بسم الله الرحمن الرحیم

مبانی تکنولوژی برق‌صنعتی

رشته‌های صنایع چوب و کاغذ ـ چاپ ـ متالورژی ـ سرامیک ـ معدن

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۵۲۴

۶۲۱/۳ قیطرانی، فریدون
م۹۷۸ ق مبانی تکنولوژی برق صنعتی/مؤلفان : فریدون قیطرانی، فتح‌الله نظریان، محمدحسن
۱۳۹۱ اسلامی.ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱.
۱۵۵ ص. : مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای ؛ شمارهٔ درس۱۵۲۴)
متون درسی رشته‌های صنایع چوب و کاغذ ــ چاپ ــ متالورژی ــ سرامیک ــ معدن، زمینهٔ صنعت.
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشتهٔ الکتروتکنیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. برق. ۲. برق ــ مهندسی. الف. نظریان، فتح‌الله. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۱

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

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

پیام نگار (ایمیل) **tvoccd@medu.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.medu.ir**

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **مبانی تکنولوژی برق صنعتی ـ ۳۵۶/۱ و ۴۹۸/۸**

مؤلفان : **فریدون قیطرانی، فتح‌الله نظریان و محمدحسن اسلامی**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ چاپ و توزیع کتاب‌های درسی**

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : **معصومه چهره‌آرا ضیابری**

طراح جلد : **مریم کیوان**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**

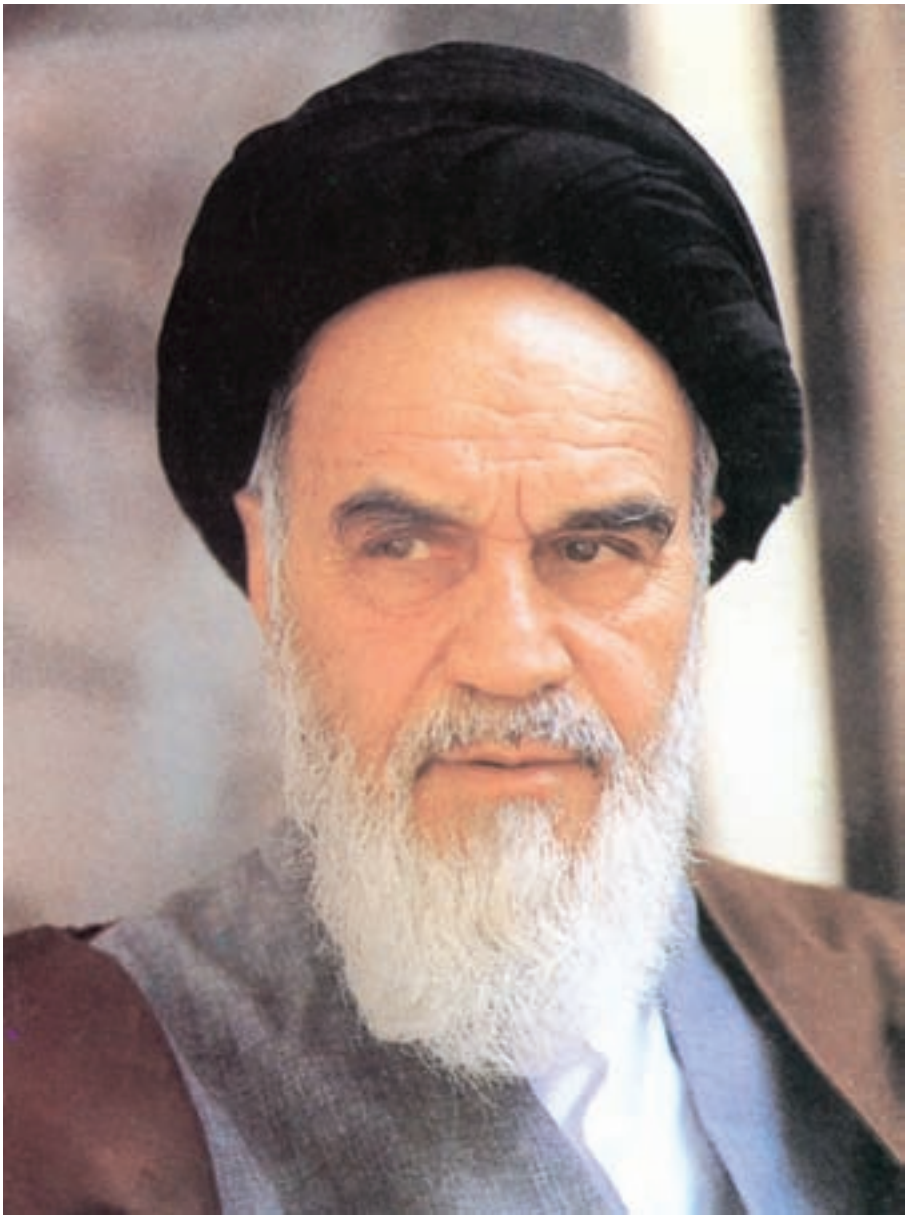
تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت افست «سهامی عام»**

سال انتشار : **۱۳۹۱**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۹-۱۶۸۹-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1689-9



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 «قدّس سرّه‌الشّریف»

فهرست مطالب

فصل اول ــ کمیت‌های الکتریکی ۱

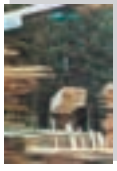
فصل دوم ــ حفاظت و ایمنی در برق ۱۱

فصل سوم ــ ابزارشناسی ۲۳

فصل چهارم ــ سیم‌ها و کابل‌ها ۳۴

فصل پنجم ــ مدارات روشنایی ۵۵

فصل ششم ــ مغناطیس ۸۸



فصل هفتم ــ موتورهای الکتریکی ۹۳

فصل هشتم ــ راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور) ۱۰۹

فصل نهم ــ تجهیزات تابلو ۱۴۳

منابع ۱۵۵

سخنی با هنرجویان

شاید کمتر کسی در زندگی روزمره خود با برق سروکار نداشته باشد. شما در موقع تاریک شدن هوا به راحتی می‌توانید با زدن یک کلید و روشن شدن یک یا چند لامپ محل زندگی یا کار خود را روشن کنید، یا هر وسیله الکتریکی دیگری را در صورت نیاز روشن و یا خاموش نمایید. شاید بارها این سؤال برای شما پیش آمده است که این چه پدیده‌ای می‌تواند باشد که برای بشر آن‌قدر کارساز و مفید واقع می‌شود، به‌طوری که امروزه نیروی الکتریکی جزء لاینفک ابزار زندگی انسان به‌حساب می‌آید.

