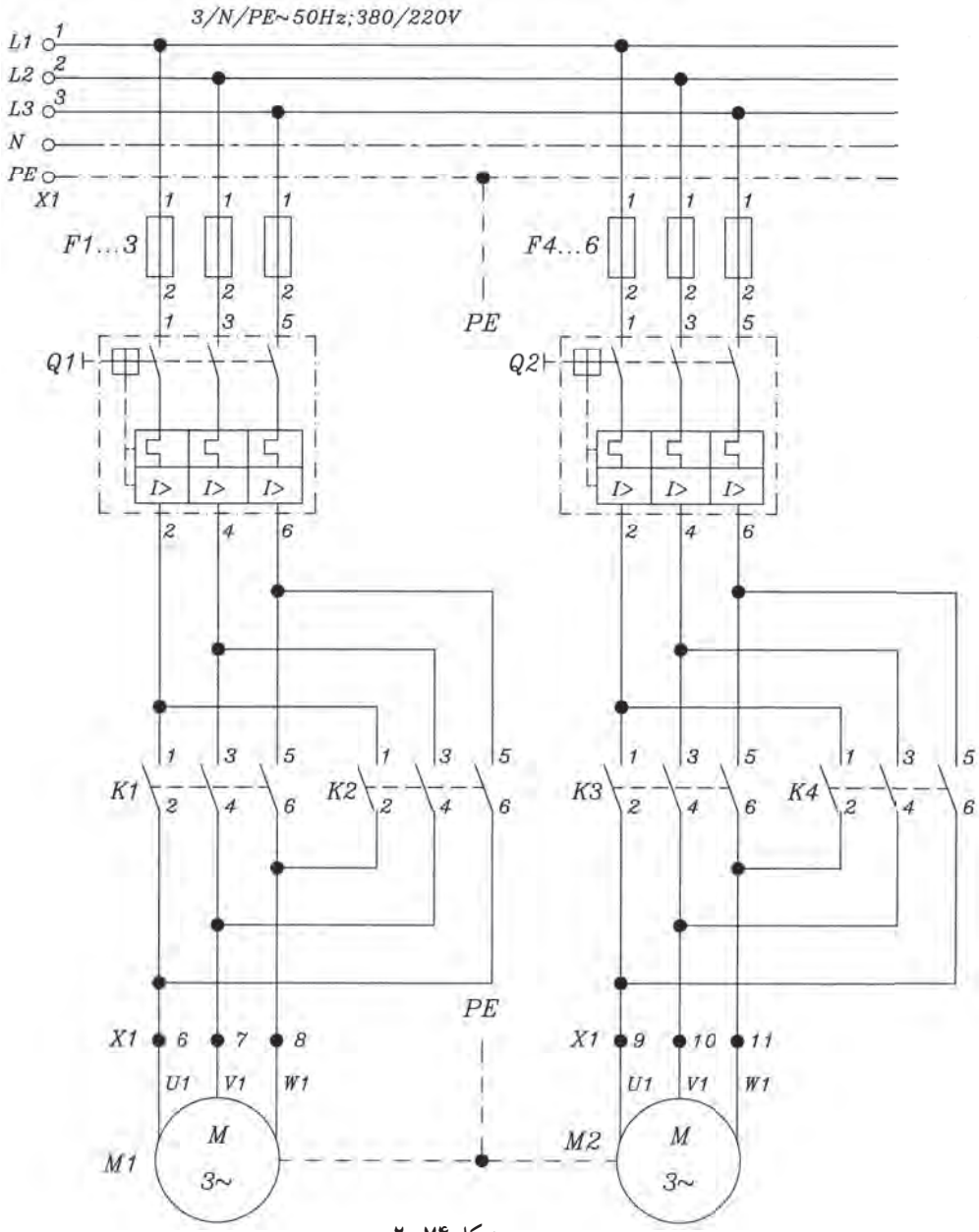
در تأسیسات الکتریکی بزرگ، علاوه بر نقشه‌ی مسیر جریان، از نقشه‌ی مونتاژ نیز استفاده می‌شود. این نقشه،تنها برای مونتاژ وسایل الکتریکی در تابلو فرمان و سیم‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۷۳ــ۲).



شکل ۷۳ــ۲ــ نقشه‌ی مونتاژ

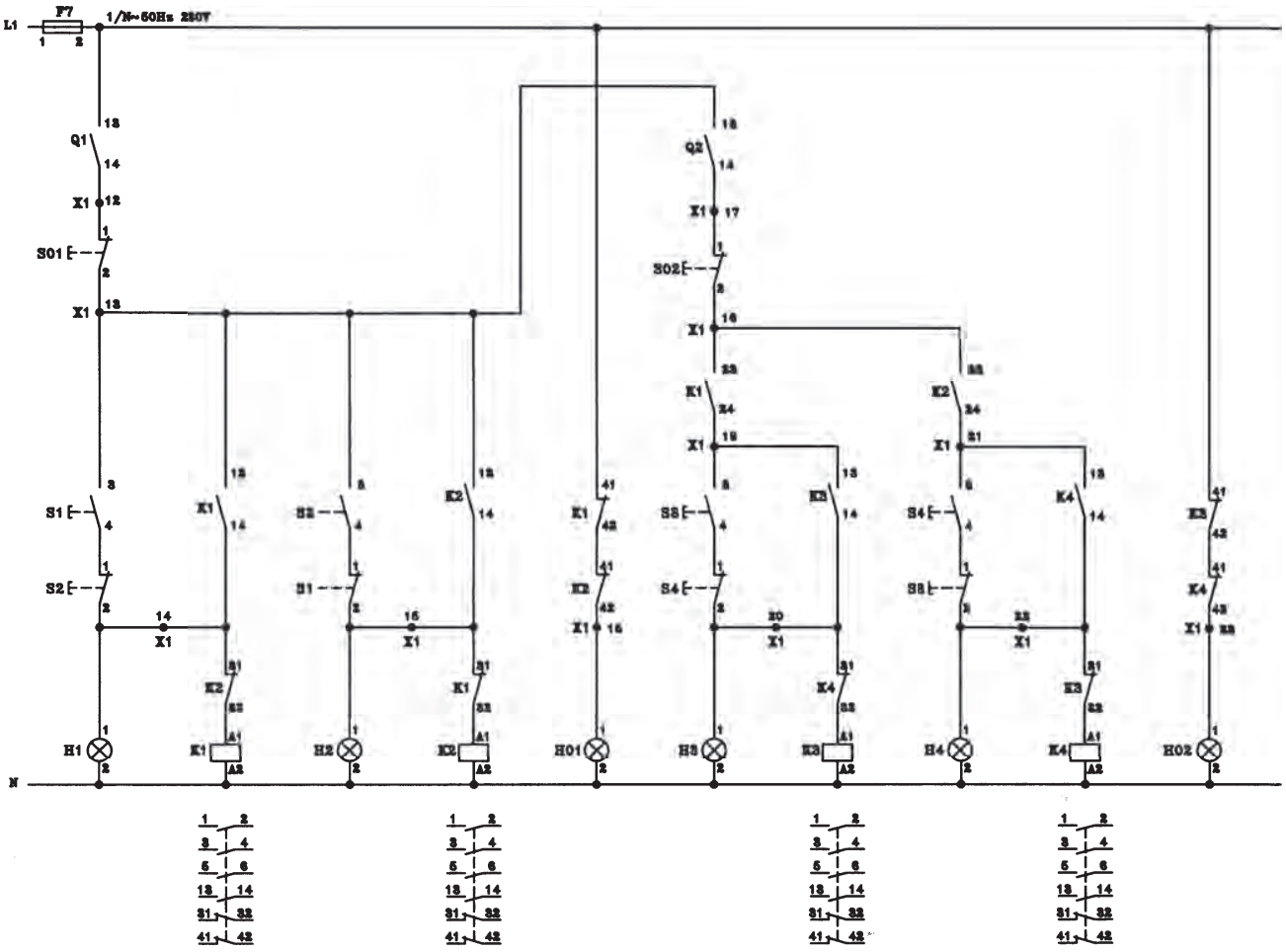
برای رسم نقشه‌ی مسیر جریان، از روش‌های دیگری نیز استفاده می‌شود. شکل‌های ۷۴ــ۲ و ۷۵ــ۲ نمونه‌ای از نقشه‌های مسیر جریان مدار فرمان و قدرت برای مدار راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به‌طریق چپ گرد و راست‌گرد یکی پس از دیگری (هر دو راست گرد کار می‌کنند و یا هر دو چپ گرد کار می‌کنند) را نشان می‌دهد. در این روش، شماره‌ی مسیرها با تقسیم‌بندی صفحه در بالای نقشه مشخص می‌شود.

شکل ۷۴ــ۲ مدار قدرت راه‌اندازی دو الکتروموتور سه‌فاز چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۷۴ــ۲

شکل ۷۵ـ۲ مدار فرمان راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به‌طریق چپ‌گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۷۵ـ۲

شکل ۷۶ـ۲ دیاگرام اتصال ترمینال را برای مدار راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد 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 F_1 یعنی پیچ شماره۱ فیوز F_1 ، ستون 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 L_1 توسط سیم نوع $NyM-I5\times15$ وصل می‌شوند.

کابل‌ها و سیم‌ها								مشخص‌کردن مقصد سیم‌ها		نوار ترمینال			مشخص‌کردن مقصد سیم‌ها	
				H07V-K1.5	NYM-I4x1.5	NYM-I4x1.5	NYM-I5x1.5	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 ۷۶ــ۲ــ دیاگرام اتصال ترمینال برای راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد یکی پس از دیگری

زمان : ۱ساعت

۲۳ــ۲ــ کار عملی شماره ۲: ترسیم مدارهای روشنایی

ترسیم مدار روشنایی کلید سری با پریز تک فاز ارت‌دار

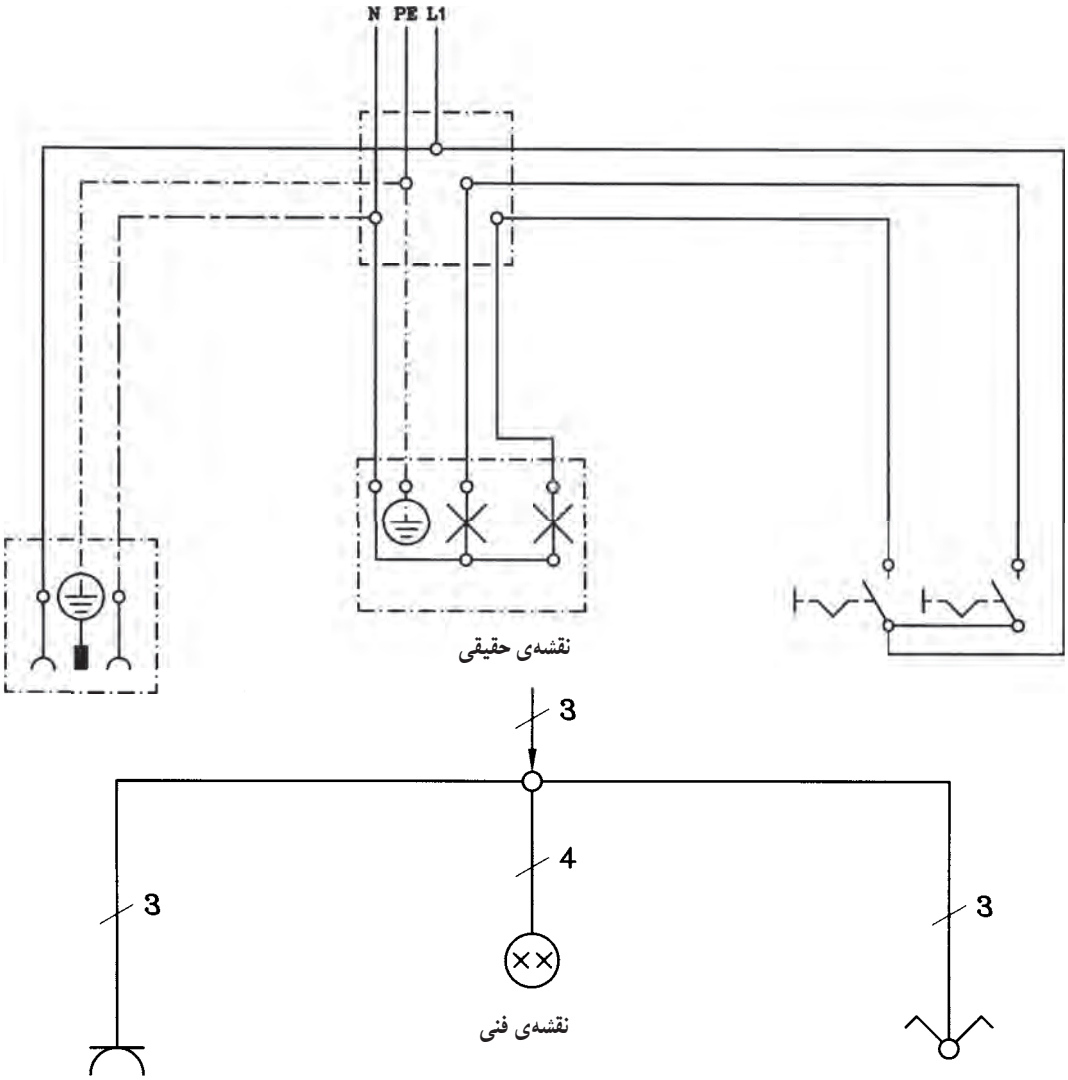
۱ــ۲۳ــ۲ــ وسایل مورد نیاز:

مداد ، مدادتراش، پاک‌کن ، کاغذ A_4 ، خط‌کش ، شابلون دایره ، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، میز کار ، صندلی، گونیا، نوارچسب

۲ــ۲۳ــ۲ــ 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 ۷۷ــ۲)



شکل ۷۷ــ۲ــ مدار کلید سری و پریز ارت‌دار

۲۴ــ۲ــ کار عملی شماره ۳: ترسیم مدارهای خبری

زمان : ۲ساعت

ترسیم مدار زنگ اخبار کنترل از سه محل

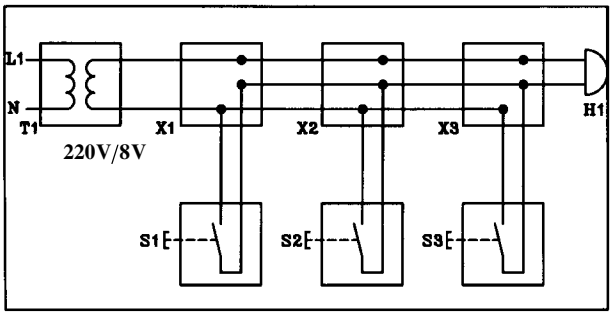
۱ــ۲۴ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A_4، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون علائم الکتریکی، شابلون حروف، تخته رسم، نوارچسب، گونیا، میز

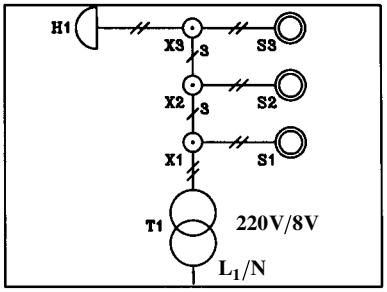
۲ــ۲۴ــ۲ــ مراحل انجام کار:

■ مدار حقیقی دربازکن برقی را مطابق شکل ۷۸ــ۲ روی کاغذ A_4 رسم کنید.

■ مدار تک خطی در بازکن را نیز روی همان کاغذ A_4 رسم کنید.



الف ــ مدار حقیقی



ب ــ مدار تک خطی

شکل ۷۸ــ۲ــ مدار زنگ اخبار

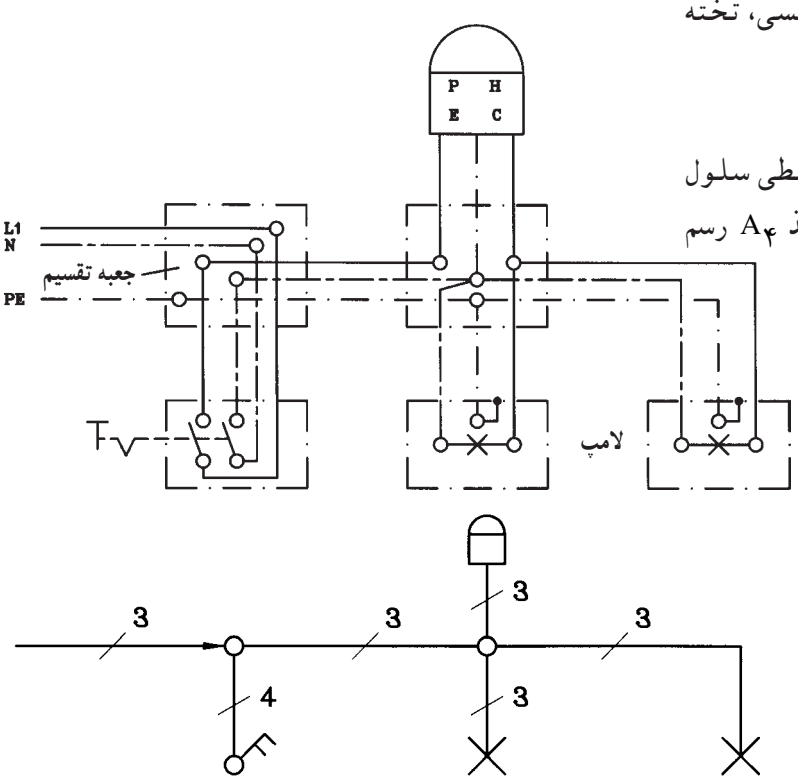
۲۵ــ۲ــ کار عملی شماره ۴: ترسیم مدار سلول فتوالکتریک

۱ــ۲۵ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A_4، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون علائم الکتریکی، شابلون حروف انگلیسی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲ــ۲۵ــ۲ــ مراحل انجام کار:

■ نقشه‌ی مدار حقیقی و مدار تک‌خطی سلول فتوالکتریک را با توجه به شکل ۷۹ــ۲ روی کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۷۹ــ۲ــ مدار فتوسل

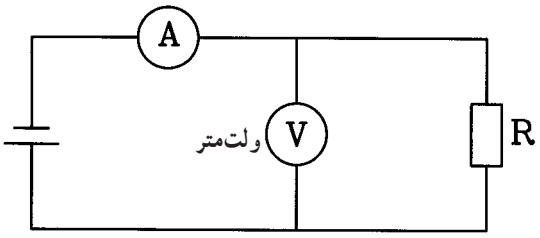
۲۶ـ۲ـ کار عملی شماره ۵: ترسیم مدارهای دستگاه‌های اندازه‌گیری

۱ـ۲۶ـ۲ـ وسایل موردنیاز:

مداد، پاک‌کن، مدادتراش، کاغذ A_4 ، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲ـ۲۶ـ۲ـ ترسیم مدار دستگاه‌های اندازه‌گیری آمپرمتر و ولت‌متر

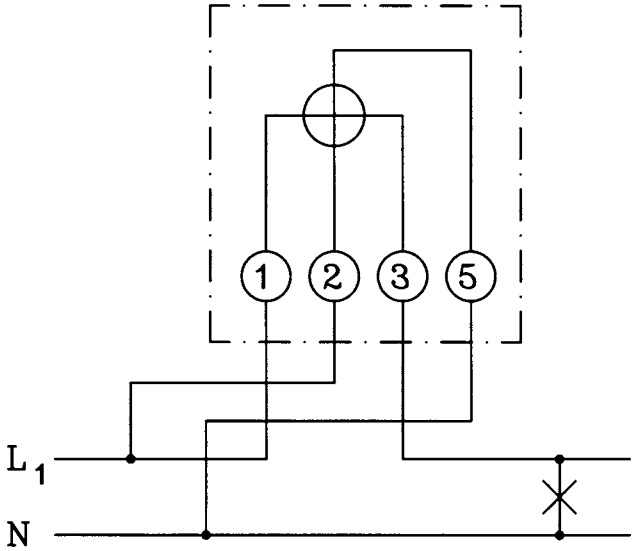
■ نقشه‌ی مدار شکل ۸۰ـ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۰ـ۲ـ قرارگیری ولت‌متر و آمپرمتردر مدار

۳ـ۲۶ـ۲ـ ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور تک فاز

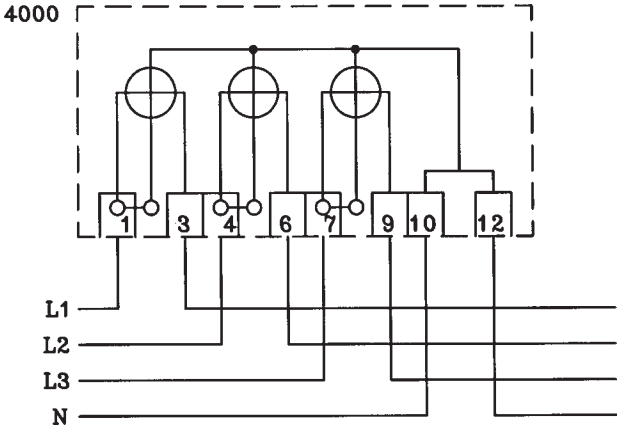
ـ نقشه‌ی مدار کنتور تک فاز شکل ۸۱ـ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۱ـ۲ـ مدار کنتور تک فاز

۴ـ۲۶ـ۲ـ ترسیم نقشه‌ی مدار کنتور سه فاز چهارسیمه

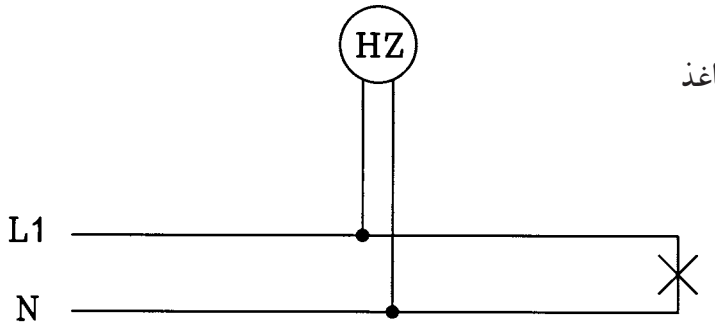
■ نقشه‌ی مدار سه فاز چهار سیمه شکل ۸۲ـ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۲ـ۲ـ مدار کنتور سه فاز چهار سیمه

۵ــ۲۶ــ۲ــ ترسیم نقشه‌ی اتصال فرکانس متر

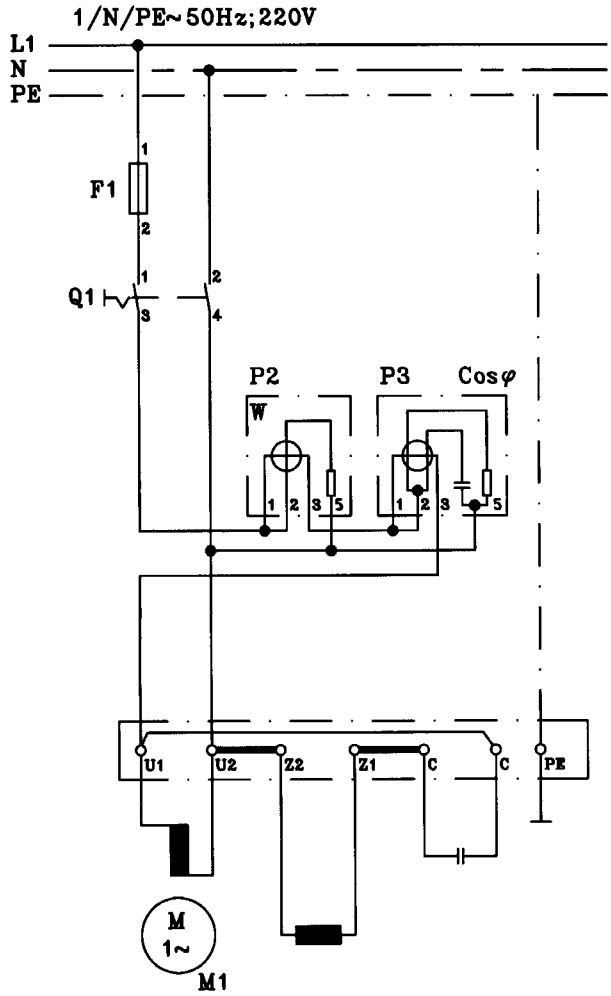
■ نقشه‌ی مدار فرکانس متر شکل ۸۳ ــ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۳ــ۲ــ مدار فرکانس متر

۶ــ۲۶ــ۲ــ ترسیم نقشه‌ی مدار وات‌متر تک فاز و کسینوس فی‌متر تک فاز

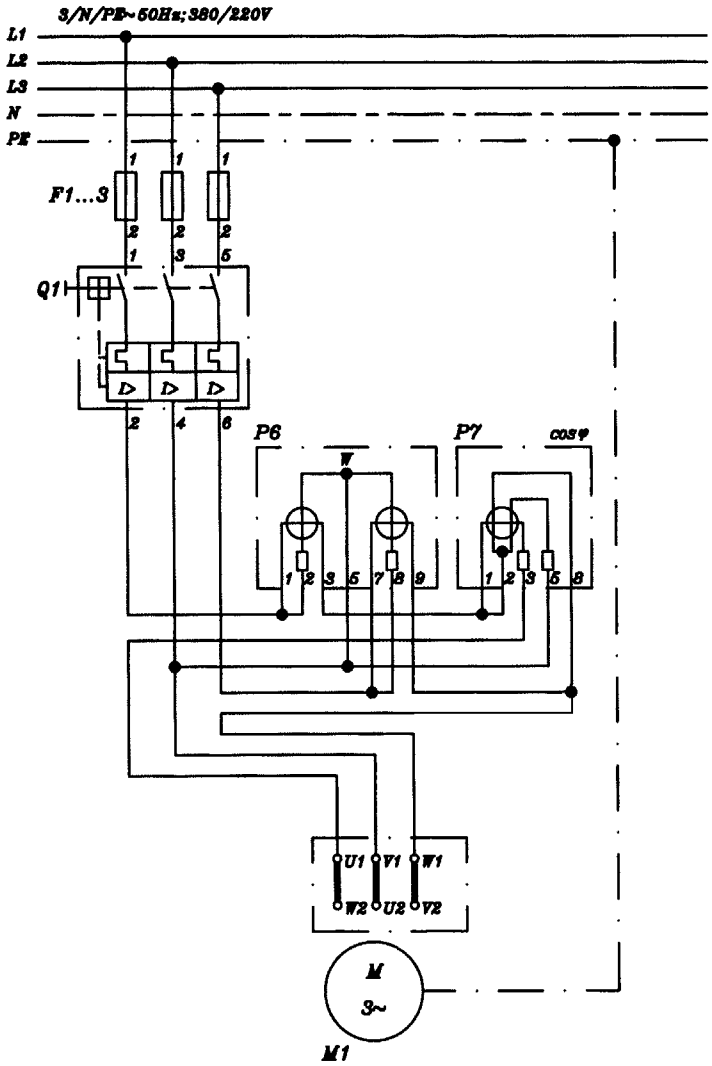
ــ نقشه‌ی مدار شکل ۸۴ــ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۴ــ۲ــ مدار اندازه‌گیری توان و ضریب قدرت در تک فاز

۷ــ۲۶ــ۲ــ ترسیم نقشه‌ی مدار وات‌متر سه فاز و کسینوس‌فی‌متر سه‌فاز

ــ نقشه‌ی شکل ۸۵ــ۲ مدار وات‌متر سه‌فاز و کسینوس‌فی‌متر سه فاز را در کاغذ A۴ رسم کنید.



شکل ۸۵ــ۲ــ مدار اندازه‌گیری توان اکتیو و ضریب قدرت در سه فاز

۲۷ــ۲ــ کار عملی شماره ۶: ترسیم نقشه ژنراتور سه فاز

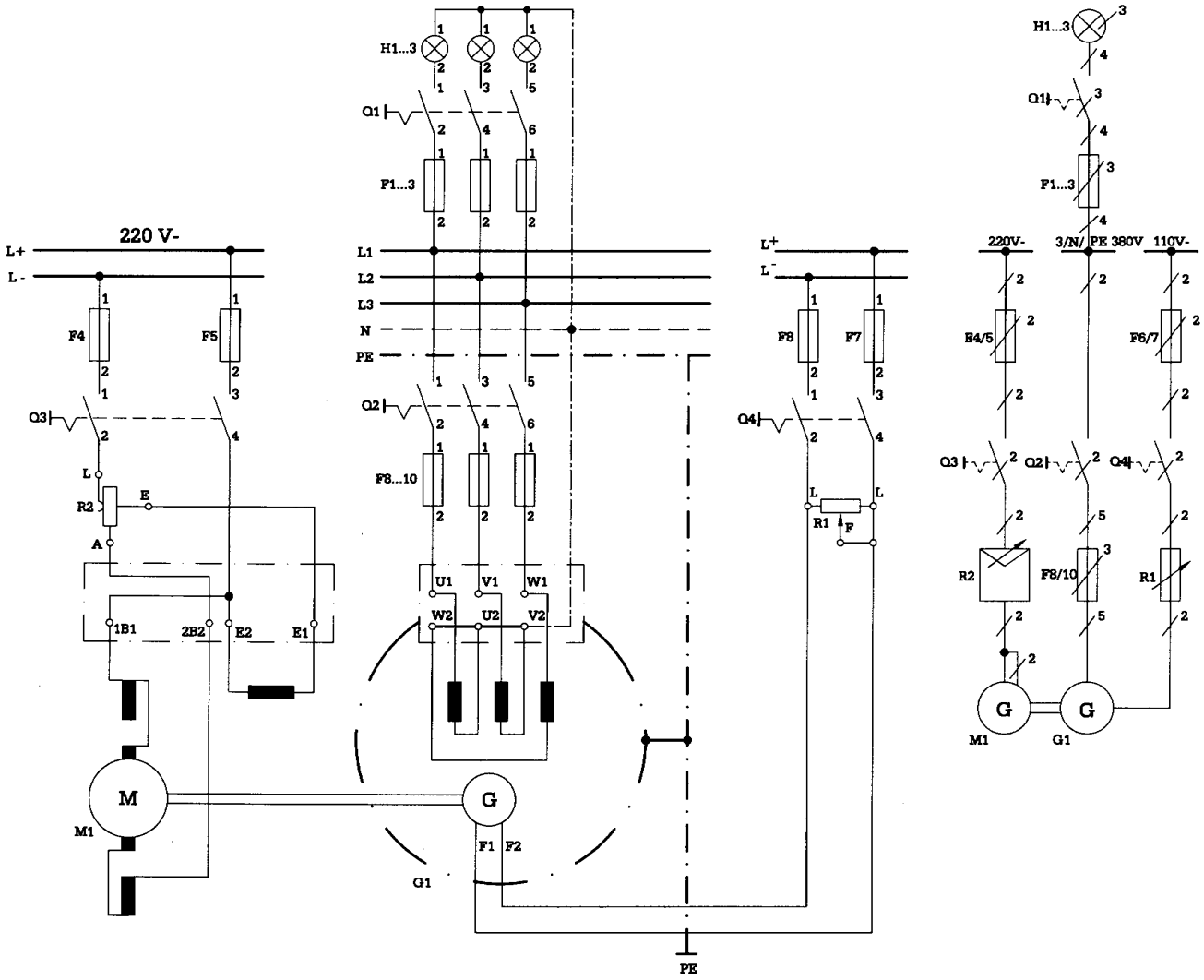
زمان : ۳ساعت

۱ــ۲۷ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

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

۲ــ۲۷ــ۲ــ مراحل انجام کار:

- مدار واقعی ژنراتور سه فاز را در کاغذ A۴ رسم کنید.
- نقشه‌ی فنی اتصالات ژنراتور سه فاز را در کاغذ A۴ رسم کنید (شکل۸۶ــ۲).



شکل ۸۶ــ۲ــ مدار راه‌اندازی ژنراتور سه فاز

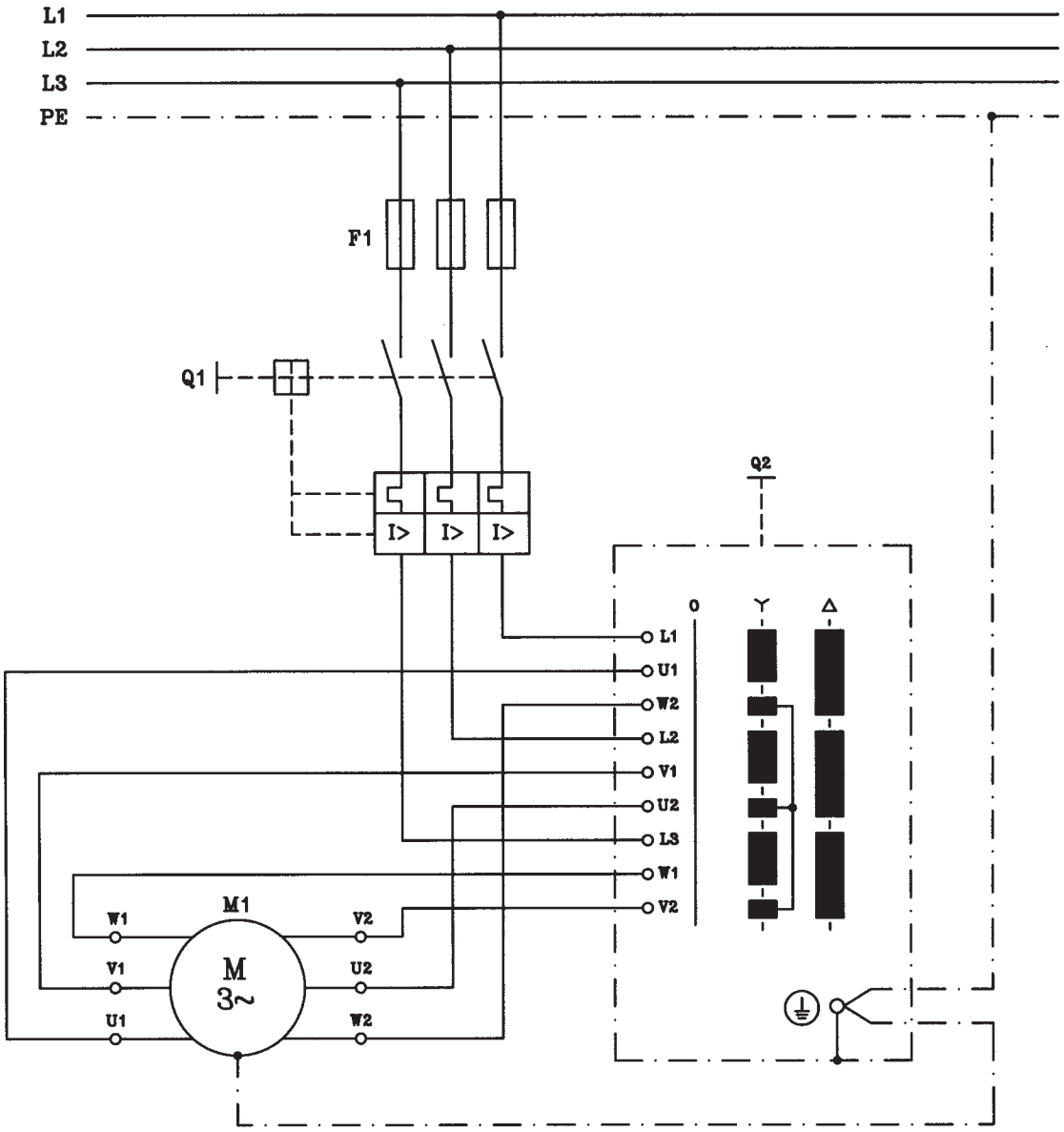
۲۸ــ۲ــ کار عملی شماره ۷: ترسیم نقشه راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی

۱ــ۲۸ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

مداد، مداد تراش، پاک‌کن، کاغذ A_4، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲ــ۲۸ــ۲ــ مراحل انجام کار:

■ نقشه‌ی مدارکلید دستی ستاره مثلث شکل ۸۷ــ۲ را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۷ــ۲ــ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز توسط کلید ستاره مثلث

۲۹ــ۲ــ کار عملی شماره ۸: ترسیم نقشه‌ی راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت

زمان : ۲ساعت

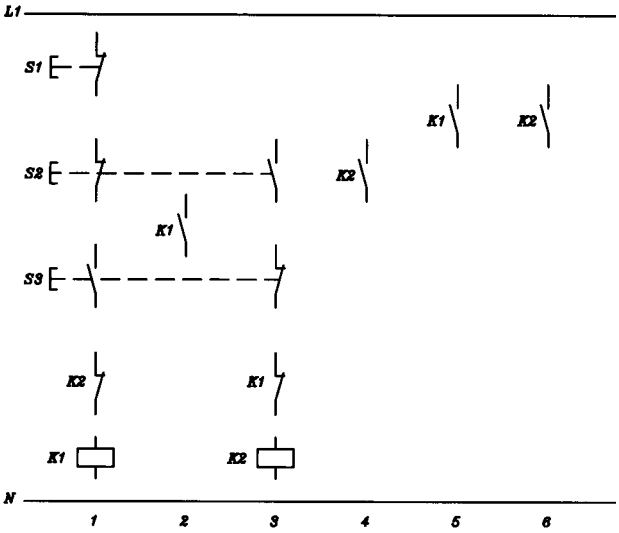
۱ــ۲۹ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

مداد، پاک‌کن، مداد تراش، کاغذ A_4 ، خط‌کش، شابلون دایره، شابلون حروف انگلیسی، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

۲ــ۲۹ــ۲ــ مراحل انجام کار:

■ شکل ۸۸ــ۲ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتورقفسی توسط کنتاکتور و استوپ و استارت به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد با حفاظت کامل می‌باشد. این مدار را با استفاده ازمدار شکل ۶۶ــ۲ و مطالبی که برای نقشه مسیر جریان آموختید تکمیل نمایید.

■ مدار تکمیل شده را در کاغذ A_4 رسم کنید.



شکل ۸۸ــ۲ــ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی به صورت چپ‌گرد و راست گرد حفاظت کامل

آزمون پایانی (۲)

زمان : ۵۰ دقیقه

۱ــ علامت ⫽⫽⫽ و ——(f)—— در مورد سیم‌ها چه مفهومی دارد؟

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

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

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

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

۲ــ علائم و به ترتیب چه نوع کلیدی را نشان می‌دهند؟

الف ــ دوپل (سری)تبدیل　　ب ــ سری، دوپل

ج ــ تبدیل، دوپل　　د ــ دو قطبی (دو پل)، تبدیل

۳ــ نقشه‌ی مسیر جریان (یا نقشه‌ی گسترده) به چه منظوری رسم می‌شود؟

الف ــ برای مونتاژ مدار　　ب ــ برای سیم‌کشی مدار روی کار

ج ــ برای تفهیم بهتر مدار　　د ــ برای مشخص کردن محل کلید و پریزها و جعبه تقسیم‌ها

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

الف ــ L، PE، SL　　ب ــ N، L، SL

ج ــ L، PE، N　　د ــ L، N، PE

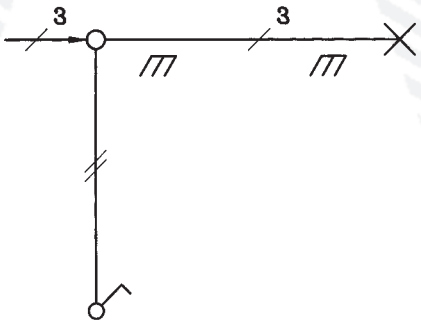
۵ــ لامپ و شستی را به ترتیب روی نقشه‌ها با چه حروفی نشان می‌دهند؟

الف ــ E، S　　ب ــ Q، S　　ج ــ Q، L　　د ــ P، Q

۶ــ کلید روشنایی و پریز را به ترتیب روی نقشه‌ها با چه حروفی نشان می‌دهند؟

الف ــ S، X　　ب ــ X، S　　ج ــ Q، X　　د ــ Q، S

۷ــ شکل مقابل شمای نقشه فنی کدام مدار است؟



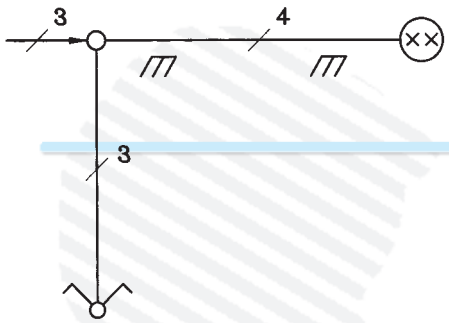
الف ــ کلید یک پل

ب ــ کلید دو پل

ج ــ کلید تبدیل

د ــ پریز یک فاز

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



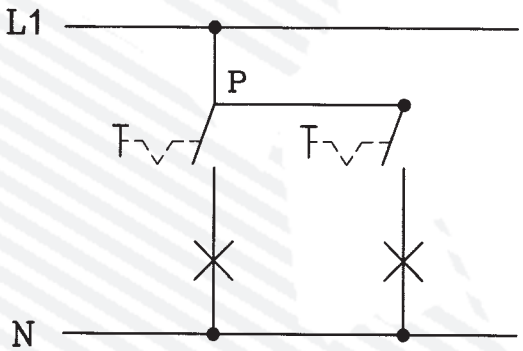
الف ــ کلید دو پل

ب ــ کلید سری

ج ــ کلید تبدیل

د ــ پریز ارت‌دار یک فاز

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



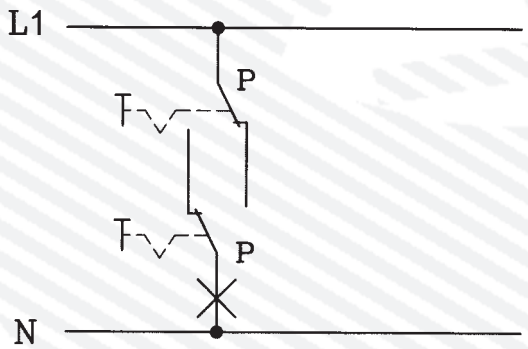
الف ــ کلید یک پل

ب ــ کلید دوپل (سری)

ج ــ کلید گروهی

د ــ کلید تبدیل

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



الف ــ کلید دوپل

ب ــ کلید صلیبی

ج ــ کلید تبدیل

د ــ کلید یک پل

۱۱ــ علامت روی وسیله‌ی حفاظت‌کننده، چه مفهومی دارد؟

الف ــ کندکار　　ب ــ تندکار　　ج ــ کلید فیوز　　د ــ حرارتی

۱۲ــ علامت و به‌ترتیب چه مفهومی دارد؟

الف ــ کنتاکت رله‌ی حرارتی، کلید فیوز

ب ــ کنتاکت رله‌ی مغناطیسی، رله جریان کم

ج ــ کنتاکت رله‌ی حرارتی، کنتاکت رله مغناطیسی

د ــ کنتاکت رله‌ی مغناطیسی، کلید مینیاتوری

۱۳ــ علامت چیست؟

الف ــ کلید مینیاتوری　　ب ــ رله‌ی حرارتی　　ج ــ رله‌ی مغناطیسی　　د ــ رله‌ی جریان کم

۱۴ــ علامت U< و I> چیست؟

الف ــ رله‌ی بالای ولتاژ، رله‌ی جریان کم

ب ــ رله‌ی زیر ولتاژ، رله‌ی جریان کم

ج ــ رله‌ی بالای ولتاژ، رله‌ی جریان زیاد

د ــ رله‌ی زیر ولتاژ، رله‌ی جریان زیاد

۱۵ــ IP65 برای حفاظت دستگاه‌ها چه مفهومی دارد؟

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

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

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

د ــ 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

۱۶ــ علامت چیست؟

الف ــ رله‌ی کمکی نشان‌دهنده

ب ــ وسیله‌ی اعلام حریق

ج ــ نگهبان خبرکن

د ــ خبردهنده

۱۷ــ علامت و چیست؟

الف ــ خبردهنده، بیزر

ب ــ لامپ چشمک‌زن، سوت خطر

ج ــ لامپ چشمک‌زن، وسیله اعلام حریق

د ــ خبردهنده‌ی رؤیتی، لامپ چشمک‌زن

۱۸ــ علامت و چیست؟

الف ــ بوق، بیزر

ب ــ آژیر، بیزر

ج ــ آژیر، زنگ

د ــ بوق، زنگ

۱۹ــ علامت و چیست؟

الف ــ پریز ساده، پریز تلفن

ب ــ پریز ارت‌دار، پریز آنتن

ج ــ پریز ساده، پریز آنتن

د ــ پریزارت‌دار، پریز تلفن

۲۰ــ علامت و چیست؟

الف ــ سلول فتوالکتریک، سلول فتوالکتریک

ب ــ سلول فتوالکتریک، لامپ فلورسنت

ج ــ لامپ خبری، سلول فتوالکتریک

د ــ لامپ خبری، نگهبان خبرکن

۲۱ــ علامت ☆ و ⊓ روی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی چه مفهومی دارد؟

الف ــ بدون ولتاژ آزمون، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور افقی
ب ــ ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور افقی
ج ــ ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور عمودی
د ــ ولتاژ آزمون صفر، نحوه‌ی قرارگیری دستگاه به‌طور عمودی

۲۲ــ علامت Y و ⧖ نشان دهنده‌ی چه نوع دستگاه سنجش است؟

الف ــ حرارتی، آهن نرم گردان
ب ــ حرارتی، الکترو استاتیکی
ج ــ ویبراسیونی، آهن نرم گردان
د ــ ویبراسیونی، الکترواستاتیکی

۲۳ــ علامت ⊙ و ⊥ چه نوع دستگاه‌سنجش الکتریکی است؟

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

۲۴ــ علامت ⊥ و ⊟ چه نوع دستگاه اندازه‌گیری هستند؟

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

۲۵ــ علامت ◀▷ و ∩ چه نوع دستگاه سنجش الکتریکی است؟

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

۲۶ــ ۱/۵ روی دستگاه اندازه‌گیری الکتریکی نشانه چیست؟

الف ــ زاویه قرارگیری دستگاه ۱/۵ درصد
ب ــ کلاس دستگاه ۱/۵ می‌باشد
ج ــ خطای دستگاه ۱/۵ درصد
د ــ مقدار سنجش ۱/۵ برابر شود