درس مبانی تکنولوژی برق صنعتی یکی از دروسی است که می‌تواند شما هنرجویان عزیز را تاحدودی با این علم و تکنولوژی به کار رفته در آن آشنا کند. با گذراندن این واحد درسی شما قادر خواهید بود تا در صورت نیاز بعضی از کارهای برقی را در حرفه‌ای که متناسب با رشته‌ی شغلی شماست انجام دهید و در ضمن با بسیاری از مفاهیم الکتریکی نظیر ولت، آمپر و ... که مرتباً می‌شنوید نیز آشنا شوید و با دید و شناخت بهتری به آن‌ها بنگرید. توصیه‌ی ما به شما هنرجویان عزیز این است که ضمن یادگیری آن‌چه که در این کتاب آمده است به نکات ایمنی ذکر شده توجه کامل مبذول دارید، زیرا در تمام دنیا شعار «اول ایمنی بعد کار» در رئوس کارهای فنی قرار دارد، و این خود بیانگر اهمیت مطلب نیز هست.

مؤلفین

سخنی با همکاران

کتاب مبانی تکنولوژی برق صنعتی که هم‌اکنون پیش روی شماست با توجه به اهداف رفتاری تعیین شده به تصویب دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش رسیده، به عنوان یک درس دو واحدی کارگاهی تدوین گردیده است.

هدف از این درس نگرش عمیق به مطالب کاملاً تخصصی برق نبوده بلکه بیش‌تر جنبه شناختی با مباحث عمومی برق مدنظر است. لذا همکاران ارجمند توجه داشته باشند که فقط در چارچوب آن‌چه که در این کتاب آمده است برای هنرجویان تدریس کنند و توجه داشته باشند که هنگام تدوین کتاب و طراحی هدف‌های رفتاری سطح معلومات و نیاز دانش‌آموزان دقیقاً رعایت شده است.

در قسمت‌های مربوط به کار عملی هنرجویان را دقیقاً با نکات عملی حفاظت (شخصی و سیستم) آشنا کنید و آنان را از خطرات احتمالی برق‌گرفتگی مصون نمایید.

از آن‌جا که این کتاب قطعاً از مشکلات و ایرادات نگارشی و تکنیکی عاری نیست لذا برای مؤلفین مایه‌ی کمال مسرت خواهد بود که پیشنهادها و نظرات سازنده خود را در راستای اهداف آموزشی به آدرسی که در ابتدای کتاب آمده است، یادآوری کنند.

با آرزوی موفقیت برای همگی شما

مؤلفین

هدف کلی

آشنایی با کاربرد برق در صنعت

فصل اول

کمیت‌های الکتریکی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ولتاژ، جریان، مقاومت، توان و انرژی را تعریف کند.

۲ــ جریان مستقیم را تعریف کند.

۳ــ جریان متناوب را تعریف کند.

۴ــ قانون اُهم را تعریف کند و فرمول آن‌را بنویسد.

۵ ــ چگونگی تولید انرژی الکتریکی، انتقال و توزیع آن‌را بیان کند.

۶ــ پیک مصرف برق را توضیح دهد.

۷ــ برچسب انرژی را معرفی کند.

۱ــ۱ــ نیروی محرکه الکتریکی (ولتاژ)

نیرویی که باعث حرکت الکترون‌های آزاد موجود در یک مدار بسته می‌شود را نیروی محرکه می‌نامند و مقدار آن‌را برحسب ولت اندازه‌گیری می‌کنند.

یک ولت مقدار نیروی محرکه‌ای است که توسط یک منبع الکتریکی تولید می‌شود تا الکتریسیته معادل یک کولن[۱] جابه‌جا شود و کاری برابر یک ژول[۲] را انجام دهد. به عنوان مثال باتری خشک ۱/۵، باتری اتومبیل ۱۲، برق مصرفی منازل ۲۲۰ و بالاخره برق صنعتی ۳۸۰/۲۲۰ ولت استاندارد شده و موجودند.

$$E = \frac{W\ (\text{ژول})}{q\ (\text{کولن})}$$

E ــ نیروی محرکه (ولت)

W ــ کار انجام شده (ژول)

q ــ مقدار الکتریسیته (کولن)

۱ــ۲ــ جریان الکتریکی

حرکت جهت‌دار الکترون‌های تحت تأثیر نیروی محرکه را جریان می‌گویند. مقدار جریانی که از سیم عبور می‌کند به‌وسیله تعداد الکترون‌هایی که از یک نقطه معین درثانیه می‌گذرند تعیین می‌شود. بنابر تعریف اگر در یک ثانیه از یک نقطه سیم یک کولن الکتریسیته بگذرد، جریانی معادل یک آمپر عبور کرده است.

$$I = \frac{q}{t}$$

I ــ جریان (آمپر)

q ــ مقدار الکتریسیته (کولن)

t ــ زمان (ثانیه)

۱ــ کولن معادل $۶/۲۸\times۱۰^{۱۸}$ الکترون است (واحد بار الکتریکی)

۲ــ ژول (واحد کار الکتریکی) = یک کولن در یک ولت

۳ــ۱ــ مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی عبارتست از ایستادگی ذرات تشکیل‌دهنده‌ی هادی در مقابل عبور جریان و واحد اندازه‌گیری آن اهم است. به‌طوری‌که اگر به دو سر یک مصرف‌کننده نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت اعمال شود و جریانی برابر یک آمپر از آن بگذرد در این حالت می‌گویند که مقاومت مدار برابر یک اهم است.

برای محاسبه مقاومت یک سیم از رابطه زیر استفاده می‌شود :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

R ــ مقاومت سیم برحسب اهم که با علامت Ω نشان داده می‌شود.

ρ ــ مقاومت مخصوص سیم که به جنس آن بستگی دارد برحسب $\frac{\Omega mm^2}{m}$ بیان می‌شود.

l ــ طول سیم برحسب متر (m)

A ــ سطح مقطع سیم برحسب میلی‌مترمربع (mm^2)

تذکر ــ در بعضی موارد به جای ρ عکس آن داده می‌شود، و با κ (کاپا) نمایش داده می‌شود.

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

به عنوان مثال مقدار مقاومت مخصوص و هدایت مخصوص مربوط به مس درصورتی که مقدار $l = 1m$ و $A = 1mm^2$ باشد برابر است با

$$\rho_{Cu} = 0/0178 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

$$\kappa_{Cu} = 56 \frac{m}{\Omega mm^2}$$

۴ــ۱ــ توان الکتریکی

مقدار کار انجام شده به وسیله بار الکتریکی در زمان یک ثانیه را توان الکتریکی می‌نامند. نکته مهمی که باید به خاطر داشت این است که کار انجام شده در یک مدار ممکن است کار مفید یا غیرمفید باشد. در هر دو حالت سرعت کار انجام شده را به وسیله توان اندازه‌گیری می‌کنند. گردش یک موتور الکتریکی و ایجاد گرما توسط یک بخاری برقی کار مفید است، درحالی که گرمای ناشی از عبور جریان در داخل سیم‌های الکتریکی را کار تلف شده می‌خوانند، زیرا هیچ کار مفیدی انجام نمی‌دهد و آن‌را توان تلف شده می‌نامند. واحد توان مقدار کار انجام شده در واحد زمان است. شما واحد زمان را برحسب ثانیه می‌شناسید اما ممکن است واحد کار را ندانید. در اینجا، فقط به تعریف واحد کار می‌پردازیم. واحد کار الکتریکی ژول است و آن مقدار کاری است که توسط یک کولن در اختلاف پتانسیل[1] یک ولت انجام می‌شود. یعنی

$$W = q.E$$

W ــ انرژی برحسب ژول

q ــ بار عبوری برحسب کولن

E ــ اختلاف پتانسیل برحسب ولت

بهتر است درمورد کار در مدارها بیشتر به آمپر توجه شود تا به کولن و اهم. همان‌طورکه می‌دانید یک آمپر برابر است با عبور یک کولن از یک نقطه در یک ثانیه، بنابراین یک ژول کار در ثانیه توسط جریانی معادل یک آمپر با ولتاژ یک ولت حاصل می‌شود. پس یک ژول کار در ثانیه را واحد توان درنظر می‌گیرند و آن را وات می‌نامند. پس یک وات عبارت است از توان مصرف شده برای عبور یک آمپر جریان که توسط ولتاژی معادل یک ولت جاری می‌شود. بنابراین

$$q = I \times t$$

$$W = E \times I \times t$$

$$p = \frac{W}{t}$$

$$p = E \times I$$

q ــ مقدار بار برحسب آمپرثانیه

E ــ اختلاف پتانسیل برحسب ولت

I ــ جریان برحسب آمپر

۱ــ نام دیگر ولتاژ اختلاف پتانسیل است.

t ــ زمان برحسب ثانیه

W ــ کار انجام شده

p ــ توان برحسب وات

توان مکانیکی را معمولاً برحسب اسب بخار (HP) اندازه می‌گیرند. برای تبدیل وات به اسب بخار آن‌را بر ۷۳۶ تقسیم می‌کنند. $1HP = 736W$

۱ــ۵ــ انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی عبارت از توان الکتریکی مصرف شده در یک زمان معین، که معمولاً این نوع انرژی مصرف شده را در لوازم خانگی برحسب کیلووات ساعت محاسبه می‌کنند.

ژول $1kWh = 1000Wh = 1000 \times 3600Ws = 36 \times 10^5$

انرژی مصرفی در وسایل حرارتی مانند آبگرمکن و یا کتری برقی را برحسب ژول محاسبه می‌کنند. به‌طوری که هر ژول تقریباً ۴/۱۸ کالری و یا هر کالری معادل ۰/۲۴ ژول است. پس می‌توانیم انرژی مصرفی را برحسب ژول حساب کنیم، سپس عدد حاصل را در ۰/۲۴ ضرب کنیم تا انرژی حرارتی برحسب کالری به‌دست آید.

$Q = 0/24RI^2t$

Q ــ انرژی حرارتی برحسب کالری

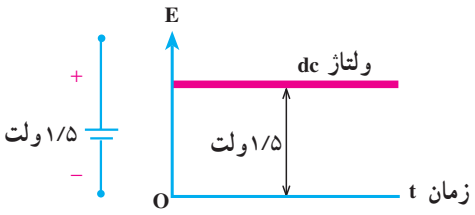
I ــ جریان برحسب آمپر

R ــ مقاومت برحسب اهم

t ــ زمان برحسب ثانیه

۱ــ۶ــ جریان مستقیم (DC)

جریانی که مقادیر لحظه‌ای آن نسبت به زمان ثابت باشد جریان مستقیم نام دارد (شکل ۱ــ۱).



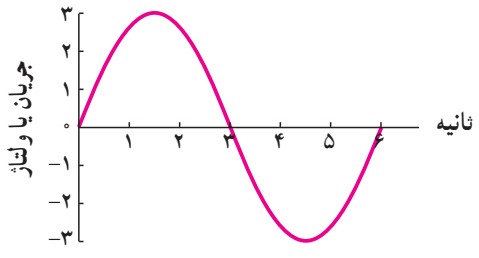
شکل ۱ــ۱ــ نمایش ولتاژ dc یک باتری با ولتاژ ثابت ۱/۵ ولت

نتیجه

در جریان مستقیم همیشه جهت (پلاریته) منبع ثابت باقی می‌ماند. مانند باتری اتومبیل و باتری رادیو.

۱ــ۷ــ جریان متناوب (AC)

جریانی که مقادیر لحظه‌ای آن نسبت به زمان تغییر کند و جهت آن به‌صورت قرینه تغییر جهت دهد جریان متناوب نامیده می‌شود. یکی از معمولترین آن‌ها جریان متناوب سینوسی است. به عنوان مثال برق شهر جریان متناوب سینوسی است (شکل ۲ــ۱).



شکل ۲ــ۱ــ نمایش یک موج متناوب (سینوسی)

۱ــ۸ــ قانون اهم

از آنجا که ولتاژ باعث جاری شدن جریان الکتریکی در مدار بسته می‌شود ومقاومت با عبور جریان مخالفت می‌کند، رابطه‌ای بین ولتاژ، جریان و مقاومت وجود دارد. این رابطه برای نخستین بار طی آزمایش‌های متعددی توسط گئورگ سیمون اهم پیدا شد.

$$E = IR$$

$$\frac{E}{R} = I \quad R = \frac{E}{I}$$

شکل ۳ــ۱ــ نمودار قانون اهم

تعریف قانون اُهم: در یک مدار جریان مستقیم مقدار جریان با ولتاژ نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت عکس دارد. با توجه به رابطه فوق نتیجه‌گیری می‌شود که :

- اختلاف پتانسیل (E) با جریان (I) و مقاومت (R) نسبت مستقیم دارد.
- مقاومت (R) با اختلاف پتانسیل (E) نسبت مستقیم و با جریان (I) نسبت معکوس دارد.