۲۷ــ علامت ∠60° و ∼ روی صفحه مدرج دستگاه‌های اندازه‌گیری چه مفهومی دارد؟

الف ــ شیوه‌ی قرارگیری دستگاه مایل با زاویه‌ی ۶۰ درجه، جریان مستقیم و متناوب
ب ــ شیوه‌ی قرارگیری دستگاه مایل با زاویه‌ی ۶۰ درجه، جریان متغیر
ج ــ زاویه‌ی انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه،جریان مستقیم و متناوب
د ــ زاویه‌ی انحراف عقربه حداکثر ۶۰ درجه، جریان متغیر

۲۸ــ علامت (W) و (Var) چیست؟

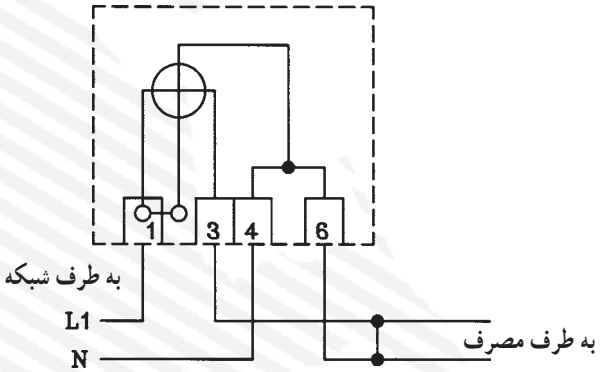
الف ــ ولت‌متر، وارمتر
ب ــ وات‌متر، وارمتر
ج ــ وات‌متر، ولت آمپرمتر
د ــ ولت‌متر، وارمتر

۲۹ــ علامت (Cosφ) و (HZ) چیست؟

الف ــ کسینوس فی‌متر، فرکانس متر
ب ــ کسینوس فی‌متر، کنتور
ج ــ فرکانس متر، کنتور
د ــ فرکانس متر، وارمتر

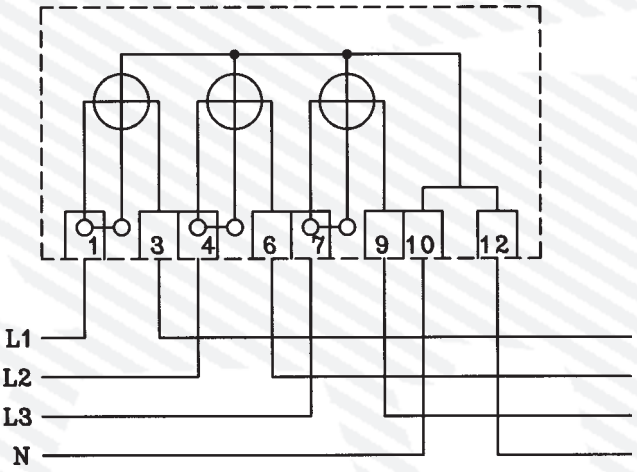
۳۰ــ شکل زیر، مدار کدام دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؟

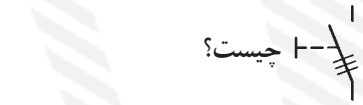
الف ــ ولت‌متر
ب ــ کنتور تک فاز
ج ــ فرکانس متر
د ــ کسینوس فی‌متر



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

الف ــ کنتور سه فاز چهار سیمه
ب ــ ولت‌متر سه فاز چهار سیمه
ج ــ کسینوس فی‌متر سه فاز
د ــ الف و ب



۳۲ــ علامت  چیست؟

الف ــ کوپلاژ مکانیکی قابل قطع، کنتاکتور سه فاز
ب ــ شستی استارت، کلید چاقویی سه فاز
ج ــ کوپلاژ مکانیکی قابل قطع، کلید چاقویی سه فاز
د ــ شستی استارت، کنتاکتور سه فاز

۳۳ـ علامت و چیست؟

الف ــ موتور سه فاز روتور سیم‌پیچی شده، موتور رپولسیون

ب ــ موتور سه فاز روتور قفسی، موتور رپولسیون

ج ــ موتور سه فاز روتور سیم‌پیچی شده، موتور تک فاز خازنی

د ــ موتور سه فاز روتور قفسی، موتور انیورسال

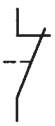
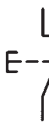
۳۴ـ علامت و چه نوع الکتروموتورهایی هستند؟

الف ــ انیورسال، تک فاز روتور قفسی خازنی

ب ــ انیورسال، موتور رپولسیون

ج ــ رپولسیونی، تک فاز روتور قفسی خازنی

د ــ تک فاز روتور قفسی، انیورسال

۳۵ـ علامت  و  چیست؟

الف ــ میکروسویچ، استارت

ب ــ میکروسویچ، استوپ

ج ــ استوپ، کنتاکت بسته کنتاکتور

د ــ استوپ، کنتاکت باز کنتاکتور

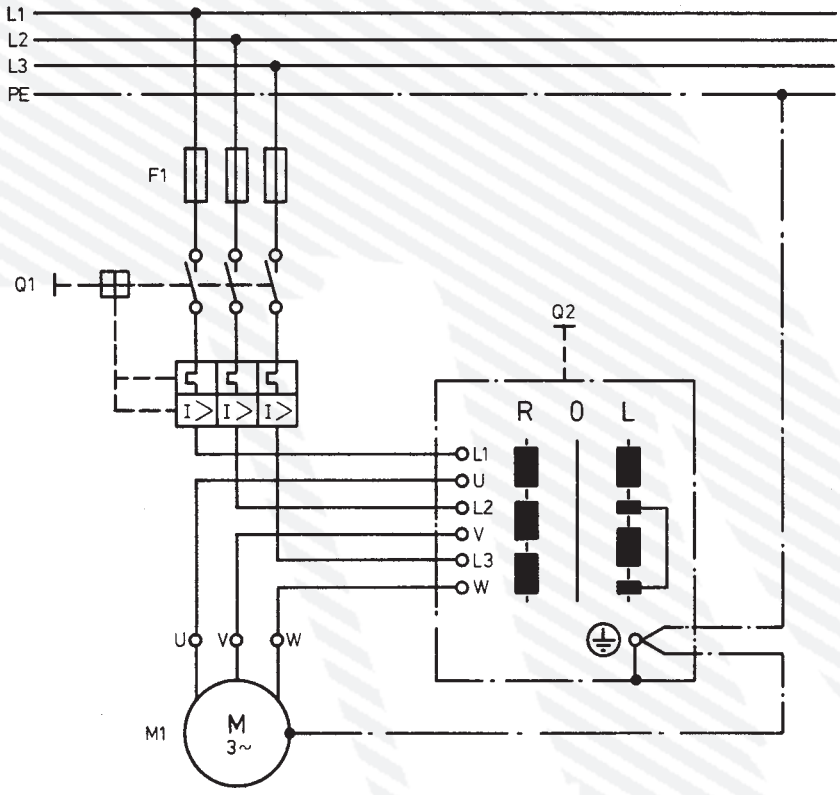
۳۶ـ شکل زیر، مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را به چه طریق نشان می‌دهد؟

الف ــ ستاره مثلث

ب ــ ساده

ج ــ دو دور

د ــ چپ‌گرد و راست گرد



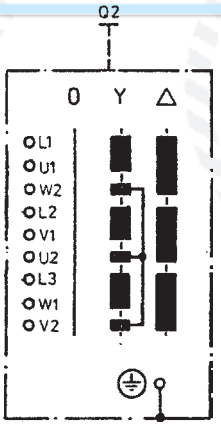
۳۷ــ شکل زیر چه نوع کلید دستی را نشان می‌دهد؟

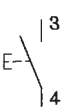
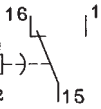
الف ــ چپ‌گرد و راست‌گرد سه فاز

ب ــ چپ‌گرد و راست‌گرد تک فاز

ج ــ دو دور سه فاز

د ــ ستاره مثلث



۳۸ــ علامت  و  چیست؟

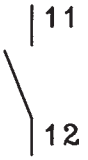
الف ــ استارت، رله زمانی تأخیر در برگشت

ب ــ استارت، رله زمانی تأخیر در انجام کار

ج ــ کنتاکت کمکی کنتاکتور، رله حرارتی

د ــ کنتاکت باز کنتاکتور، رله مغناطیسی

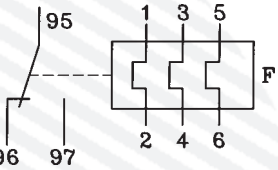
۳۹ــ کدام علامت برای نشان دادن کنتاکت باز (بسته شونده) کنتاکتور صحیح است؟

الف ــ 

ب ــ

ج ــ

د ــ

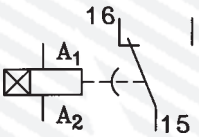
۴۰ــ علامت  چیست؟

الف ــ رله حرارتی

ب ــ رله مغناطیسی

ج ــ کنتاکتور

د ــ رله حرارتی مغناطیسی

۴۱ــ علامت  چیست؟

الف ــ کنتاکتور

ب ــ رله‌ی حرارتی

ج ــ رله‌ی زمانی تأخیر در انجام کار

د ــ رله‌ی زمانی تأخیر در وصل

۴۲ــ شماره‌های کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور کدام است؟

الف ــ (۱۳ و ۱۴ ــ ۳۱ و ۳۲ ــ ۲۳ و ۲۴)

ب ــ (۱ و ۳ ــ ۴ و ۵ ــ ۶ و ۷)

ج ــ (۱ و ۲ ــ ۳ و ۴ ــ ۵ و ۶)

د ــ (۱۱ و ۱۲ ــ ۱۳ و ۱۴ و ۱۵ و ۱۶)

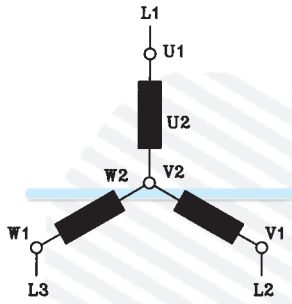
۴۳ــ شکل مقابل چه نوع اتصال الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد؟

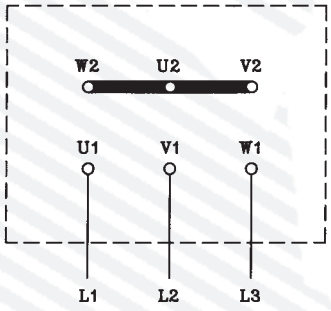
الف ــ ستاره

ب ــ مثلث

ج ــ ستاره مثلث

د ــ سری





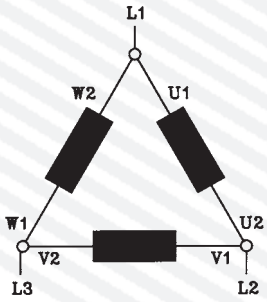
۴۴ــ شکل مقابل چه نوع اتصال الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد؟

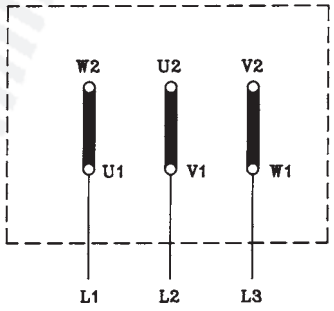
الف ــ ستاره

ب ــ مثلث

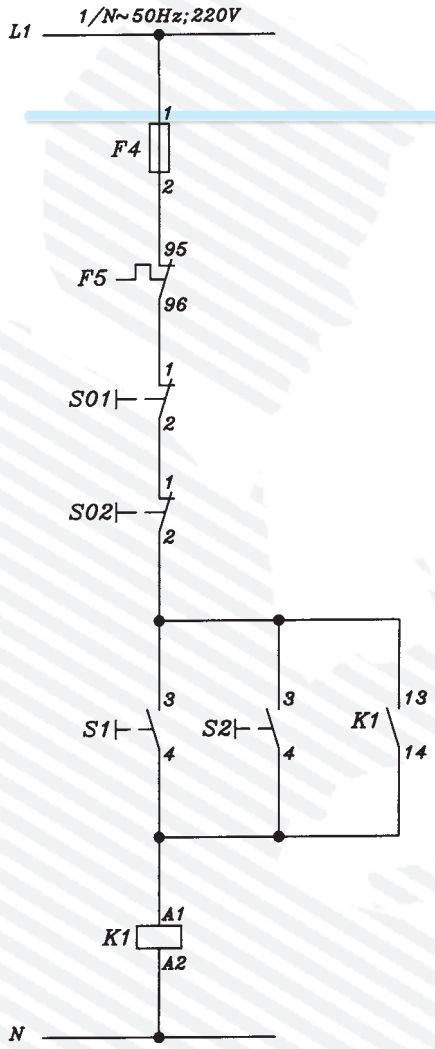
ج ــ ستاره مثلث

د ــ موازی





۴۵ــ شکل مقابل، نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی را نشان می‌دهد. این مدار کدام است؟



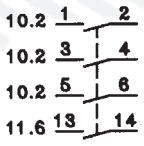
الف ــ راه‌اندازی ساده‌ی لحظه‌ای دائم

ب ــ چپ‌گرد و راست‌گرد

ج ــ راه‌اندازی کنترل از یک نقطه

د ــ راه‌اندازی ساده کنترل از دو نقطه

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



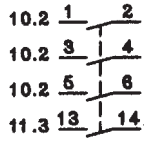
الف ــ در مسیر جریان ۶ و در صفحه ۱۱

ب ــ در مسیر جریان ۱۱ و در صفحه ۶

ج ــ کنتاکتور ۶ در صفحه ۱۱

د ــ کنتاکتور ۱۱ در صفحه ۶

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



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

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

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

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

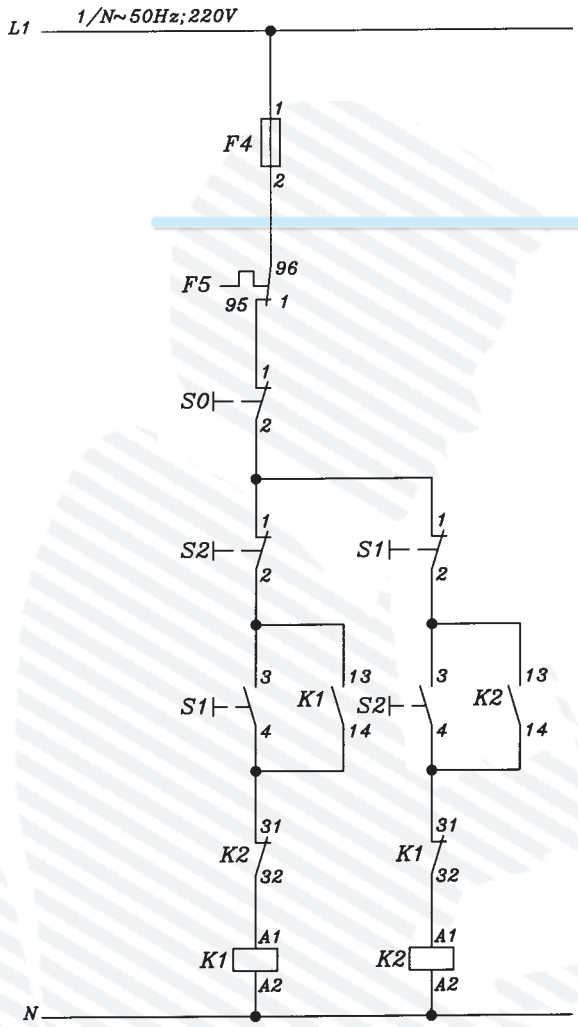
۴۸ــ شکل مقابل کدام نقشه‌ی راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی را نشان می‌دهد؟

الف ــ ستاره مثلث کنتاکتوری

ب ــ یکی پس از دیگری کنترل از دو نقطه

ج ــ چپ‌گرد راست‌گرد اتوماتیک

د ــ چپ‌گرد راست‌گرد کنتاکتوری حفاظت کامل



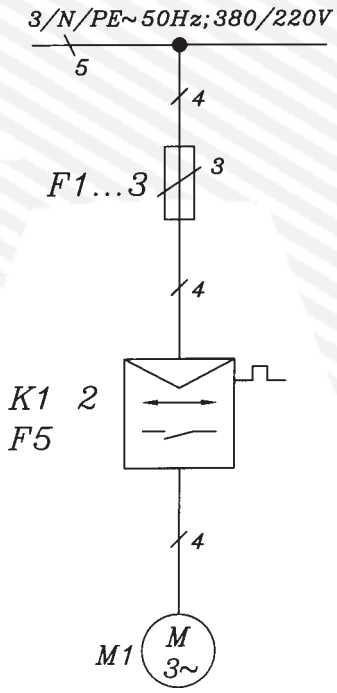
۴۹ــ شکل مقابل نقشه‌ی فنی (تک خطی) کدام مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز روتور قفسی را نشان می‌دهد؟

الف ــ چپ‌گرد راست‌گرد کنتاکتوری

ب ــ چپ‌گرد و راست‌گرد دستی

ج ــ ستاره مثلث ساده

د ــ ستاره مثلث اتوماتیک



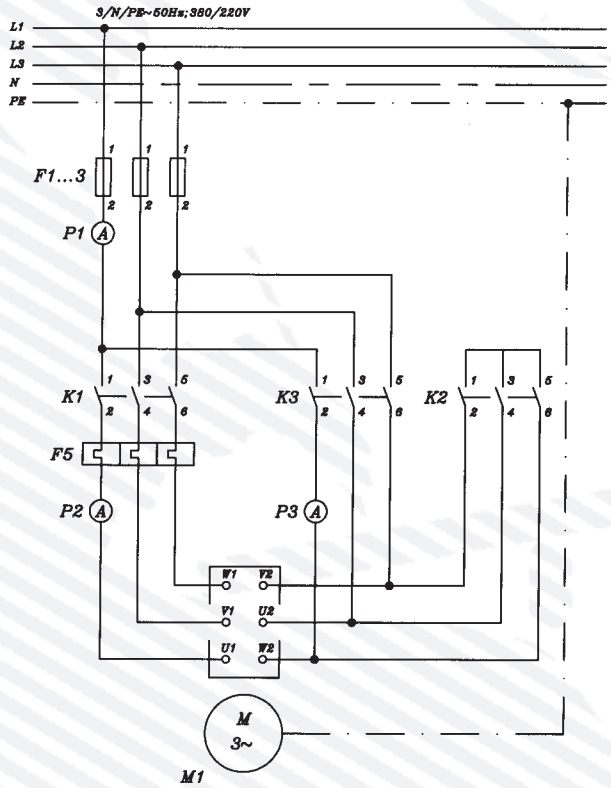
۵۰ــ نقشه‌ی شکل زیر کدام راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد؟

الف ــ قدرت چپ‌گرد و راست‌گرد

ب ــ قدرت ستاره مثلث

ج ــ فرمان چپ‌گرد و راست‌گرد

د ــ فرمان ستاره مثلث



۳۰ــ۲ــ آزمون پایانی عملی (۲)

زمان : ۱ ساعت

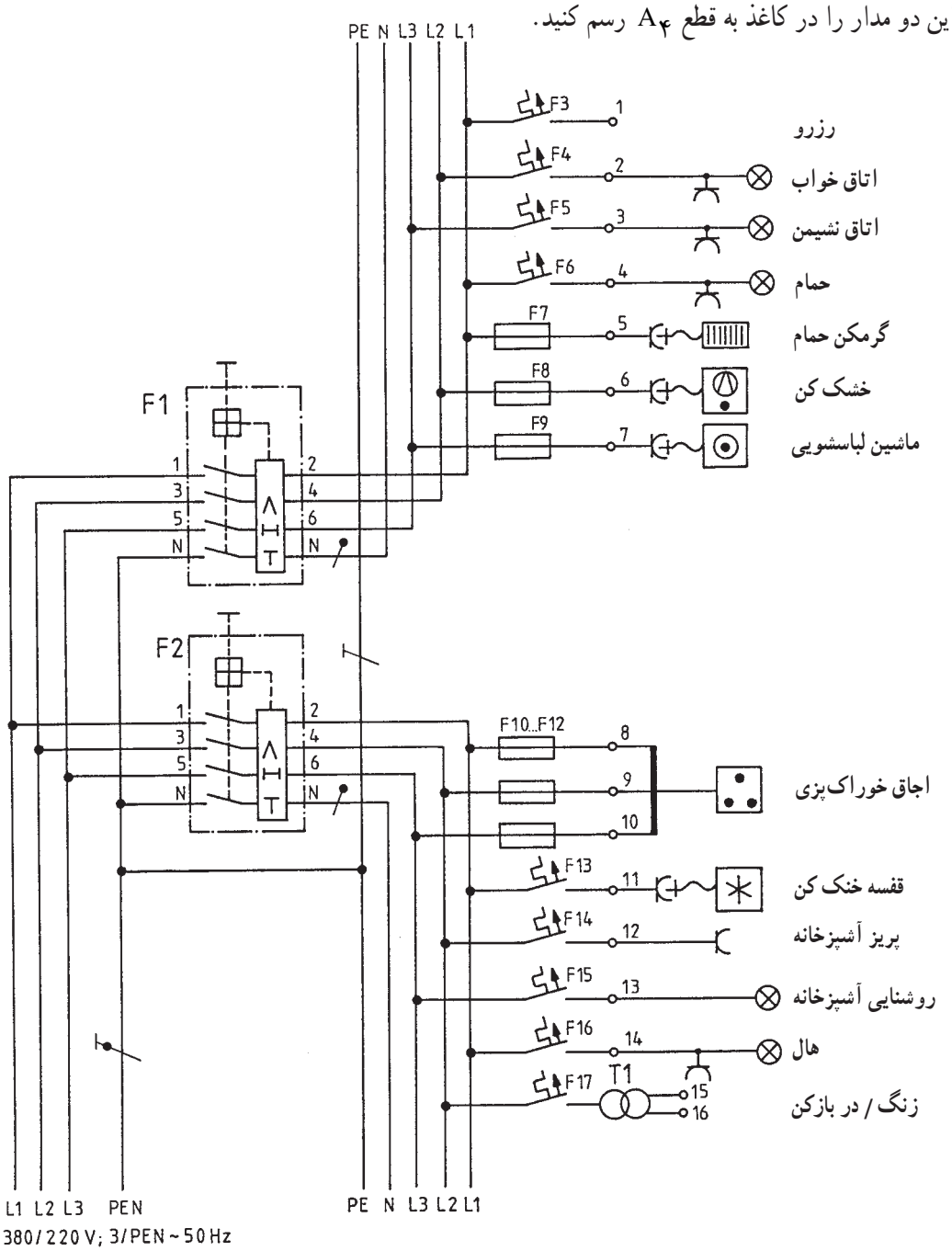
۱ــ۳۰ــ۲ــ وسایل موردنیاز:

مداد، پاک‌کن، مداد تراش، کاغذ A۴ ، خط‌کش، شابلون حروف، شابلون دایره، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، نوار چسب، گونیا، میز کار

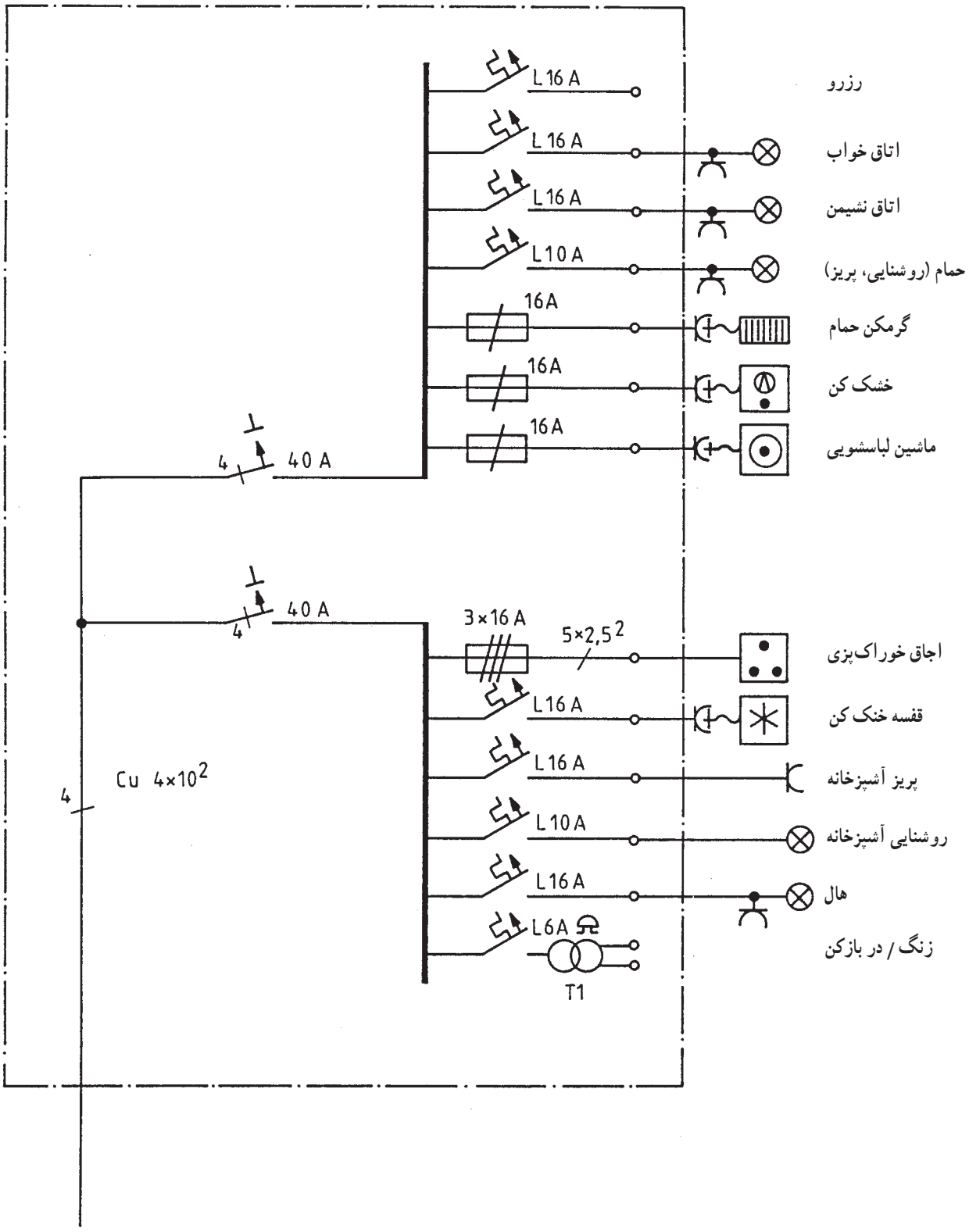
۲ــ۳۰ــ۲ــ مراحل انجام کار:

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

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



نقشه‌ی فنی


L 16 A
رزرو
L 16 A
اتاق خواب
L 16 A
اتاق نشیمن
L 10 A
حمام (روشنایی، پریز)
16A
گرمکن حمام
16A
خشک کن
16A
ماشین لباسشویی
4
40 A
40 A
4
3×16 A
5×2,5 2
اجاق خوراک‌پزی
L 16 A
قفسه خنک کن
L 16 A
پریز آشپزخانه
L 10 A
روشنایی آشپزخانه
L 16 A
هال
L6A
زنگ / در بازکن
T1
4
Cu 4×10 2

واحد کار سوم

مدارهای روشنایی

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی پریزهای ساده و ارت‌دار یک فاز و سه فاز و مدارهای روشنایی

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

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

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۶	۴۰	۴۶

پیش‌آزمون(۳)

۱ــ واحد انرژی الکتریکی کدام است؟

الف ــ Kwh　　ب ــ w　　ج ــ VA　　د ــ KVAR

۲ــ اگر دو مقاومت به صورت سری وصل شوند :

الف ــ باید هر دو یک مقدار مقاومت داشته باشند.

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

ج ــ باید مقاومت متفاوتی از یکدیگر داشته باشند.

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

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

الف ــ مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی　　ب ــ سبز و زرد، مشکی، قهوه‌ای، آبی

ج ــ مشکی، خاکستری، آبی، قرمز　　د ــ سبز و زرد، قهوه‌ای، خاکستری، آبی

۴ــ منظور از سیم نمره ۴ چیست؟

الف ــ سیم با قطر ۴ میلی‌متر　　ب ــ سیم با سطح مقطع ۴ میلی‌مترمربع

ج ــ سیم با قطر ۴ سانتی‌متر　　د ــ سیم با سطح مقطع با عایق ۴ سانتی‌مترمربع

۵ــ رنگ پولک فیوز ۱۶A کدام است؟

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

۶ــ وسیله‌ای که با مدار به‌طور سری قرار می‌گیرد و مصرف‌کننده را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان زیاد محافظت می‌کند، کدام است؟

الف ــ رله‌ی حرارتی　　ب ــ فیوز　　ج ــ کلید FI　　د ــ آمپرمتر

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

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

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

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

الف ــ فازمتر　　ب ــ آوامتر　　ج ــ ولت‌متر　　د ــ اهم‌متر

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

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

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

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

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

ج ــ بالا بردن راندمان لامپ　　د ــ افزایش جریان لامپ

۱۱ــ ارتفاع نصب کلیدها از کف تمام شده در اتاق‌های مسکونی و اماکن صنعتی چند سانتی‌متر است؟

الف ــ ۹۰　　ب ــ ۱۰۰　　ج ــ ۱۱۰　　د ــ ۱۴۰

۱۲ــ کلید سری (دو پل) در مدار روشنایی چه عملی انجام می‌دهد؟

الف ــ دو لامپ را از دو نقطه روشن و خاموش می‌کند.

ب ــ دو لامپ را از یک نقطه توسط دو پل جداگانه کنترل می‌کند.

ج ــ یک لامپ را از دو نقطه کنترل می‌کند.

د ــ یک لامپ را از یک نقطه کنترل می‌کند.

۱ــ۳ــ 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 :

۱ــ۱ــ۳ــ سیم‌ها و کابل‌های مورد مصرف در سیم‌کشی باید طوری انتخاب شوند که بتوانند شدت جریانی را که مصرف‌کننده می‌کشد تحمّل کنند.

۲ــ۱ــ۳ــ سیم‌های مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کنند.

۳ــ۱ــ۳ــ همه‌ی سیم‌هایی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرند باید یک تکه و بدون زدگی باشند.

۴ــ۱ــ۳ــ از قرار دادن سیم‌ها در ابتدا و قبل از لوله‌کشی در داخل لوله‌های برق اکیداً خودداری کنید.

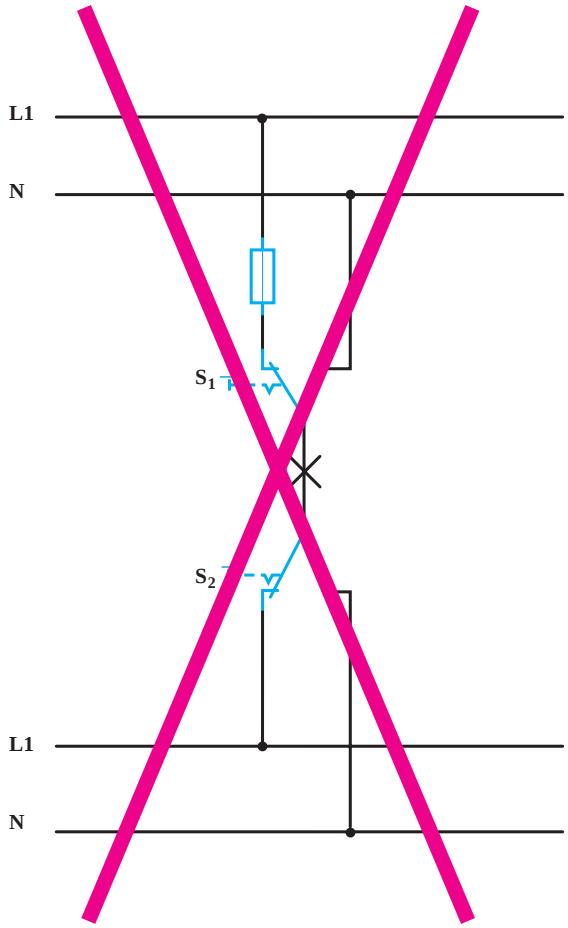
۵ــ۱ــ۳ــ اتصال سیم‌ها باید در داخل جعبه‌های تقسیم و توسط ترمینال‌های مخصوص انجام شود.

۶ــ۱ــ۳ــ پوشش سیم‌ها باید برای مصارف مختلف به رنگ‌های متفاوت باشد.

۷ــ۱ــ۳ــ سیم نول هر مدار باید به‌طور مجزا تعبیه شود. استفاده از یک نول مشترک، جهت مدارهای مختلف مجاز نمی‌باشد.

۸ــ۱ــ۳ــ لوله‌های فلزی و پوشش فلزی سیم‌های عایق‌دار نباید به عنوان سیم نول یا سیم حفاظتی مورد استفاده قرار گیرد.

۹ــ۱ــ۳ــ در مدارهای روشنایی با کلیدهای تبدیل، فاز و نول نباید وارد کلید شوند بلکه مطابق نقشه‌ی استاندارد عمل شود، (شکل ۱ــ۳).



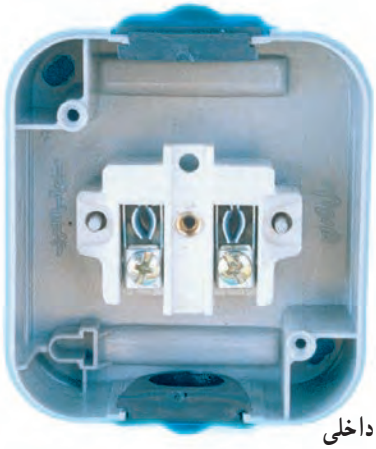
شکل ۱ــ۳ــ مدار غلط کلید تبدیل

۲ــ۳ــ 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 دسته توکار و روکار تقسیم می‌شوند.

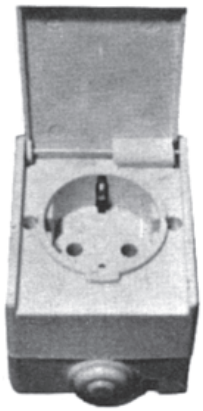
۱ــ۲ــ۳ــ پریزهای یک فاز ساده‌ی روکار: این پریزها از دو قسمت رویه و پایه ساخته می‌شوند. معمولاً توسط پیچی که در وسط رویه قرار دارد به یکدیگر متصل می‌شوند. پایه پریز دارای دو پیچ اتصال سیم می‌باشد که به مادگی پریز متصل است و مجموعاً برروی پایه عایقی قرار می‌گیرد. این پایه ممکن است از جنس چینی و یا کائوچویی باشد. پریزهای ساده یک فاز روکار در مکان‌های خشک استفاده می‌شود. در جاهای نمناک از پریزهای بارانی استفاده می‌شود. این پریزها در لوله‌کشی با لوله فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۲ــ۳ــ الف پریز یک فاز روکار را نشان می‌دهد.

شمای ظاهری

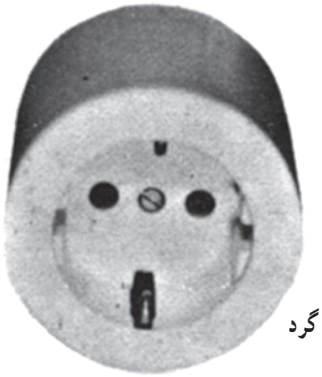


شمای داخلی

الف ــ پریز یک فاز ساده روکار



مدل چهارگوش



مدل گرد

ب ــ پریز با سیم محافظ

شکل ۲ــ۳

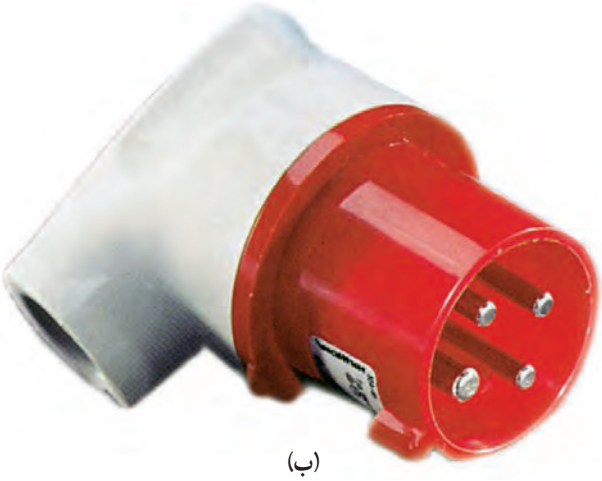
۲ــ۲ــ۳ــ پریزهای یک فاز با سیم محافظ زمین روکار: این پریزها از دو قسمت پایه و رویه مجزا ساخته شده که توسط پیچی به یکدیگر وصل می‌باشند. بر روی پایه آن سه پیچ اتصال وجود دارد که دوپیچ آن به مادگی وصل شده و سومی به شاخک‌هایی که به بیرون هدایت شده‌اند، متصل است. رویه پریزهای ارت‌دار در قسمتی که دو شاخه بر آن می‌نشینند، فرورفته است؛ به‌طوری که دو شاخه کاملاً در داخل این فرورفتگی جای می‌گیرد.

شکل ۲ــ۳ــ 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.

۳ــ۲ــ۳ــ پریز سه فاز ارت‌دار 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 سه‌فاز l_1 ، l_2 ، l_3 ، نول N و اتصال بدنه یا زمین حفاظتی (PE) است. برای استفاده از این پریزها از پنج شاخه‌ی نر استفاده می‌شود. شکل ۳ــ۳ ساختمان پریز سه فاز ارت‌دار چهار سوراخه و چهار شاخه‌ی نر را نشان می‌دهد.

(الف)



(ب)

شکل ۳ ــ۳

۳ــ۳ــ ابزار و لوازم سیم‌کشی

۱ــ۳ــ۳ــ 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 :

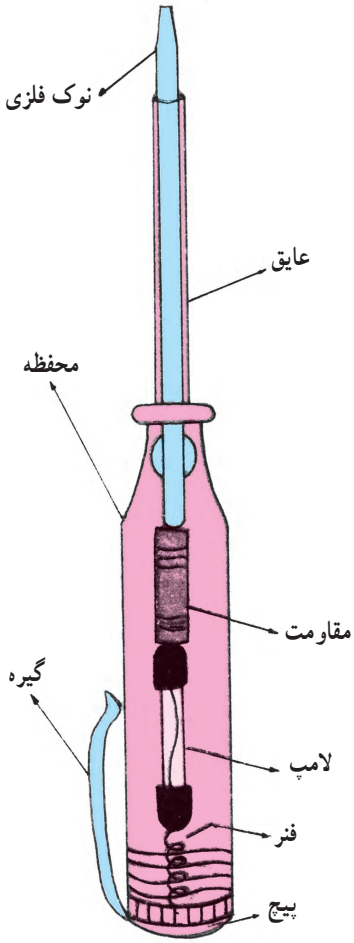
۱ــ نوک فلزی فازمتر که به فاز اتصال پیدا می‌کند و معمولاً به وسیله‌ی روکش عایق پلاستیکی پوشیده شده است.

۲ــ مقاومت داخلی فازمتر حدود چند کیلواهم است که در موقع اتصال به فاز، جریان بسیار ضعیفی (در حدود میکروآمپر) از مدار فازمتر می‌گذرد.

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

۴ــ فنر بالای لامپ نئون که می‌توان توسط پیچ انتهایی فازمتر آن را به بدن اتصال داد تا مدار، بسته و لامپ روشن شود.

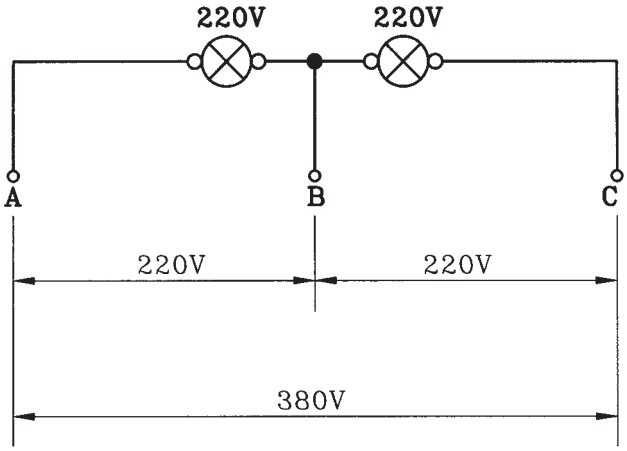
۵ــ کلیه‌ی قسمت‌های ذکر شده در شماره‌های ۲ الی ۴ در داخل یک عایق پلاستیکی به نام دستهٔ فازمتر جای می‌گیرد. معمولاً مقدار ولتاژ عایق فازمتر روی آن نوشته می‌شود. شکل ۴ــ۳ ساختمان داخلی فازمتر را نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ۳ــ فازمتر

۲ــ۳ــ۳ــ لامپ آزمایش: وسیله‌ای است برای تشخیص ولتاژ فاز و نول(۲۲۰ولت) و دو فاز (۳۸۰ ولت).

هرگاه دو لامپ ۲۲۰ ولتی را طبق شکل ۵ــ۳ به‌طور سری ببندیم و آن را در داخل یک محفظه عایق، جاسازی کنیم، با مشخص کردن فیش‌های مادگی رنگی و ذکر ولتاژ ۲۲۰ 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.



شکل ۵ــ۳ــ مدار لامپ آزمایش

۳ــ۳ــ۳ــ فنر سیم‌کشی: برای عبور دادن سیم از داخل لوله‌های سیم‌کشی از فنر مخصوص سیم‌کشی استفاده می‌کنند. این فنر از یک نوار نازک فولادی درست شده که به یک انتهای آن یک قرقره یا گوی فلزی یا پلاستیکی و به انتهای دیگر آن یک قلاب فلزی متصل است. هنگام سیم‌کشی، فنر را از طرف گوی یا قرقره وارد لوله می‌کنند؛ پس از عبور دادن آن از لوله و خارج شدن گوی از داخل قوطی تقسیم یا کلید، تعداد سیم‌هایی را که باید از داخل لوله عبور کنند پس از روپوش‌برداری به قلاب طرف دیگر وصل می‌کنند. سپس با کشیدن انتهایی که قرقره به آن وصل است، فنر به داخل لوله می‌رود و سیم‌ها را به دنبال خود می‌کشد. پس از خارج شدن سیم از قوطی تقسیم، قسمت وصل شده به قلاب را جدا می‌کنند. شکل ۶ــ۳ تصویر ظاهری یک فنر سیم‌کشی را نشان می‌دهد. برای سهولت کار غالباً گوی فلزی را به روغن یا گریس آغشته می‌کنند. هنگام کشیدن فنر باید با انگشتان یک دست، فنر را به بیرون هدایت کرد و با کف دست دیگر روی فنر فشار وارد آورد تا از خمیدگی و شکستن فنر جلوگیری شود.

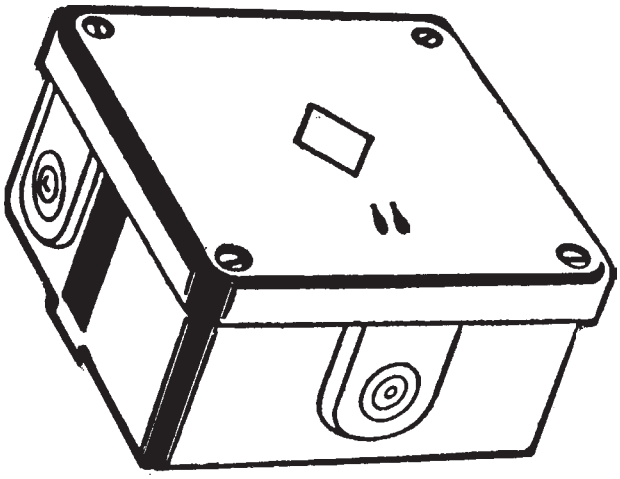
شکل ۶ــ۳ــ فنر سیم‌کشی

۴ــ۳ــ۳ــ قوطی کلید و جعبه تقسیم روکار: برای جاسازی کلیدها از قوطی کلید و برای ارتباط چند لوله و یا چند کابل، از جعبه تقسیم استفاده می‌شود.

قوطی کلیدها به شکل استوانه و از جنس پلاستیک یا چدن می‌باشد.

روی جعبه تقسیم، سوراخ‌هایی متناسب با تعداد و قطر لوله‌ها تعبیه می‌شود. شکل۷ــ۳ یک نمونه جعبه‌تقسیم روکار را نشان می‌دهد.

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



شکل ۷ــ۳ــ جعبه تقسیم روکار

۴ــ۳ــ نصب و سیم‌کشی انواع پریزهای تک‌فاز و سه‌فاز

نصب و سیم‌کشی پریزها به سه صورت انجام می‌شود :

ــ نصب انواع پریزهای روکار و توکار و سیم‌کشی داخل لوله

ــ نصب و سیم‌کشی انواع پریزهای روکار با استفاده از کابل روکار

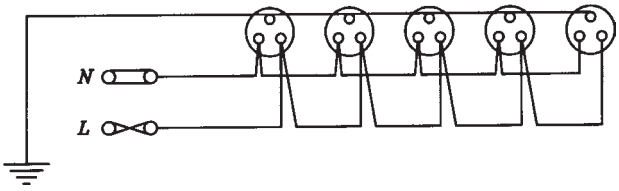
ــ نصب و سیم‌کشی انواع پریزها در داخل کانال‌های پلاستیکی

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

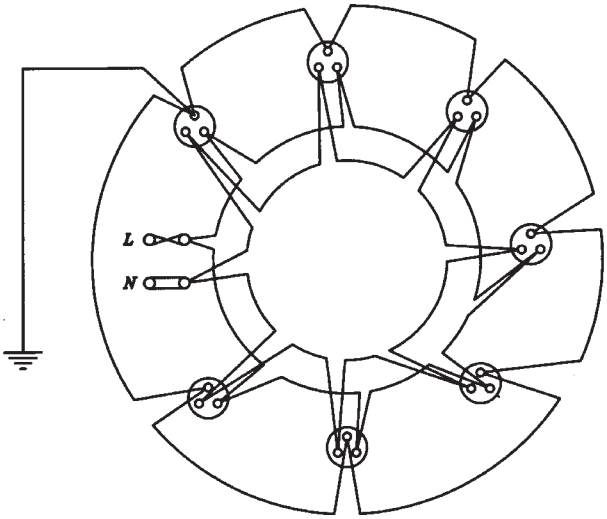
پریزها را به سیستم شعاعی و یا حلقوی سیم‌کشی می‌کنند. در مواردی که برای سیم‌کشی مدار پریزها از سیستم شعاعی استفاده می‌شود، باید هادی برق‌دار از فیوز حفاظتی مدار به کنتاکت فاز و هادی نول به کنتاکت نول و سیم زمین به کنتاکت اتصال زمین هریک از پریزها متصل شوند (شکل ۸ــ۳ــ الف).