۹ــ۱ــ چگونگی تولید، انتقال و توزیع

گفته می‌شود نقش انرژی الکتریکی در صنعت مانند جریان یافتن خون در رگ‌های موجود زنده است. این توصیف اهمیت نقش تولید، انتقال و توزیع نیروی برق را بیان می‌کند.

برای تولید انرژی الکتریکی به یک انرژی مکانیکی نیاز است تا بتوان مولد الکتریکی را به حرکت درآورد. این انرژی مکانیکی می‌تواند نیروی آب، نیروی بخار آب، نیروی یک موتور احتراقی و غیر آن‌ها باشد. انرژی الکتریکی بعد از تولید، به‌وسیله‌ی کابل‌های زمینی و یا هادی‌ها (سیم‌های هوایی)، به کمک پایه‌ها به محل توزیع می‌رسد و از آن‌جا به بعد در مکان‌های مصرف مانند کارخانه‌های مختلف، فروشگاه‌ها، خیابان‌ها، پل‌های عبور و به‌خصوص واحدهای مسکونی، به مصرف می‌رسد. شکل ۴ــ۱ دیاگرام ساده‌ای از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد که در زیر به شرح مختصر آن می‌پردازیم.

۱ــ۹ــ۱ــ تولید انرژی الکتریکی: تولید انرژی الکتریکی به روش‌های زیر امکان‌پذیر است :

اوّل ــ با استفاده از انرژی آب: یکی از ساده‌ترین روش‌های تولید انرژی الکتریکی استفاده از انرژی آب است که از طریق احداث سد و انباشته کردن آب در پشت آن به‌دست می‌آید. چون سد در محلی احداث می‌شود که معمولاً دور از مناطق مسکونی است، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی تولید شده به محل مصرف هزینه‌ی زیادی دارد. با وجود این، هنوز تولید انرژی الکتریکی به‌وسیله‌ی آب مقرون‌به‌صرفه است (شکل ۵ــ۱).

دوم ــ با استفاده از سوخت: استفاده از سوخت‌های

شکل ۴ــ۱ــ توزیع انرژی الکتریکی تولیدشده به‌وسیله‌ی سد

شکل ۵ــ۱ــ تولید انرژی الکتریکی به‌وسیله‌ی انرژی آب

مختلف یکی از شیوه‌های معمول در تولید انرژی الکتریکی است و به دوطریق انجام می‌شود :

الف ــ انرژی حاصل شده از سوخت مازوت، گازوئیل، بنزین و زغال‌سنگ و ... در ماشین‌های احتراقی مستقیماً به انرژی حرکتی تبدیل می‌شود. این انرژی از طریق اتصال، به‌محور مولد برق انتقال می‌یابد و انرژی الکتریکی در خروجی

مولّد ظاهر می‌شود.

ب ــ انرژی حرارتی حاصل شده از سوخت در دیگ‌های بخار باعث تبخیر آب می‌شود. ابتدا به‌وسیله‌ی دستگاهی ذرات معلق آب را می‌گیرند، سپس برای جلوگیری از زنگ‌زدگی قطعات داخلی توربین، «بخار خشک» تولید می‌کنند. بخار خشک با فشار به پره‌های توربین برخورد می‌کند و توربین را به‌حرکت درمی‌آورد. این حرکت به محورِ مولد منتقل می‌شود و انرژی الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۶ــ۱).

شکل ۶ــ۱ــ تولید انرژی الکتریکی به کمک انرژی حرارتی حاصل از احتراق

آیا می‌دانید؟

جایگزینی ۱۰ میلیون لامپ کم‌مصرف در کشور حدوداً معادل ظرفیت یک نیروگاه ۲ هزار مگاواتی یا تقریباً برابر ظرفیت نیروگاه شهید رجایی است.

سوم ــ با استفاده از انرژی‌های نو: در این روش از انرژی‌های خورشیدی، باد، گرمای زمین که بسیار پاکیزه و بدون آسیب به محیط زیست هستند، استفاده می‌شود. منبع این انرژی‌های خدادادی از بین نمی‌رود و همیشه وجود دارد.

معرفی پایگاه اینترنتی: در پایگاه اینترنتی سازمان انرژی‌های نو (سانا) به نشانی www.suna. org می‌توانید به اطلاعات بیشتر در مورد انرژی‌های نو دسترسی پیدا کنید.

شکل ۷ــ۱

۲ــ۹ــ۱ــ انتقال انرژی الکتریکی: همان‌طور که گفته شد نیروگاه‌ها به دلیل شرایط طبیعی از مراکز مصرف فاصله دارند. به‌همین سبب برای انتقال انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه‌ها به مراکز مصرف، احتیاج به هادی‌هایی با قطر زیاد است. علاوه بر آن، به دلیل مقاومت اهمی هادی‌ها و عبور جریان زیاد از آن‌ها در مسیر انتقال، تلفات انرژی زیادی به‌وجود خواهد آمد. از این‌رو متخصصان سعی کرده‌اند روش‌هایی برای انتقال پیدا کنند که هزینه‌ی انتقال و نیز تلفات انرژی به‌حداقل برسد. آنان به این نتیجه رسیده‌اند که اگر در انتقال انرژی الکتریکی ولتاژ را افزایش دهند می‌توان با جریان کم، انرژی زیادی را منتقل کرد. در این‌صورت کاهش جریان سبب کوچک شدن سطح مقطع هادی‌ها و هم‌چنین کاهش تلفات انرژی می‌شود. افزایش ولتاژ تولید شده در نیروگاه به‌وسیله‌ی دستگاهی به نام ترانسفورماتور انجام می‌گیرد. ترانسفورماتور یک مبدل

شکل ۸ ــ۱ــ انتقال انرژی الکتریکی

ولتاژ است که می‌تواند در جریان متناوب، ولتاژ را به‌اندازه‌ی معینی بالا ببرد و یا پایین بیاورد. پس از افزایش ولتاژ شبکه به‌وسیله‌ی ترانسفورماتور، انرژی الکتریکی توسط هادی‌های هوایی یا کابل‌های زمینی به مراکز مصرف منتقل می‌شود و در آن‌جا توسط ترانسفورماتورهای دیگری اختلاف پتانسیل، متناسب با مصرف‌کننده‌ها، کم می‌شود. گفتیم که افزایش ولتاژ شبکه باعث می‌شود تا برای بیش‌تر کردن فاصله‌ی سیم‌ها از یکدیگر و از زمین، از دکل‌های بلند و بزرگ یا کابل‌های مخصوص استفاده کنیم که هر چند سبب بالا رفتن هزینه‌ی احداث شبکه می‌شود، ولی در عوض با کوچک شدن سطح مقطع هادی‌ها و کم شدن تلفات، هزینه‌ی کلی شبکه به مراتب کاهش می‌یابد. شکل۸ــ۱ تصویری از انتقال انرژی را نشان می‌دهد.

۳ــ۹ــ۱ــ توزیع انرژی الکتریکی: گفتیم که انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاه، توسط خطوط انتقال به مراکز مصرف می‌رسد. در مدخل مراکز مصرف، که عمدتاً شهرها و مناطق مسکونی هستند، ابتدا ولتاژ خیلی زیاد انتقالی به وسیله‌ی ترانسفورماتور، تاحدی کاهش می‌یابد. با این حال هنوز ولتاژ شبکه زیاد است همه‌ی ما پست‌های توزیع محلات را دیده‌ایم. این پست‌ها اتاق‌هایی هستند با در زرد رنگ که در کوچه‌ها و خیابان‌ها دیده می‌شوند. ولتاژ ۲۰kV در این پست‌ها به ولتاژهای ۴۰۰ ولت سه فاز و ۲۳۱ ولت یک‌فاز قابل استفاده مصرف‌کننده‌ها تبدیل و پخش می‌شود.

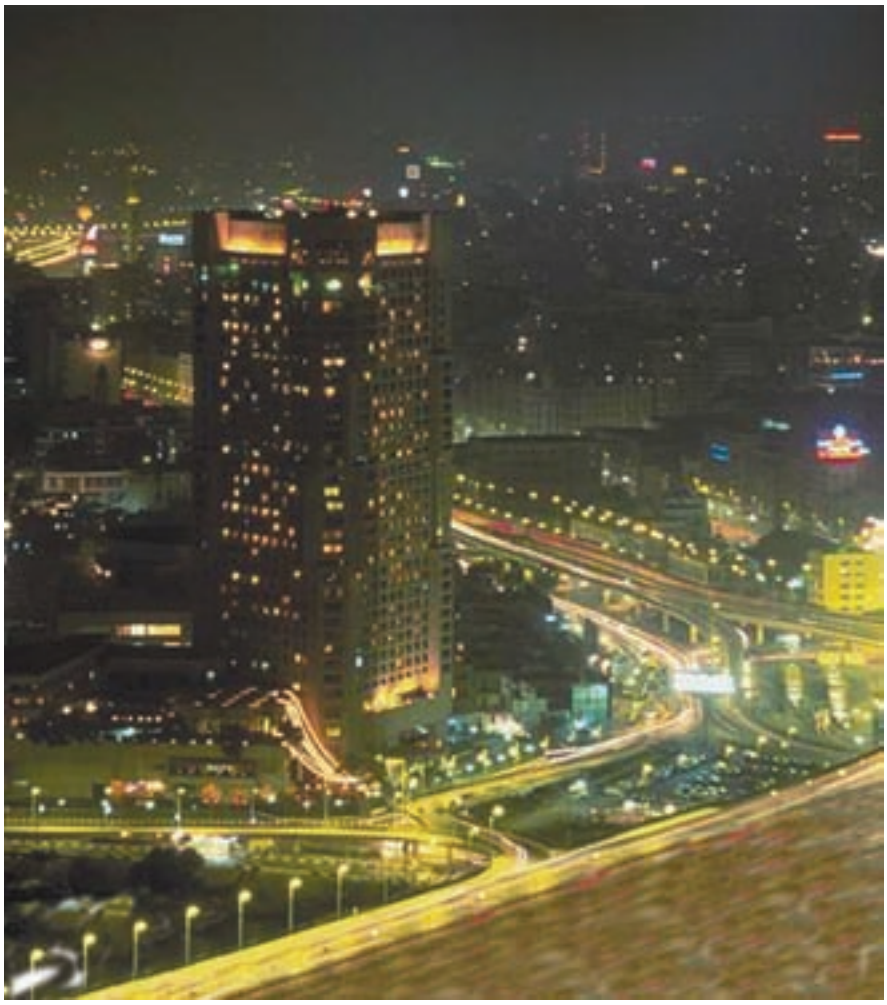
شکل ۹ ــ۱

پخش انرژی الکتریکی نیز توسط کابل‌های زمینی و یا سیم‌های هوایی انجام می‌گیرد. امروزه سعی بر آن است که برای کاهش خطرات و کمک به زیبایی شهرها پخش انرژی با کابل و از طریق زیرزمین انجام گیرد.

شکل ۱۰ــ۱ توزیع انرژی را در داخل شهر نشان می‌دهد.

آیا می‌دانید؟

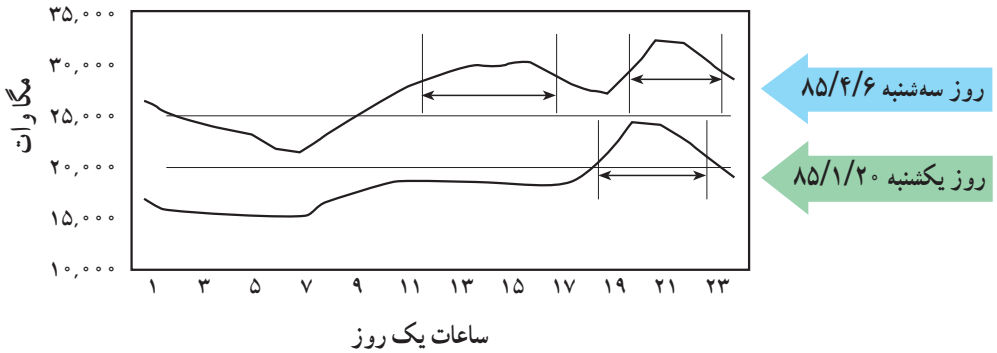
برای روشن شدن یک لامپ به حدود ۹۰ هزار تومان سرمایه‌گذاری نیاز است.