حفاظت مدار پریزهای با اتصال شعاعی در برابر اضافه‌بار به‌وسیله‌ی فیوزهای مدار فرعی با ظرفیت متناسب انجام می‌شود. 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 می‌شود.

در مواردی که برای سیم‌کشی مدار پریزها از سیستم حلقه‌ای یا رینگ استفاده می‌شود، باید هردو سر هادی برق‌دار به ترمینال فیوز حفاظتی، هردو سرهادی خنثی به ترمینال نول و هردو سر سیم اتصال زمین به‌سیم محافظ زمین متصل شود، (شکل۸ــ۳ــ ب). در این سیستم هریک از مدارهای فرعی رینگ که در محل‌های مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار می‌گیرد نباید سطحی بیش از ۱۰۰ متر مربع را پوشش دهد. در سیستم حلقه‌ای چنانچه یکی از سیم‌ها قطع شود، برق پریزها از طرف دیگر تأمین می‌شود و هیچ‌کدام از پریزها قطع نمی‌شوند.



الف ــ مدار شعاعی اتصال پریزها



ب ــ مدار حلقوی اتصال پریزها

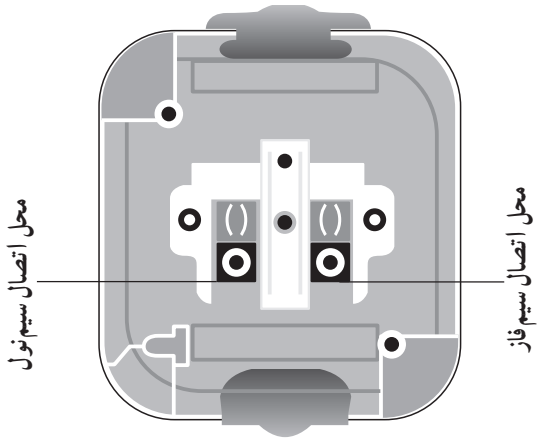
شکل ۸ ــ۳

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

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

پریزهای سه فاز ۳۸۰ ولت باید حداقل دارای قدرت تحمل ولتاژ ۵۰۰ ولت، جریان ۱۶ آمپر و مجهز به اتصال زمین باشد.

در پریزهای یک فاز و نول اتصال سیم‌ها به کنتاکت‌های پریز باید به ترتیبی انجام شود که سیم فاز سمت راست و سیم نول سمت چپ فردی که روبه‌روی پریز قرار می‌گیرد وصل شده باشد، (شکل۸ــ۳ــ ج).



ج ــ نحوه اتصال سیم‌ها به پریز

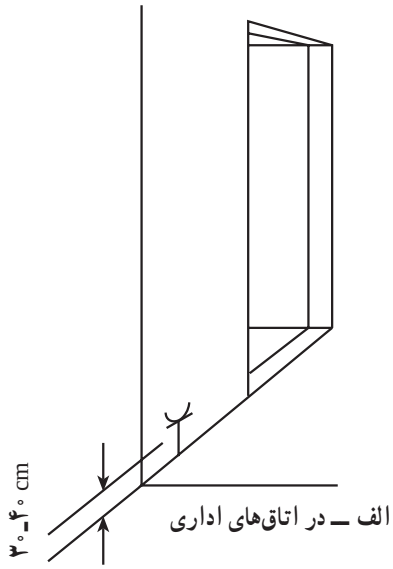
شکل ۸ ــ۳

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 به‌طور مداوم، تحمل کافی داشته باشد. این‌گونه پریزها باید به درپوش مخصوص و مناسب، مجهز و در صورت امکان از نوع چدنی قفل‌شو باشد.

پریزهای برق در اتاق‌ها ۳۰ الی ۴۰ سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل۹ ــ۳ــ الف).

پریزهای برق، که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، گاراژ نصب می‌شود ۱۱۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده

پریزهای برق در اتاق عمل که از نوع ضدانفجار نباشد حداقل در ارتفاع ۱۵۵ سانتی‌متر از کف تمام شده نصب می‌شوند (شکل۹ ــ۳ــ ب).



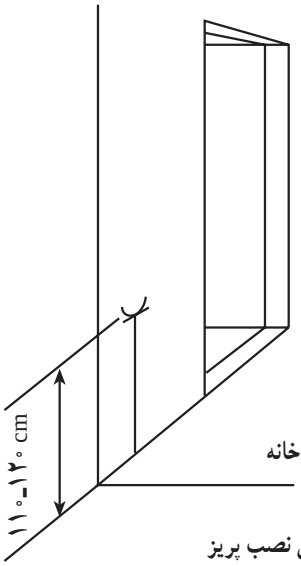
الف ــ در اتاق‌های اداری

پریزهای سه‌فاز باید برحسب مورد با چهار شاخه و پنج شاخه‌ی مربوط همراه باشد.

در مکان‌های تر و مرطوب و خارج ساختمان‌ها باید از پریز محافظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب متناسب 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.



ب ــ در آشپزخانه

شکل ۹ ــ۳ــ محل نصب پریز

۵ــ۳ــ کلیدهای روشنایی روکار

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

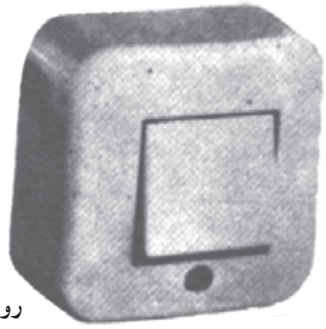
کلیدها بسته به نوع مصرف آن، روکار (معمولی ــ بارانی) و توکار ساخته می‌شوند.

۱ــ۵ــ۳ــ کلید یک پل (یک راهه): این کلید دارای یک پل و یا یک دگمه می‌باشد و به‌صورت توکار و روکار ساخته می‌شود. دگمه قطع و وصل می‌تواند به‌صورت فشاری --⊟، الاکلنگی --⊤ و یا دوار --⊥ باشد، (شکل ۱۰ــ۳ــالف). جنس محفظه و داخل آن از جنس کائوچو و یا پلاستیک مخصوص است که قادر به تحمل ولتاژ معینی است.

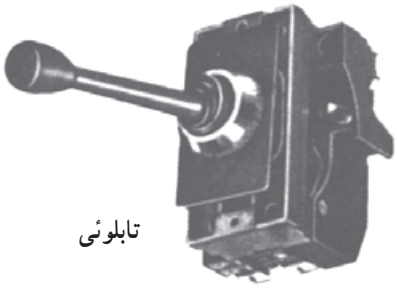
کلید یک پل (یک راهه)، از یک تیغه‌ی اتصال متحرک فلزی و یک تیغه‌ی اتصال ثابت، یک فنر و یک میله درست شده است. تیغه‌های ثابت و متحرک به دو پیچ خروجی ارتباط دارند.

دو انتهای تیغه‌های ثابت و متحرک شبیه پلاتین اتومبیل ساخته می‌شود و در مقابل حرارت و جرقه مقاوم است. تیغه‌های ثابت و متحرک را کنتاکت می‌نامند (شکل ۱۰ــ۳ــ ب).

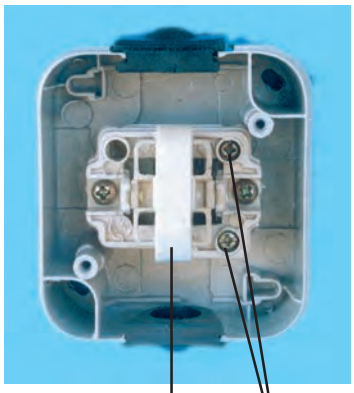
شکل ۱۰ــ۳ــ ب داخل کلید یک پل (یک راهه) را نشان می‌دهد.

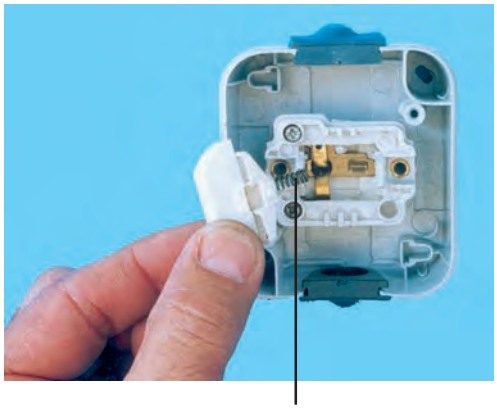

روکار

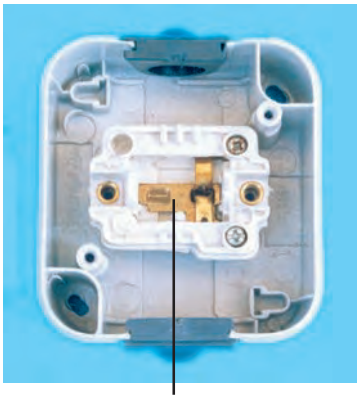
توکار


تابلوئی

الف ــ انواع کلید یک پل از نظر ظاهری





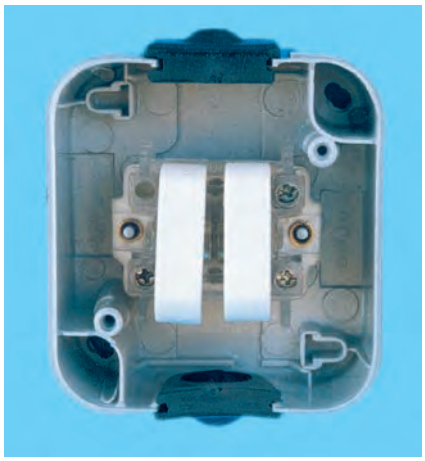


ب ــ اجزای داخل کلید یک پل

شکل ۱۰ــ۳

۲ــ۵ــ۳ــ 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 زبانه‌ای دارای سه پیچ است که یک پیچ مشترک می‌باشد. کلید سری، دودسته لامپ را به‌طور جداگانه و یا با هم روشن و خاموش می‌کند. شکل ۱۱ــ۳ کلید سری (دوپل) را نشان می‌دهد.

شکل الف ــ شمای ظاهری نوع توکار

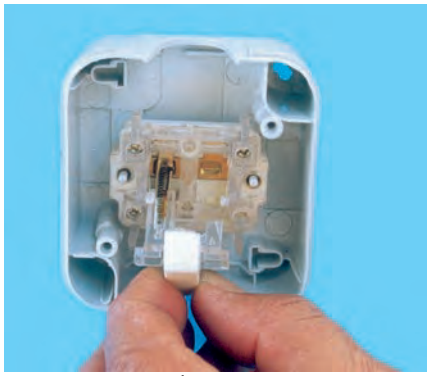


شکل ب ــ شمای داخلی نوع روکار

شکل ۱۱ــ۳ــ کلید سری (دوپل)

۳ــ۵ــ۳ــ کلید تبدیل: کلید تبدیل دارای سه پیچ اتصال می‌باشد که یکی از پیچ‌ها، پیچ مشترک است. شکل ظاهری کلید تبدیل شبیه کلید یک پل است به همین دلیل برای تشخیص باید به تعداد پیچ‌ها توجه کرد (شکل ۱۲ــ۳).

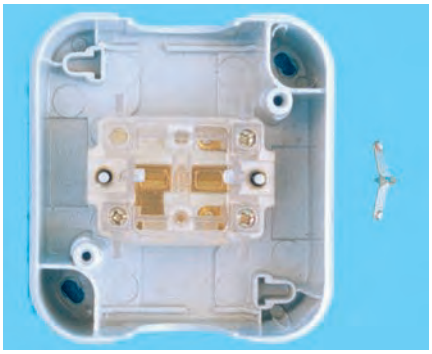
ج ــ برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت غیرمشترک ۱



ب ــ شستی وفنر کلید تبدیل

الف ــ قسمت داخلی کلید تبدیل روکار

د ــ برقراری اتصال پلاتین با کنتاکت غیرمشترک ۲



هـ ــ پلاتین جداشده و پایه‌های ثابت کلید

شکل ۱۲ــ۳ــ اجزای داخل کلید تبدیل

دو عدد کلید تبدیل می‌توانند 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.

۶ــ۳ــ لامپ رشته‌ای

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 اوّل به حرارت تبدیل می‌شود سپس نور تولید می‌کند. بنابراین بهره‌ی نوری این لامپ‌ها کم است. لامپ‌های رشته‌ای از چهار قسمت تشکیل شده‌اند :

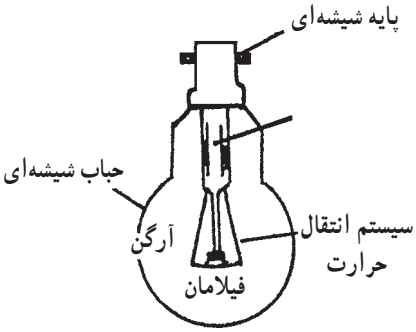
ــ رشته‌ی لامپ که از جنس تنگستن است و به‌طور مارپیچ با قطر کم ساخته می‌شود. درجه‌ی حرارت ذوب بالا و همچنین زمان تبخیر طولانی تنگستن باعث شده است که در لامپ‌های کنونی مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱۳ــ۳ــ الف).

درجه‌ی حرارت فیلامان لامپ‌های کنونی هنگام کار در حدود ۲۴۰۰ تا ۲۷۰۰ درجه سانتی‌گراد است. در لامپ‌هایی که دارای دو مارپیچ فیلامان است (شکل۱۳ــ۳ــ 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 ته‌نشین شده و مانع عبور نور می‌شود در نتیجه نور لامپ کاهش می‌یابد. در قدرت مساوی، نور چراغ‌های با رشته‌ی مضاعف بیشتر از چراغ با فیلامان تک‌رشته است.

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، کریپتون و گزنون است. در لامپ‌های کم‌قدرت، در داخل حباب خلأ ایجاد می‌کنند. وجود گاز در داخل لامپ سبب جلوگیری از تبخیر رشته‌ی فیلامان شده و افزایش طول عمر و نوردهی آن می‌شود. شکل ۱۳ــ۳ــج لامپ رشته‌ای را با پایه‌ی خاردار نشان می‌دهد.

الف ــ رشته لامپ از جنس تنگستن بطور مارپیچ با قطر کم

ب ــ فیلامان با دو مارپیچ



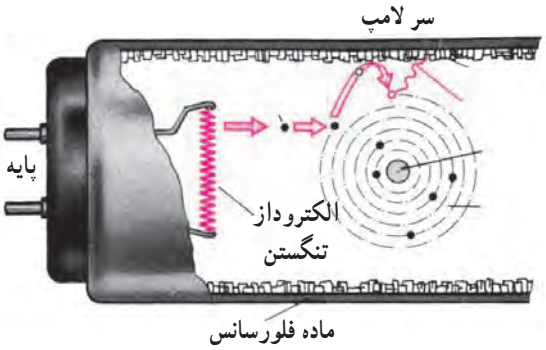
ج ــ ساختمان چراغ رشته‌ای با پایه خاردار

شکل ۱۳ــ۳

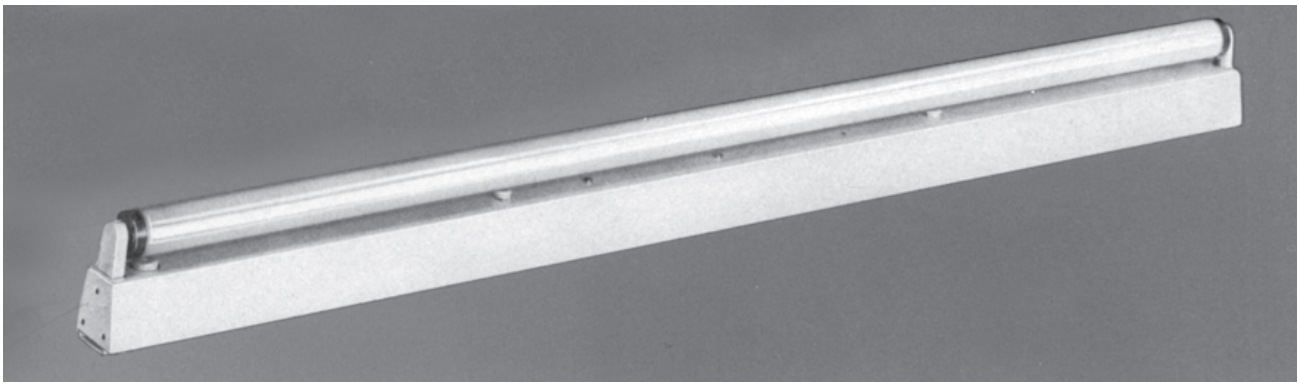
۷ــ۳ــ لامپ فلورسنت

لامپ معمولی فلورسنت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ و یا ۱۱۰ ولت از لوله‌های شیشه‌ای به قطر ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر و طول ۲۰ تا ۱۶۰ سانتی‌متر ساخته می‌شود. دوسر این لوله‌ها، دو رشته‌ی فلزی تنگستن اندوده به باریت کار گذاشته‌اند. باریت دارای تشعشع الکترونی خوبی است. فضای داخل لوله از بخار جیوه با فشار کم پرشده و جدار داخلی لوله با مواد فلورسانس اندود شده است (شکل ۱۴ــ۳ الف و ب).

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



الف ــ فیلامان لامپ فلورسنت



ب ــ شمای ظاهری لامپ با قاب

۱ــ۷ــ۳ــ چک (سیم پیچ): چک، یک سیم پیچ با هسته است که دو عمل انجام می‌دهد، اوّل بالا بردن ولتاژ جهت راه‌اندازی و دوم محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ. زیرا در لحظهٔ راه‌اندازی، اختلاف سطح زیادی لازم است تا تخلیه الکتریکی در لامپ به‌وجود آمده و لامپ روشن شود. پس از تخلیه‌ی 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 ضریب قدرت مدار می‌شود که با قرار دادن خازن می‌توان ضریب قدرت مدار را اصلاح کرد. شکل ۱۴ــ۳ــ ج علامت اختصاری و شمای واقعی چُک لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.

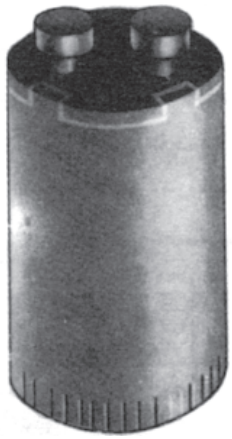
ج ــ شمای ظاهری و علائم نشان‌دهنده وچک

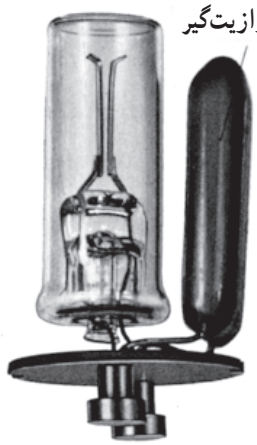
شکل ۱۴ــ۳

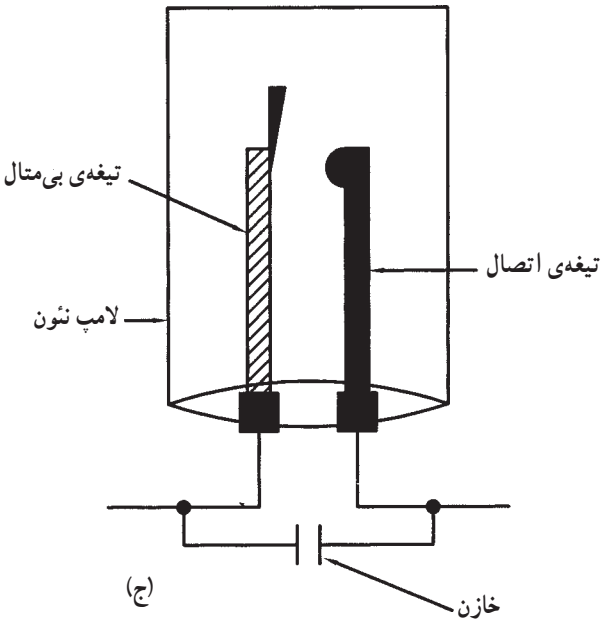
۲ــ۷ــ۳ــ استارتر: استارتر از یک لامپ نئون کوچک تشکیل می‌شود که یکی از الکترودهای آن را یک بی‌متال و الکترود دیگر آن را یک تیغه‌ی فلزی تشکیل می‌دهد.

اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ ولت (ولتاژ مورد نیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) است و اگر اختلاف سطح به حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ ولت برسد خاموش می‌شود.

برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت، یک خازن با استارتر به‌صورت موازی بسته می‌شود. شکل۱۵ــ۳ــ الف ظاهر استارتر و شکل ۱۵ــ۳ــ ب قسمت داخلی آن و شکل۱۵ــ۳ــ ج شمای مداری داخل استارتر را نشان می‌دهد.

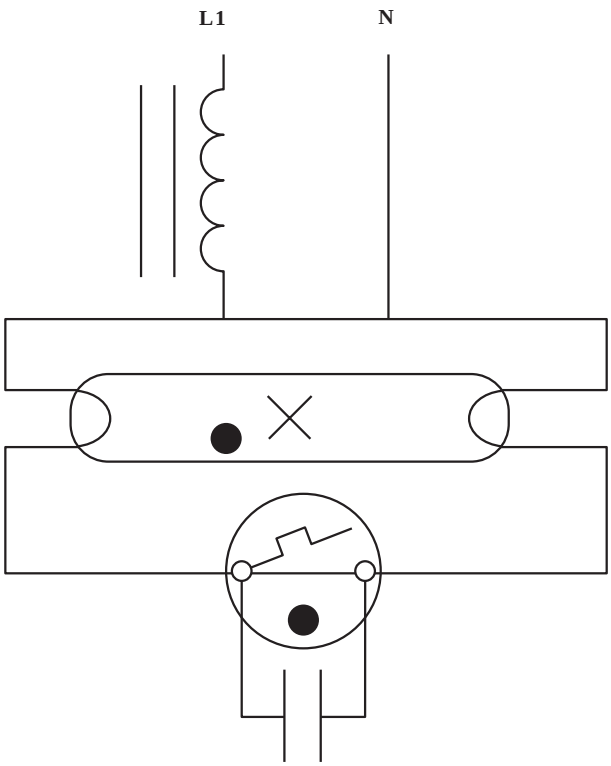






شکل ۱۵ــ۳ــ استارتر لامپ فلورسنت

۳ــ۷ــ۳ــ 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 تخلیه 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 القایی زیادی ایجاد می‌کند (حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ولت) و چون این ولتاژ در دوسر لامپ قرار می‌گیرد باعث تخلیه‌ی الکتریکی در لوله‌ی بین دو فیلامان می‌شود. پس از گذشت ۲ تا ۵ ثانیه لامپ روشن می‌شود. شکل ۱۶ــ۳ مدار الکتریکی لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ــ۳ــ مدار لامپ فلورسنت

۸ــ۳ــ 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 به‌طوری که مثلاً برای یک کلید ۱۰ آمپر ممکن است حداکثر ۳۰ عدد لامپ فلورسنت ۴۰ وات با خازن و با مجموع قدرت ۱۵۰۰ وات، یا ۲۰ عدد لامپ فلورسنت ۴۰ وات بدون خازن و با مجموع شدت جریان ۸/۸ آمپر یا ۱۶۰۰ وات بار رشته‌ای درنظر گرفته شود و برای مدارهایی که دارای بار بیش از این مقادیر باشد باید کلید متناسبی با قدرت بیشتر

شکل ۱۷ــ۳ــ نمونه یک کلید ضدآب

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 دوپل نیز می‌گویند.

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

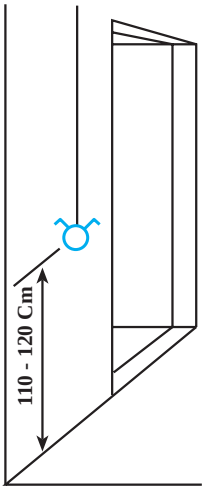
کلیدهایی که در کنار در ورودی واقع می‌شود باید در طرف قفل در و در فواصل مساوی از چارچوب نصب شوند.

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

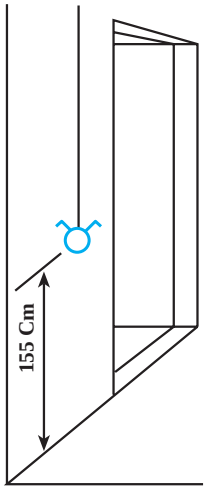
ارتفاع نصب کلیدها به شرح زیر خواهد بود : برای اتاق‌های مسکونی، اداری یا کار، آشپزخانه اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۱۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده، شکل (۱۸ــ۳ــ الف) .

برای اتاق‌های بخش عمل در صورتی که از نوع ضدانفجار نباشد ۱۵۵ سانتی‌متر از کف تمام شده، کلید راه‌انداز موتور ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل ۱۸ــ۳ــ ب).

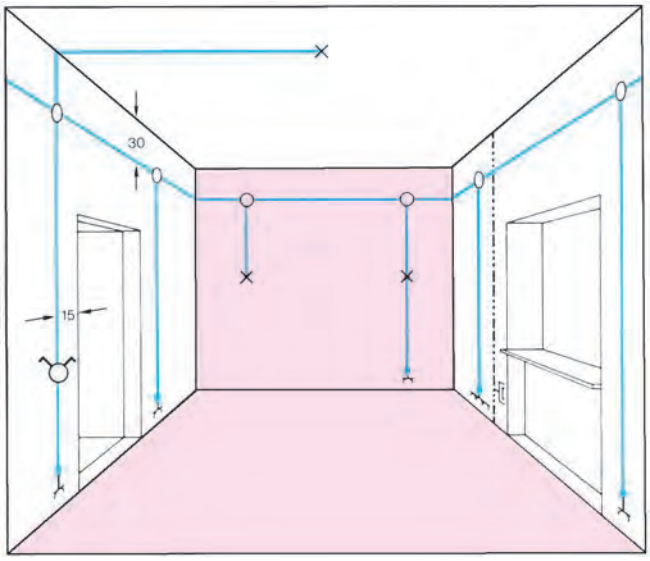
کلید کنترل هواکش ۱۲۰ سانتی‌متر از کف تمام شده، کلید و لوازم برقی در اتاق عمل که ضدانفجار نباشد در ارتفاع ۱۵۵ سانتی‌متر از کف تمام شده (شکل ۱۸ــ۳ ــ ب).



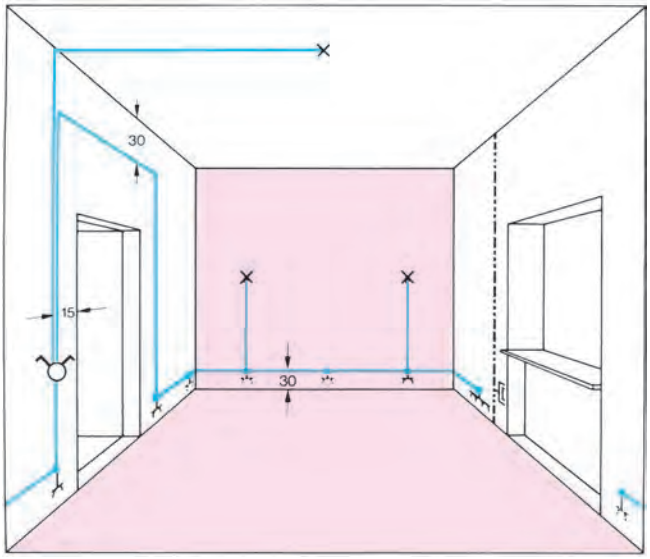
الف ــ ارتفاع کلید در اماکن اداری و صنعتی



ب ــ ارتفاع کلید اتاق‌های عمل



ج ــ سیم‌کشی با استفاده از جعبه تقسیم



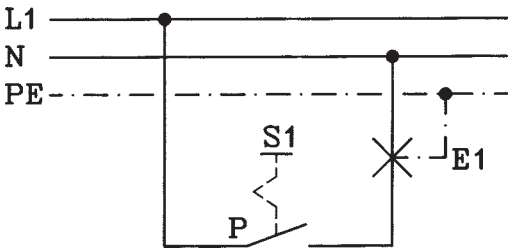
د ــ سیم‌کشی بدون استفاده از جعبه تقسیم

شکل ۱۸ــ۳

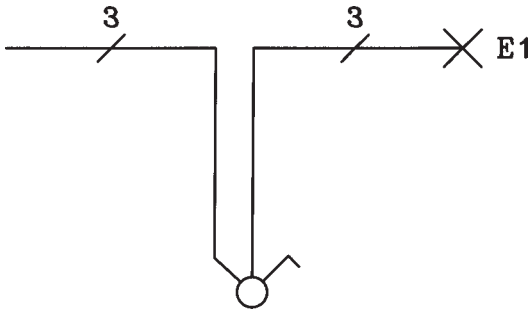
۱ــ۸ــ۳ــ مدار روشنایی کلید یک پل: از کلید یک پل برای قطع و وصل مدار یک یا چند مصرف‌کننده از یک نقطه به طور همزمان استفاده می‌شود. فاز به پایه‌ی ثابت کلید وصل شده و از پیچ پایه‌ی متحرک کلید به پیچ زیرین سرپیچ لامپ وصل می‌شود. سیم نول نیز مستقیماً به پیچ پهلوی سر پیچ لامپ اتصال می‌یابد.

علت اتصال برگشت فاز از کلید به پیچ زیرین سرپیچ لامپ این است که در موقع باز کردن و بستن لامپ، تماس با قسمت فلزی لامپ موجب نشود. علت قرار گرفتن کلید در مسیر فاز این است که فاز مستقیماً به مصرف‌کننده نرسد بلکه کنترل به‌وسیله‌ی کلید انجام گیرد. این اثر سبب افزایش میزان حفاظت می‌باشد.

شکل ۱۹ــ۳ نقشه‌ی گسترده و شکل ۲۰ــ۳ نقشه‌ی فنی مدار کلید یک پل را نشان می‌دهد.



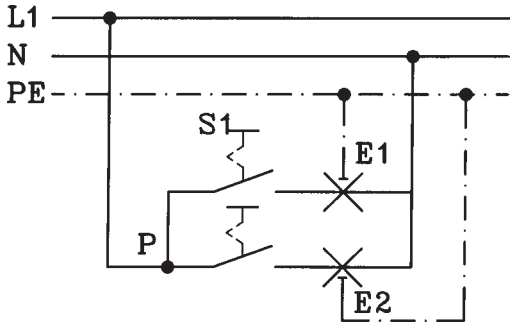
شکل ۱۹ــ۳



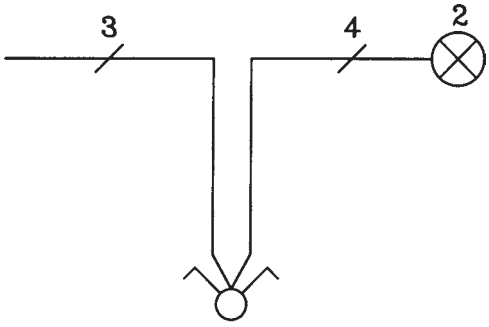
شکل ۲۰ــ۳

۲ــ۸ــ۳ــ مدار روشنایی کلید سری (دوپل): برای قطع و وصل دو گروه لامپ به‌صورت 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.

شکل ۲۱ــ۳ نقشه‌ی گسترده و شکل ۲۲ــ۳ نقشه‌ی فنی کلید سری با دو لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱ــ۳

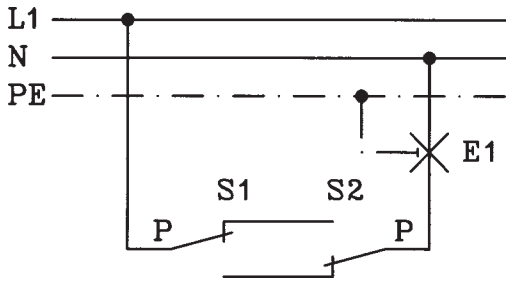


شکل ۲۲ــ۳

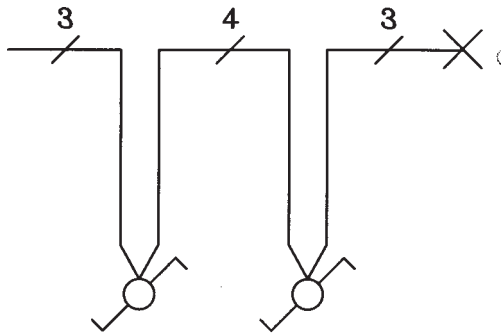
۳ــ۸ــ۳ــ مدار روشنایی کلید تبدیل: برای قطع و وصل یک یا چند مصرف‌کننده به‌طور همزمان از دو نقطه، از دو کلید تبدیل استفاده می‌شود. سیم فاز به پیچ متصل به تیغه‌ی متحرکِ (پیچ مشترک) یکی از کلیدهای تبدیل وصل شده و از دو پیچ دیگر مربوط به تیغه‌ی ثابت همان کلید به دو پیچ مشابه کلید تبدیل دیگر وصل می‌شود. از پیچ تیغه‌ی متحرک، کلید تبدیل دومی به پیچ ته سر پیچ لامپ (مصرف‌کننده) و از پیچ پهلویی 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.

شکل ۲۳ــ۳ نقشه‌ی گسترده (مسیر جریان) و شکل ۲۴ــ۳ نقشه‌ی فنی کلید تبدیل را نشان می‌دهند.



شکل ۲۳ــ۳



شکل ۲۴ــ۳

۹ــ۳ــ کار عملی شماره ۹: نصب و سیم‌کشی انواع پریزهای ساده و ارت‌دار یک فاز و سه‌فاز روکار

زمان : ۴ساعت

۱ــ۹ــ۳ــ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ــ تابلو مشبک	۱۵ عدد
ــ ترمینال	۷۵ عدد
ــ لوله فولادی نمره ۱۳/۵	۴۵ عدد
ــ لوله خم‌کن لوله‌فولادی	۳ عدد
ــ اره‌آهن‌بر	۳ عدد
ــ گیره رومیز	۳ عدد
ــ میزکار	۳ عدد
ــ برقو	۳ عدد
ــ حدیده	۳ عدد
ــ آچار کلاغی	۸ عدد
ــ بست لوله فولادی	۹۰ عدد
ــ پیچ و مهره	۱۵۰ عدد
ــ سیم افشان نمره ۲/۵	۲۵۰ متر
ــ فنر سیم‌کشی	۳ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ انبردست	۱۵ عدد
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱۵ عدد
ــ فازمتر	۱۵ عدد
ــ آوومتر	۳ عدد
ــ ولت‌متر	۳ عدد
ــ خط‌کش فلزی	۱۵ عدد
ــ پریز تک‌فاز ارت‌دار روکار	۱۵ عدد
ــ پریز سه‌فاز ارت‌دار روکار	۱۵ عدد

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ــ۴ــ۱ توجه کنید.

۲ــ۹ــ۳ــ مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۲۵ــ۳ لوله فولادی نمره ۱۳/۵ را به اندازه‌های داده شده ببرید و خم کنید.

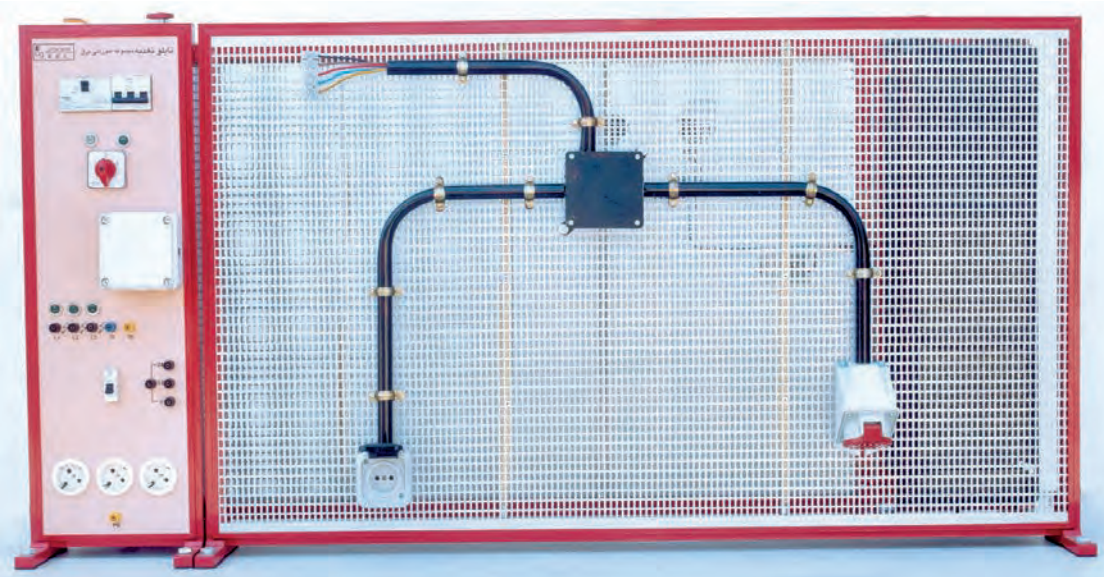
■ سر لوله‌ها را که به جعبه تقسیم و قوطی پریزها وصل

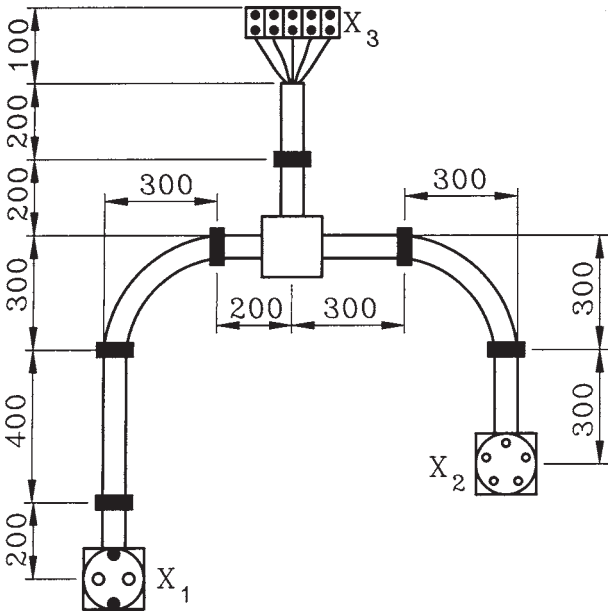
می‌شوند، حدیده کنید.

■ 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 ببندید 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 ۲۵ــ۳

۱۰ــ۳ــ کار عملی شماره ۱۰: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید یک پل با لامپ رشته‌ای و پریز یک‌فاز روکار

زمان : ۴ساعت

۱ــ۱۰ــ۳ــ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ــ تابلوی مشبک	۱۵ عدد
ــ ترمینال	۷۵ عدد
ــ کلید یک‌پل روکار	۱۵ عدد
ــ پریز یک فاز ارت‌دار روکار	۱۵ عدد
ــ جعبه تقسیم روکار	۳۰ عدد
ــ لامپ رشته‌ای تونلی	۱۵ عدد
ــ بست کابل تخت	۱۵ عدد
ــ کابل تخت NYIF۲×۱/۵mm	۱۰ متر
ــ کابل تخت NYIF۳×۱/۵mm^2	۳۰ متر
ــ کابل تخت NYIF۴×۱/۵mm^2	۱۵ متر
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱۵ عدد
ــ دم‌باریک	۱۵ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ فازمتر	۳ عدد
ــ آوومتر	۳ عدد
ــ میزکار	۳ عدد
ــ پیچ و مهره	۱۸۰ عدد
ــ خط‌کش فلزی	۱۵ عدد

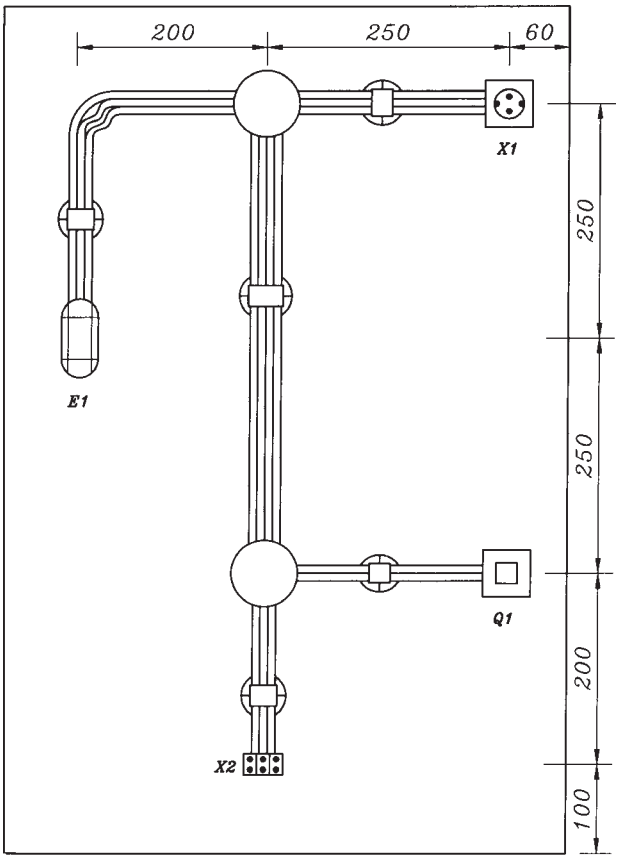
قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ــ۴ــ۱ توجه کنید.

۲ــ۱۰ــ۳ــ مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۲۶ــ۳ کلید یک پل روکار، جعبه تقسیم‌های روکار، ترمینال و لامپ رشته‌ای را با توجه به اندازه‌های داده شده، روی تابلو مشبک نصب کنید.

■ کابل‌های تخت ۲×۱/۵mm^2 و ۳×۱/۵mm^2 و ۴×۱/۵mm^2 تک‌رشته‌ای را مطابق نقشه به ترمینال، کلید یک پل، پریز ارت‌دار یک فاز و لامپ رشته‌ای وصل کرده و در جعبه تقسیم‌ها به‌هم اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



شکل ۲۶ــ۳

۱۱ــ۳ــ کار عملی شماره ۱۱: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید سری با لامپ فلورسنت روکار

زمان : ۴ساعت

۱ــ۱۱ــ۳ــ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

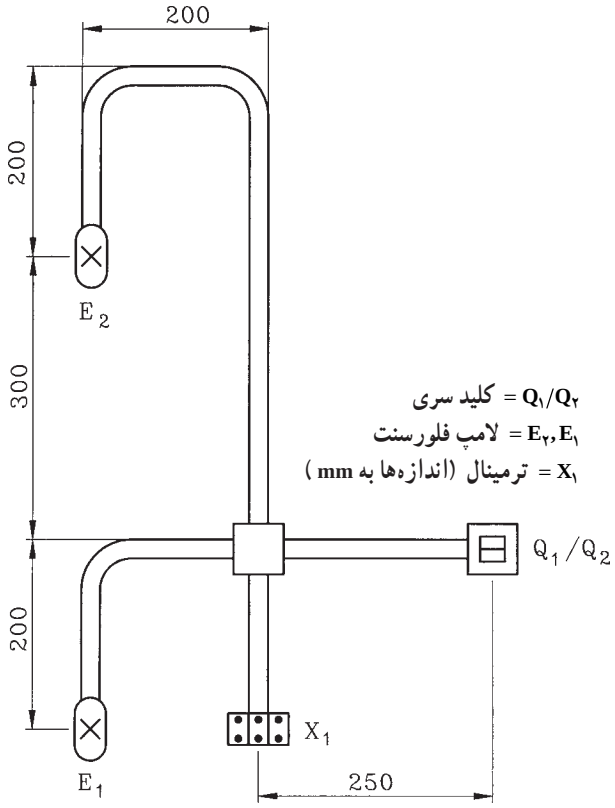
ــ کلید سری روکار	۱۵ عدد
ــ ترمینال	۴۵ عدد
ــ لامپ فلورسنت	۳۰ عدد
ــ جعبه‌تقسیم روکار	۱۵ عدد
ــ کابل افشان نمره $۳\times۱/۵mm^۲$	۳۰ متر
ــ خط‌کش فلزی	۱۵ عدد
ــ انبردست	۱۵ عدد
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱۵ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ فازمتر	۳ عدد
ــ آوومتر	۳ عدد
ــ تابلو مشبک	۱۵ عدد
ــ چاقوی کابل‌بری	۱۵ عدد
ــ دم‌باریک	۱۵ عدد

۲ــ۱۱ــ۳ــ مراحل انجام کار:

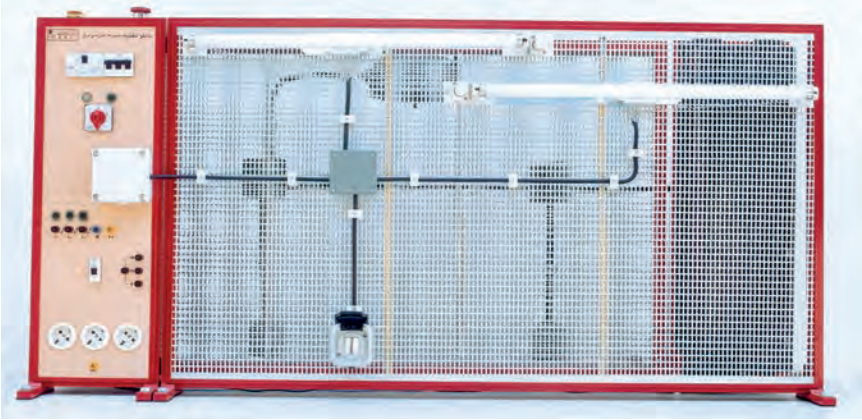
■ مطابق شکل ۲۷ــ۳ کلید سری، لامپ‌های فلورسنت، جعبه تقسیم روکار و ترمینال را روی تابلو مشبک نصب کنید.