شکل ۱۰ ــ۱ــ منظره‌ای از توزیع انرژی الکتریکی داخل شهر

۱۰ ــ۱ــ بهینه‌سازی مصرف برق

۱ــ۱۰ــ۱ــ پیک مصرف برق: به ساعات و فصولی که مصرف انرژی الکتریکی در کل کشور زیاد است، ساعت اوج مصرف (پیک Peak) انرژی الکتریکی می‌گویند. با توجه به مصارف روشنایی، اوج مصرف روزانه شبکه سراسری انرژی الکتریکی به زمان غروب آفتاب و تاریک شدن هوا بستگی دارد. در این زمان است که وسایل مصرف‌کننده دیگری مانند وسایل روشنایی در بخش تجاری و خانگی همزمان با سایر وسایل مصرف‌کننده ثابت نظیر یخچال و فریزر و تلویزیون مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساعات اوج مصرف روزانه انرژی الکتریکی در کشور ما در تابستان بین ساعات ۱۹ تا ۲۳ و در زمستان بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ است. همچنین در بعضی از فصل‌های سال (تابستان) مصرف انرژی الکتریکی نسبت به سایر فصول سال به دلیل اضافه شدن وسایل سرمایشی نظیر کولر و ... بیش‌تر است که به آن اوج مصرف فصلی می‌گویند.



شکل ۱۱ــ۱ــ در این شکل دو منحنی وجود دارد که مصرف انرژی الکتریکی را در یک روز از فصل تابستان و یک روز از فصل بهار نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌کنید پیک مصرف انرژی الکتریکی در فصل بهار بین ساعات ۱۸ تا ۲۲ می‌باشد. نکته قابل توجه مربوط به فصل تابستان می‌باشد. در این فصل پیک در دو زمان مختلف یعنی یکی در ساعت ۱۹ تا ۲۳ و دیگری در ساعات ۱۳ تا ۱۶ بعدازظهر رخ می‌دهد.

آیا می‌دانید؟

ساعات اوج مصرف در ایران حدوداً نیم ساعت قبل از اذان مغرب و ۳/۵ ساعت بعد از آن است.

برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز در ساعات پیک مصرف به دو صورت می‌توان عمل کرد :

الف ــ ساخت نیروگاه‌های جدید: که این نیروگاه‌ها فقط چندساعت در شبانه‌روز انرژی الکتریکی تولید کنند و در سایر ساعات مورد استفاده قرار نگیرند. بالطبع انرژی الکتریکی تولیدی آن‌ها گران‌تر است.

ب ــ مشارکت مردم در بهینه‌سازی مصرف انرژی: که بهترین و کم‌هزینه‌ترین راه برای تأمین انرژی الکتریکی در این ساعات می‌باشد. مشارکت مصرف‌کنندگان می‌تواند به شکل استفاده بهینه از وسایل انرژی در ساعت پیک باشد، به‌طور مثال خاموش کردن لامپ‌های اضافی و استفاده از وسایل برقی خانگی در ساعات غیر اوج مصرف انرژی الکتریکی.

۲ــ۱۰ــ۱ــ آشنایی با برچسب انرژی : از آن‌جا که همه مردم به‌دنبال تهیه بهترین وسیله جهت استفاده در زندگی روزمره‌شان هستند و تهیه بهترین وسیله خصوصاً در مورد وسایل برقی که در عصر تکنولوژی دارای تنوع بسیاری است و هر روز با تعداد قابل ملاحظه‌ای از آن‌ها سروکار دارند از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. لذا در انتخاب و خرید وسایل برقی، اطمینان از بازدهی و میزان مصرف انرژی دستگاه‌های مورد نظر برای مصرف‌کنندگان دارای اهمیت و ضرورت بسیاری است، که ایجاد این اطمینان از طریق تست لوازم انرژی بر و تعیین رتبه کارآیی آن‌ها در آزمایشگاه ملی صرفه‌جویی انرژی و نیز الصاق برچسب انرژی اعمال می‌شود.

الف ــ نکات قابل توجه در انتخاب و تهیه وسایل برقی

۱ــ شکل ظاهری دستگاه

۲ــ مدل دستگاه

۳ــ کارخانه سازنده دستگاه

۴ــ تکنولوژی ساخت دستگاه

۵ــ نشان استاندارد دستگاه

۶ــ برچسب انرژی دستگاه

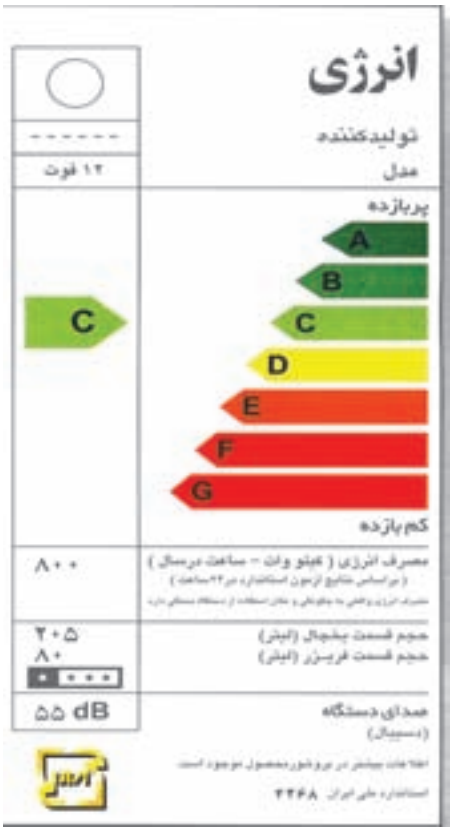
تمام موارد اشاره شده جزء شرط‌های مهم در انتخاب یک کالا محسوب می‌شوند. اما همان‌گونه که می‌دانید توجه به نشان استاندارد و برچسب انرژی از شرط‌های ضروری در انتخاب و تهیه وسایل برقی خانگی محسوب می‌شوند. زیرا این علائم اطلاعات بسیار مفیدی در زمینه ایمنی و بازدهی وسایل برقی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند.

ب ــ معرفی برچسب انرژی: برچسب انرژی امروزه در اغلب کشورهای جهان وجود دارد و مصرف‌کنندگان را با

میزان مصرف انرژی هریک از وسایل خانگی انرژی‌بر آشنا می‌کند. همچنین اطلاعات مشترک در همه وسایل و اطلاعات اختصاصی مرتبط به هر وسیله انرژی‌بر را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد. مصرف‌کننده می‌تواند با توجه به این اطلاعات در هنگام خرید، دستگاهی را انتخاب کند که در مقایسه با سایر مدل‌های مشابه دارای مصرف انرژی کم‌تر و بازدهی بیشتری باشد. برچسب انرژی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که هر قسمت نمایانگر اطلاعاتی است که یک نمونه برچسب انرژی در شکل ۱۲ــ۱ نشان داده شده است.

سه بخش اولیه برچسب که در تمامی وسایل انرژی‌بر خانگی مشترک است به ترتیب نمایانگر علامت تجاری، نام کارخانه سازنده و مدل دستگاه می‌باشد. بخش چهارم برچسب انرژی به‌وسیله هفت‌حرف لاتین از A تا G در هفت طیف رنگی درجه‌بندی شده است که هریک از حروف و یا رنگ‌ها معرف درجه‌ای از مصرف انرژی و کارایی دستگاه می‌باشد. حرف A نشانگر کم‌ترین مصرف انرژی و بیش‌ترین بازدهی دستگاه و حرف G نشانگر بیش‌ترین مصرف انرژی و کمترین بازدهی دستگاه است. بنابراین هر چه رتبه برچسب دستگاه بیش‌تر باشد کارایی آن نسبت به میزان انرژی که مصرف می‌کند بیش‌تر است. بخش پنجم، نمایانگر مصرف انرژی دستگاه می‌باشد و سایر بخش‌ها بیانگر اطلاعات اختصاصی در مورد هریک از وسایل می‌باشد. به‌طور مثال این بخش‌ها در ماشین لباسشویی نشانگر میزان قدرت پاک‌کنندگی، قدرت خشک‌کن، ظرفیت و میزان مصرف آب و در یخچال نیز نشانگر حجم قسمت یخچال و فریزر دستگاه می‌باشد و آخرین بخش برچسب انرژی در تمامی وسایل آرم مؤسسه استاندارد را نشان می‌دهد.

ج ــ فواید استفاده از برچسب انرژی: استفاده از



شکل ۱۲ ــ۱ــ یک نمونه برچسب انرژی

برچسب انرژی مزایای گوناگونی برای مصرف‌کنندگان این‌گونه وسایل دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱ــ انتخاب درست و آگاهانه مردم در هنگام خرید وسایل برقی خانگی

۲ــ آشنا ساختن مصرف‌کنندگان یا میزان کارآیی و بازدهی وسایل برقی خانگی

۳ــ بهینه‌سازی و کاهش مصرف انرژی

۴ــ کاهش هزینه انرژی مصرفی در خانواده‌ها

۵ــ کاهش آلودگی محیط زیست

۶ــ ارائه اطلاعات اختصاصی ویژه هر وسیله برقی

آیا می‌دانید؟

می‌توانید کلیه وسایل خانگی خود را از طریق فهرست وارسی‌های از پیش تعیین شده مورد ارزیابی قرار دهید و با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده وضعیت انتخاب و کاربرد وسیله موردنظر را مشخص و تهیه کنید.
برای دریافت و پرکردن فهرست‌های وارسی به سایت www.saba. org.ir یا سایر مراجع مرتبط دیگر مراجعه کنید.

یک نمونه فهرست وارسی جهت بررسی مصرف بهینه کولر آبی یا گازی

ردیف	پرسش‌ها	بلی	خیر
۱	آیا نوع کولر شما مناسب شرایط آب و هوایی منطقه‌ای که در آن زندگی می‌کنید، می‌باشد؟		
۲	آیا ظرفیت کولر مورد استفاده متناسب با مقدار سرمایش مورد نیاز شماست؟		
۳	آیا کانال‌های کولر عایق‌کاری شده‌اند؟		
۴	آیا کولر نصب شده یا خریداری شده دارای بالاترین بازدهی و کارایی می‌باشد؟		
۵	آیا مسیر انتخابی کانال‌های کولر کوتاه‌ترین و کم‌پیچ و خم‌ترین مسیر است؟		
۶	آیا قبل از شروع به استفاده از کولر آن را سرویس کرده‌اید؟		
۷	آیا هر سال پوشال‌های کولر خود را تعویض می‌کنید؟		
۸	آیا از سرمایش موضعی در محل سکونت یا کارتان استفاده می‌کنید؟		
۹	آیا از کولر آبی یا گازی خود فقط هنگامی که به آن نیاز دارید استفاده می‌کنید؟		
۱۰	آیا امکان استفاده از تهویه طبیعی در محل سکونت خود را بررسی کرده‌اید؟		
۱۱	آیا ترموستات کولر گازی خود را روی درجه مناسب تنظیم کرده‌اید؟		
۱۲	آیا امکان استفاده از ترموستات را در کولر آبی محل کار و یا سکونت خود بررسی نموده‌اید؟		

اگر پاسخ شما به تمام پرسش‌های بالا مثبت باشد،علاوه بر افزایش بازدهی و عمر دستگاه می‌توانید تا ۱۵درصد در مصرف انرژی الکتریکی کولر آبی و گازی خود صرفه‌جویی کنید.

سؤالات

۱ــ واحدهای ژول، وات، وات‌ساعت و کیلووات‌ساعت را تعریف کنید.

۲ــ یک کیلووات ساعت چند ژول است؟

۳ــ نیروی محرکه را تعریف کنید و آن را برحسب بار الکتریکی بیان نمایید.

۴ــ یک نمودار برای P، E و I ترسیم کنید.

۵ــ جریان AC را تعریف کنید و منحنی آن را ترسیم نمایید.

۶ــ رابطه مقاومت در یک سیم را بنویسید و واحد مقاومت مخصوص (ρ) را تعیین کنید.

۷ــ رابطه مقدار انرژی را برحسب ژول بنویسید.

۸ــ انرژی الکتریکی چگونه تولید می‌شود؟ شرح دهید.

۹ــ به چه ساعاتی از شبانه‌روز، ساعات پیک مصرف برق می‌گویند؟

۱۰ــ برچسب انرژی چیست؟

۱۱ــ فواید استفاده از برچسب انرژی را نام ببرید.