■ توسط کابل‌های افشان نمره $۳\times۱/۵mm^۲$ مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



الف ــ اندازه‌ها



ب ــ شمای واقعی

شکل ۲۷ــ۳

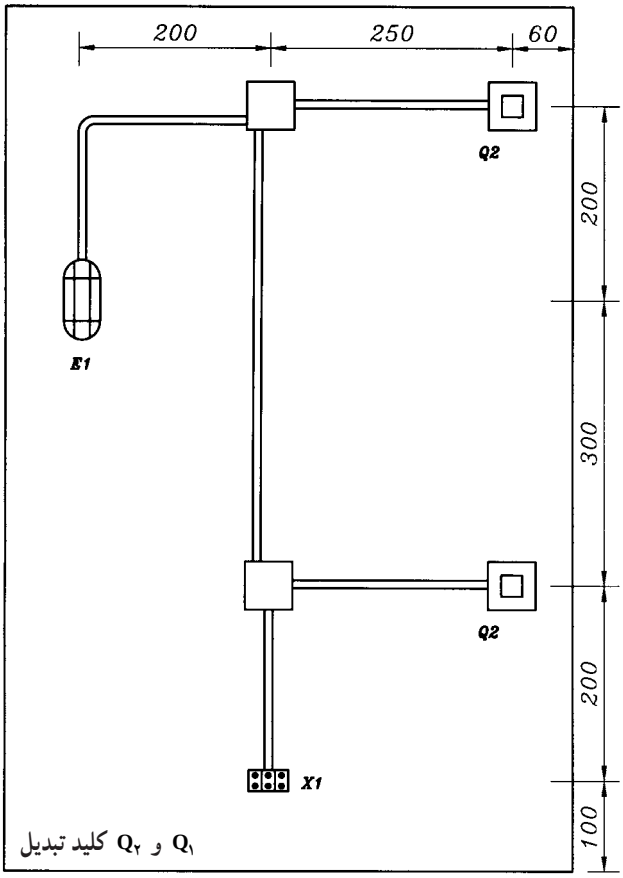
۱۲ــ۳ــ کار عملی شماره ۱۲: نصب و سیم‌کشی مدار روشنایی کلید تبدیل با لامپ رشته‌ای روکار

زمان : ۴ساعت

۱ــ۱۲ــ۳ــ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ــ کلید تبدیل روکار	۳۰ عدد
ــ جعبه تقسیم روکار	۳۰ عدد
ــ ترمینال	۴۵ عدد
ــ لامپ رشته‌ای روکار	۱۵ عدد
ــ کابل $NYM۳\times۱/۵mm^۲$	۳۰ متر
ــ کابل $NYM۴\times۱/۵mm^۲$	۱۵ متر
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱۵ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ پیچ و مهره	۱۸۰ عدد
ــ فازمتر	۳ عدد
ــ آوومتر	۳ عدد
ــ تابلو مشبک	۱۵ عدد
ــ چاقوی کابل‌بری	۱۵ عدد
ــ میزکار	۳ عدد

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ــ۴ــ۱ توجه کنید.



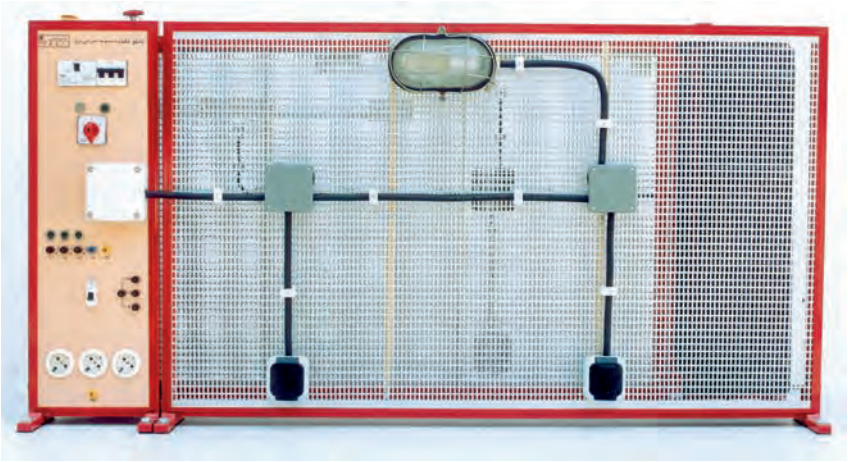
الف ــ اندازه‌های مدار

۲ــ۱۲ــ۳ــ مراحل انجام کار:

■ مطابق شکل ۲۸ــ۳ کلیدهای تبدیل روکار، جعبه تقسیم‌های روکار، لامپ رشته‌ای با قاب تونلی روکار، و ترمینال را روی تابلو مشبک نصب کنید.

■ با کابل‌های $NYM۳\times۱/۵mm^۲$ و $NYM۴\times۱/۵mm^۲$ با توجه به اندازه‌های داده شده در نقشه، مدار را اتصال دهید.

■ مدار را وصل و آزمایش کنید.



ب ــ شکل واقعی

شکل ۲۸ــ۳

۱۳ــ۳ــ کار عملی شماره ۱۳: نصب و سیم‌کشی پریزهای یک فاز ارت‌دار و مدار روشنایی

۱ــ۱۳ــ۳ــ وسایل مورد نیاز

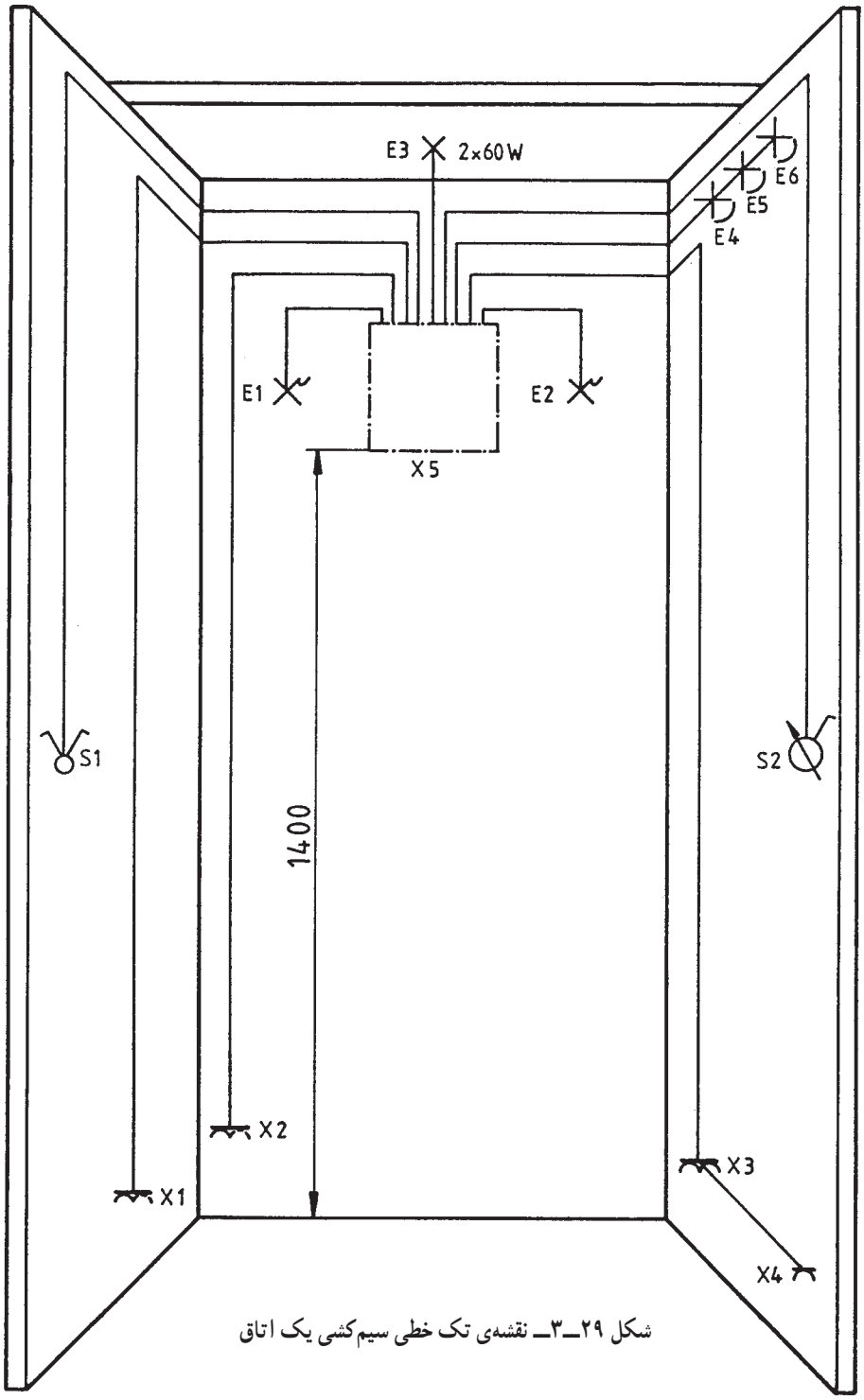
ــ تابلو خالی برق همراه با نکات ایمنی
ــ شینه مسی
ــ کابل $۳\times۱۶mm^۲$ NYM
ــ کلیدهای مینیاتوری ۱۶ A
ــ کابل نمره $۳\times۱/۵mm^۲$
ــ سیم نمره $۱/۵mm^۲$
ــ لامپ رشته‌ای کلیددار روکار
ــ لامپ رشته‌ای روکار
ــ پروژکتور روکار
ــ پریز یک فاز ارت‌دار روکار
ــ پریز دوبل یک فاز ارت‌دار روکار
ــ پریز آنتن
ــ کابل آنتن
ــ پیچ و مهره
ــ کابلشو
ــ پرس کابلشو
ــ چاقوی کابل‌بری
ــ سیم‌چین
ــ سیم‌لخت‌کن
ــ انبردست
ــ پیچ گوشتی
ــ دم‌باریک
ــ فازمتر
ــ آوومتر
ــ دریل دستی برقی
ــ مته الماسه
ــ مته فولادی
ــ چکش فلزی
ــ رولپلاک
ــ پیچ‌چوب
ــ بست کابل
ــ کابین سیم‌کشی یا اتاق

زمان : ۲۴ ساعت

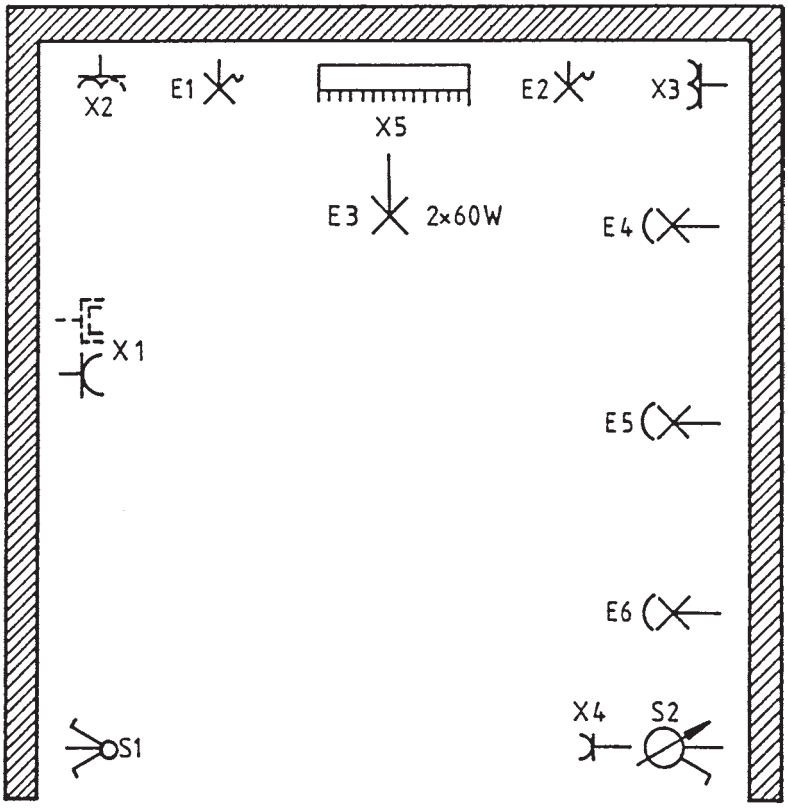
قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ــ۴ــ۱ توجه کنید.

۲ــ۱۳ــ۳ــ مراحل انجام کار:

■ شکل ۲۹ــ۳ دیاگرام تک‌خطی (نقشه‌فنی)، شکل ۳۰ــ۳ نقشه‌ی قرارگیری وسایل الکتریکی در پلان ساختمانی یا کابین سیم‌کشی و شکل ۳۱ــ۳ دیاگرام تک‌خطی تابلوی الکتریکی را نشان می‌دهند. وسایل الکتریکی را روی یک اتاق و یا کابین سیم‌کشی نصب کنید.



شکل ۲۹ــ۳ــ نقشه‌ی تک خطی سیم‌کشی یک اتاق



E_1 = لامپ کلیددار روکار
E_2 = لامپ کلیددار روکار
E_3 = دو لامپ رشته‌ای ۶۰ W 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 آنتن 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 = دیمر برای سه پروژکتور

شکل ۳۰ـ۳ـ نقشه قرار گرفتن وسایل و قطعات

■ مطابق نقشه‌ی شکل ۳۱ـ۳ کلیدهای مینیاتـوری را داخل تابلوی خالی که در اختیار دارید نصب و سیم‌کشی کنید.

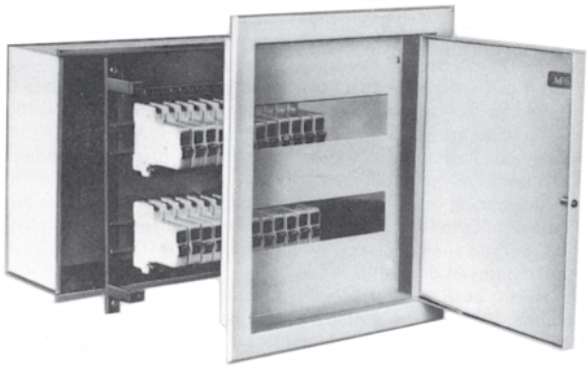
■ شینه‌های فاز و نول و ارت را داخل تابلو نصب کنید.

■ کابل‌ورودی به تابلو $NYM۱۶mm^۲$ را انتخاب کنید، سرکابل سه‌رشته را لخت کنید، سر سیم‌های لخت شده را کابلشو بزنید و به شیشه‌های مربوطه پیچ کنید.

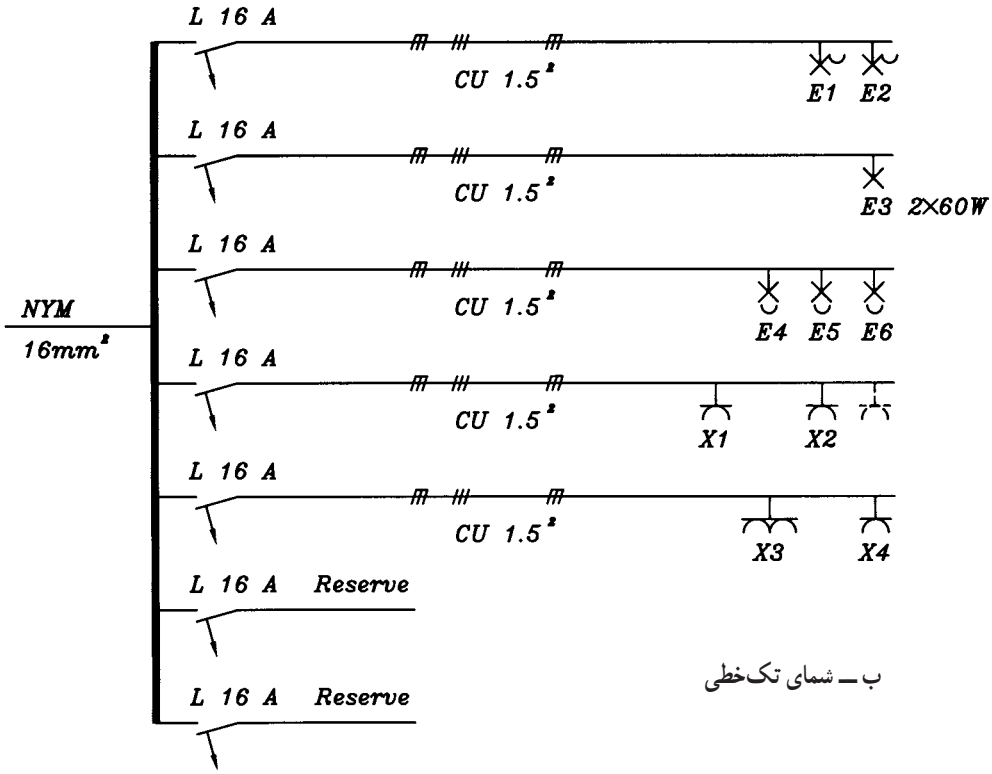
■ از شینه‌ی فاز به کلیدهای مینیاتوری را توسط سیم نمره $۱/۵mm^۲$ اتصال دهید. این اتصال به شینه توسط کابلشو و به کلیدهای مینیاتوری با برداشتن روپوش سر سیم‌ها و قراردادن سیم‌های بدون روپوش در زیر پیچ کلیدهای مینیاتوری انجام دهید.

■ از کلیدهای مینیاتوری به لامپ‌های کلیددار $E_۱$ و $E_۲$، لامپ $E_۳$ که توسط کلید سری $S_۱$، پروژکتورهای $E_۴$، $E_۵$ و $E_۶$ که توسط کلید دیمر دار $S_۲$ کنترل می‌شوند، پریزهای یک فاز ارت‌دار $X_۱$ و $X_۲$، پریز دوبل تک‌فاز ارت‌دار $X_۳$ و پریز یک فاز ارت‌دار $X_۴$ توسط کابل‌های مسی نمرهٔ $۱/۵mm^۲$ اتصال دهید. (اتصال کابل‌ها از تابلو به لامپ‌ها و پریزها به‌وسیله‌ی بست کابل انجام شود).

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



الف ــ شمای ظاهری



ب ــ شمای تک‌خطی

شکل ۳۱ـ۳ــ نقشه‌ی فنی سیم‌کشی از تابلو به قسمت‌های مختلف

آزمون پایانی (۳)

زمان : ۲۴دقیقه

۱ــ استفاده از انرژی الکتریکی به‌طور مستقیم توسط کدام وسیله ممکن می‌شود؟

الف ــ پریز　　ب ــ کلید　　ج ــ فیوز　　د ــ کابل

۲ــ در جاهای نمناک از چه نوع پریزی استفاده می‌شود؟ این پریز با کدام نوع لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

الف ــ پریز معمولی، لوله‌ی PVC　　ب ــ پریز معمولی ارت‌دار، لوله فولادی

ج ــ پریز بارانی، لوله‌ی PVC　　د ــ پریز بارانی، لوله‌ی خرطومی

۳ــ سیم ارت به کدام پیچ پریز ارت‌دار یک فاز وصل می‌شود؟

الف ــ پیچ مربوط به سوراخ سمت راست　　ب ــ پیچ مربوط به سوراخ سمت چپ

ج ــ پیچ مربوط به شاخک‌ها　　د ــ موارد الف یا ب

۴ــ در پریزهایی که دارای سه سوراخ در یک ردیف می‌باشند (پریزهای یک فاز) ،کدام سوراخ مربوط به بدنه (ارت) است؟

الف ــ سوراخ سمت راست　　ب ــ سوراخ سمت چپ

ج ــ سوراخ سمت راست یا چپ　　د ــ سوراخ وسطی

۵ــ سیم‌های فاز را از نول توسط چه وسیله‌ای تشخیص می‌دهند؟

الف ــ فازمتر　　ب ــ آمپرمتر　　ج ــ ولت‌متر　　د ــ اهم‌متر

۶ــ برای تشخیص وجود اختلاف پتانسیل بین فاز و نول و دو فاز از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف ــ لامپ آزمایش　　ب ــ فازمتر　　ج ــ آمپرمتر　　د ــ اهم‌متر

۷ــ برای عبور دادن سیم از داخل لوله از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف ــ فنرکش　　ب ــ فنر سیم‌کشی　　ج ــ سیم فولادی　　د ــ سیم تک‌رشته‌ی مسی

۸ــ برای ارتباط چند لوله و یا چند کابل از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف ــ قوطی کلید　　ب ــ جعبه تقسیم　　ج ــ پریز　　د ــ هرسه مورد

۹ــ پریزهای برق برچه اساسی انتخاب می‌شوند؟

الف ــ موارد کاربرد، شرایط محل نصب، میزان ولتاژ و تعداد فازها

ب ــ ایمنی مورد لزوم، محاسبه‌ی مقدار جریانی که تغذیه می‌کند در انواع توکار و روکار

ج ــ اتصال زمین یا بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یک فاز و سه فاز، قفل‌شو یا بی‌خطر

د ــ هرسه مورد

۱۰ــ ارتفاع نصب پریزها در موتورخانه و تعمیرگاه، چندسانتی‌متر از کف تمام شده باید باشد؟

الف ــ ۱۰۰ ب ــ ۱۳۰ ج ــ ۱۴۰ د ــ ۱۱۰

۱۱ــ ارتفاع پریزهای برق در اتاق عمل که از نوع ضدانفجار نباشد حداقل در ارتفاع چند سانتی‌متری از کف تمام شده باید باشد؟

الف ــ ۳۰ ب ــ ۱۱۰ ج ــ ۱۵۵ د ــ ۱۲۰

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

الف ــ کلید یک پل ب ــ پریز

ج ــ کلید تبدیل د ــ کلید سری

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

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

۱۴ــ برای روشن و خاموش کردن دولامپ از یک محل که هر لامپ هم به تنهایی و هم باهم کنترل شوند، از کدام کلید روشنایی استفاده می‌شود؟

الف ــ کلید دوقطبی ب ــ کلید تبدیل

ج ــ کلید سری د ــ کلید یک پل

۱۵ــ جنس رشته‌ی لامپ رشته‌ای از چیست؟

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

۱۶ــ چک (سیم‌پیچ) در لامپ فلورسنت چه عملی انجام می‌دهد؟

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

ب ــ بالا بردن ولتاژ جهت راه‌اندازی

ج ــ محدود کردن جریان بعد از روشن شدن لامپ

د ــ ب و ج

۱۷ــ برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت در مدار لامپ فلورسنت، چه وسیله‌ای به استارتر وصل می‌شود؟

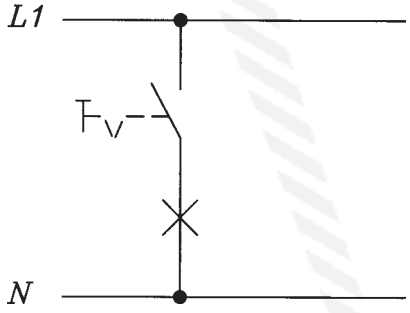
الف ــ خازن به‌طور سری ب ــ خازن به‌طور موازی

ج ــ سلف به‌طور سری د ــ سلف به‌طور موازی

۱۸ــ ارتفاع نصب کلیدها از کف تمام شده در محل‌های مسکونی و اماکن صنعتی چند سانتی‌متر است؟

الف ــ ۱۰۰ ب ــ ۱۱۰ ج ــ ۱۵۵ د ــ ۱۳۰

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



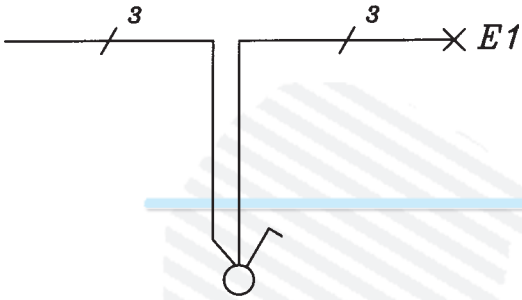
الف ــ یک پل

ب ــ دوپل

ج ــ سری

د ــ تبدیل

۲۰ــ شکل مقابل شمای فنی (تک‌سیمه) کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

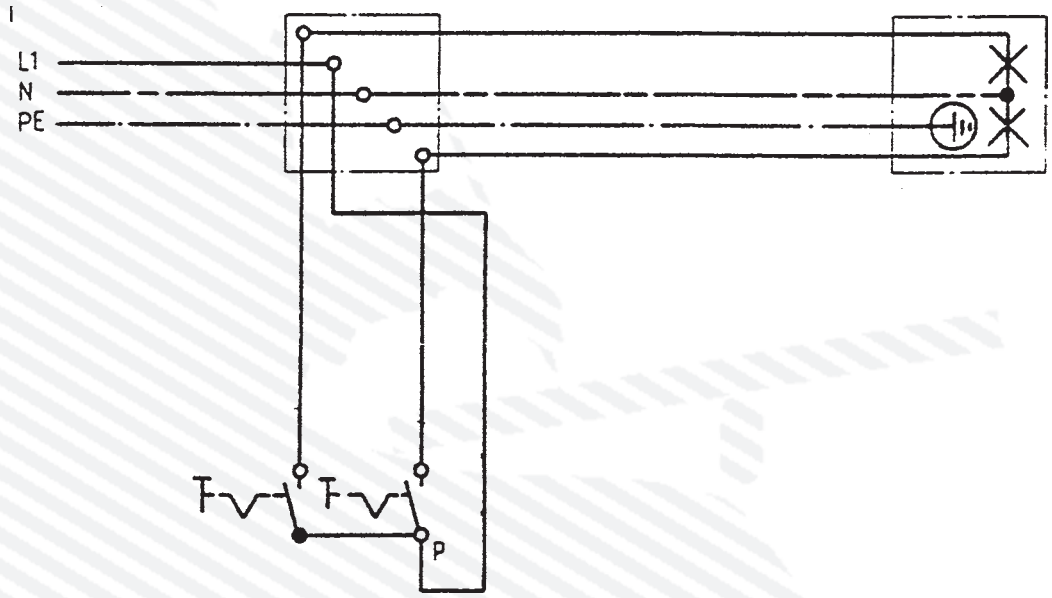


الف ــ یک پل　　ب ــ دوپل

ج ــ سری　　د ــ تبدیل

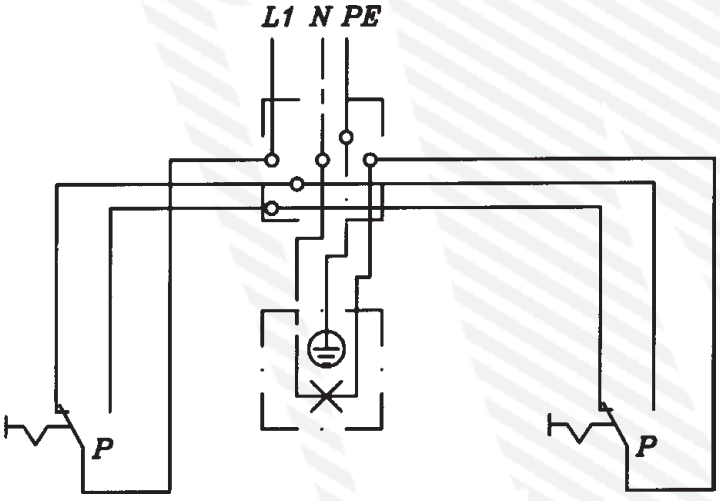
۲۱ــ شکل زیر نقشه‌ی حقیقی (چند سیمه) کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟

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



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

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



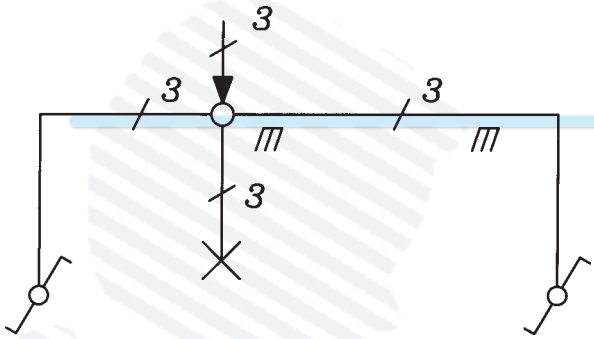
۲۳ــ شکل مقابل مدار تک‌خطی کدام کلید روشنایی را نشان می‌دهد؟ سیم‌کشی چگونه باید انجام شود؟

الف ــ کلید تبدیل، روکار

ب ــ کلید تبدیل، زیرکار

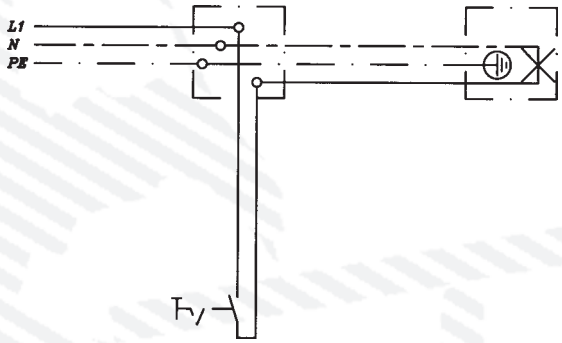
ج ــ کلید سری، روکار

د ــ کلید سری، زیرکار



۲۴ــ در شکل زیر سیم ارت به کدام قسمت از لامپ وصل می‌شود؟

الف ــ به ته لامپ　　ب ــ به بدنه‌ی لامپ　　ج ــ به حباب فلزی لامپ　　د ــ به هرسه قسمت



۱۴ــ۳ــ آزمون پایانی عملی (۳)

زمان : ۵ ساعت

نصب و سیم‌کشی پریزهای یک فاز ارت‌دار روکار و مدارات روشنایی

۱ــ۱۴ــ۳ــ وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ــ جعبه تقسیم	۱۵ عدد
ــ ترمینال	۶۰ عدد
ــ پیچ چوب	۳۰۰ عدد
ــ رولپلاک	۳۰۰ عدد
ــ کابل‌های سه‌رشته‌ای نمره $۱/۵mm^۲$	۱۰۰ متر
ــ بست کابل	۱۵۰ عدد
ــ لامپ رشته‌ای روکار	۳۰ عدد
ــ کلید سری روکار	۳۰ عدد
ــ پریز یک فاز ارت‌دار روکار	۷۵ عدد
ــ انبردست	۱۵عدد
ــ سیم‌چین	۱۵ عدد
ــ سیم‌لخت کن	۱۵ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ــ فازمتر	۳ عدد
ــ دم‌باریک	۱۵ عدد
ــ آوومتر	۳ عدد
ــ پروژکتور	۳ عدد

۲ــ۱۴ــ۳ــ مراحل انجام کار:

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

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

■ مدار را به برق وصل کرده، آزمایش کنید.

نقشه‌ی آزمون عملی پایانی

واحد کار چهارم

سلول فتوالکتریک

هدف کلی

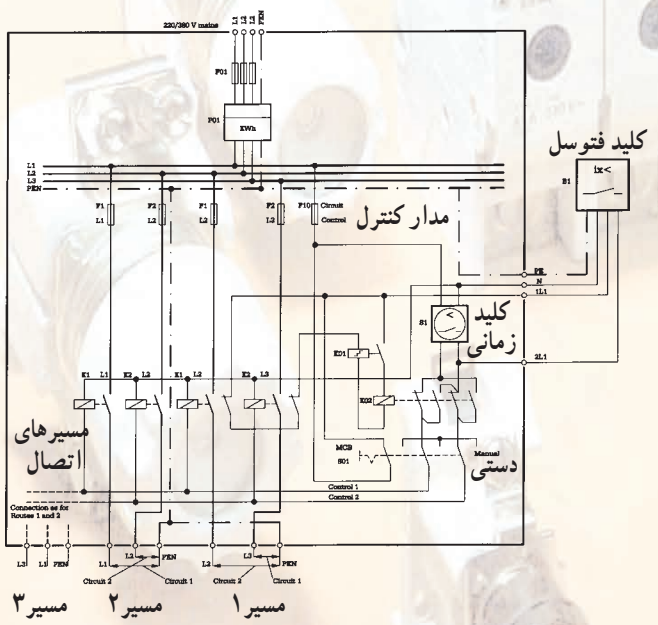
نصب و سیم‌کشی فتوسل

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

۱ــ اصول کار و کاربرد فتوسل را توضیح دهد.

۲ــ اصول نصب و سیم‌کشی فتوسل را بیان کند.

۳ــ فتوسل را نصب و سیم‌کشی کند.



مدار سیستم روشنایی خیابان (سیستم کنترل ردیفی)

پیش‌آزمون(۴)

۱ــ کابل نُرم شده‌ی استاندارد VDE با سیم مسی با عایق PVC سیم و پوشش کابل با کدام علامت نشان داده می‌شود؟

الف ــ NYY

ب ــ NAYY

ج ــ NYM

د ــ ANYM

۲ــ منظور از سیم نمره‌ی ۲/۵ چیست؟

الف ــ سیم با قطر ۲/۵ mm

ب ــ سیم با سطح مقطع $۲/۵mm^۲$

ج ــ سیم با قطر ۲/۵ cm

د ــ سیم با سطح مقطع $۰/۰۲۵mm^۲$

۳ــ فتوسل در چه محلی باید نصب شود؟

الف ــ زیرزمین، داخل موتورخانه

ب ــ داخل تابلو برق

ج ــ داخل اتاق

د ــ در محلی که در معرض نور طبیعی باشد.

۴ــ فتوسل به چه منظوری به‌کار می‌رود؟

الف ــ برای روشن و خاموش کردن اتوماتیک چراغ‌های معابر

ب ــ برای روشن کردن لامپ‌های محوطه

ج ــ برای ایجاد ولتاژ و خاموش کردن لامپ‌های معابر

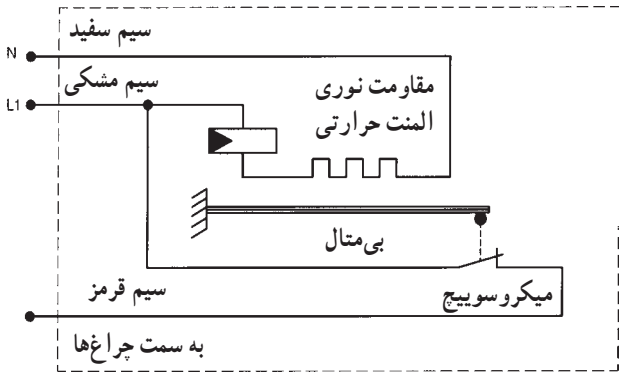
د ــ برای روشن و خاموش کردن راه‌پله‌ها

۱ــ ۴ــ سلول فتوالکتریک

از سلول‌های فتوالکتریک برای خودکارکردن چراغ های معابر استفاده می‌شود. به این ترتیب، چراغ‌ها به طور خودکار با تاریک شدن هوا، روشن و با روشن شدن هوا خاموش می‌شوند. سلول در فتوالکتریک یا فتوسل در انواع مختلف ساخته می‌شود، در این جا با دونوع آن آشنا می‌شوید.

فتوسل با سلول مقاومت نوری

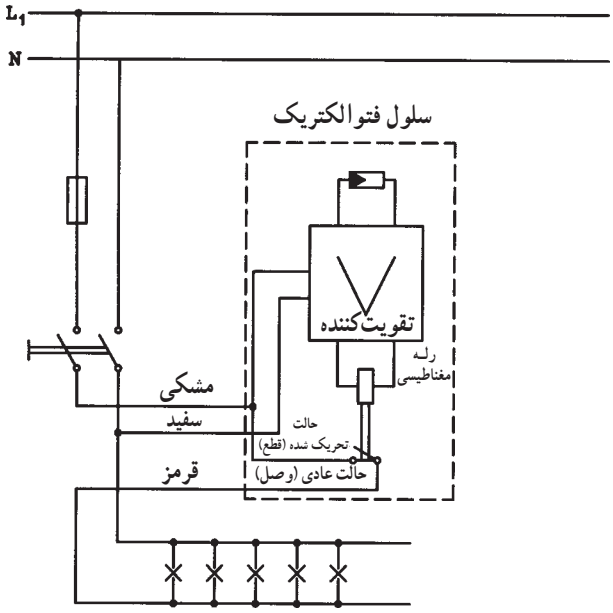
این نوع سلول دارای سلول مقاومتی نوری یا فتورزیستانس می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۱ــ۴) می‌بینید سیم‌های سفید و مشکی به ولتاژ شبکه برق شهر (V ۲۲۰) وصل می‌شوند. هنگام تاریک بودن هوا، مقدار مقاومت نوری زیاد است و جریانی از مدار عبور نمی‌کند. در این حالت فشار بی‌متال روی میکروسوییچ باعث می‌شود که فاز از 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 می‌شود ؛ جریان از المنت حرارتی، عبور کرده، آن را گرم می‌کند. در این حالت بی‌متال خم می‌شود، میکروسوییچ مدار را باز می‌کند و سبب خاموش شدن چراغ‌ها می‌شود. با تاریکی هوا جریان المنت حرارتی، قطع و بی‌متال سرد می‌شود و به جای اول خود برمی‌گردد. در نتیجه چراغ‌ها روشن می‌شوند.



شکل ۱ــ۴ــ ساختمان و مدار داخلی فتوسل با مقاومت نوری

فتوسل با تقویت‌کننده‌ی الکترونیکی

ــ در نوع دیگر فتوسل به کمک یک تقویت‌کننده‌ی جریان، یک رله‌ی مغناطیسی را برای قطع مدار، فعال می‌کنند تا با روشن شدن هوا مدار را قطع کند (شکل ۲ــ۴).

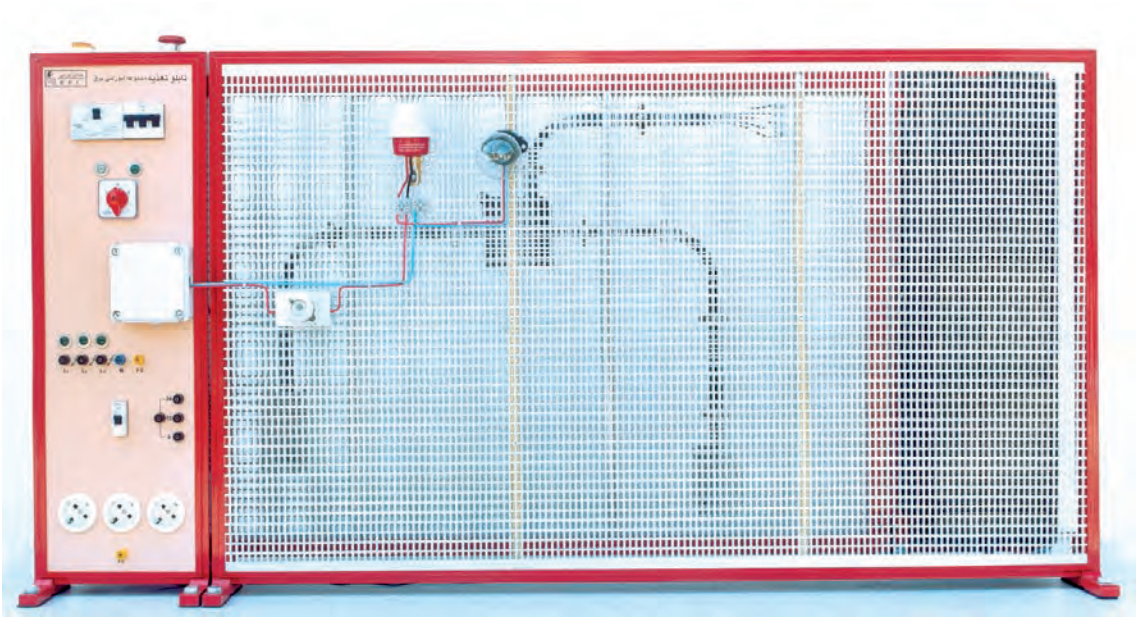


شکل ۲ــ۴ــ مدار فتوسل با تقویت‌کننده

۲ــ۴ــ نصب و سیم‌کشی مدار سلول فتوالکتریک

فتوسل را در محلی نصب می‌کنند که در معرض نور طبیعی باشد (شکل ۳ــ۴). فتوسل‌ها معمولاً دارای سه ترمینال هستند که به دوتای آن فاز و نول وصل می‌شود. سوّمی 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 ۳ــ۴ــ نصب فتوسل

۳ــ۴ــ کار عملی شماره ۱۴: کنترل (روشن و خاموش‌کردن) ۳ عدد لامپ توسط فتوسل و کنتاکتور

۱ــ۳ــ۴ــ وسایل مورد نیاز

ــ فتوسل	۱ عدد
ــ کنتاکتور ۱۶ A	۱ عدد
ــ لامپ ۱۰۰ وات ۲۲۰ ولتی	۳ عدد
ــ سیم نمره $1/5mm^2$	۵ متر
ــ سیم نمره $2/5mm^2$	۵ متر
ــ تابلو مشبک	۱ عدد
ــ پایه‌ی لامپ روکار	۳عدد
ــ سیم‌چین	۱ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱ عدد
ــ دم‌باریک	۱ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱ عدد
ــ پیچ و مهره	مقدار مورد نیاز
ــ انبردست	۱ عدد
ــ فیوز ۱۶ A	۱ عدد
ــ فازمتر	۱ عدد
ــ آوومتر	۱ عدد

۲ــ۳ــ۴ــ مراحل انجام کار:

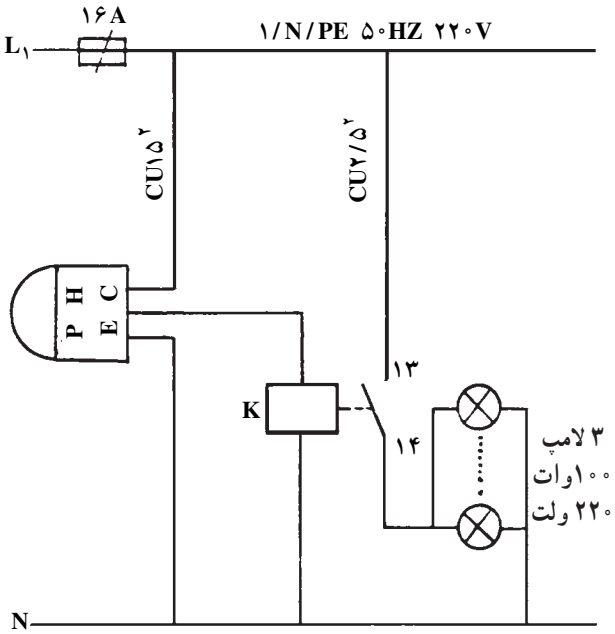
■ مداری مطابق شکل ۴ــ۴ روی تابلوی مشبک نصب کنید.

■ مدار را سیم‌کشی کنید.

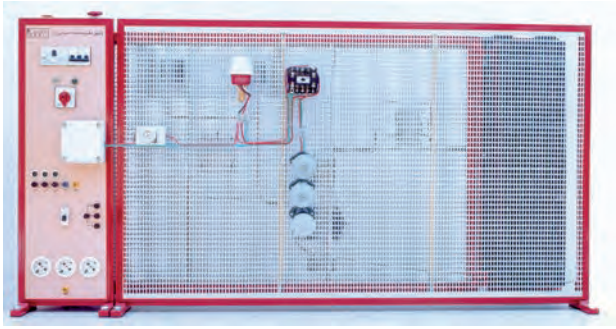
■ با دادن نور به فتوسل و تاریک کردن اطراف فتوسل لامپ‌ها را روشن و خاموش و مدار را آزمایش کنید.

زمان : ۳ساعت

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ــ۴ــ۱ توجه کنید.



الف ــ شمای حقیقی مدار



ب ــ تصویر مدار عملی

شکل ۴ــ۴

۴ـ۴ـ آزمون پایانی عملی (۴)

کنترل دو گروه لامپ توسط یک فتوسل و دو کنتاکتور

وسایل مورد نیاز برای ۱۵ نفر

ـ فتوسل	۱۵ عدد
ـ فیوز ۱۶ A	۱۵ عدد
ـ کلید یک فاز ۱۶ A	۱۵ عدد
ـ کنتاکتور کمکی K_1 ، ۴ A	۱۵ عدد
ـ کنتاکتورهای K_2 و K_3 ، ۱۶ A	۱۵ عدد
ـ سیم نمره $1/5mm^2$	۶ متر
ـ سیم نمره $2/5mm^2$	۶ متر
ـ تابلو مشبک	۱۵ عدد
ـ پایه‌ی لامپ روکار	۱۵ عدد
ـ سیم‌چین	۱۵ عدد
ـ سیم‌لخت‌کن	۱۵ عدد
ـ دم‌باریک	۱۵ عدد
ـ پیچ‌گوشتی	۱۵ عدد
ـ پیچ و مهره	۳۰۰ عدد
ـ انبردست	۱۵ عدد
ـ فازمتر	۱۵ عدد
ـ آوومتر	۵ عدد
ـ لامپ ۱۰۰ W ، ۲۲۰ V	۱۵ عدد

زمان : ۳ساعت

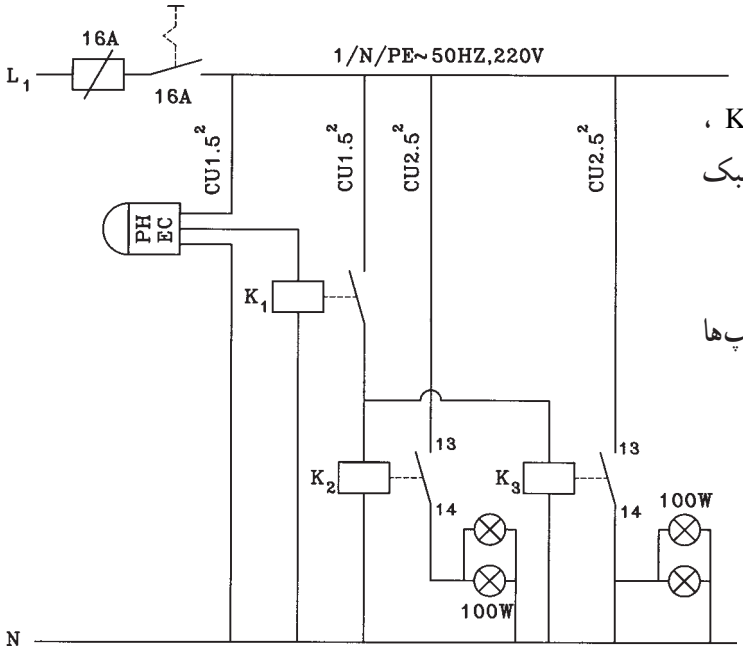
در هنگام اجرای کار عملی نکات ایمنی را به‌طور دقیق رعایت کنید زیرا در ارزیابی پایانی دخالت دارد. همچنین ابزار را به‌طور صحیح به کار ببرید تا با توجه به زمان داده شده بتوانید کار را به اتمام برسانید. تعجیل در کار موجب بروز استرس و نهایتاً کاهش کیفیت کار عملی می‌شود.

مراحل انجام کار:

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

■ مدار را سیم‌کشی کنید.

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



آزمون پایانی (۴)

۱ــ برای روشن کردن چراغ‌های معابر هنگام روشن شدن هوا و خاموش کردن آن‌ها به‌طوراتوماتیک، از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

الف ــ فتوسل

ب ــ چراغ چشمک‌زن

ج ــ رله‌ی حرارتی

د ــ کنتاکتور

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

الف ــ رله‌ی مغناطیسی

ب ــ رله‌ی حرارتی

ج ــ تقویت‌کننده

د ــ هر سه

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

الف ــ زیاد ــ کاهش می‌یابد.

ب ــ زیاد ــ زیاد می‌شود.

ج ــ کم ــ افزایش می‌یابد.

د ــ کم ــ کم می‌شود.

۴ــ فتوسل در چه محلی باید نصب شود؟

الف ــ داخل اتاق

ب ــ در محلی که در معرض نور طبیعی باشد.

ج ــ زیرزمین، داخل موتورخانه

د ــ داخل تابلو برق

۵ــ علامت چیست؟

الف ــ فتوالمان

ب ــ تقویت‌کننده

ج ــ رله‌ی زمانی

د ــ رله‌ی حرارتی

واحد کار پنجم

دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

هدف کلی

نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

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

۱ــ مشخصات و کارکرد وسایل اندازه‌گیری الکتریکی را توضیح دهد.

۲ــ اصول سیم‌کشی و نصب و اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی را توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی بیان کند.

۳ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی را نصب و راه‌اندازی کند.

پیش‌آزمون(۵)

۱ــ 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.

۲ــ یک پیل به نیروی محرکه ۱۱ V و مقاومت داخلی ۰/۲Ω به مقاومت R وصل شده است. در صورتی که جریان ۵ A از مدار بگذرد مقاومت R چند اهم است؟

الف) ۲　　ب) ۳　　ج) ۵　　د) ۱۰

۳ــ واحد توان مصرفی در مقاومت اهمی کدام است؟

الف) VA　　ب) VAh　　ج) W　　د) A

۴ــ نیروی محرکه‌ی مغناطیسی یک مدار عبارتست از :

الف) آمپر دور آن مدار

ب) آمپر در مقاومت مغناطیسی مدار

ج) مقاومت مغناطیسی در تعداد حلقه‌های یک سیم‌پیچ

د) فلوی مغناطیسی در آمپر مدار

۵ــ 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

۶ــ توان مصرفی مداری ۱۰۰۰ وات و توان ظاهری آن ۲۰۰۰ ولت آمپر است. ضریب قدرت مدار کدام است؟

الف) ۰/۲　　ب) ۵　　ج) ۲　　د) ۰/۵

۷ــ علامت و به‌ترتیب نمادهای چه نوع دستگاه اندازه‌گیری الکتریکی هستند؟

الف) حرارتی، الکترواستاتیکی

ب) حرارتی، الکترودینامیکی

ج) ویبراسیونی، الکترواستاتیکی

د) ویبراسیونی، الکترودینامیکی

۸ــ 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

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

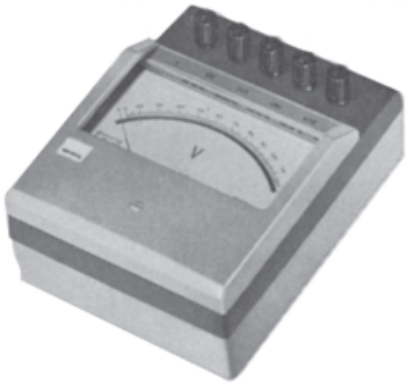
الف) وات‌متر　　ب) کنتور　　ج) وارمتر　　د) ولت‌متر

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

۱ــ۱ــ ۵ــ انواع سنجش: سنجش به مفهوم مقایسه‌ی یک کمیّت مجهول با مقداری معلوم از همان کمیّت است که توسط استاندارد مشخص شده است. اندازه‌گیری، با دستگاه‌ها و روش‌های مختلف انجام می‌گیرد.

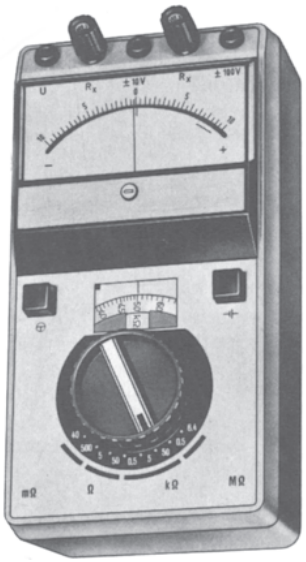
روش‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری را معمولاً به روش‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کنند. مانند دستگاه‌های انحرافی، مقایسه‌ای، الکترونیکی و دیجیتالی.

ــ 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 ۱ــ۵).



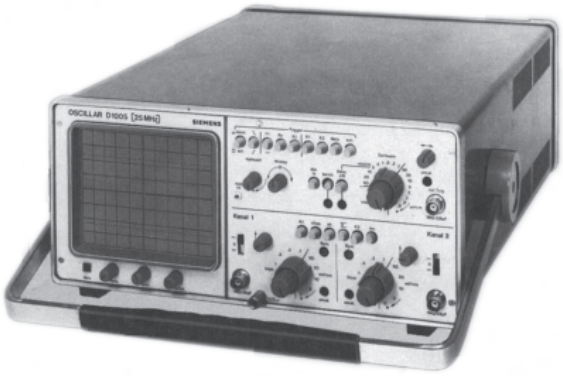
شکل ۱ــ۵ ــ نمونه دستگاه انحرافی

ــ دستگاه‌های مقایسه‌ای کمیّت مورد سنجش را در مقایسه با کمیّت معلوم مشخص می‌کنند. در این دستگاه‌ها معمولاً در هنگام مشخص شدن کمیت مجهول، عقربه مقدار صفر را نشان می‌دهد. مانند پل‌های اندازه‌گیری (شکل ۲ــ۵).



شکل ۲ــ۵ــ نمونه‌ی دستگاه مقایسه‌ای

ــ دستگاه‌های الکترونیکی از عناصر الکترونیکی درست شده‌اند و می‌توانند اندازه‌گیری را به صورت پیوسته انجام دهند. برای نمونه می‌توان از اسیلوسکوپ نام برد (شکل ۳ــ۵).



شکل ۳ــ۵ــ نمونه دستگاه الکترونیکی

ــ دستگاه‌های دیجیتالی مقادیر مورد سنجش را با اعداد و به صورت رقمی نشان می‌دهند. در این دستگاه‌ها کمیّت مورد اندازه‌گیری، ابتدا به ولتاژ تبدیل می‌شود و سپس سنجیده و به مقدار و واحد کمیّت اصلی نمایش داده می‌شود (شکل ۴ــ۵).

شکل ۴ــ۵ــ نمونه دستگاه دیجیتالی

۲ــ۱ــ۵ــ خطا در دستگاه‌های اندازه‌گیری: بنا به تعریف، خطا عبارتست از مقدار سنجیده شده منهای مقدار واقعی. یا به عبارت دیگر خطا برابر است با مقدار سنجیده شده منهای مقداری که باید سنجیده شود.

$$\Delta A = Am - A$$

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

Am = مقدار سنجیده شده

A = مقدار واقعی

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

$$\text{خطای نسبی}\quad \gamma_A = \frac{\Delta A}{A} \simeq \frac{\Delta A}{Am}$$

ــ ***درصد خطای نسبی:*** از حاصل‌ضرب خطای نسبی در عدد صد، درصد خطای نسبی حاصل می‌شود.

$$\gamma_A\,\% = \gamma_A \times ۱۰۰$$

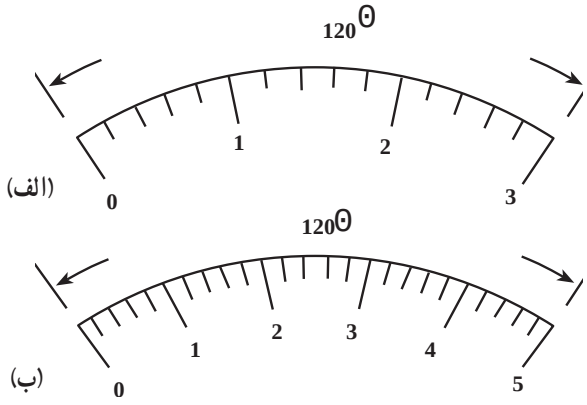
ــ **کلاس دستگاه‌های اندازه‌گیری:** درصد خطای نسبی در انحراف ماکزیمم دستگاه را کلاس می‌نامند. کلاس دستگاه به صورت یک عدد روی صفحه‌ی دستگاه درج می‌شود ولی همواره مقدار آن منفی و مثبت است. هر چه عدد کلاس یک دستگاه کوچکتر باشد، دقت اندازه‌گیری آن بیشتر است.

$$\text{کلاس} = \frac{\text{خطای مجاز}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} \times ۱۰۰$$

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

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

۳ــ۱ــ۵ــ حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری: به میزان انحراف عقربه‌ی یک دستگاه به ازای یک واحد از کمیّت مورد اندازه‌گیری، حساسیت می‌گویند. بدیهی است هرچه میزان انحراف دستگاه به ازای اندازه‌گیری یک کمیّت معین، بیشتر باشد آن دستگاه حساس‌تر است (شکل ۵ــ۵).



شکل ۵ــ۵ــ دستگاه الف حساس‌تر از دستگاه ب است.

$$\text{حساسیت} = \frac{\text{میزان انحراف عقربه}}{\text{میزان مسبب انحراف}} = \frac{\text{طول یا زاویه‌ی صفحه مدرج}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} \left[\frac{\text{میلی‌متر یا درجه}}{\text{واحد کمیت مورد اندازه گیری}}\right]$$

مثال: یک ولت‌متر دارای حدود اندازه‌گیری ۲۵۰ ولت و کلاس ۲/۵ می‌باشد. صفحه‌ی این دستگاه ۱۲۵ درجه است مطلوبست محاسبه :

الف ــ خطای مجاز دستگاه

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

حل:

الف ــ داریم

$$\text{کلاس} = \frac{\text{خطای مجاز}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} \times ۱۰۰ \quad \text{پس}$$

$$\text{خطای مجاز} = \frac{\text{کلاس} \times \text{حدود اندازه‌گیری}}{۱۰۰}$$

بنابراین

$$\text{خطای مجاز} = \frac{۲۵۰ \times (\pm ۲/۵)}{۱۰۰} = ۶/۲۵ \ [V]$$

ب ــ حساسیت

رابطه را می‌نویسیم ومقادیر را جایگزین می‌کنیم.

ب ــ

$$\text{حساسیت} = \frac{\text{زاویه صفحه}}{\text{حدود اندازه‌گیری}} = \frac{۱۲۵}{۲۵۰} = ۰/۵ \left[\frac{^\circ}{V}\right]$$

درجه بر ولت

ج ــ اگر ولتاژی با این دستگاه، ۲۰۰ ولت اندازه‌گیری شود. مقدار واقعی ولتاژ چقدر است؟

مقادیر را در رابطه جایگزین می‌کنیم و محدوده‌ی مقدار واقعی را به دست می‌آوریم.

ج ــ

خطای مجاز ± مقدار اندازه‌گیری شده = مقدار واقعی

مقدار واقعی = ۲۰۰ ± ۶/۲۵

یا ۲۰۶/۲۵ > مقدار واقعی > ۱۹۳/۷۵

د ــ خطای نسبی اندازه‌گیری فوق

ابتدا رابطه رامی‌نویسیم. سپس مقادیر را جایگزین می‌کنیم و خطای نسبی ر ا به‌دست می‌آوریم.

د ــ

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

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

هـ ــ درصد خطای نسبی این اندازه‌گیری

درصد خطای اندازه‌گیری از حاصلضرب خطای نسبی در عدد صد به‌دست می‌آید.

هـ ــ

درصد خطای نسبی = خطای نسبی × ۱۰۰ = ۰/۰۳۱ ± × ۱۰۰

درصد خطای نسبی = ٪ ۳/۱ ±

۴ــ۱ــ۵ــ جداول علائم و مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری

جدول ۱ــ۵ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیّت‌های الکتریکی

علامت	شرح	
	دستگاه‌اندازه‌گیری	کمیت مورد اندازه‌گیری
A	آمپرمتر	جریان
V	ولت متر	ولتاژ
W	وات‌متر	توان
KWh	کیلووات ساعت متر (کنتور)	انرژی
Ah	آمپر ساعت متر	مقدار الکتریسیته
φ	ضریب قدرت‌سنج (فازسنج)	اختلاف فاز
Hz	فرکانس‌متر	فرکانس
Ω	اهم‌متر	مقاومت
H	اندوکتانس متر (ضریب سلفی‌سنج) (هانری متر)	ضریب خودالقایی
F	کاپاسیتانس‌متر (ظرفیت خازن‌سنج) (فارادمتر)	ظرفیت خازن

جدول ۲ــ۵ــ علائم نشان‌دهنده‌ی مکانیزم دستگاه‌های اندازه‌گیری

شرح دستگاه		علامت	
مکانیزم اصلی	جزئیات	برای دستگاه‌های نسبت‌سنج (بدون گشتاورمکانیکی برگشت به حالت اول)	برای دستگاه‌های با گشتاور مکانیکی برگشت به حالت اول
آهنربای دایم	باقاب‌گردان		
	با آهنربای گردان		
آهن‌نرم گردان	—		
	همراه با آهنربای دایم		
الکترودینامیکی	—		
	باهسته مغناطیسی بسته (فرودینامیک)		
اندوکسیونی	—		
	اندوکسیونی ــ مغناطیسی		
حرارتی	سیم حرارتی		
	بی‌متالی		
ترموکوپلی	حرارتی عایق شده		
	حرارتی عایق نشده		
یکسو کننده	نیمه هادی		
	لامپی		
ترکیبی	ترموکوپلی و آهنربای دایم با قاب‌گردان		
	یکسوکننده همراه با آهنربای دائم گردان		
الکترواستاتیک	—		
ارتعاشی	—		

جدول ۳ــ۵ ــ مقابله با نفوذ میدان‌های خارجی

شرح	علامت
محافظ خارجی در مقابل میدان‌های مغناطیسی (اولین طبقه حفاظت)	
محافظ خارجی در مقابل میدان‌های الکتریکی (اولین طبقه حفاظت)	
دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دایم و قاب‌گردان که با اولین طبقه حفاظت میدان مغناطیسی تهیه شده است.	
دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی که با اولین طبقه حفاظت میدان الکتریکی تهیه شده است.	

جدول ۴ــ۵ ــ علائم مورد استفاده برای تعیین نوع جریان

شرح	علامت
جریان مستقیم	—
جریان متناوب	∿
جریان سه فاز	≋
مستقیم و متناوب با هم	≃

۲ــ۵ــ سیستم‌های اندازه‌گیری در دستگاه‌های نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای (انحرافی)

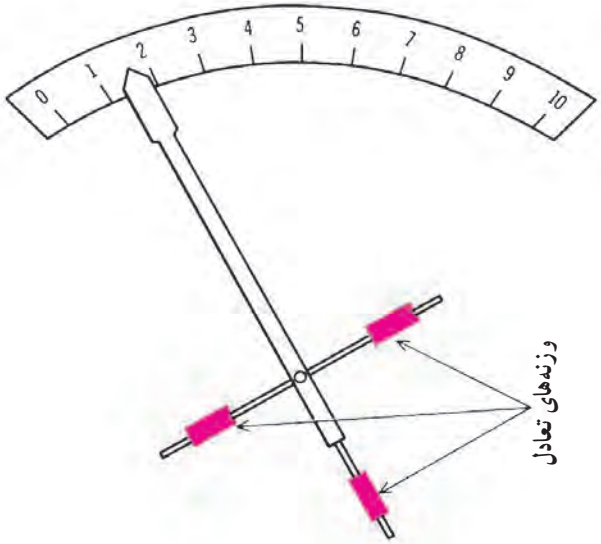
دستگاه‌های اندازه‌گیری نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای از قسمت‌های زیر تشکیل شده است :

ــ قسمت ثابت که به نوع دستگاه اندازه‌گیری بستگی دارد و می‌تواند آهنربای دایم، سیم‌پیچ و غیره باشد.

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

ــ عقربه‌ی دستگاه که متناسب با حساسیت دستگاه‌ها ساخته می‌شوند. مثلاً برای دستگاه‌های معمولی که موارد استعمال زیادی در کارخانجات دارند از عقربه‌ی پهن و محکم استفاده می‌شود. نوک این عقربه‌ها لوزی شکل می‌باشد (شکل ۶ــ۵).

برای بالا بردن دقت دستگاه در ساخت دستگاه از عقربه‌ی نازک و بسیار سبک استفاده می‌کنند و برای این‌که در هنگام خواندن عددی که عقربه نشان می‌دهد اشتباهی به‌وجود نیاید و نگاه کاملاً عمودی روی عقربه بیفتد از یک آینه که در زیر عقربه نصب شده استفاده می‌کنند.



وزنه‌های تعادل، برای ایجاد تعادل در قسمت‌های گردان اندازه‌گیرها به‌کار می‌رود.

شکل ۶ــ۵ ــ نشان‌دهنده‌ی عقربه‌ای

ـ ناحیه‌ی نشان‌دهنده، صفحه‌ای است در زیر عقربه که روی آن برحسب کمیت موردنظر درجه‌بندی شده است (شکل ۷ـ۵). رنگ صفحه‌ی دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی، سفید است و اعداد با رنگ سیاه مشخص شده است. ولی در وسایل اندازه‌گیری وسایل نقلیه، 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.

شکل ۷ـ۵ـ درجه بندی میلی‌آمپرمتر

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

ـ محور دستگاه‌های اندازه‌گیری که قسمت متحرک روی آن نصب می‌شود (شکل ۸ـ۵ـ ب).

این محورها یا به صورت عمودی و یا به صورت افقی قرارمی‌گیرند.

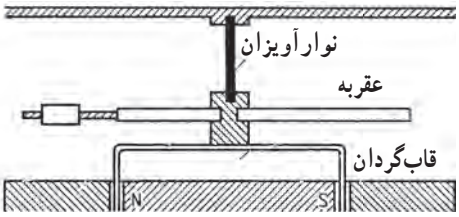
دستگاه‌هایی که دارای محور عمودی هستند، دارای اصطکاک کمتر و در نتیجه دقت آن‌ها بیشتر است. ولی در دستگاه‌هایی که محور افقی دارند اصطکاک بیشتر، در نتیجه دقت اندازه‌گیری کمتر است.

ـ اتکای محورهای دستگاه‌های اندازه‌گیری:

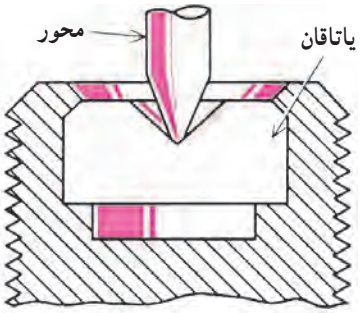
اسباب‌های اندازه‌گیری بر حسب اتکای محور به دو قسمت تقسیم می‌شوند :

الف ـ دستگاه‌های آویزان: از این نوع دستگاه‌ها در جاهایی که احتیاج به اندازه‌گیری دقیق می‌باشد استفاده می‌شود، مانند آزمایشگاه‌ها (شکل ۸ـ۵ ـ الف).

ب ـ دستگاه‌های متکی : سر و ته محور این دستگاه‌ها به شکل مخروط با زاویه‌ی ۳۰ درجه و یا ۶۰ درجه می‌باشد. محور در یک قطعه فلز که اغلب از برنز می‌باشد و داخلش به شکل مخروط با زاویه‌ی ۹۰ یا ۱۲۰ درجه تراشیده شده قرار می‌گیرد (شکل ۸ـ۵ـب).



الف ـ اتکای محور دستگاه‌های آویزان



ب ـ اتکای محور دستگاه‌های متکی

شکل ۸ـ۵

خفه‌کننده‌ی نوسان (دمفینگ): پس از این‌که عبور شدت جریان از سیم‌پیچی دستگاه‌های اندازه‌گیری، عقربه‌ی دستگاه شروع به حرکت می‌کند و سپس در جایی که متناسب با جریان عبوری می‌باشد می‌ایستد، توقف عقربه، غالباً با نوسان همراه می‌باشد.

برای جلوگیری از نوسانات عقربه در هر دستگاه از یک خفه‌کن (ترمز) استفاده می‌شود.

انواع خفه‌کننده

الف ــ خفه‌کن به‌وسیله‌ی جریان گردابی: خفه‌کن به‌وسیله‌ی جریان گردابی که به آن ترمز فوکو هم می‌گویند تشکیل شده از یک مغناطیس دایمی که در این حوزه‌ی مغناطیسی یک صفحه که متصل به محور عقربه می‌باشد حرکت می‌کند. خطوط قوای میدان مغناطیس دایمی 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 آن‌به‌وجود 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 به‌وجود 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 خفه‌کن‌ها در این است که حوزه‌ی مغناطیس دایمی بر روی حوزه مغناطیسی اصلی اثر می‌گذارد در نتیجه خطای اندازه‌گیری زیاد و دقت دستگاه کم می‌شود.

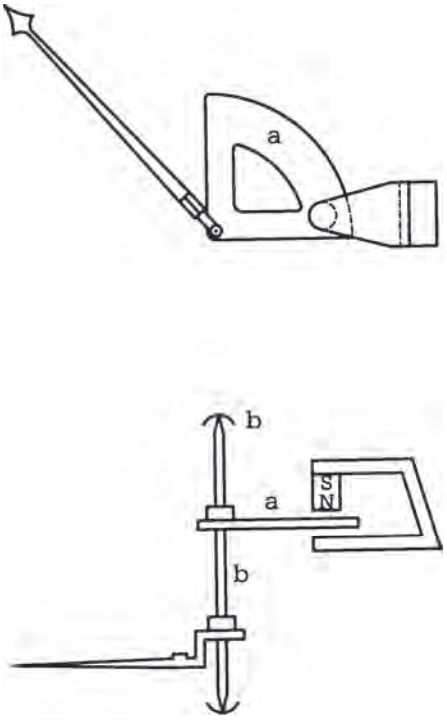
شکل ۹ــ۵ خفه‌کن جریان گردانی را نشان می‌دهد.

ب ــ خفه‌کننده به‌وسیله‌ی سیم‌پیچ چرخان: دستگاه‌هایی 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 ــ خفه‌کن بادی: روی عقربه‌ی دستگاه یک صفحه‌ی سبک آلومینیومی نصب شده. این صفحه در یک ظرف سربسته

خفه کننده‌ها مانع بروز نوسان در عقربه‌ی مولتی‌متر می‌شوند.



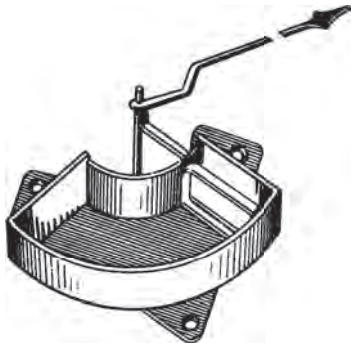
شکل ۹ــ۵ــ خفه‌کن جریان گردابی (فوکو)

خفه‌کننده با سیم‌پیچ چرخان مشابه سایر خفه‌کننده‌ها است با این تفاوت که در آن از سیم‌پیچ استفاده شده است.

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

حسن این خفه‌کن‌ها، سادگی و ارزانی ساختمان آن‌ها می‌باشد. این خفه‌کن‌ها در دستگاه های اندازه‌گیریِ بسیار دقیق به کار می‌رود.

شکل ۱۰ــ۵ یک خفه‌کن بادی را نشان می‌دهد.

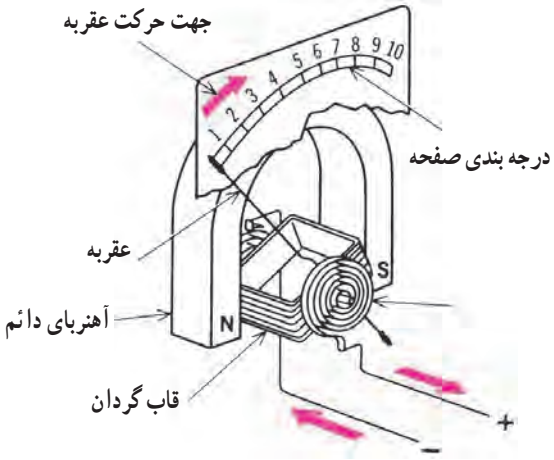


شکل ۱۰ــ۵ــ خفه‌کن بادی

۱ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری قاب‌گردان و آهنربای 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 قراردارد که در وسط آهنربای دائمی حول محوری حرکت می‌کند.

قابی که روی آن سیم‌پیچی شده از جنس آلومینیوم می‌باشد. در بعضی از وسایل به‌جای قاب آلومینیومی، سیم‌پیچی به شکل قاب درآورده و برای این‌که 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 ۱۱ــ۵ ــ 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 به‌وسیله‌ی 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 به‌وجود می‌آورد. با چرخش قاب، فنرهای ایجادکننده‌ی گشتاور، مقاوم جمع می‌شوند و در آن‌ها نیرویی مخالف نیروی محرک ذخیره می‌شود. با برابرشدن گشتاورهای محرک و مقاوم، عقربه می‌ایستد. در زمانی که قاب در حال حرکت است در اثر برخورد خطوط قوای مغناطیسی در قاب آلومینیومی سیم‌پیچ، جریان فوکو به‌وجود 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 قطع‌شدن جریان و برگشت عقربه به صفر نیز به‌وجود می‌آید و حرکت عقربه

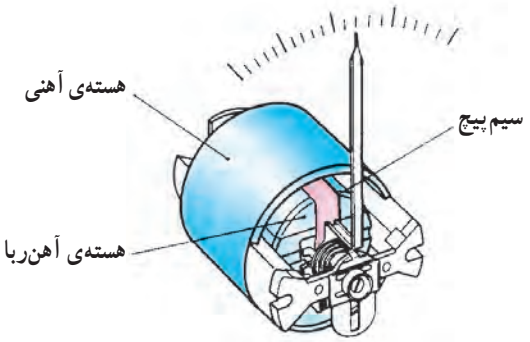


شکل ۱۱ــ۵ــ الف ــ دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دائم و قاب گردان (آهنربا در بیرون)

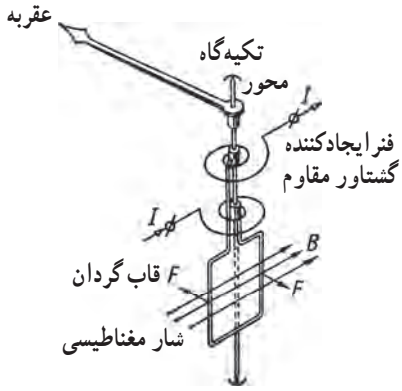
را آرام می‌کند.

وظیفه‌ی استوانه‌ی ثابت آهنی که در مرکز قراردارد یکنواخت‌کردن 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، آهنربا در وسط و هسته‌ی آهنی در اطراف سیم‌پیچ قرار دارد (شکل ۱۱ــ۵ــ ب).



شکل ۱۱ــ۵ــ ب ــ دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای دایم، آهنربا در وسط



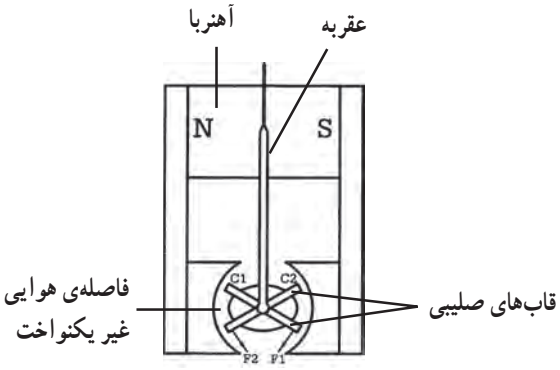
شکل ۱۲ــ۵ــ دستگاه‌اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب‌گردان

شکل ۱۲ــ۵ عبور جریان در دستگاه اندازه‌گیری آهنربای دائم و قاب‌گردان را نشان می‌دهد.

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

۲ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی گردان و آهنربای دائم: این دستگاه تشکیل شده از یک آهنربای نعلی شکل و یک جفت کفش قطب. کفش قطب‌ها طوری ساخته شده‌اند که فاصله هوایی موجود بین کفش قطبی و قسمت گردان دستگاه به یک اندازه نباشد بلکه فاصله هوایی در وسط قطب‌ها حداقل و در محل خط خنثی حداکثر است.

در روی هسته‌ی گردان، دو قاب به شکل صلیب قراردارد. جهت جریان در سیم‌پیچ‌ها طوری است که گشتاور یکی مخالف گشتاور دیگری است. شکل ۱۳ــ۵ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری قاب صلیبی و آهنربای دائم را نشان می‌دهد. طرزکار این دستگاه بدین ترتیب است که، وقتی به‌وسیله‌ی فنرهای بسیار حساس (که دیگر گشتاور مقاوم ایجاد نمی‌کنند) به دو سیم‌پیچ متحرک، جریان برسد، وجود آن دو جریان و میدان مغناطیسی آهنربا، باعث ایجاد گشتاور محرک در یک سیم‌پیچ و گشتاور مقاوم در سیم‌پیچ بعدی می‌شود. در این حالت قاب‌ها در جهت گشتاور بزرگتر به حرکت درمی‌آیند. با گردش قاب‌ها، قابی که گشتاور بزرگ‌تر ایجاد کرده از میدان قوی به سمت میدان ضعیف‌تر می‌رود و گشتاور آن

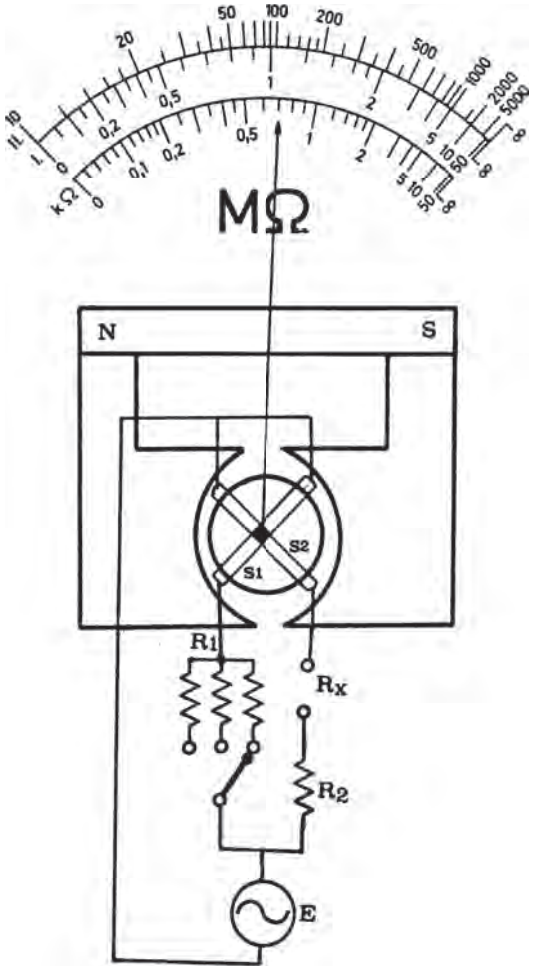


الف ــ شمای ساده

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

در این دستگاه انحراف عقربه 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 ــ شمای ظاهری



ج ــ شمای مداری

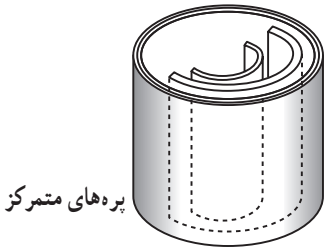
شکل ۱۳ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری با قاب صلیبی و آهنربای دائم

۳ــ۲ــ ۵ــ دستگاه‌اندازه‌گیری با بوبین گرد و آهن نرم گردان:

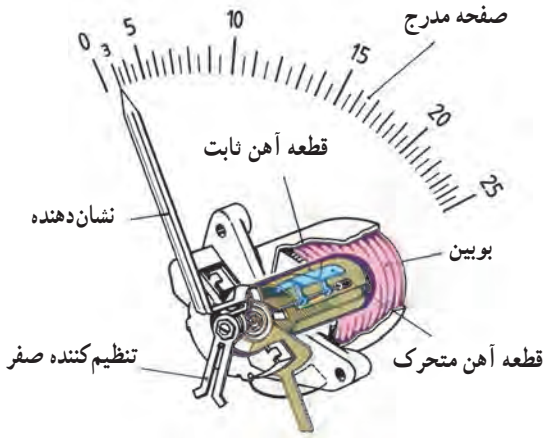
این دستگاه از یک بوبین گرد که در داخل آن دو تکه آهن نرم قراردارد، تشکیل شده است.

یکی از آهن‌ها ثابت و دیگری متحرک و متصل به محور دستگاه می‌باشد.

اگر دو سر بوبینی را به منبع جریان وصل کنیم یک حوزه‌ی مغناطیسی در بوبین ایجاد می‌شود، بر اثر این حوزه، دو قطعه آهن در یک جهت مغناطیس می‌شوند یعنی دو قطب هم نام تشکیل می‌دهند. در نتیجه همدیگر را دفع می‌کنند (شکل ۱۴ــ۵) و عقربه‌ی دستگاه به حرکت درمی‌آید.



الف ــ بوبین گرد



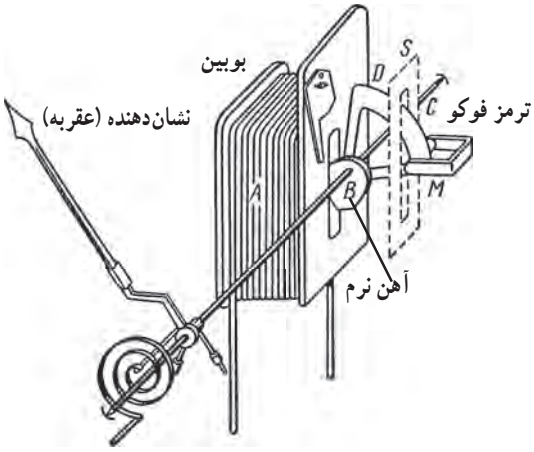
ب ــ ساختمان کامل دستگاه

شکل ۱۴ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری با آهن نرم‌گردان و بوبین گرد نوع دفعی

شکل ۱۵ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم‌گردان نوع کششی را نشان می‌دهد که در آن A بوبین، B آهن نرم‌گردان، C محور و D خفه‌کن آلومینیومی جریان گردابی (فوکو) می‌باشد. در اثر عبور جریان از سیم‌پیچ در داخل بوبین میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود و قطعه‌ی آهن متصل به محور را به سمت داخل می‌کشد. گشتاور مقاوم در این دستگاه‌ها توسط فنر 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 ۱۵ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری آهن نرم‌گردان نوع کششی

۴ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی: این دستگاه از دو سیم‌پیچ ثابت و متحرک تشکیل شده است (شکل ۱۶ــ۵). جریان توسط دو فنر مارپیچ به سیم‌پیچ گردان می‌رسد. در اثر عبور جریان از دو سیم‌پیچ ثابت و گردان، با ایجاد گشتاور، سیم‌پیچ گردان شروع به حرکت می‌کند. چون نیرویی که باعث گردش بوبین گردان می‌شود تابع جریان دو بوبین ثابت و متحرک است، لذا گشتاور، متناسب با حاصلضرب مقادیر لحظه‌ای دو جریان خواهد بود یعنی $\theta \propto I_1 \times I_2$ (در رابطه فوق $\theta =$ زاویه انحراف عقربه و علامت $\propto$ به معنی متناسب بودن است).

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

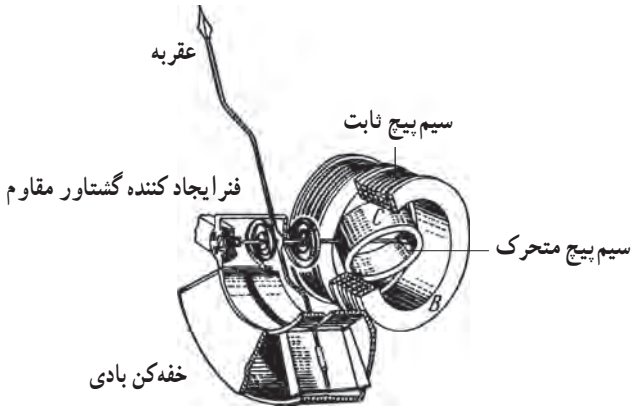
اگر I_1 را متناسب با I (جریان یک مصرف‌کننده) و I_2 را متناسب با ولتاژ دو سر همان مصرف‌کننده داشته باشیم در این صورت گشتاور الکتریکی با توان مصرفی بار متناسب می‌شود و عقربه‌ی دستگاه مستقیماً توان را نشان می‌دهد. پس این دستگاه می‌تواند توان الکتریکی مصرف‌کننده را اندازه‌گیری کند.

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

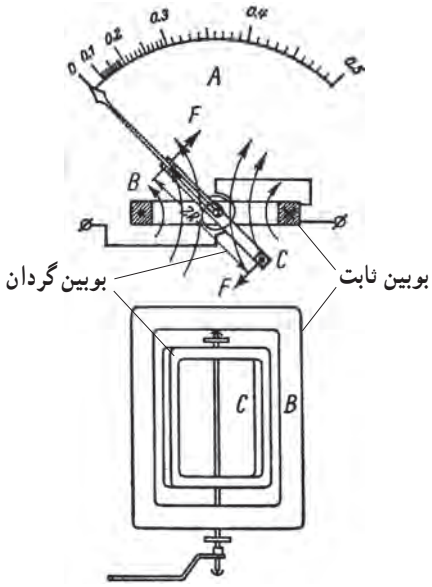
سیم‌پیچ ثابت دارای سیم ضخیم و سیم‌پیچ متحرک دارای سیم نازک است. شکل ۱۷ــ۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی را نشان می‌دهد.

۵ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری با آهنربای گردان: این دستگاه دارای یک مغناطیس دائم متحرک است که به عقربه وصل می‌باشد و در اثر تقابل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط یک بوبین به حرکت در می‌آید. چون مغناطیس دائم، سنگین‌تر از قاب‌گردان است این دستگاه نسبت به دستگاه با قاب‌گردان، گشتاور بیشتری برای گردش لازم دارد.

شکل ۱۸ــ۵ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان را نشان می‌دهد که در آن شماره‌ی ۱، آهنربای گردان، ۲ محور، ۳ بوبین، ۴ فنر مارپیچ ایجاد کننده گشتاور مقاوم، ۵ جام از جنس مس یا آلومینیوم، به عنوان خفه‌کن. حرکت مغناطیس باعث می‌شود در دیواره‌های خفه‌کن جریان فوکو (گردابی) به‌وجود آید و

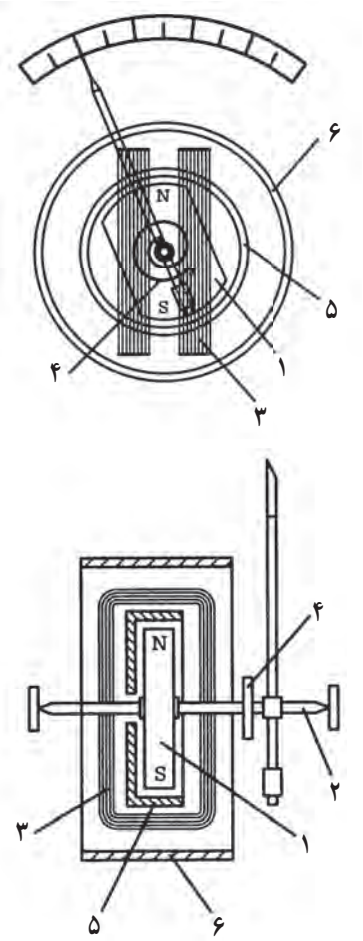


شکل ۱۶ــ ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی



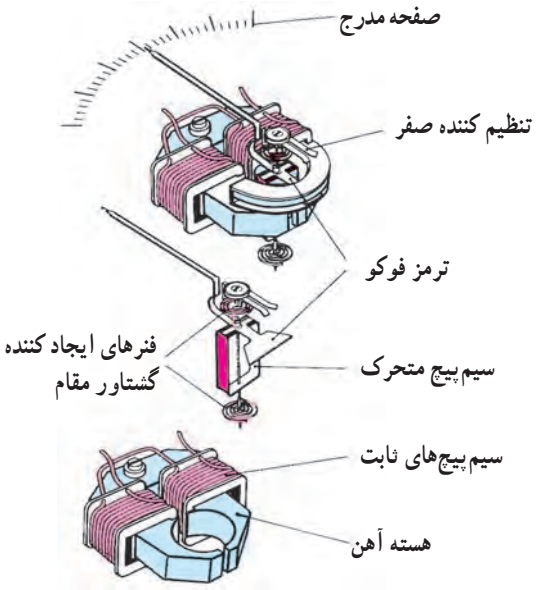
شکل ۱۷ــ۵ــ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی

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



شکل ۱۸ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری آهنربای گردان

۶ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک: این دستگاه دارای ساختمان دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی است با این تفاوت که سیم‌پیچ‌ها روی هسته آهن نرم پیچیده شده‌اند. شکل ۱۹ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک را نشان می‌دهد.

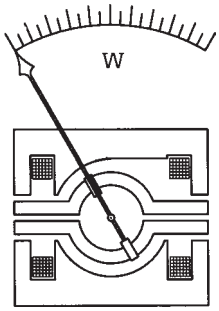


شکل ۱۹ــ۵ــ ساختمان دستگاه فرودینامیکی

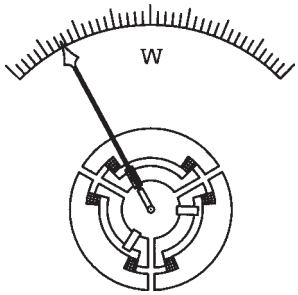
باتوجه به مدرن شدن تکنولوژی همواره سعی می‌شود از مواد ترکیبی جدید برای هسته استفاده شود تا میزان تلفات در آن کاهش یابد.

شکل ۲۰ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک با دو گروه سیم‌پیچ و شکل ۲۱ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک با سه دسته سیم‌پیچ را نشان می‌دهند.

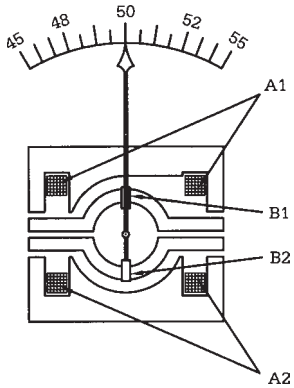
اضافه کردن سیم‌پیچ‌ها در دستگاه فرودینامیک می‌تواند روی کیفیت کار دستگاه اثر بگذارد.



شکل ۲۰ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک با دو سیم‌پیچ



شکل ۲۱ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک با سه سیم‌پیچ



شکل ۲۲ــ۵ــ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری فرّودینامیک

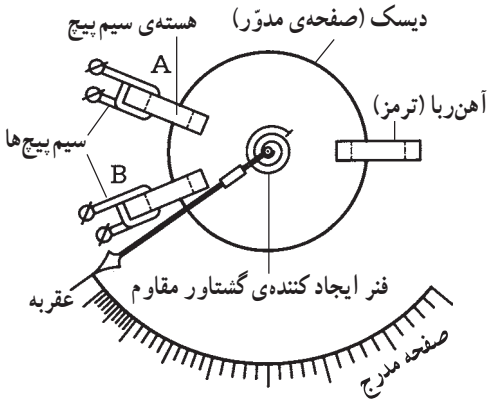
شکل ۲۲ــ۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری فرودینامیک نسبت‌سنج را نشان می‌دهد که در آن A_1 و A_2 سیم‌پیچ‌های ثابت و B_1 و B_2 سیم‌پیچ‌های متحرک می‌باشند.

دستگاه‌های فرودینامیکی نیز مانند دستگاه‌های الکترودینامیکی اندازه‌گیر توان هستند. از دستگاه شکل ۱۹ــ۵ به‌عنوان وات‌متر یک فاز و از دستگاه‌های شکل‌های ۲۰ــ۵ و ۲۱ــ۵ به‌عنوان وات‌مترهای سه‌فاز استفاده می‌شود. هم‌چنین دستگاه شکل ۲۲ــ۵ با کمی تغییرات و اضافه‌کردن ملحقاتی به‌عنوان کسینوس‌فی‌متر به‌کار گرفته می‌شود.

۷ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی (القایی):

دستگاه‌های اندازه‌گیری اندوکسیونی به‌وسیله‌ی عکس‌العمل بین فلوهای مغناطیسی متناوب و جریان‌های ایجاد شده در قسمت متحرک دستگاه عمل می‌کنند.

شکل ۲۳ــ۵ ساختمان دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی را نشان می‌دهد. دیسک (صفحه) آلومینیومی در فاصله‌ی هوایی بین الکترومغناطیس A و B قرار دارد و به‌وسیله‌ی محوری به عقربه وصل است.



الف ــ نگاه از بالا

جریان‌های متناوب سینوسی I_1 و I_2 از سیم‌پیچ‌های

الکترومغناطیس عبور می‌کنند.

دراثر عبور جریان‌های I_1 و I_2 از سیم‌پیچ‌ها، فلوهای مغناطیس φ_1 و φ_2 ایجاد می‌شود و در اثر این فلوها در دیسک نیروی محرکه به‌وجود می‌آید.

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

۸ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی:

این دستگاه از یک خازن تشکیل شده است که یک جوشن آن ثابت و جوشن دیگر متحرک است و به عقربه متصل می‌باشد.

دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی به‌طور مستقیم اختلاف سطح الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

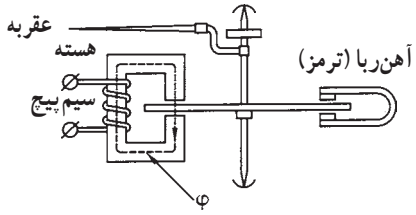
شکل ۲۴ــ۵ اساس کار دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی را نشان می‌دهد. جنس جوشن‌ها از آلومینیوم بوده و جوشن A ثابت و جوشن B به عقربه وصل است.

دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی دارای ظرفیت خازنی کمی می‌باشد.

اختلاف پتانسیل بین دو جوشن باعث به‌وجود آمدن نیروی مکانیکی می‌شود و موجب حرکت جوشن متحرک و عقربه خواهد شد. از بین بردن ارتعاش توسط ترمز فوکو یا خفه‌کن هوایی انجام می شود.

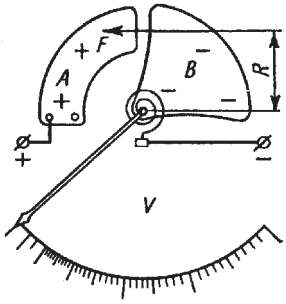
شکل‌های ۲۵ــ۵ و ۲۶ــ۵ نمونه‌هایی از دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترواستاتیکی را نشان می‌دهد.

از آن‌جا که نیروی به‌وجود آمده بین دو صفحه، با انرژی ذخیره شده در خازن متناسب است و انرژی ذخیره شده در خازن نیز از رابطه‌ی $W = \frac{1}{2}CV^2$ به‌دست می‌آید، انحراف عقربه و صفحه‌ی متحرک با مجذور ولتاژ نسبت مستقیم دارد. بنابراین، این دستگاه برای اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم و ولتاژ مؤثر در جریان متناوب کاربرد دارد.

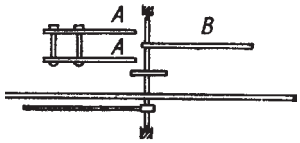


ب ــ نگاه از پهلو

شکل ۲۳ــ۵ــ ساختمان دستگاه اندوکسیونی

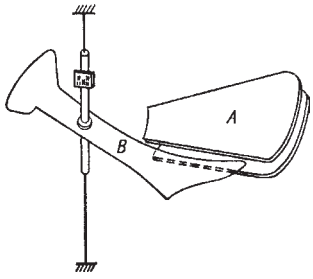


الف ــ از نمای بالا

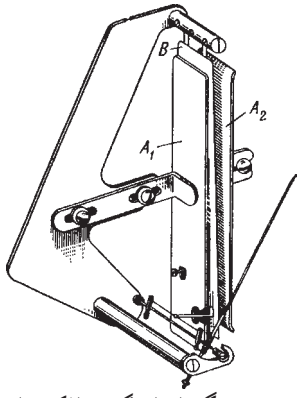


ب ــ از نمای پهلو

شکل ۲۴ــ۵ــ ساختمان دستگاه الکترواستاتیکی



شکل ۲۵ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی



شکل ۲۶ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترواستاتیکی

۹ــ۲ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی: این دستگاه از یک سیم حرارتی تشکیل شده، دو سر این سیم بر روی پایه‌ای بسته وثابت شده است. در وسط سیم قلابی قرار دارد و به این قلاب نخی متصل می‌باشد این نخ پس از عبور از روی قرقره 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 قرقره وصل می‌کند به دور قرقره می‌پیچد و در نتیجه عقربه‌ای که به قرقره وصل است به حرکت درمی‌آید. براثر حرکت عقربه، می‌توان مقدار انبساط طول سیم و در نتیجه شدت جریان را اندازه گرفت. چون انبساط طول سیم با مجذور جریان آن متناسب 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.

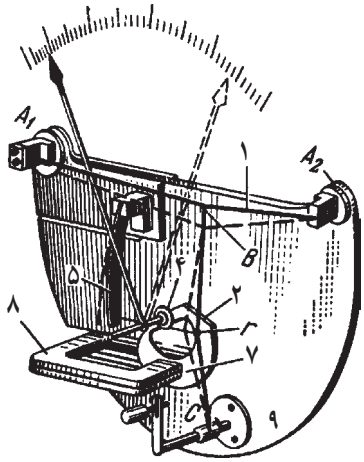
شکل ۲۷ــ۵ ساختمان دستگاه سیم حرارتی را نشان می‌دهد.

۱ــ سیم حرارتی

۲ــ ورق خفه‌کن

۵ــ فنر تسمه‌ای

۸ ــ آهنربای خفه‌کن



شکل ۲۷ــ۵ــ دستگاه اندازه‌گیری سیم حرارتی

۳ــ۵ــ دستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

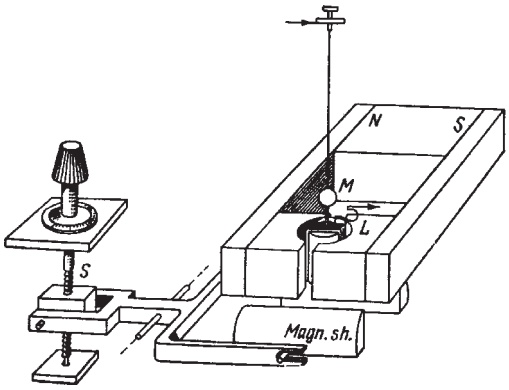
۱ــ۳ــ۵ــ گالوانومتر: این دستگاه از سیم‌پیچ گردان و آهنربای دائمی تشکیل شده است و مستقیماً جریان الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند.

سیم‌پیچ گردان گالوانومتر به‌وسیله‌ی سیم یا نواری متصل به یک آیینه به حالت آویزان در داخل قطبین مغناطیس ثابت N و S قرار دارد.

با عبور جریان از گالوانومتر، سیم‌پیچ به چرخش درمی‌آید تا زمانی‌که گشتاور ایجاد شده با گشتاور مخالف سیم یا نوار یکی شود، در این حالت آیینه شاخص را روی صفحه مدرج منعکس کرده و جریان اندازه‌گیری می‌شود.

شکل ۲۸ــ۵ گالوانومتر آیینه‌ای 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 ۲۸ــ۵ــ گالوانومتر

۲ــ۳ــ۵ــ آمپرمتر: آمپرمتر برای اندازه‌گیری شدت جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرد (شکل ۲۹ــ۵).

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

برای اندازه‌گیری جریان متناوب از دستگاه‌های الکترودینامیکی، آهن نرم گردان، سیم حرارتی استفاده می‌شود.

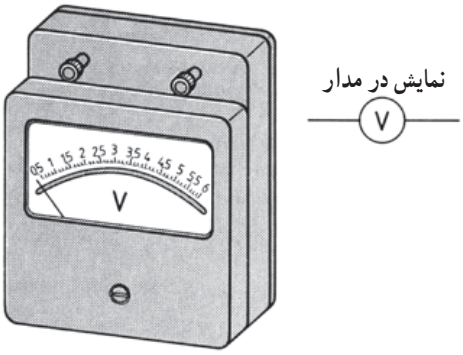
متداول‌ترین دستگاه سنجش جریان متناوب، دستگاه با آهن نرم گردان است. از دستگاه با قاب گردان و آهنربای دائم با یکسوکننده نیز می‌توان جریان متناوب را اندازه‌گیری کرد.

شکل ۲۹ــ۵ــ شکل ظاهری آمپرمتر

۳ــ۳ــ۵ــ ولت‌متر: ولت‌متر برای اندازه‌گیری اختلاف سطح الکتریکی مورداستفاده قرار می‌گیرد و به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد (شکل ۳۰ــ۵).

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



شکل ۳۰ــ۵ــ شکل ظاهری ولت‌متر

۴ــ۳ــ۵ــ اهم‌متر: دستگاهی است که مقدار مقاومت را اندازه‌گیری می‌کند. برای پیدا کردن اتصال سیم‌ها به یکدیگر (اتصال کوتاه)، اتصال سیم به بدنه (اتصال بدنه) و قطعی مدار (مدار باز) نیز از اهم‌متر استفاده می‌شود. اهم‌متر را از دستگاه‌های

اندازه‌گیری با قاب گردان و آهنربای دائم، الکترودینامیکی، آهن نرم گردان، الکترواستاتیکی می‌توان ساخت. اهم‌متر به‌طور موازی با مقاومت قرار می‌گیرد (شکل ۳۱ــ۵).

شکل ۳۱ــ۵ــ طرز قرارگیری مقاومت با اهم‌متر

۵ــ۳ــ۵ــ آوومتر (مولتی‌متر): آوومتر برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت به‌کار می‌رود. این دستگاه دارای یک سلکتور است. با انتخاب یکی از کمیت‌ها می‌توان اندازه‌گیری‌های مختلفی را برای جریان، ولتاژ و مقاومت انجام داد.

آوومتر به دو صورت دیجیتال و آنالوگ ساخته می‌شود.

دستگاه دیجیتالی، کمیت‌های الکتریکی را به‌صورت شماره و دستگاه آنالوگی توسط عقربه نشان می‌دهد.

شکل ۳۲ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری مولتی‌متر دیجیتالی را نشان می‌دهد.

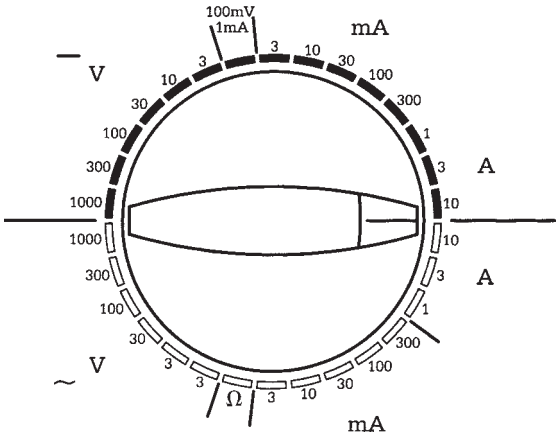
شکل ۳۲ــ۵ــ مولتی‌متر دیجیتالی

شکل ۳۳ــ۵ دستگاه اندازه‌گیری مولتی‌متر آنالوگ (عقربه‌ای) را نشان می‌دهد.

شکل ۳۳ــ۵

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

برای اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت، سلکتور را روی مقدار کمیتی باید قرار داد که از مقدار مورد اندازه‌گیری بیشتر باشد. شکل ۳۴ـ۵ شکل سلکتور یک مولتی‌متر مولتی‌رنج را نشان می‌دهد. یعنی علاوه بر اندازه‌گیری کمیت‌های مختلف برای هر کمیت نیز دارای چندین حدود اندازه‌گیری (رنج) است.



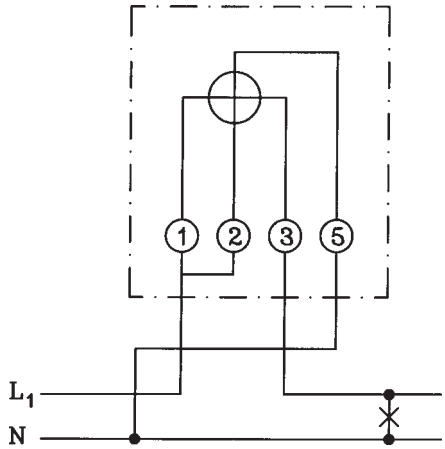
شکل ۳۴ـ۵

۶ـ۳ـ۵ـ وات‌متر: برای اندازه‌گیری توان مفید، از وات‌متر استفاده می‌شود. وات‌متر دارای دو سیم‌پیچ است. یکی سیم‌پیچ جریان که به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و دیگری سیم‌پیچ ولتاژ که به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.

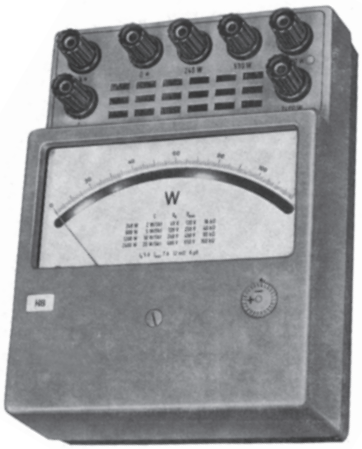
معمولاً از دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی به‌عنوان وات‌متر استفاده می‌شود.

شکل ۳۵ـ۵ مدار وات‌متر را نشان می‌دهد که سیم‌پیچ جریان به پیچ‌های ۱ و ۳ و سیم‌پیچ ولتاژ به ترمینال‌های ۲ و ۵ وصل می‌شود.

ترمینال‌های ستاره‌دار باید با یکدیگر هم‌پتانسیل باشند تا عقربه‌ی وات‌متر در جهت راست حرکت کند. در غیر این‌صورت اگر وات‌متر به‌طرف چپ بچرخد باید با کلید مبدل + و − ،جهت چرخش آن را عوض کرد.



شکل ۳۵ـ۵ـ مدار وات‌متر



شکل ۳۶ـ۵ـ شکل ظاهری وات‌متر

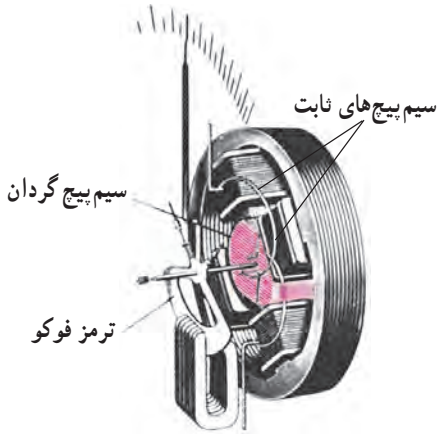
شکل ۳۶ـ۵ شمای ظاهری وات‌متر را نشان می‌دهد.

۷ــ۳ــ۵ــ وارمتر: وارمتر دستگاهی است که توان رِ-اکتیو (غیر مفید) مدار را اندازه‌گیری می‌کند.

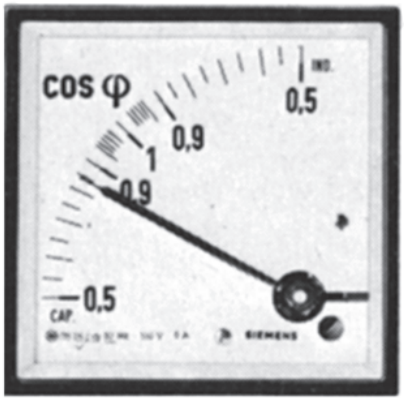
اتصالات وارمتر نیز مثل اتصالات وات‌متر است (شکل ۳۷ــ۵).

شکل ۳۷ــ۵ــ شکل ظاهری وارمتر

۸ــ۳ــ۵ــ کسینوس فی‌متر (cosφ): کسینوس فی یا ضریب قدرت، توسط کسینوس فی‌متر سنجیده می‌شود (شکل ۳۸ــ۵). کسینوس فی‌متر دارای دو سیم‌پیچ متحرک و یک سیم‌پیچ ثابت است و در مدارهای یک فاز و سه‌فاز به‌کار می‌رود. کسینوس‌فی‌مترهای معمولی که برای نصب روی تابلو استفاده می‌شوند معمولاً برای ولتاژهای ۱۱۰، ۲۲۰، ۳۸۰ و ۵۰۰ ولت و جریان ۵ و ۱ آمپر ساخته می‌شوند. برای ولتاژها و جریان‌های بیشتر از مقدار نامی ذکر شده باید از مبدّل ولتاژ و مبدّل جریان استفاده شود. شکل ۳۹ــ۵ صفحه‌ی عقربه کسینوس فی‌متر را نشان می‌دهند. درصورتی‌که بار فقط اندوکتیو (سلفی) و یا کاپاسیتیو (خازنی) باشد از کسینوس فی‌متر با صفحه‌ی مدرج یک طرفه و در صورتی‌که به هر دو صورت اندوکتیو و یا کاپاسیتیو باشد از صفحه‌ی مدرج دو طرفه و یا دوّار (۳۶۰°) استفاده می‌شود. علامت اندوکتیو (ind) و کاپاسیتیو (cap) روی صفحه مدرج درج می‌شود. عقربه اگر به‌طرف ind حرکت کند مصرف‌کننده، اندوکتیو است و مقدار اندازه‌گیری شده، ضریب قدرت مدار اندوکتیو یا سلفی را نشان می‌دهد. در صورتی‌که عقربه به‌طرف cap حرکت کند، مصرف‌کننده، کاپاسیتیو خازنی است و مقدار اندازه‌گیری شده، ضریب قدرت مدار کاپاسیتیو را نشان می‌دهد.



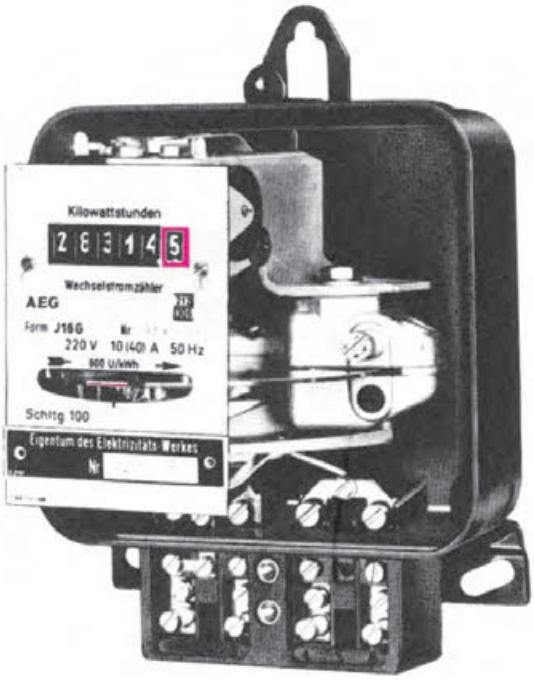
شکل ۳۸ــ۵ــ شمای داخلی یک نوع کسینوس فی‌متر



شکل ۳۹ــ۵ــ شمای ظاهری کسینوس فی‌متر

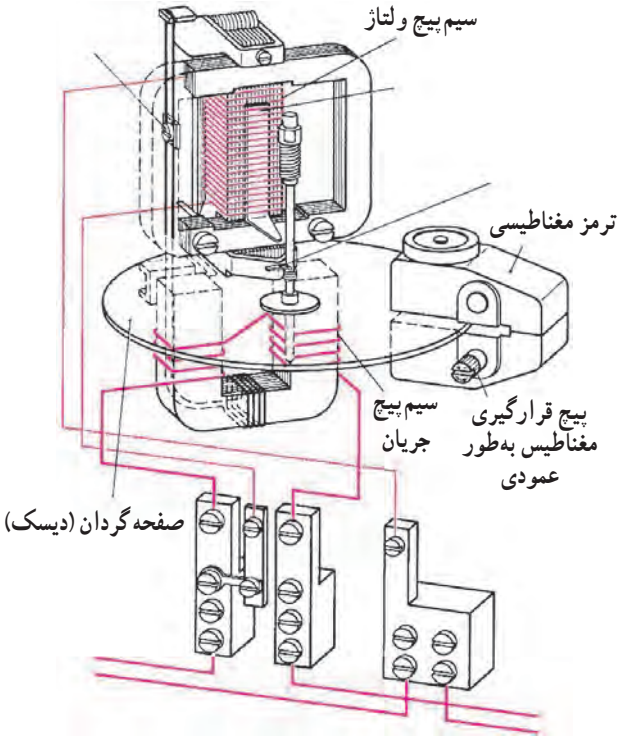
۹ــ۳ــ۵ــ کنتور تک‌فاز: کنتور برای اندازه‌گیری انرژی مفید مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه دارای یک سیم‌پیچ ولتاژ و یک سیم‌پیچ جریان است. سیم‌پیچ ولتاژ دارای تعداد دور زیاد و قطر سیم کم و سیم‌پیچ جریان دارای تعداد دور کم و قطر سیم زیاد است. سیم‌پیچ ولتاژ به‌طور موازی و سیم‌پیچ جریان به‌طور سری در مدار قرار می‌گیرند. معمولاً از دستگاه اندازه‌گیری اندوکسیونی به‌عنوان کنتور استفاده می‌شود. کنتور دارای یک دیسک (صفحه گردان) است. دراثر اتصال سیم‌پیچ ولتاژ به شبکه و عبور جریان از سیم‌پیچ جریان، این دیسک به حرکت درمی‌آید. صفحه‌ی گردان به چرخ‌دنده‌ها و شمارنده وصل است و انرژی مصرفی توسط شمارنده نشان داده می‌شود (شکل ۴۰ــ۵). برای کنترل دور دیسک از یک مغناطیس دائم استفاده می‌شود (ترمز فوکو).

شکل ۴۰ــ۵ یک کنتور تک‌فاز اندوکسیونی را نشان می‌دهد.



شکل ۴۰ــ۵ــ کنتور تک‌فاز اندوکسیونی

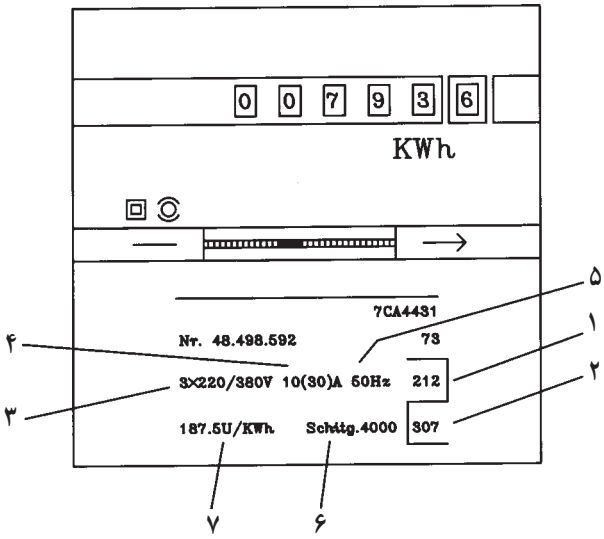
شکل ۴۱ــ۵ ساختمان داخلی یک کنتور تک‌فاز را نشان می‌دهد. سیم‌پیچ ولتاژ در بالا قرار دارد و دارای قطر سیم نازک و تعداد دور زیاد است. سیم‌پیچ جریان در پایین قرار دارد. تعداد دور سیم‌پیچ جریان کمتر و قطر آن ضخیم‌تر است.



شکل ۴۱ــ۵ــ ساختمان داخلی کنتور تک‌فاز

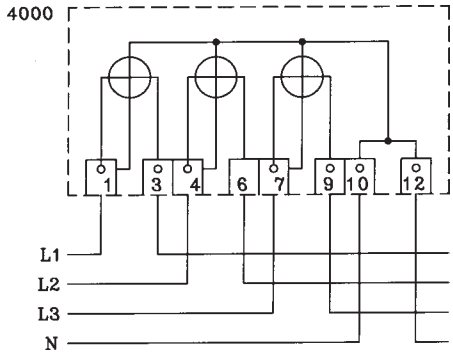
کنتور باید انرژی مصرفی را اندازه گیری کند. برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی اندازه‌گیری ولتاژ و جریان ضرورت دارد.

۱۰ــ۳ــ۵ــ کنتور سه‌فاز: کنتور سه‌فاز برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی در شبکه‌های سه سیمه و چهارسیمه به‌کار می‌رود. در کنتور سه‌فاز سه سیمه از دو سیم‌پیچ جریان و دو سیم‌پیچ ولتاژ استفاده و در کنتور سه‌فاز چهارسیمه از سه سیم‌پیچ جریان و سه سیم‌پیچ ولتاژ استفاده می‌شود. شکل ۴۲ــ۵ 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 ۴۲ــ۵ــ پلاک مشخصات کنتور سه‌فاز

شکل ۴۳ــ۵ شمای مداری کنتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.

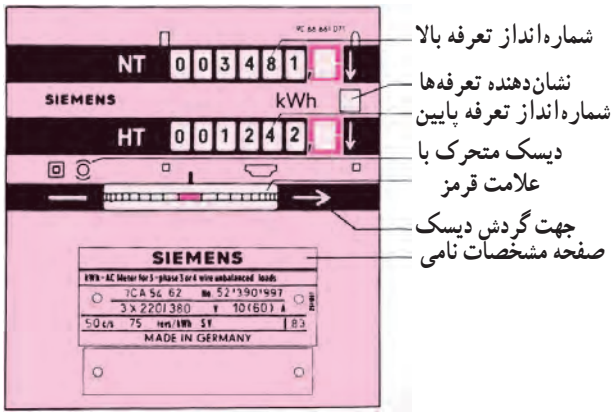


شکل ۴۳ــ۵ــ مدار کنتور سه‌فاز چهارسیمه

> 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.

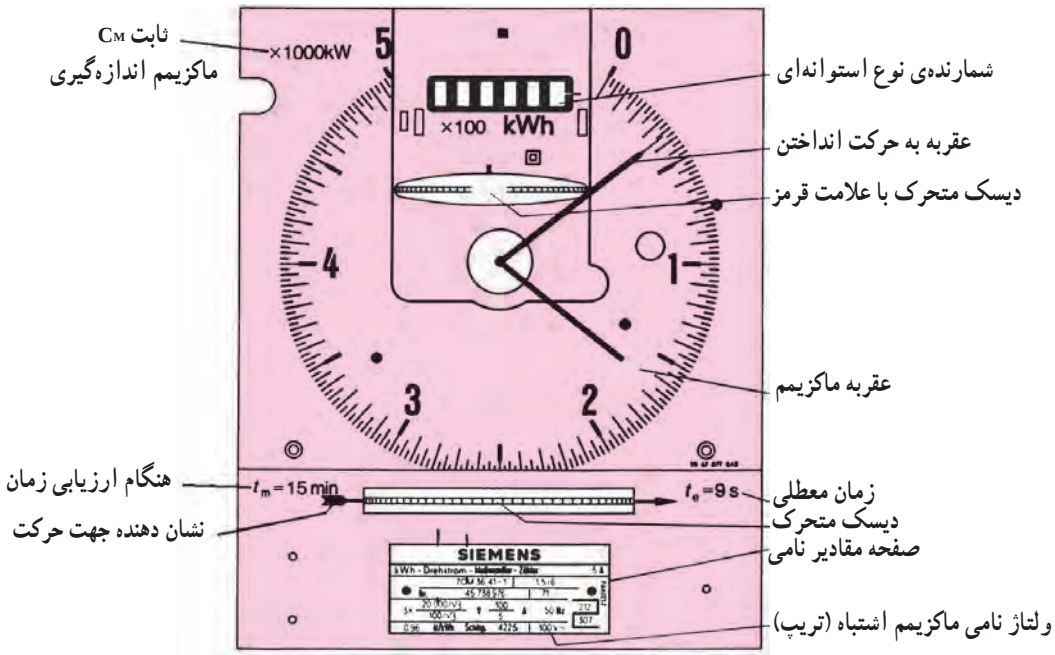
۱۱ــ۳ــ۵ــ کنتور سه‌فاز دو تعرفه: برای تشویق مصرف‌کننده‌های برق به مصرف کم‌تر در زمان پیک بار (مثل اوایل شب) از سیاست تعرفه استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب که در زمان پیک بار (ماکزیمم بار) قیمت کیلووات ساعت مصرفی توسط فروشنده برق زیاد در نظر گرفته می‌شود تا مصرف‌کننده‌ها در این زمان مصرف کمتری داشته باشند.

کنتورهای دو تعرفه، دو شماره‌انداز دارند. یک ساعت برقی در خارج کنتور نصب می‌شود. انتقال هریک از شماره‌اندازها توسط رله‌ی مغناطیسی به این ساعت صورت می‌گیرد. شکل ۴۴ــ۵ صفحه کنتور دو تعرفه را نشان می‌دهد.



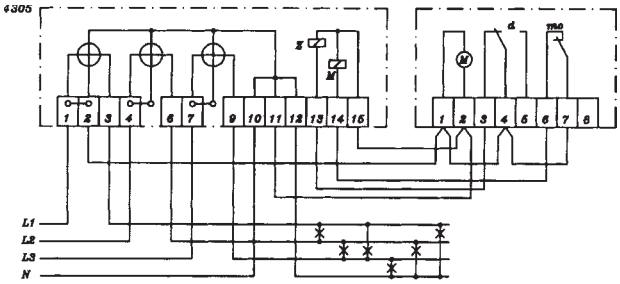
شکل ۴۴ــ۵ــ صفحه کنتور دو تعرفه

شکل ۴۵ـ۵ ساعت کنتور دوتعرفه را نشان می‌دهد.



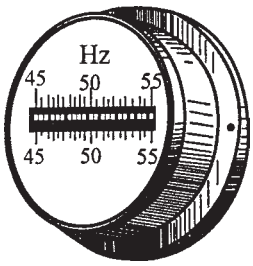
شکل ۴۵ـ۵ـ ساعت کنتور دوتعرفه

شکل ۴۶ـ۵ شمای مداری کنتور سه‌فاز دوتعرفه برای اتصال مستقیم سیستم چهارسیمه را نشان می‌دهد.



شکل ۴۶ـ۵ـ مدار کنتور سه‌فاز دوتعرفه چهارسیمه

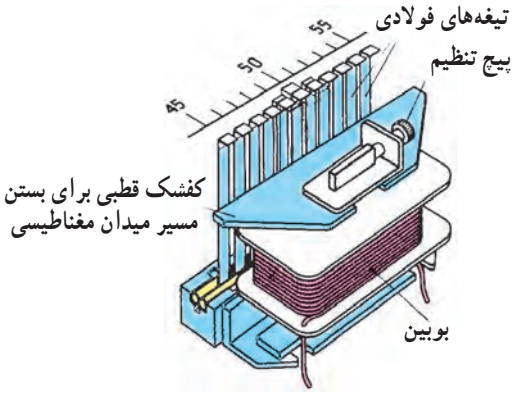
۱۲ـ۳ـ۵ـ فرکانس متر: فرکانس‌متر برای اندازه‌گیری فرکانس به‌کار می‌رود. این دستگاه تعدادی تیغه‌ی فولادی است که در یک میدان مغناطیسی به ارتعاش درمی‌آیند. شکل ۴۷ـ۵ـالف ساختمان ظاهری فرکانس‌متر را نشان می‌دهد. هر تیغه، یک فرکانس دارد که با فرکانس تیغه‌های مجاور خود متفاوت است. با اتصال جریان متناوب به بوبین 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، رزونانس ایجاد می‌کند و به حرکت درمی‌آید.



شکل ظاهری فرکانس متر تیغه‌ای

شکل ۴۷ـ۵ ـ الف

شکل ۴۷ــ۵ــ ب ساختمان داخلی فرکانس‌متر تیغه‌ای را نشان می‌دهد. حدود اندازه‌گیری این فرکانس‌متر بسیار کم است به همین جهت از آن بیشتر برای اندازه‌گیری فرکانس‌های تقریباً ثابت شبکه استفاده می‌شود.

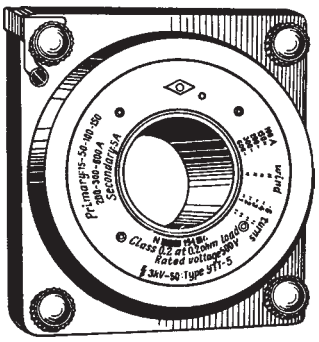


شکل ۴۷ــ۵ــ ب ــ ساختمان داخلی فرکانس متر تیغه‌ای

۱۳ــ۳ــ۵ــ ترانسفورماتور جریان: این دستگاه جریان زیاد شبکه یا مصرف‌کننده‌های بزرگ را به جریان کم قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند. اوّلیه‌ی این ترانسفورماتور به‌صورت سری با خط قرار می‌گیرد و ثانویه‌ی آن به آمپرمتر وصل می‌شود. اوّلیه‌ی ترانسفورماتور جریان در داخل تابلوها بر روی شینه‌های خطوط اصلی و ثانویه آن که دارای یک سیم‌پیچ است به آمپرمتر وصل می‌شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان تابلویی معمولاً دارای یک سیم‌پیچ است. شکل ۴۸ــ۵ نمونه‌ای از ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد. در ترانسفورماتورهای تابلویی، شینه از داخل سوراخ هسته ترانسفورماتور عبور می‌کند.

شکل ۴۸ــ۵ــ نمونه‌ای از ترانسفورماتور جریان

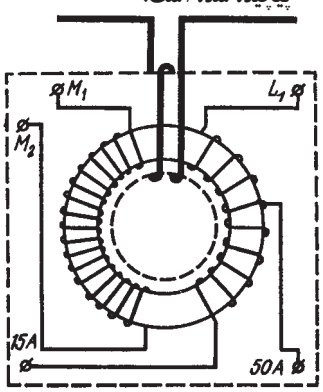
شکل ۴۹ــ۵ شمای ظاهری یک ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد. این ترانسفورماتور دارای یک هسته مغناطیسی دایره‌ای شکل و سیم‌پیچی‌های اوّلیه و ثانویه می‌باشد، سیم‌پیچ‌های اوّلیه این ترانسفورماتور برای جریان‌های ۱۰۰ تا ۶۰۰ آمپر پیچیده شده است.



شکل ۴۹ــ۵ــ ترانسفورماتور جریان با هسته مغناطیسی دایره‌ای شکل و سیم پیچی‌های اوّلیه و ثانویه

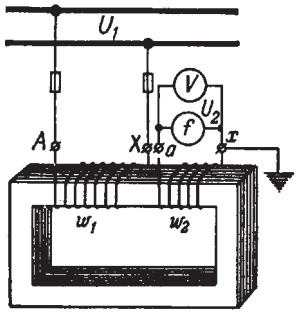
ثانویه دارای دو سیم‌پیچ مجزاست که یکی دارای سر وسط می‌باشد و رنج جریان‌های آن ۱۵A و ۵۰A می‌باشد. سیم‌پیچ ثانویه دیگر با M_1 و M_2 مشخص شده است (شکل ۵۰ــ۵). ترانسفورماتور جریان همیشه باید در حالت اتصال کوتاه کار کند و یا آمپرمتر از ثانویه قطع نشود. در صورت قطع شدن ثانویه، فلوی مغناطیسی ثانویه (φ_2) صفر و در نتیجه مقدار فلوی حاصل برابر فلوی اوّلیه (φ_1) می‌شود. به علت بزرگی φ_1 نیروی الکتریکی القایی ثانویه افزایش می‌یابد و به هسته و عایق سیم‌پیچ ثانویه آسیب می‌رساند و برای مصرف‌کننده موجب بروز خطر می‌شود.

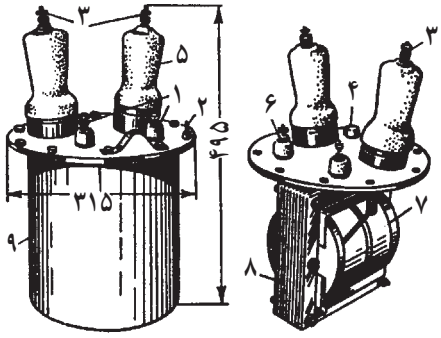
سیم‌پیچ اوّلیه برای جریان‌های ۱۰۰ تا ۶۰۰ آمپر پیچیده شده است.



شکل ۵۰ــ۵ــ دیاگرام جریان و سیم‌پیچی‌های ترانسفورماتور جریان

۱۴ــ۳ــ۵ــ ترانسفورماتور ولتاژ: این ترانسفورماتور، ولتاژ زیاد شبکه را به ولتاژ ضعیف تبدیل می‌کند و به ولت‌متر می‌دهد. ترانسفورماتور ولتاژ دارای یک هسته‌ی آهنی و دو سیم‌پیچ اوّلیه و ثانویه است. اوّلیه به‌صورت موازی با شبکه قرار می‌گیرد و ثانویه به ولت‌متر وصل می‌شود. نسبت تبدیل ترانسفورماتور ولتاژ (نسبت ولتاژ اوّلیه به ولتاژ ثانویه) معمولاً ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۰۰۰ (کاربر) می‌باشد. ترانسفورماتور ولتاژ ایمنی لازم را برای اپراتور به‌وجود می‌آورد زیرا در این ترانسفورماتورها اپراتور با ولتاژ کم سروکار دارد. شکل ۵۱ــ۵ شمای ظاهری و مداری ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد.

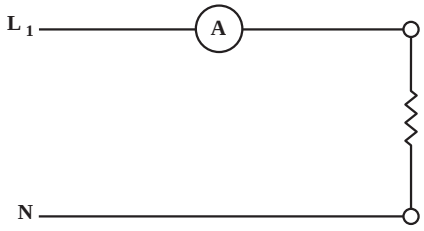




شکل ۵۱ــ۵ــ شمای ظاهری و مداری ترانسفورماتور ولتاژ

۴ــ۵ــ نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی

۱ــ۴ــ۵ــ آمپرمتر: آمپرمتر در مدار به‌صورت سری قرار می‌گیرد به‌طوری که جریان مصرف‌کننده از آمپرمتر هم عبور کند. شکل ۵۲ــ۵ مدار اتصال آمپرمتر را به مصرف‌کننده نشان می‌دهد.



شکل ۵۲ــ۵ــ مدار اتصال آمپرمتر به مقاومت

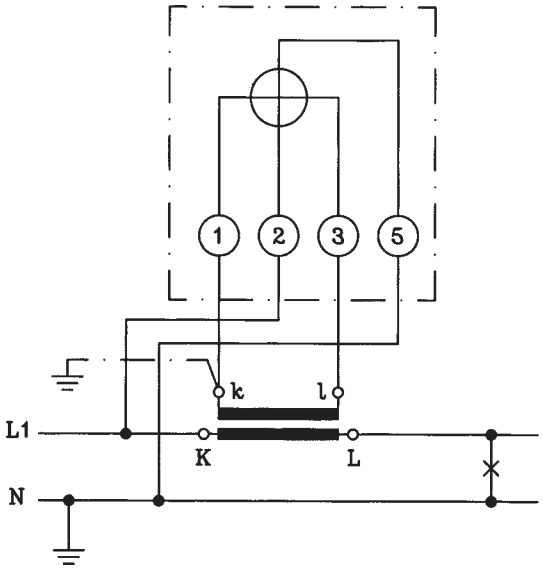
۲ــ۴ــ۵ــ ولت‌متر: ولت‌متر در مدار به‌صورت موازی قرار می‌گیرد. یعنی دو سر ولت‌متر به فاز و نول و یا دو فاز وصل می‌شود. شکل ۵۳ــ۵ نقشه اتصال ولت‌متر را به شبکه نشان می‌دهد.

شکل ۵۳ــ۵ــ اتصال ولت‌متر به شبکه

۳ــ۴ــ۵ــ اهم‌متر: اهم‌متر در مدار به‌صورت موازی با مقاومت مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد؛ به این ترتیب که دو سر سیم اهم‌متر به دو سر مقاومت وصل می‌شود و مقدار مقاومت را اندازه‌گیری می‌کند. شکل ۵۴ــ۵ مدار اتصال اهم‌متر را به مقاومت نشان می‌دهد.

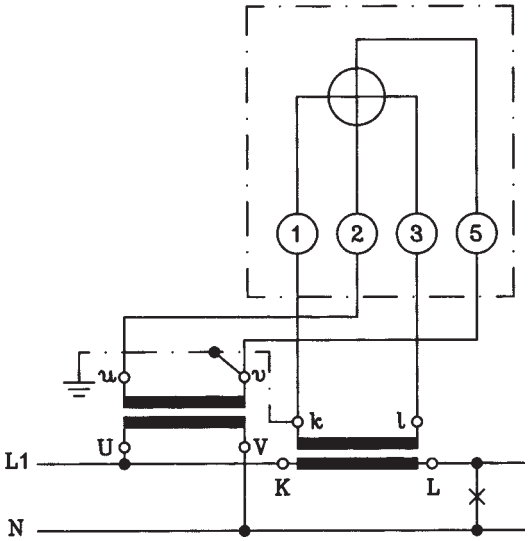
شکل ۵۴ــ۵ــ مدار اتصال اهم‌متر به مقاومت

۴ــ۴ــ۵ــ وات‌متر: سیم‌پیچ جریان وات‌متر به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. شکل ۵۵ــ۵ مدار اتصال وات‌متر 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.



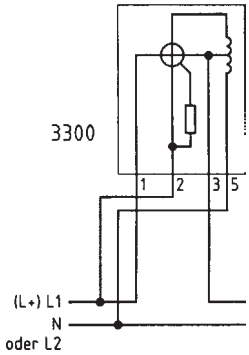
شکل ۵۵ــ۵ــ مدار اتصال وات‌متر

شکل ۵۶ــ۵ مدار وات‌متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ را نشان می‌دهد. از این مدار در هنگام زیاد بودن ولتاژ و جریان استفاده می‌شود. برای رعایت ایمنی اپراتور، معمولاً چنانچه در مواردی هم که فقط ولتاژ مدار بالا باشد از ترانسفورماتور جریان استفاده می‌شود.



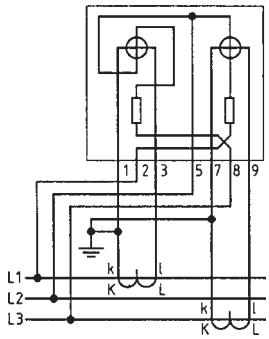
شکل ۵۶ــ۵ــ مدار وات‌متر با ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

۵ــ۴ــ۵ــ وارمتر: شکل ۵۷ــ۵ مدار اتصال وارمتر تک‌فاز را نشان می‌دهد.



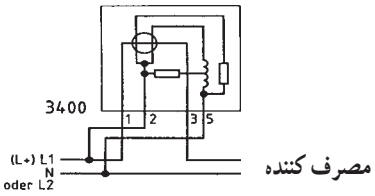
شکل ۵۷ــ۵ــ مدار اتصال وارمتر تک‌فاز

شکل ۵۸ــ۵ مدار اتصال وارمتر سه‌فاز سه‌سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می‌دهد.



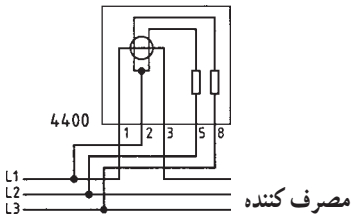
شکل ۵۸ــ۵ــ مدار اتصال وارمتر سه‌فاز سه‌سیمه با بار نامتعادل با ترانسفورماتورهای جریان

۶ــ۴ــ۵ــ کسینوس فی‌متر: سیم‌پیچ جریان کسینوس فی‌متر به‌صورت سری و سیم‌پیچ ولتاژ به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند. شکل ۵۹ــ۵ مدار اتصال کسینوس فی‌متر تک‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۵۹ــ ۵

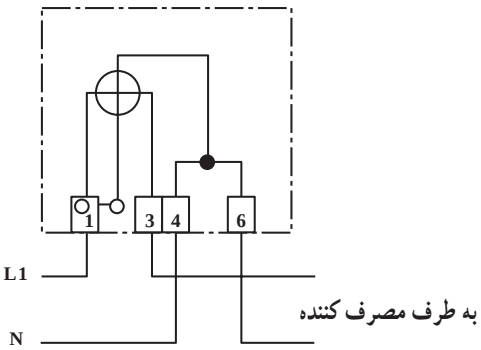
شکل ۶۰ــ۵، اتصال مستقیم کسینوس فی‌متر را در مدار سه‌فاز سه‌سیمه نشان می‌دهد.



شکل ۶۰ــ ۵

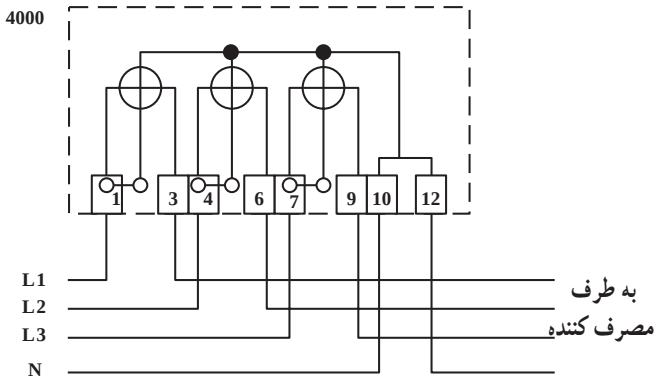
۷ــ۴ــ۵ــ کنتور: کنتور تک‌فاز به‌صورت شکل ۶۱ــ۵ در مدار قرار می‌گیرد که سیم‌پیچ جریان به‌صورت سری و سیم‌پیچ ولتاژ به‌صورت موازی وصل می‌شوند.

ترمینال‌های ۱ و ۴ فاز و نول ورودی و ترمینال‌های ۳ و ۶ ترمینال‌های خروجی است.



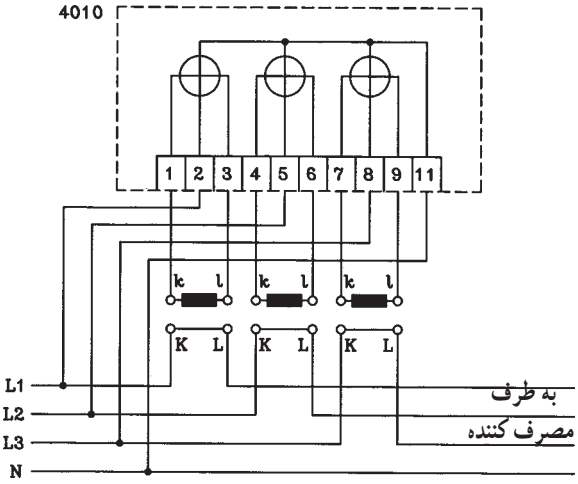
شکل ۶۱ــ۵

شکل ۶۲ــ۵ مدار اتصال کنتور سه‌فاز چهارسیمه را نشان می‌دهد.



شکل ۶۲ــ۵

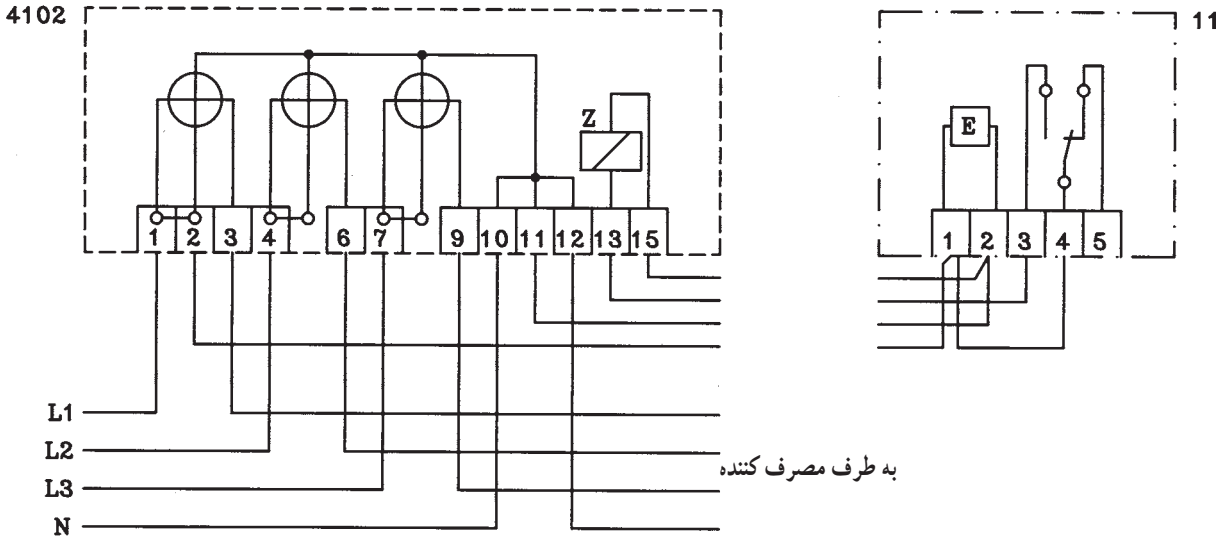
شکل ۶۳ــ۵ مدار اتصال کنتور سه‌فاز چهار سیمه با ترانسفورماتورهای جریان را نشان می‌دهد.



شکل ۶۳ــ۵

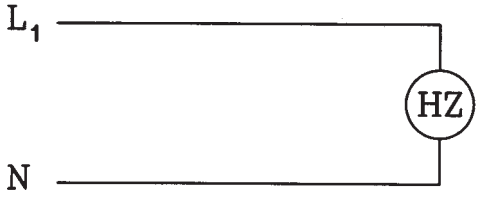
شکل ۶۴ــ۵ مدار اتصال کنتور سه فاز چهار سیمه‌ی دوتعرفه را نشان می‌دهد که Z یک رله و شماره ۱۱ ساعت کنتور می‌باشد. پس از زمان تنظیمی روی ساعت کنتور، این ساعت عمل می‌کند، رله‌ی Z را به‌کار می‌اندازد، و شماره‌انداز را تعویض می‌کند.

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



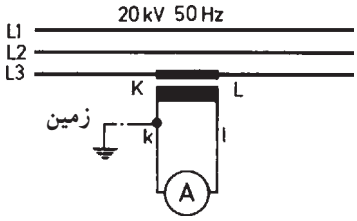
شکل ۶۴ــ۵

۸ــ۴ــ۵ــ اتصال فرکانس متر: فرکانس‌متر به‌صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد. شکل ۶۵ــ۵ مدار اتصال فرکانس‌متر را به شبکه نشان می‌دهد.



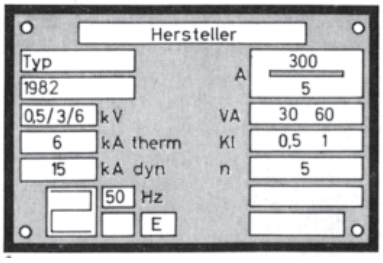
شکل ۶۵ــ۵

۹ــ۴ــ۵ــ ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری: اوّلیه ترانسفورماتور جریان به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و ثانویه آن به آمپرمتر وصل می‌شود. شکل ۶۶ ــ ۵ مدار اتصال ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد که در آن KL اولیه و kl ثانویه ترانسفورماتور است.



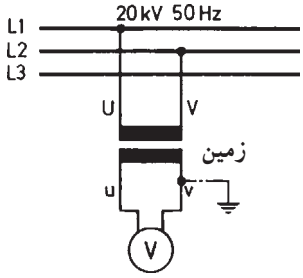
شکل ۶۶ــ۵ــ مدار اتصال ترانسفورماتور جریان

شکل ۶۷ ــ ۵ تابلوی مشخصات یک ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد که جریان ۳۰۰ آمپر را به ۵ آمپر تبدیل می‌کند.

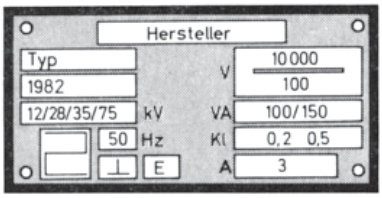


شکل ۶۷ــ۵ــ تابلوی مشخصات ترانسفورماتور جریان

شکل ۶۸ ــ ۵ نقشه‌ی اتصال ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد که اولیه به‌صورت موازی به دو فاز و دو سر ثانویه به ولت‌متر متصل شده است. شکل ۶۹ ــ ۵ پلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ را نشان می‌دهد. این ترانسفورماتور ولتاژ ۱۰/۰۰۰ ولت رابه ۱۰۰ ولت تبدیل می‌کند.



شکل ۶۸ــ۵ــ نقشه اتصال ترانسفورماتور ولتاژ به شبکه ولت‌متر

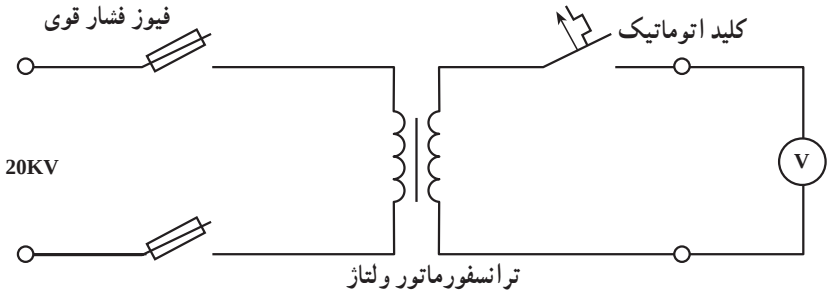


شکل ۶۹ــ۵ــ پلاک مشخصات ترانسفورماتور ولتاژ

۵ــ۵ــنکات 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 ۲ــ۴ــ۱ بیان شد، رعایت اصول ایمنی و حفاظتی زیر در این واحد آموزشی ضروری است.

۱ــ۵ــ۵ــ اتصال ترانسفورماتورهای جریان به مدار باید پس از پایان مونتاژ کامل مدارهای ثانویه انجام شود.

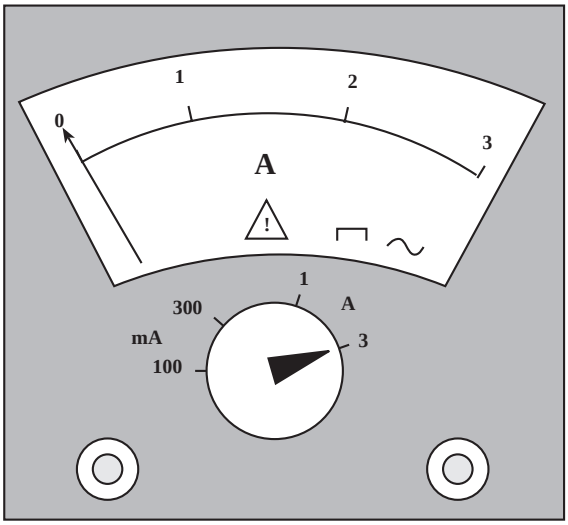


شکل ۷۰ــ۵ــ قبل از کار با ولت‌متر، مدار فیوزهای فشارقوی را باز کنید.

۲ــ۵ــ۵ــ هنگام کار در مدار ترانسفورماتور ولتاژ بایستی فیوزهای فشار قوی را بیرون بیاورید و کلید اتوماتیک سیم‌پیچ فشار ضعیف را قطع کند.

۳ــ۵ــ۵ــ هنگام کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری به مشخصات آن‌ها کاملاً توجه کنید و توصیه‌های سازنده را در مورد نحوه‌ی استفاده از دستگاه به‌کار بندید و احتیاط‌های لازم را انجام دهید.

۴ــ۵ــ۵ــ همیشه در شروع کار، رنج دستگاه را روی حداکثر مقدار آن قرار دهید. به انتخاب کمیت مورد اندازه‌گیری (ولتاژ، جریان و یا ... و AC یا DC بودن آن) دقت کنید.



شکل ۷۱ــ۵ــ احتیاطات لازم در استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری

۶ــ۵ــ کار عملی شماره ۱۵: نصب و درمدار قرار دادن آمپرمتر، ولت‌متر و اندازه‌گیری شدت جریان، ولتاژ و مقاومت

زمان : ۴ساعت

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

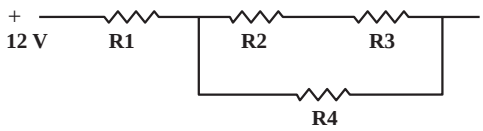
۱ــ۶ــ۵ــ وسایل موردنیاز

- آمپرمتر ۱ عدد
- ولت‌متر ۱ عدد
- اهم‌متر ۱ عدد
- سیم افشان ۵ متر
- منبع تغذیه ۲۲۰/۱۲VDC ۱ عدد
- برد بُرد ۱ عدد
- فیش‌های سوسماری ۴ عدد
- میز کار ۱ عدد
- سیم‌چین ۱ عدد
- سیم‌لخت‌کن ۱ عدد
- دم باریک ۱ عدد
- مقاومت‌های اهمی مطابق جدول کار عملی ۸ عدد
- فازمتر ۱ عدد
- لوازم التحریر

۲ــ۶ــ۵ــ مراحل انجام کار:

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

■ مقاومت، ولتاژ و جریان کل و نیز جریان عبوری از مقاومت R_4 را برای هر دو حالت محاسبه کنید. توسط آمپرمتر، ولت‌متر و اهم‌متر کمیت‌های فوق را در هر دو حالت اندازه‌گیری کنید.



شکل ۷۲ــ۵ــ اتصال سری و موازی مقاومت‌ها

	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 ۲

$R_T =$

I_4

نتایج محاسبه تمرین ۱

$R_T =$

I_4

ــ مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول ثبت کنید.

نتایج اندازه‌گیری	تمرین ۱	تمرین ۲
U_T		
I_T		
R_T		
I_4		

هنگام اندازه‌گیری توجه داشته باشید تا تصاویر دقیق باشند.

۷ــ۵ــ کار عملی شماره ۱۶: اندازه‌گیری توان مفید یک چُک لامپ فلورسنت

زمان : ۵ ساعت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی مندرج در قسمت ۵ــ۵ را به‌طور کامل مطالعه کنید و آن را اجرا نمایید.

۱ــ۷ــ۵ــ وسایل مورد نیاز

همواره ابزار کار را صحیح انتخاب کنید.

- ــ وات‌متر ۱ عدد
- ــ ولت‌متر ۱ عدد
- ــ سیم افشان ۳ متر
- ــ سیم‌چین ۱ عدد
- ــ انبردست ۱ عدد
- ــ فازمتر ۱ عدد
- ــ پیچ و مهره به مقدار مورد نیاز
- ــ لوازم‌التحریر به مقدار مورد نیاز
- ــ آمپرمتر ۱ عدد
- ــ چُک لامپ فلورسنت ۴۰ W
- ــ تابلو کار ۱ عدد
- ــ سیم‌لخت‌کن ۱ عدد
- ــ دم‌باریک ۱ عدد
- ــ آوومتر (مولتی‌متر) ۱ عدد
- ــ میز کار ۱ عدد

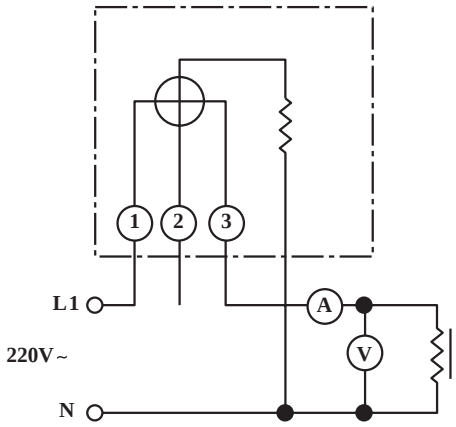
۲ــ۷ــ۵ــ مراحل انجام کار:

■ مداری مطابق شکل ۷۳ــ۵ ببندید.

■ توسط وات‌متر قدرت مفید مدار را اندازه‌گیری کنید.

■ توسط آمپرمتر و ولت‌متر، جریان و ولتاژ مدار را اندازه‌گیری کنید.

■ جدول مربوطه را تکمیل کنید.



شکل ۷۳ــ۵ــ مدار اندازه‌گیری جریان، ولتاژ، توان یک چُک لامپ فلورسنت

ولتاژ	 V
جریان	..... A
توان P	..... W

۸ــ۵ــ کار عملی شماره ۱۷: نصب و در مدار قراردادن وارمتر و ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

زمان : ۷ ساعت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵ــ۵ را به‌طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

۱ــ۸ــ۵ــ وسایل مورد نیاز

ــ وارمتر سه‌فاز چهارسیمه	۱عدد
ــ ترانسفورماتورهای جریان	۳ عدد
ــ ترانسفورماتوهای ولتاژ	۳ عدد
ــ تابلو کار	۱ عدد
ــ فازمتر	۱ عدد
ــ سیم افشان	۵ متر
ــ آوومتر	۱ عدد
ــ سیم‌چین	۱ عدد
ــ سیم لخت‌کن	۱ عدد
ــ انبردست	۱ عدد
ــ پیچ‌گوشتی	۱ عدد
ــ کلید سه‌فاز	۱ عدد
ــ موتور سه‌فاز	۱ عدد

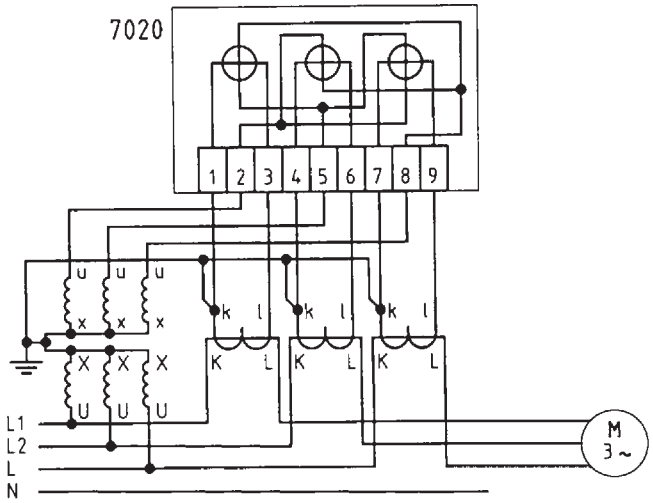
۲ــ۸ــ۵ــ مراحل انجام کار:

■ وارمتر سه‌فاز چهار سیمه را روی تابلوی آزمایش نصب کنید.

■ ترانسفورماتورهای جریان را مطابق شکل۷۴ــ۵ به شبکه و وارمتر وصل کنید.

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

■ ثانویه‌ی ترانسفورماتورهای جریان و نقطه‌ی صفر سیم‌پیچ‌های اوّلیه و ثانویه‌ی ترانسفورماتور ولتاژ را به زمین وصل کنید.



شکل ۷۴ــ۵

۹ــ۵ــ کار عملی شماره ۱۸: نصب و در مدار قراردادن کسینوس فی‌متر و وات‌متر

زمان : ۷ ساعت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵ــ۵ را به‌طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

اجرای نکات ایمنی و انتخاب ابزار صحیح الزامی است.

۱ــ۹ــ۵ــ وسایل مورد نیاز

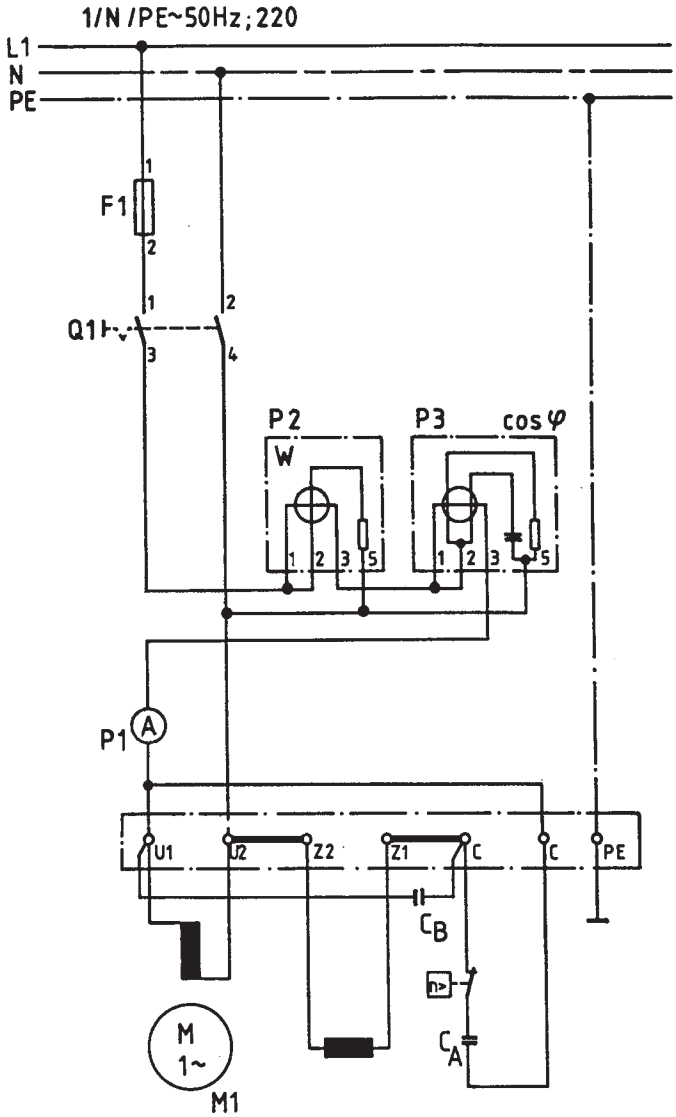
ــ کسینوس فی‌متر	۱ عدد
ــ وات‌متر	۱ عدد
ــ آمپرمتر	۱ عدد
ــ الکتروموتور تک‌فاز	۱ عدد
ــ فیوز	۱ عدد
ــ سیم افشان	۵ متر
ــ کلید دوقطبی	۱عدد
ــ فازمتر و آوومتر هرکدام	۱عدد
ــ ابزار برق	یک‌دست

۲ــ۹ــ۵ــ مراحل انجام کار:

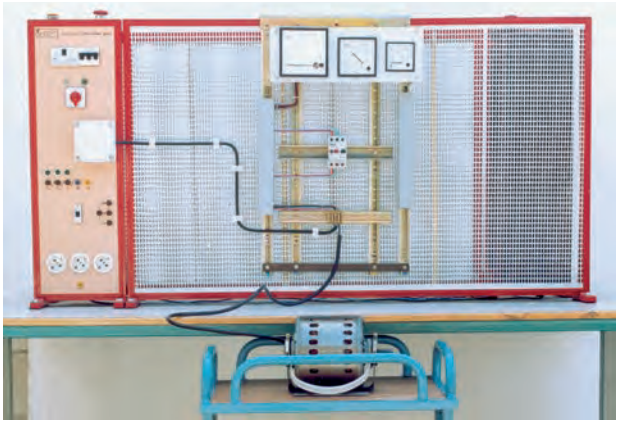
■ مداری مطابق شکل ۷۵ــ۵ روی تابلو کار ببندید.

■ توان مفید را توسط وات‌متر P_2 و ضریب قدرت الکتروموتور تک‌فاز را توسط کسینوس فی‌متر P_3 اندازه‌گیری کنید.

■ شدت جریان مدار توسط آمپرمتر P_1 اندازه‌گیری کنید.



الف ــ شمای مداری



ب ــ شمای ظاهری مدار

شکل ۷۵ــ۵

۱۰ــ۵ــ کار عملی شماره ۱۹: نصب و در مدار قراردادن کنتور تک‌فاز و کنتور سه‌فاز و اندازه‌گیری انرژی مصرفی و فرکانس

زمان : ۷ ساعت

قبل از شروع کار کلیه نکات ایمنی قسمت ۵ــ۵ را به‌طور کامل مطالعه و اجرا کنید.

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

۱ــ۱۰ــ۵ــ وسایل مورد نیاز

ــ کنتور تک‌فاز ۱ عدد ــ تابلوکار ۱ عدد

ــ کنتور سه‌فاز چهارسیمه ۱ عدد

ــ لامپ رشته‌ای ۳۸۰ ولت ۹ عدد

ــ سیم افشان ۵ متر ــ فازمتر ۱ عدد ــ آوومتر ۱ عدد ــ لوازم‌التحریر یک دست ــ ابزار برق یک‌دست ــ فرکانس متر ۱ عدد

تذکر: درصورتی‌که لامپ ۳۸۰ ولت موجود نباشد دو لامپ ۲۲۰ ولت را با هم سری کنید.

۲ــ۱۰ــ۵ــ مراحل انجام کار:

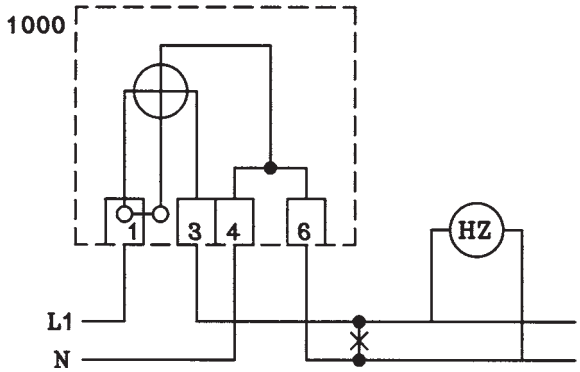
■ مداری مطابق شکل ۷۶ــ۵ ببندید.

■ انرژی مصرفی لامپ در مدت نیم ساعت را اندازه‌گیری کنید.

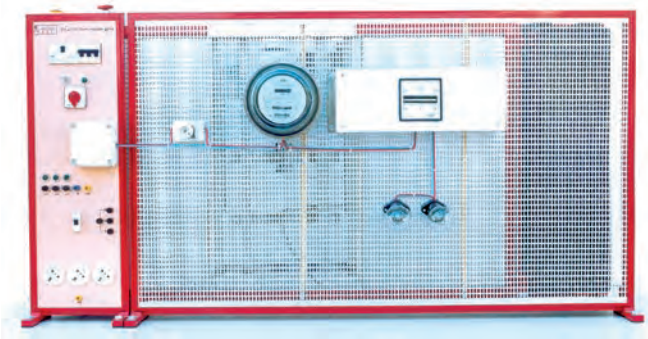
■ مداری مطابق شکل ۷۷ــ۵ ببندید.

■ انرژی مصرفی کل لامپ‌ها را توسط کنتور سه فاز چهارسیمه درمدت زمان نیم ساعت اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

■ فرکانس متر را وصل کنید و فرکانس شبکه را بخوانید.

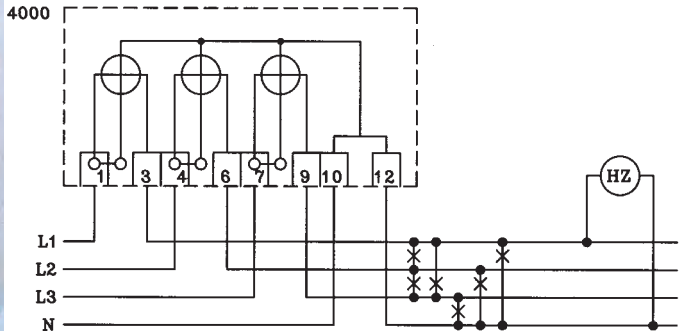


الف ــ شمای مداری

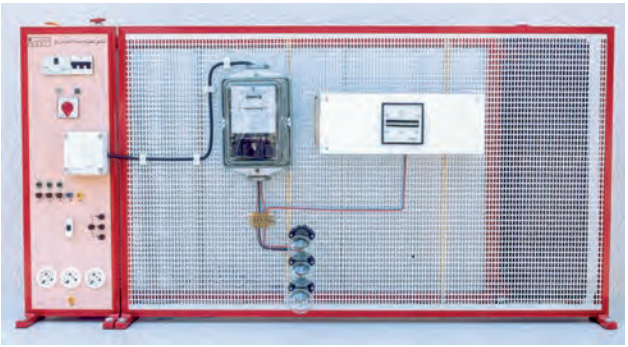


ب ــ شمای واقعی

شکل ۷۶ــ۵ــ مدار کنتور تک‌فاز و فرکانس متر



الف ــ شمای مداری



ب ــ شمای واقعی

شکل ۷۷ــ۵ــ مدار کنتور سه‌فاز چهارسیمه همراه فرکانس متر

آزمون پایانی (۵)

زمان: ۱۵دقیقه

۱ــ مفهوم علائم 2 و روی دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی چیست؟

الف ــ دستگاه با ولتاژ ۲۰۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان

ب ــ دستگاه با ۲۰۰ ولت آزمایش شده، دستگاه با آهنربای دائم و قاب‌گردان

ج ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی، دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی

د ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی با ۲۰۰۰ ولت آزمایش‌شده، دستگاه اندازه‌گیری الکترومغناطیسی

۲ــ علائم HZ ، KWh ، Cos φ به‌ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهند؟

الف ــ فرکانس متر، وات‌متر، کسینوس فی‌متر

ب ــ فرکانس متر، کنتور، کسینوس فی‌متر

ج ــ ضریب قدرت‌سنج، فرکانس‌متر، انرژی‌سنج

د ــ ضریب قدرت‌سنج، وات‌متر، فرکانس متر

۳ــ علائم ، ، به‌ترتیب چه نوع دستگاه‌های اندازه‌گیری است؟

الف ــ با سیم حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی

ب ــ مبدل حرارتی، الکترودینامیکی، الکترواستاتیکی

ج ــ مبدل حرارتی، الکترواستاتیکی، الکترودینامیکی

د ــ سیم حرارتی، الکترواستاتیکی، ویبراسیونی

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

الف ــ قاب‌گردان و آهنربای دائم

ب ــ الکترودینامیکی

ج ــ الکترواستاتیکی

د ــ اندوکسیونی

۵ــ دستگاه اندازه‌گیری الکترودینامیکی دارای ..... است.

الف ــ دو قاب‌گردان و یک سیم‌پیچ ثابت

ب ــ یک قاب‌گردان و یک سیم پیچ گردان

ج ــ دو قاب‌گردان صلیبی

د ــ یک قاب‌گردان و یک سیم‌پیچ ثابت

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

الف ــ فرکانس متر

ب ــ ولت‌متر و آمپرمتر

ج ــ وات‌متر

د ــ وارمتر

۷ــ درصورتی‌که کسینوس فی‌متر در مدار اهمی خالص قرارگیرد، چه عددی را نشان می‌دهد؟

الف ــ یک

ب ــ صفر

ج ــ بی‌نهایت

د ــ ۰/۵

۸ــ ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان

الف ــ ترانسفورماتور افزاینده است.

ب ــ ترانسفورماتور کاهنده است.

ج ــ مبدل توان است.

د ــ مبدل فرکانس است.

۹ــ مکانیزم کار کنتور جریان متناوب کدام است؟

الف ــ اندوکسیونی

ب ــ الکترودینامیکی

ج ــ الکترواستاتیکی

د ــ ویبراسیونی

۱۰ــ به چه دلیلی یک سر سیم‌پیچ ثانویه‌ی ترانسفورماتور جریان را به زمین وصل می‌کنند؟

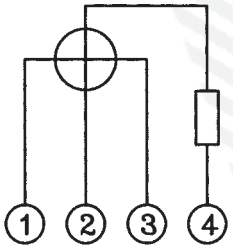
الف ــ جهت حفاظت ترانسفورماتور جریان

ب ــ جهت حفاظت شخص

ج ــ جهت ازدیاد جریان بار

د ــ جهت حذف تلفات در ترانسفورماتور

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



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

ب ــ (۵ به ۱)، (۶ به ۲ و ۳)، (۷ به ۴)

ج ــ (۵ به ۲)، (۶ به ۱ و ۴)، (۷ به ۳)

د ــ (۵ به ۱ و ۲)، (۶ به ۴)، (۳ به ۷)

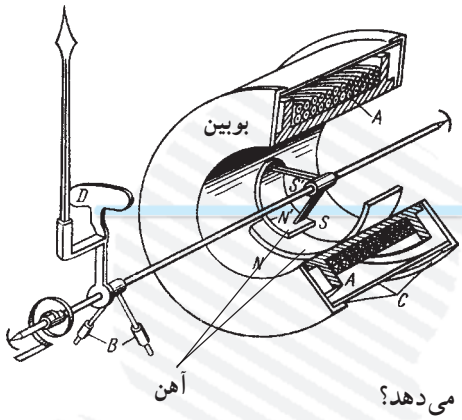
۱۲ــ شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

الف ــ آهن نرم‌گردان

ب ــ الکترودینامیکی

ج ــ الکترواستاتیکی

د ــ اندوکسیونی



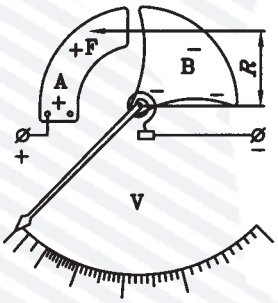
۱۳ــ شکل زیر مکانیزم چه نوع دستگاه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؟

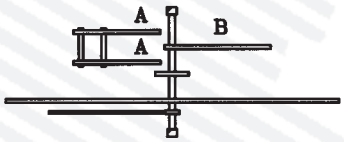
الف ــ الکترودینامیکی

ب ــ الکترواستاتیکی

ج ــ آهن نرم‌گردان

د ــ اندوکسیونی





۱۴ــ فرکانس متر ارتعاشی دارای ..... است.

الف ــ عقربه‌ای متصل به آهن نرم گردان

ب ــ تعدادی تیغه‌های فولادی با فرکانس خودی متفاوت

ج ــ عقربه‌ای متصل به بوبین گردان

د ــ تعدادی تیغه‌های فولادی متصل به آهنربای دائم

۱۵ــ خطای سنجش عبارتست از مقدار

الف ــ واقعی منهای عدد آخر صفحه‌ی مدرج

ب ــ سنجیده شده ضرب در عدد آخر صفحه‌ی مدرج

ج ــ سنجیده شده منهای مقدار حقیقی

د ــ حقیقی به‌اضافه‌ی مقدار سنجیده شده

۱۱ــ۵ــ آزمون پایانی عملی (۵)

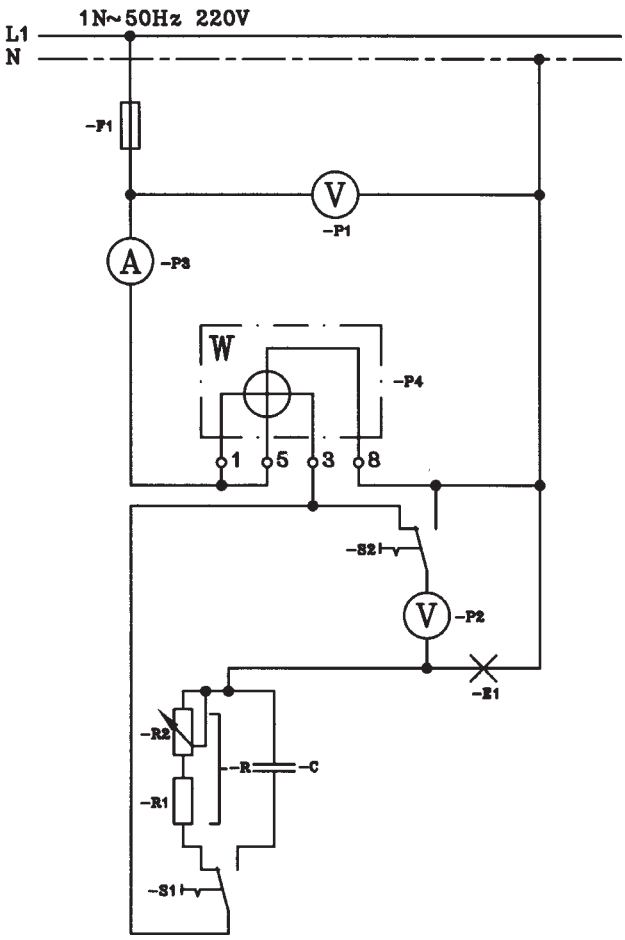
زمان : ۲ ساعت

۱ــ۱۱ــ۵ــ وسایل مورد نیاز

فیوز ۶ آمپر و اجزای آن (F_1)	۱ عدد
کلید دوطرفه (S_1 و S_2)	۲عدد
خازن ۹ میکروفاراد (C)	۱ عدد
خازن موازی هرکدام ۴/۵ میکروفاراد یا	۲ عدد
سرپیچ لامپ (E_1)	۱ عدد
مقاومت ۱۰۰ Ω، ۱A (R_1)	۱ عدد
پتانسیومتر ۱۶۰ Ω، ۱/۵A (R_2)	۱ عدد
ولت‌متر (P_2 و P_1)	۲ عدد
آمپرمتر (P_3)	۱ عدد
وات‌متر (P_4)	۱ عدد
اهم‌متر	۱ عدد
لامپ ۱۱۰V و ۶۰W	

۲ــ۱۱ــ۵ــ مراحل انجام کار:

■ مداری مطابق شکل ببندید.



■ ولتاژ، توان، شدت جریان مدار را مطابق جدول ۱ اندازه‌گیری کنید و جدول را تکمیل کنید.

■ از اندازه‌گیری که در جدول ۱ به‌دست آمده، مقادیر جدول شماره ۲ را محاسبه کرده و جدول را تکمیل کنید.

هنگام اندازه‌گیری مراقب باشید در خواندن مقادیر اشتباه نکنید.

جدول ۱

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

جدول ۲

خازن C	مقاومت R	حالت سری
		R_{E1} برحسب Ω
		R حالت سری برحسب Ω
		C برحسب μF
		ضریب قدرت cosφ
		زاویه فاز φ

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

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

ارزیابی آزمایش‌ها:

۱ــ با کدام نوع از حالات مدار سری توان اکتیو کم‌تر است؟

۲ــ اگر ظرفیت خازن کاهش یابد، ولتاژ دو سر لامپ چه تغییری می‌کند؟

پاسخ‌های ۱و۲:

.....

.....

.....

.....

.....

واحد کار ششم

حفاظت اشخاص و ابزار

هدف کلی

به‌کارگیری وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی و نصب و سیم‌کشی آن‌ها

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

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

پیش‌آزمون(۶)

زمان : ۱۵ دقیقه

۱ــ عبور $۶/۲۸\times۱۰^{۱۸}$ الکترون از مقطع هادی در عرض یک ثانیه تعریف واحد کدام کمیت الکتریکی است؟

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

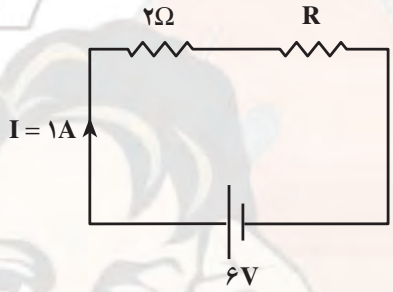
۲ــ واحد هدایت الکتریکی کدام است؟

الف ــ Ω　　ب ــ $\Omega.cm$　　ج ــ $\Omega mm^{۲}$　　د ــ mho (مو)

۳ــ در مدار زیر مقاومت R چقدر است؟

الف ــ ۲Ω　　ب ــ ۳Ω

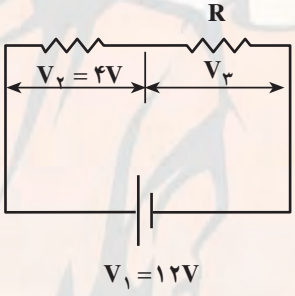
ج ــ ۴Ω　　د ــ ۵Ω



۴ــ در مدار شکل زیر ولتاژ $V_۳$ چقدر است؟

الف ــ ۱۶V　　ب ــ ۸V

ج ــ ۱۰V　　د ــ ۳V



۵ــ اگر دو مقاومت به‌صورت سری به هم وصل شوند

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

ب ــ ولتاژ بین هرکدام از آن‌ها باید یکسان باشد.

ج ــ باید مقاومت‌های متفاوتی داشته باشند.

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

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

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

۷ــ ترانسفورماتور ایزوله در چه نوع حفاظتی به‌کار می‌رود؟

الف ــ حفاظت زمین　　ب ــ حفاظت دستگاه‌ها

ج ــ حفاظت شخص　　د ــ هر سه مورد

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

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

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

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

۱۰ــ علامت IP روی دستگاه‌های الکتریکی چیست؟

الف ــ حفاظت ملّی　　ب ــ حفاظت بین‌المللی

ج ــ اسب بخار　　د ــ جریان و توان الکتریکی

۱ــ۶ــ دلایل و شرایط ایجاد برق‌گرفتگی

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

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 به‌نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

به دو دلیل برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود :

ــ علل ناشی از فقدان تجهیزات و وسایل حفاظتی

ــ علل شخصی، نظیر نداشتن آموزش کافی و لازم، به‌کاربردن روش‌های ناصحیح، مناسب‌نبودن 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 هرکدام دارای خصوصیاتی می‌باشند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

۲ــ۶ــ 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 ــ نقطه نول سیم‌پیچ مولدهای برق در نیروگاه‌های برق و همچنین نقطه نول سیم پیچ ترانسفورماتور در پست‌های برق و سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خط و در خطوطی به طول بیش از ۲۰۰ متر علاوه‌بر ابتدا و انتهای خط در هر فاصله ۲۰۰ متری به الکترود سیم زمین مربوطه متصل می‌شود که این سیستم به‌طور کلی اتصال زمین سیستم نامیده می‌شود.

ب ــ 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 به‌طورکلی اتصال زمین وسایل نامیده می‌شود.

ــ 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.

ــ 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.

ــ هادی‌های اتصال بین الکترودها و یا شبکه اصلی اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه‌ای به ابعاد لازم باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن از سیم مسی لخت نیز بلامانع است. درصورتی‌که سیم اتصال زمین با سیم‌های فاز و نول کاملاً در یک لوله کشیده شوند مانند سیم‌کشی سیستم روشنایی و پریزهای 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.

ــ درصورتی‌که 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 اطوی 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.

ــ درصورتی‌که 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 ۱۹ میلی‌مترمربع کمتر نباشد.

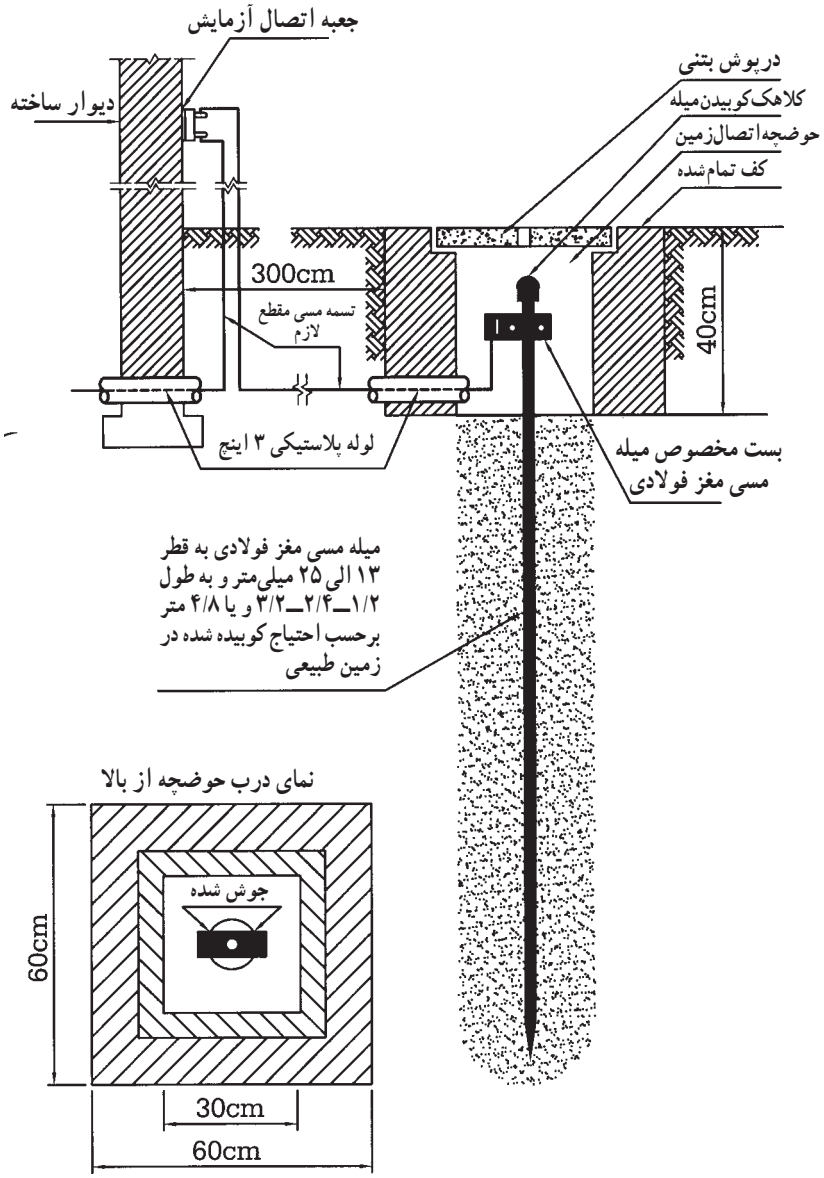
ــ برای کابل‌هایی با سیم نول به مقطع کمتر از ۱۶ میلی‌مترمربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین ۱۶ میلی‌مترمربع منظور شود.

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

چاه ارت و قراردادن سیم اتصال زمین بر روی دستگاه‌های الکتریکی میزان خطر برق گرفتگی را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.

۱ــ۲ــ۶ــ زمین‌کردن توسط میله، لوله و صفحه‌ی مسی

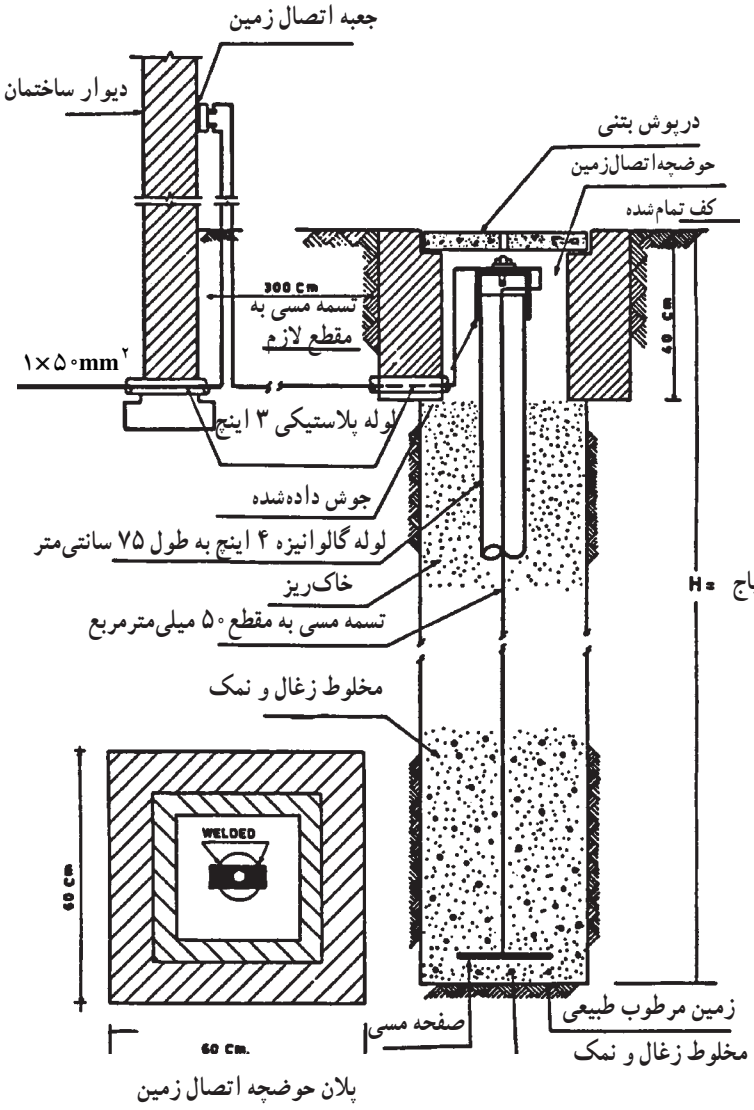
ــ الکترود اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی به قطرهای۱۳، ۱۶، ۲۰، ۲۵ میلی‌متر و به طول ۱/۲۰ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد به‌وسیله سرهم‌کردن دو، سه و یا چهار میله به کمک بوشن مخصوص (شکل ۱ــ۶).



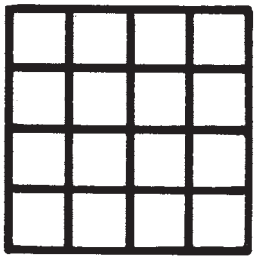
شکل ۱ــ۶ــ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود میله مسی مغز فولادی

ـ الکترود اتصال زمین نوع صفحه مسی تخت از ورق ۳×۷۰۰×۷۰۰ میلی‌متر و یا مشبک به ابعاد ۷۰۰×۷۰۰ میلی‌متر ساخته شده از تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر (شکل ۲ـ۶).

ب ـ الکترود اتصال زمین از ورق مسی ۳×۷۰۰×۷۰۰ میلی متر



الف ـ شمای کلی سیستم اتصال زمین نوع صفحه مسی



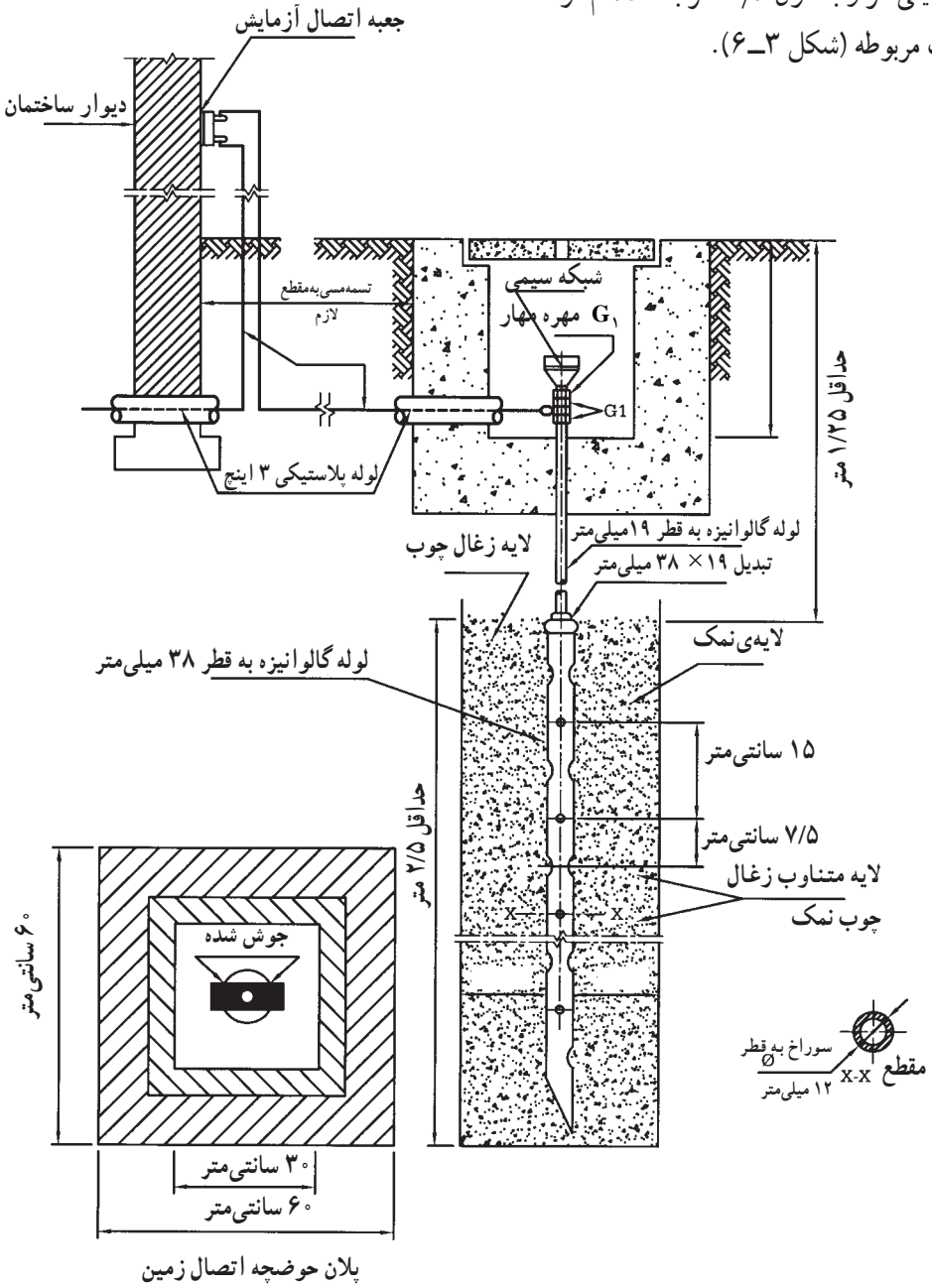
ج ـ الکترود اتصال زمین مشبک ۷۰۰×۷۰۰ میلی متر از تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر

د ـ اتصال صفحه الکترود به سیم لخت مسی

هـ ـ اتصال صفحه الکترود به تسمه مسی

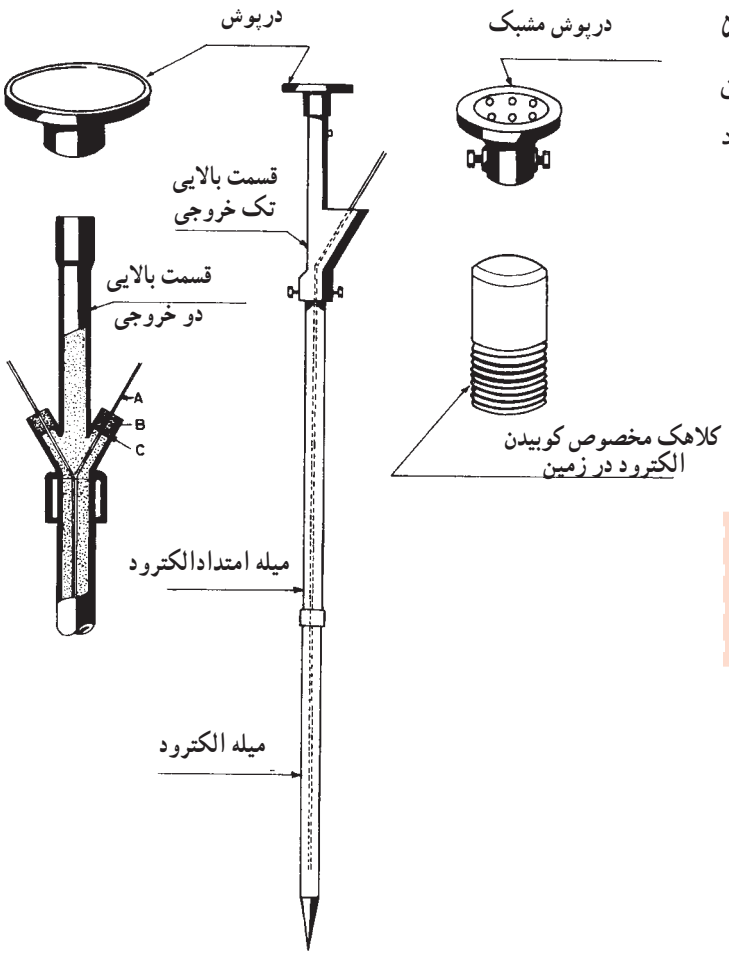
شکل ۲ـ۶ـ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود صفحه مسی تخت با مشبک

ـ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای پرسی با لوله مخصوص پرس شده به قطر ۳۸ میلی‌متر و به‌طول ۲/۵ متر به انضمام لوله امتداد و کلید اتصالات مربوطه (شکل ۳ـ۶).



شکل ۳ـ۶ـ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود نوع لوله‌ای پرسی

ـ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با قطر ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متر و به طول تقریبی ۱/۵ متر قابل کوبیدن مستقیم در زمین و همچنین قابل امتداد به‌وسیله لوله‌های مخصوص امتداد با ابعاد فوق بانضمام کلیه اتصالات و ملحقات (شکل ۴ـ۶).



شکل ۴ـ۶ـ الکترود اتصال زمین ـ نوع لوله‌ای قابل کوبیدن در زمین

برای کوبیدن اتصال زمین از نوع لوله‌ای می‌بایستی از روش‌های تکنیکی خاص استفاده کرد.

ـ 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 درحال حاضر در شهر برای آبرسانی به ساختمان‌ها از لوله‌های PVC و سیمانی استفاده می‌شود استفاده از لوله‌کشی آب خطرناک و غیراستاندارد می‌باشد و نباید توصیه شود.

۲ـ۲ـ۶ـ نصب الکترودهای اتصال زمین:

الکترودهای نوع میله مسی مغز فولادی و یا لوله‌ای قابل کوبیدن، باید به کمک کلاهک مخصوص مستقیماً در زمین کوبیده شود.

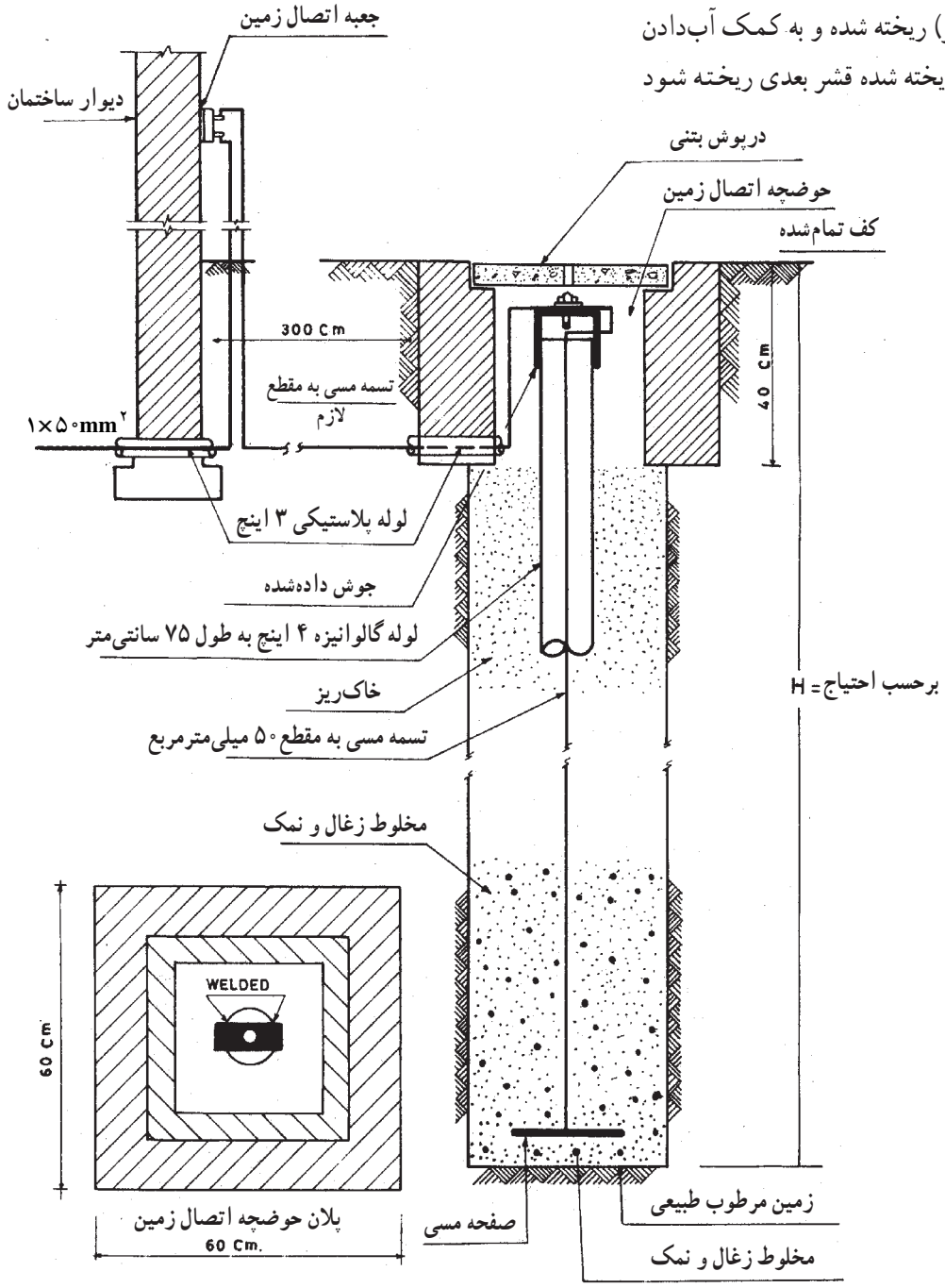
در صورت نیاز به ازدیاد طول الکترود باید پس از کوبیدن طول کامل میله یا لوله اوّلیه، که دارای نوک فولادی تیز است، در زمین، یک سر میله یا لوله دوّم به وسیله بوشن مخصوص به انتهای میله یا لوله اوّل متصل و سپس با کمک کلاهک مخصوص کوبیدن، که به سر دیگر میله یا لوله دوّم وصل می‌شود، بقیه طول الکترود نیز در زمین کوبیده شود (شکل ۴ـ۶).

برای نصب الکترودهای لوله‌ای ساده لوله‌ای پرسی و یا

صفحه‌مسی تخت و مشبک باید، چاهی به عمق لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین کنده و سپس ته چاه تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ 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.

ریختن مخلوط نمک و خاکه زغال در چاه و پرکردن آن با خاک نباید یک‌جا انجام شود بلکه بایستی در قشرهای مختلف (هر قشر حداکثر ۵۰ سانتی‌متر) ریخته شده و به کمک آب‌دادن پس از نشست کامل هر قشر ریخته شده قشر بعدی ریخته شود (شکل ۵ـ۶).

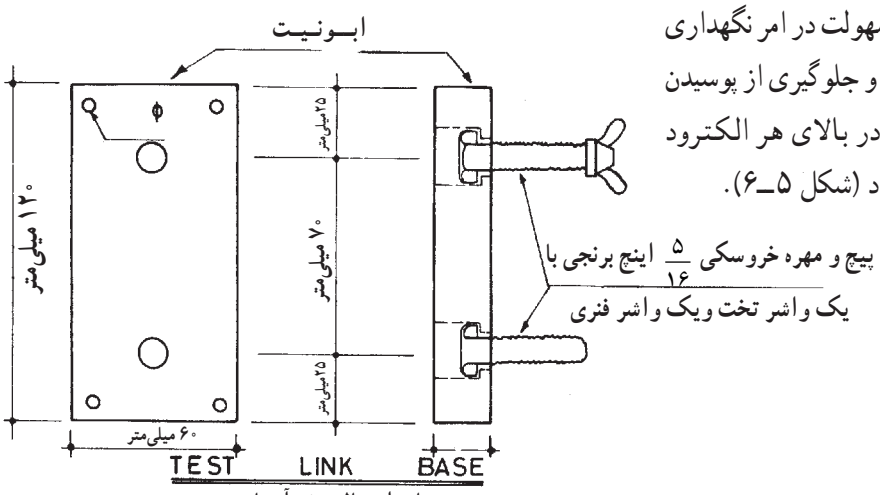
حداکثر مقاومت مجاز سیستم زمین معمولاً ۴ و در بعضی مواقع ۲ اهم می‌باشد.



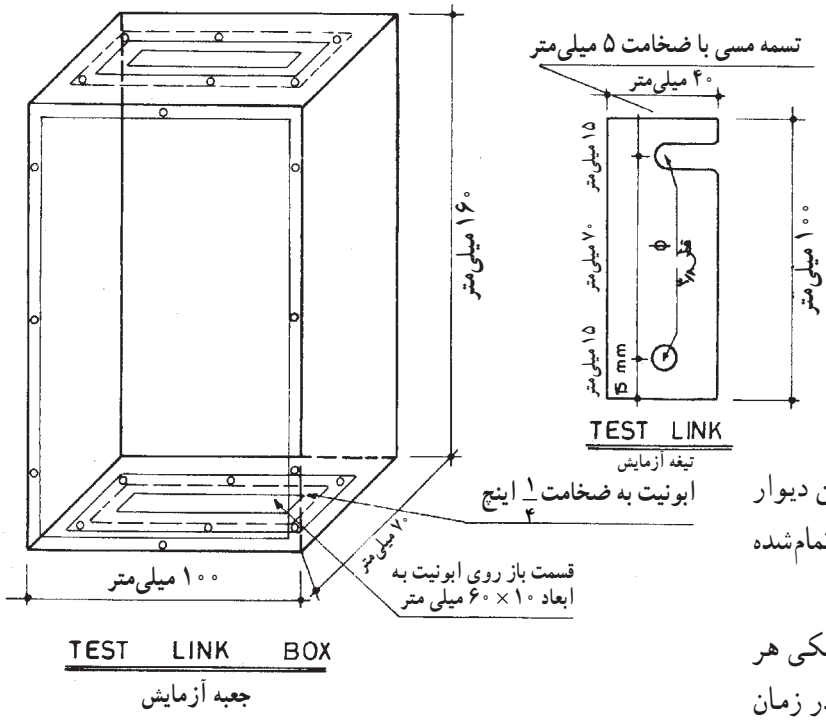
شکل ۵ـ۶ـ نصب الکترود و پر کردن چاه اتصال زمین

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 نباید کمتر از دو برابر طول الکترود (میله‌ای یا لوله‌ای)، یا عمق چاه باشد.

ثانیاً کلیه الکترودها باید تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر به یکدیگر متصل شود. حداکثر مقاومت مجاز سیستم زمین معمولاً ۴ و در بعضی مواقع ۲ اهم می‌باشد. برای سهولت در امر نگهداری و بازرسی سیستم اتصال زمین بعد از نصب و جلوگیری از پوسیدن و مفقودشدن محل نصب الکترود باید در بالای هر الکترود حوضچه‌ای با درپوش مناسب ساخته شود (شکل ۵ـ۶).



پایه اتصال تیغه آزمایش



جعبه آزمایش

شکل ۶ـ۶ـ جعبه آزمایش سیستم اتصال زمین

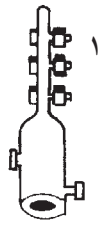
جعبه اتصال آزمایش باید در روی سطح نزدیکترین دیوار به الکترود مربوط و در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از کف تمام‌شده زمین نصب شود (شکل ۶ـ۶).

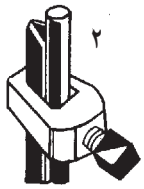
به منظور سهولت در امر آزمایش مقاومت الکتریکی هر الکترود اتصال زمین به‌طور جداگانه، بعد از نصب و یا در زمان بهره‌برداری، باید برای هر الکترود اتصال زمین یک جعبه اتصال آزمایش پیش‌بینی و نصب شود (شکل‌های ۱ـ۶الی۵ـ۶).

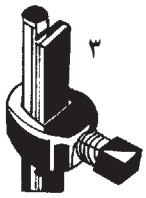
جزئیات ساختار جعبه اتصال آزمایش در شکل (۶ـ۶) نشان داده شده است .

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 و غیره باید بعد از جعبه اتصال آزمایش انجام شود.

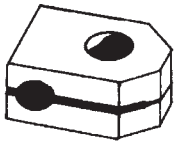
برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به الکترود اتصال زمین باید از بست‌ها و کابلشوهای متناسب با نوع الکترود استفاده شود (شکل ۷ـ۶).



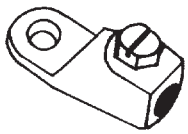




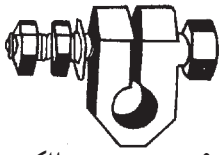
۱ ، ۲ و ۳ـ بست های مختلف تسمه به الکترود



۴ـ بست فشاری



۵ـ کابل شوپیچی



۶ـ بست تسمه به الکترود

۷ـ کابل شو فشاری (پرسی)

۸ـ الکترود اتصال زمین
میله مسی مغز فولادی

شکل ۷ـ۶

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

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

در صورت عدم امکان کوبیدن الکترود و کندن چاه به علت سنگلاخی‌بودن زمین ممکن است با نصب تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر در عمق ۳۰ الی ۵۰ 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 هرسال یکبار صحت سیستم آزمایش شود.

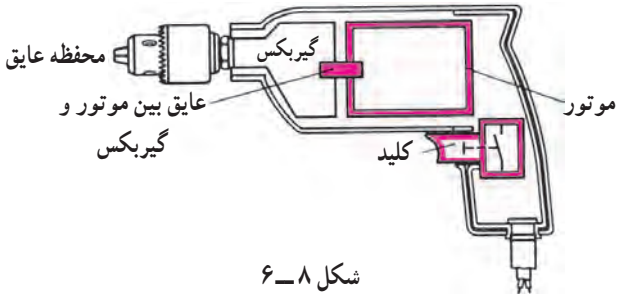
انجام عملیات نصب با دستگاه‌های اندازه‌گیری مخصوص دقیقاً آزمایش و مقاومت آن‌ها اندازه‌گیری شود.

به منظور حصول اطمینان از متصل بودن کابل شبکه اتصال زمین، بعد از عملیات نصب، کلیه شبکه اتصال زمین باید با دستگاه‌های اندازه‌گیری مخصوص دقیقاً آزمایش و مقاومت آن اندازه‌گیری شود.

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

۳ــ۶ــ حفاظت توسط عایق‌کاری

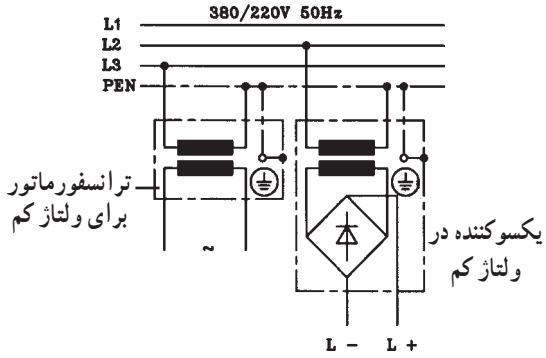
در این نوع حفاظت تمام قسمت‌های دستگاه که امکان تماس با آن وجود دارد عایق‌کاری می‌شود. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین و یا دیوارها را عایق‌کاری نمود. علامت مشخصه حفاظت توسط عایق قدیم ☐ جدید IEC ⬚ می‌باشد.



شکل ۸ــ۶

۴ــ۶ــ حفاظت توسط ولتاژ کم

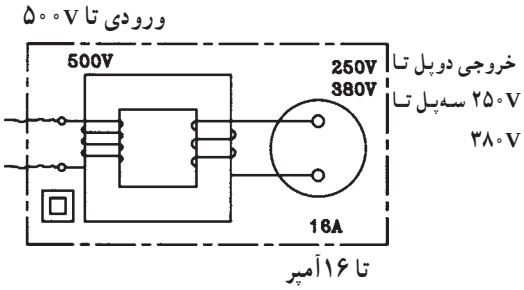
در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم‌پیچ مجزا استفاده می‌شود. ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۴۲ ولت باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور در این نوع حفاظت مجاز نمی‌باشد. دستگاه‌هایی که با ولتاژ کم حفاظت می‌شوند، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آن‌ها را نباید به زمین یا سیم نول و یا به دستگاه‌هایی که با ولتاژ بالا کار می‌کنند وصل کرد.



شکل ۹ــ۶

۵ــ۶ــ حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می‌شود که ولتاژ خروجی آن بیش از ۴۲ ولت است. در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابر ولتاژ شبکه است. ترانسفورماتور، ولتاژ تغذیه مصرف‌کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می‌کند. به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف‌کننده مجاز نمی‌باشد، زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف‌کننده احتمال خطر برق‌گرفتگی وجود خواهد داشت. ثانویه این نوع ترانسفورماتور نبایستی اتصال زمین داشته باشد.

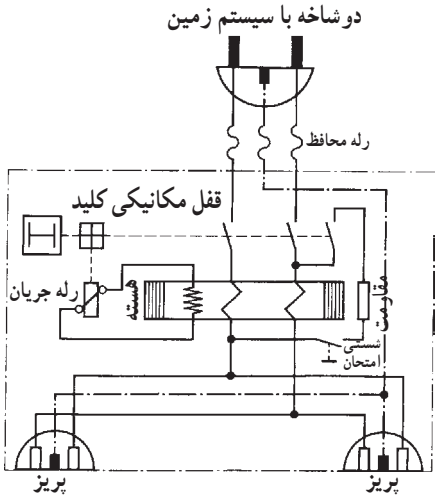


شکل ۱۰ــ۶

۶ ــ۶ــ حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI)

کلید خطای جریان (FI) برای حفاظت شخص درمقابل ولتاژهای تماس به‌کار می‌رود.

اصول کار این کلید بدین‌ترتیب است که دو هادی با جریان‌هایی در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته آهنی که روی آن سیم‌پیچی تعبیه شده قرار گرفته‌اند. میدان‌های حاصله از آن‌ها در هسته، مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می‌کنند. درنتیجه در سیم‌پیچ روی هسته نیروی محرکه القا نمی‌شود.



شکل ۱۱ــ۶

رله جریان که به سیم‌پیچ وصل است تحریک نمی‌شود. درصورتی‌که از یکی از دوهادی، جریان عبور نکند یا جریان هادی‌ها یکسان نباشد میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم‌پیچ شده و رله جریانی را که توسط این سیم‌پیچ تغذیه می‌شود تحریک می‌کند. این رله، خود می‌تواند باعث قطع کنتاکت‌های کلید و درنهایت قطع مدار شود.

در نوع سه‌فاز این کلید تمامی هادی‌های فازها و نول از داخل هسته عبور می‌کند و با توجه به این‌که در این سیستم جریان‌ها در هر لحظه صفر است ولتاژی در سیم‌پیچ روی هسته القا نمی‌شود.

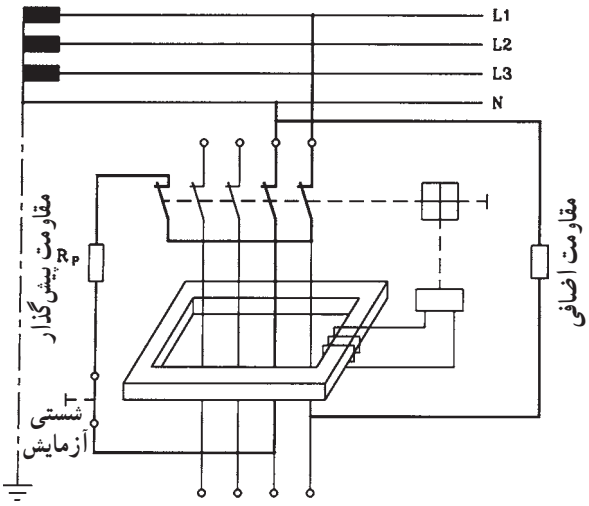
چون درحالت بار نامتعادل از سیم نول جریان عبور می‌کند، در سیستم‌های یک فاز و یا سه‌فاز بایستی سیم نول نیز از داخل هسته آهنی عبور داده شود.

درصورتی‌که یکی از فازهای مصرف‌کننده به بدنه اتصال

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 سیم‌پیچ 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 مصرف‌کننده ؛ 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. درصورت عدم وجود سیستم زمین اتصال بدنه موجبِ قطع کلید نخواهد شد و این امر می‌تواند باعث بروز حادثه شود.

شکل ۱۲ـ۶ مسیر جریان را در مدار کلید FI وقتی که شستی آزمایش را فشار دادیم، نشان می‌دهد، که با خط پررنگ مشخص شده است.

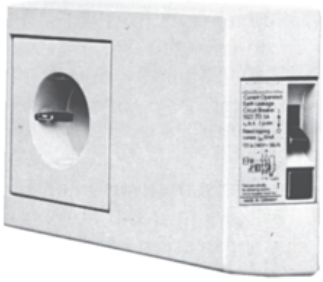


شکل ۱۲ـ۶

شکل ۱۳ـ۶ ظاهر کلید FI تک‌فاز را نشان می‌دهد.

شکل ۱۳ـ۶

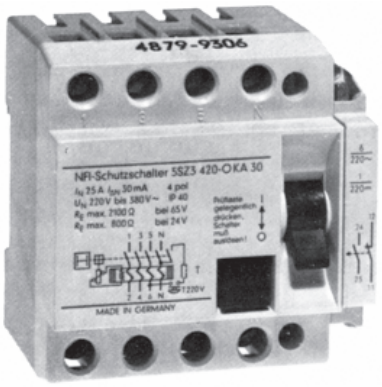
شکل ۱۴ـ۶ کلید FI تک‌فاز پریزدار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴ـ۶

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

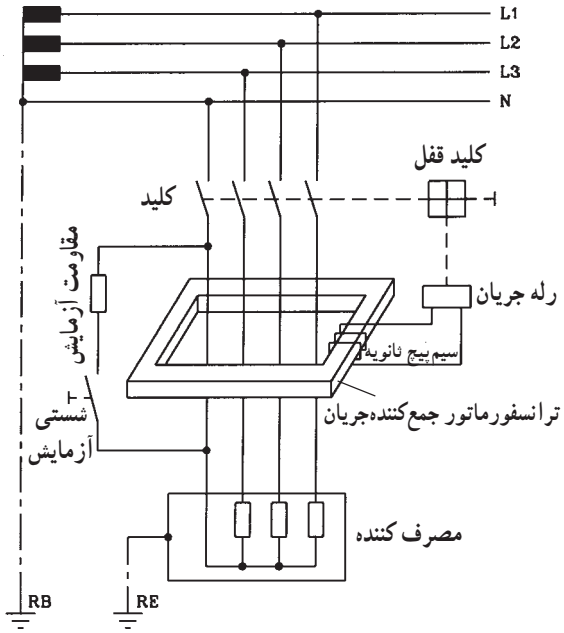
شکل ۱۵ـ۶ ظاهر کلید FI سه‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵ـ۶

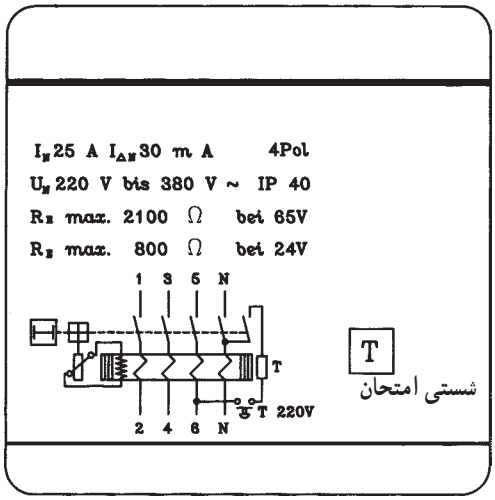
پس از نصب کلید FI حتماً آن را آزمایش کنید تا از صحت عمل آن مطمئن شوید.

شکل ۱۶ـ۶ مدار کلید FI سه‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ـ۶

هنگام خرید کلید FI مراقب باشید تا نوع کلید مرغوب و قابل اعتماد باشد.



شکل ۱۷ـ۶

شکل ۱۷ـ۶ مشخصات روی کلیدFI را نشان می‌دهد.

$I_N = ۲۵A$ جریان نامی کلید FI

$I_{DN} = ۳۰mA$ جریان خطا

$R_{E\,max} = ۲۱۰۰\,\Omega$ مقاومت ماکزیمم زمین در ۶۵v

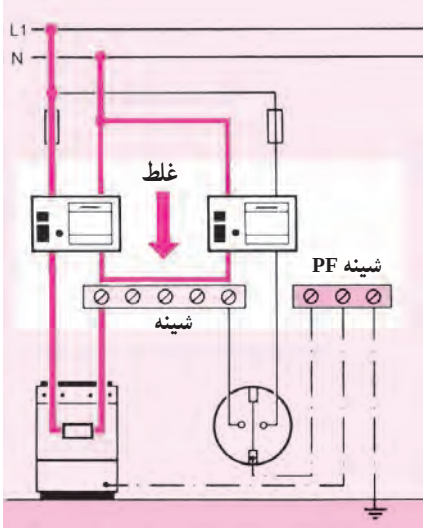
$R_{E\,max} = ۸۰۰\,\Omega$ مقاومت ماکزیمم زمین در ۲۴v

۴pol = چهار کنتاکت کلید FI

I p۴۰ = حفاظت بین‌المللی ۴۰ (دستگاه در برابر نفوذ اجسام جامد با قطر بیش از یک میلی‌متر حفاظت دارد).

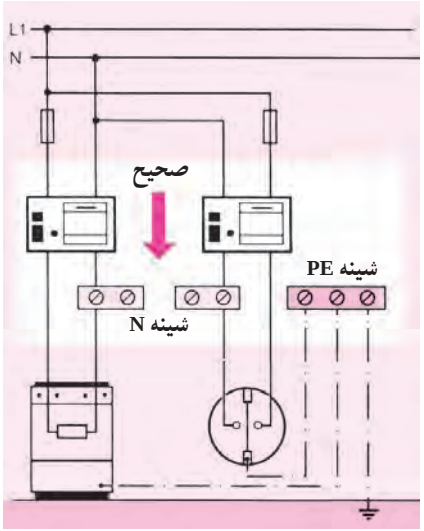
درصورتی‌که از دو کلید FI در مدار مصرف‌کننده و یک پریز ارت‌دار استفاده شود بایستی هر مدار، شینه نول (N) جداگانه‌ای داشته باشد زیرا براثر کارکرد مصرف‌کننده، جریان از داخل کلید FI مربوط به پریز نیز عبور می‌کند و باعث قطع آن کلید می‌شود.

شکل ۱۸ــ۶ مدار غلط و شکل ۱۹ــ۶ مدار صحیح دو کلید FI متصل به مصرف‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸ــ۶ــ مدار غلط

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



شکل ۱۹ــ۶ــ مدار صحیح

زمان : ۱۰ساعت

۷ــ۶ــ کار عملی شماره ۲۰ : نصب و سیم‌کشی وسایل حفاظت الکتریکی اشخاص توسط کلید FI

قبل از انجام کار به نکات ایمنی مطرح شده در قسمت ۲ ــ۴ــ ۱ توجه کنید.

۱ــ۷ــ۶ــ وسایل موردنیاز برای یک نفر

ــ فیوز سه‌فاز	۱ عدد
ــ کلید FI	۱ عدد
ــ الکتروموتور سه‌فاز	۱ عدد
ــ سیم افشان نمره $۲/۵ mm^۲$	۵ متر
ــ پیچ‌گوشتی	۱ عدد
ــ انبردست	۱ عدد
ــ سیم‌چین	۱ عدد
ــ سیم‌لخت‌کن	۱ عدد
ــ فازمتر	۱ عدد
ــ آوومتر	۱ عدد
ــ تابلوکار	۱ عدد
ــ پیچ و مهره	به مقدار موردنیاز
ــ آمپرمتر	۱ عدد
ــ ولت‌متر	۱ عدد
ــ پتانسیومتر مشخصات داده شده	۱ عدد
ــ کلید سه‌فاز	۱ عدد
ــ متر	۱ عدد
ــ میله ارت	۱ عدد

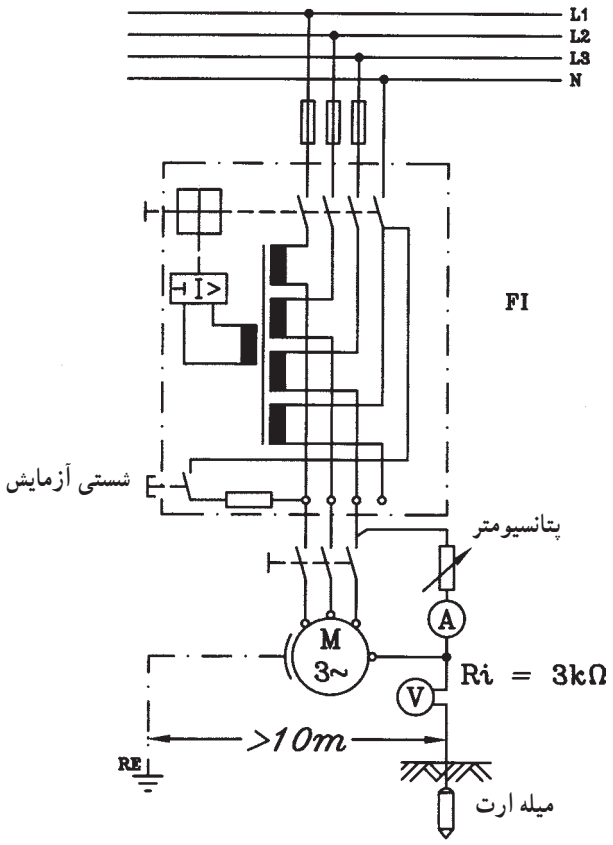
۲ــ۷ــ۶ــ مراحل انجام کار:

■ مداری مطابق شکل ۲۰ــ۶ توسط کلید FI، الکتروموتور سه‌فاز با اتصال بدنه الکتروموتور به زمین، وصل کنید.

■ فیوزها را برحسب جریان نامی موتور انتخاب کنید.

■ کلید FI را وصل کرده و توسط شستی آزمایش، کلید را امتحان کنید.

■ با درنظر گرفتن مسایل حفاظتی اتصال بدنه در الکتروموتور ایجاد کرده و سپس کلید FI را وصل کنید و قطع شدن کلید FI را آزمایش کنید.



شکل ۲۰ــ۶

آزمون پایانی (۶)

زمان: ۲۰ دقیقه

۱ــ دلایل ایجاد برق گرفتگی کدام است؟

الف ــ فقدان تجهیزات و وسایل حفاظتی

ب ــ کاربرد ناصحیح وسایل

ج ــ نداشتن آموزش کافی و لازم

د ــ هرسه

۲ــ کلید FI به چه منظوری استفاده می‌شود؟

الف ــ حفاظت شخص درمقابل اتصال بدنه

ب ــ حفاظت وسایل الکتریکی درمقابل اتصال بدنه

ج ــ حفاظت وسایل الکتریکی درمقابل اتصال کوتاه

د ــ هرسه مورد

۳ــ ولتاژ عیب چیست؟

الف ــ ولتاژی که دستگاه الکتریکی با آن ولتاژ کار می‌کند.

ب ــ ولتاژی که در اثر پیش‌آمدن عیبی بین یک قسمت بدنه فلزی و زمین ایجاد می‌شود.

ج ــ قسمتی از ولتاژ عیب که بدن انسان بین آن واقع می‌شود.

د ــ هر سه

۴ــ تمام بدنه دستگاه را در چه نوع حفاظتی عایق می‌کنند؟

الف ــ عایق کردن　　ب ــ توسط ترانسفورماتور ۱ به ۱

ج ــ توسط رله حرارتی　　د ــ توسط رله مغناطیسی

۵ــ ترانسفورماتور ایزوله برای چه نوع حفاظتی به‌کار می‌رود؟

الف ــ شخص　　ب ــ زمین

ج ــ دستگاه　　د ــ هرسه

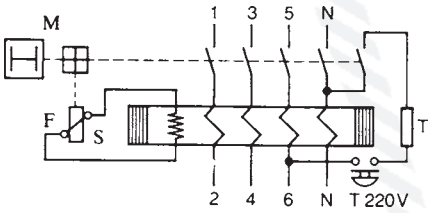
۶ــ شکل مقابل چه نوع کلیدی است؟

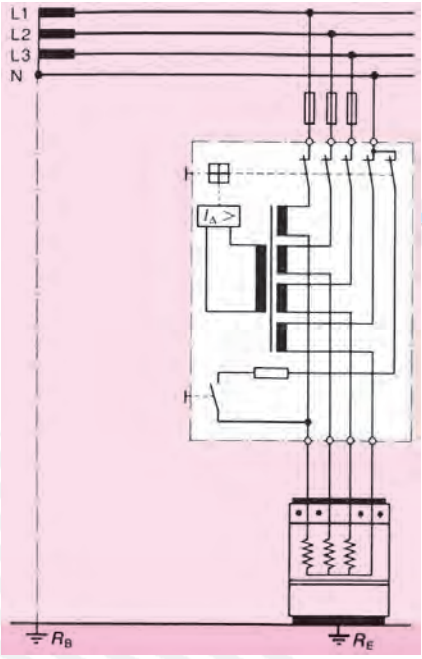
الف ــ مغناطیسی

ب ــ حرارتی

ج ــ FI

د ــ حرارتی مغناطیسی





۷ــ مدار مقابل چه نوع حفاظتی است؟

الف ــ شخص درمقابل اتصال بدنه

ب ــ گرمکن درمقابل اتصال بدنه

ج ــ گرمکن درمقابل اتصال کوتاه دوفاز به‌هم‌دیگر و یا فاز و نول

د ــ گرمکن و شخص

۸ــ الکترودهای اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی دارای چه قطرهایی هستند؟

الف ــ ۱۳mm

ب ــ ۱۶mm

ج ــ ۲۰mm و ۲۵mm

د ــ هر سه مورد

۹ــ ابعاد صفحه مسی تخت الکترود زمین، چند میلی‌متر است؟

الف ــ ۳×۷۰۰×۷۰۰

ب ــ ۳×۵۰۰×۵۰۰

ج ــ ۲×۱۰۰×۱۰۰

د ــ ۴×۴۰۰×۴۰۰

۱۰ــ به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال بیش از یک مصرف‌کننده مجاز نمی‌باشد. زیرا

الف ــ درصورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف‌کننده احتمال برق گرفتگی وجود خواهد داشت.

ب ــ وسایل حفاظتی قطع نمی‌کنند.

ج ــ ولتاژ تماس بین مصرف‌کننده‌ها تقسیم می‌شود.

د ــ هر سه مورد

۱۱ــ کدام‌یک از مطالب زیر درمورد کلید FI صحیح است؟

الف ــ سیم نول نیز همراه سیم فاز از داخل کلید FI تک‌فاز باید عبور کند.

ب ــ سیم نول نیز همراه سیم فازها از داخل کلید FI سه‌فاز باید عبور کند.

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

د ــ الف و ب

۱۲ــ علائم $I_{\Delta N}$ ، ۴poL در روی کلید FI چیست؟

الف ــ جریان خطا، چهار کنتاکت

ب ــ جریان نامی، چهار کنتاکت

ج ــ جریان خطا، حفاظت بین المللی

د ــ جریان نامی، حفاظت بین‌المللی

زمان: ۲ساعت

۸ــ۶ــ آزمون پایانی عملی۶ :نصب و سیم‌کشی کلید FI

۱ــ۸ــ۶ــ وسایل موردنیاز

ــ فیوز 4A ۳ عدد

ــ فیوز 2A ۳ عدد

ــ کلید FI سه‌فاز ۱ عدد

ــ سه لامپ هرکدام ۱۰۰W، ۲۲۰v نصب داخل محفظه فلزی

ــ سیم افشان نمره ۱/۵mm^2 ۵ متر

ــ تابلو مشبک ۱ عدد

ــ سیم‌چین ۱ عدد

ــ سیم‌لخت‌کن ۱ عدد

ــ انبردست ۱ عدد

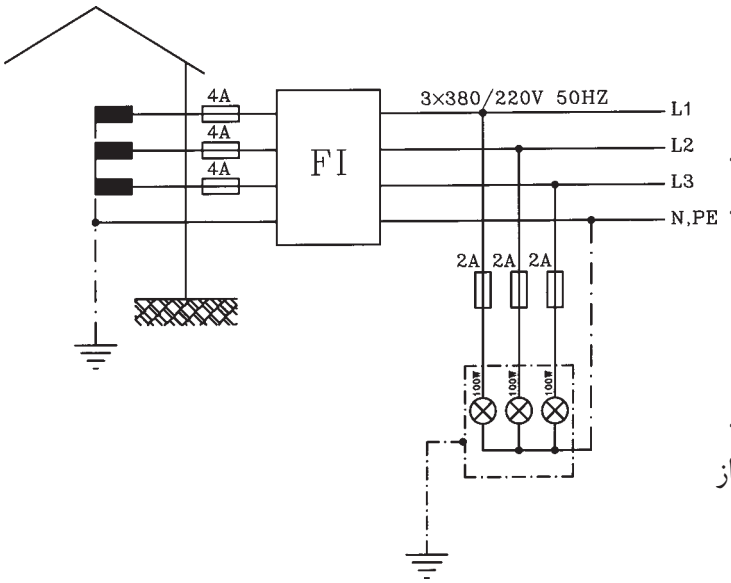
ــ پیچ‌گوشتی ۱ عدد

ــ فازمتر ۱ عدد

ــ آوومتر ۱ عدد

ــ پیچ و مهره مقدار موردنیاز

ــ دم‌باریک ۱ عدد



۲ــ۸ــ۶ــ مراحل انجام کار:

■ روی تابلو مشبک فیوزهای 4A و 2A، کلید FI و سه لامپ ۱۰۰W، ۲۲۰v که در داخل محفظه فلزی قرار دارد، نصب کنید.

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

■ مدار را سیم‌کشی و توسط شستی آزمایش، امتحان کنید.

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

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۱)

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

پاسخ آزمون‌های (۲)

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

پاسخ آزمون‌های (۳)

پاسخ پیش‌آزمون	پاسخ آزمون پایانی
۱ـ الف	۱ـ الف
۲ـ د	۲ـ ج
۳ـ ب	۳ـ ج
۴ـ ب	۴ـ د
۵ـ ب	۵ـ الف
۶ـ ب	۶ـ الف
۷ـ الف	۷ـ ب
۸ـ الف	۸ـ ب
۹ـ ب	۹ـ د
۱۰ـ الف	۱۰ـ د
۱۱ـ ج	۱۱ـ ج
۱۲ـ ب	۱۲ـ الف
	۱۳ـ ب
	۱۴ـ ج
	۱۵ـ ج
	۱۶ـ د
	۱۷ـ ب
	۱۸ـ ب
	۱۹ـ الف
	۲۰ـ الف
	۲۱ـ ج
	۲۲ـ ج
	۲۳ـ الف
	۲۴ـ ج

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۴)

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

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۵)

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

پاسخ آزمون‌های واحد کار (۶)

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

پاسخ آزمون‌های پایانی عملی واحد کار (۵)

جدول ارزشیابی

جدول ۱ــ لامپ با خازن

خازن C	مقاومت R	حالت سری
۲۲۰	۲۲۰	U برحسب V
۵۶	۱۲۲	P برحسب W
۰/۵۵	۰/۵۶۲	I برحسب A
۱۰۴	۱۰۸	UE_1 برحسب V
ــ	۱۱۲	U_R برحسب V
۱۹۲	ــ	U_C برحسب V

جدول ۲ــ کاهش می‌یابد

خازن C	مقاومت R	حالت سری
۱۸۹	۱۹۲	R_{E_1} برحسب Ω
۳۵۳	۱۹۹	R حالت سری برحسب Ω
۹	ــ	C برحسب μF
۰/۴۷۳	۱	ضریب قدرت COS φ
۶۲°	۰°	زاویه فاز φ

منابع

۱ـ LE 2105 - 15 siemens

۲ـ LE 3399 - 15 siemens

۳ـ LE 1108 - 15 siemens

۴ـ LE 1115 - 15 siemens

۵ـ LE 2147 - 15 siemens

۶ـ LE 2180 - 15 siemens

۷ـ LE 2123 - 01 siemens

۸ـ LE 1116 - 15 siemens

۹ـ LE 3196 - 15 siemens

۱۰ـ LE 3190 - 15 siemens

۱۱ـ Betriebliche kenntnisvermittlung AEG

۱۲ـ برق صنعتی، مهندس سرابی، از انتشارات حرفه‌و فن نوین.

۱۳ـ جدول مهندسی برق و قدرت، ترجمه مهندس هاشمی.

۱۴ـ Fachkunde Elektrotechink EUROPA LEHRMITTEL

۱۵ـ Lichttechnik AEG

۱۶ـ LE 2106 - 15 siemens

۱۷ـ Installieren Grundlehgang siemensAG

۱۸ـ کارکارگاهی سال دوّم هنرستان

۱۹ـ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.

۲۰ـ اصول مقدماتی الکتریسیته، مهندس غلامعلی سرابی، از انتشارات سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور.

۲۱ـ Electrical installations Handbook siemens

۲۲ـ SchutzmaBnahmen siemens
4.5
4.7

۲۳ـ LE 2170 siemens

۲۴ـ LE 2169 siemens

۲۵ـ Electrical Measurments v.popov

۲۶ـ Portable Measuring Instruments and Devices H & B catalogue 1.

۲۷ـ LE 1118 - 15 siemens

۲۸ـ LE 2147 - 15 siemens

۲۹ـ LE 2105 - 15 siemens

۳۰ـ اندازه‌گیری الکتریکی، مهندس سلطانی.

۳۱ـ درس فنی الکتروتکنیک سال سوم هنرستان