فصل دوم

حفاظت و ایمنی در برق

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ انواع خطاهای ناشی از جریان برق را توضیح دهد.

۲ــ انواع فیوز را نام برده و ساختمان هریک را شرح دهد.

۳ــ حفاظت الکتریکی را تعریف کند.

۴ــ هریک از انواع حفاظت را توضیح دهد.

۵ــ برق گرفتگی را تعریف کند.

۶ــ اقدامات لازم برای نجات شخص برق گرفته را شرح دهد.

۷ــ هریک از انواع حفاظت شخص را توضیح دهد.

۸ــ نحوه عملکرد کلید حفاظت جان را شرح دهد.

۹ــ سیستم اتصال زمین را توضیح دهد.

مقدمه

به دلیل اقتصادی بودن تولید انرژی الکتریکی و هم‌چنین تبدیل ساده آن به انرژی‌های دیگر استفاده از این انرژی تا سال‌ها برقرار خواهد بود ولی خطرات این انرژی برروی بدن انسان هرگز تغییر نخواهد کرد و استفاده از آن همیشه و در همه‌جا با خطراتی روبه‌رو بوده است. مهم‌ترین این خطرات به شرح زیر است :

الف ــ خطر برق‌گرفتگی: خطر برق‌گرفتگی موجب از دست دادن جان انسان و ... می‌گردد.

ب ــ خطر آتش‌سوزی: اتصال کوتاهی که در مسیر جریان برق رخ می‌دهد باعث ایجاد جرقه و سوختن لوازم الکتریکی و هم‌چنین آتش‌سوزی می‌شود که با خسارات زیادی همراه است (شکل ۱ــ۲).

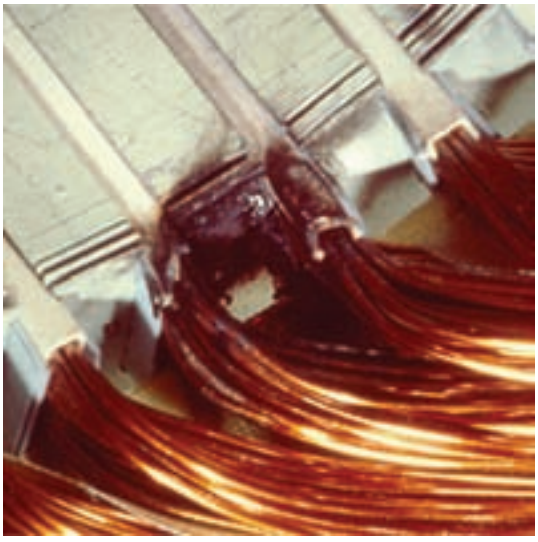
شکل ۱ــ۲

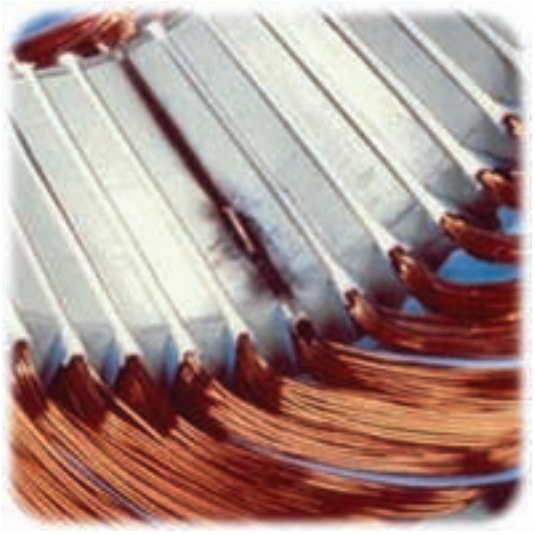
بنابراین پیش‌گیری از حوادث برق و رعایت اصول حفاظت و ایمنی می‌تواند حوادث ناشی از آن را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

۱ــ۲ــ خطاهای ناشی از جریان برق

خطاهای ناشی از جریان برق عمدتاً به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ اتصال بدنه: اتصال سیم حامل جریان برق به بدنه دستگاه را اتصال بدنه می‌گویند. با توجه به این که اکثر دستگاه‌های الکتریکی طوری طراحی می‌شوند که قسمت‌های الکتریکی به وسیله عایق از بدنه مجزا باشند، ممکن است بر اثر گذشت زمان و کهنگی دستگاه و یا گرمای ناشی از عبور جریان در سیم‌ها قسمتی از عایق ضعیف شود و یا به مرور زمان از بین برود و در نتیجه خطرساز باشد. اثرات ناشی از این خطا در دستگاه‌ها به صورت لرزش و یا سوزش در موقع تماس با آن انسان را خبر می‌کند. هرچه سوزش یا لرزش بیش‌تر باشد نشانه ضعیف‌تر بودن عایق‌هاست که در این حالت باید سریعاً وسیله را از برق جدا کرده و در صدد تعمیر آن برآمد. شکل ۲ــ۲ اتصالی سیم جریان برق را به بدنه یک موتور الکتریکی نشان می‌دهد.

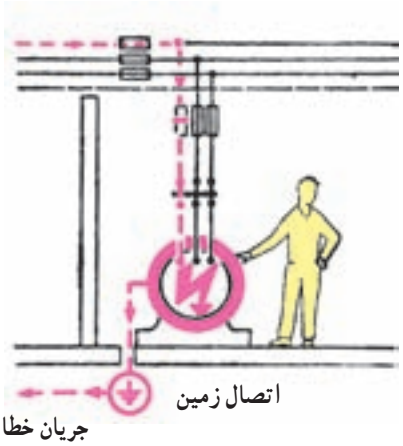




شکل ۲ــ۲ــ اتصال سیم‌های حامل جریان با بدنه فلزی یک موتور الکتریکی

ب ــ اتصال کوتاه: اتصال دو سیم لخت (بدون روکش) که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌باشند را اتصال کوتاه می‌گویند. در این حالت مقاومت محل تماس به صفر کاهش یافته و با توجه به ولتاژ نقطه تماس جریان به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

ج ــ اتصال زمین: اتصال یکی از سیم‌های حامل جریان برق به زمین را اتصال زمین می‌گویند. شکل ۳ــ۲ انواع خطاها را در یک سیستم الکتریکی نشان می‌دهد.



شکل ۳ــ۲ــ خطای اتصال بدنه، اتصال کوتاه و اتصال زمین

۲ــ۲ــ فیوز

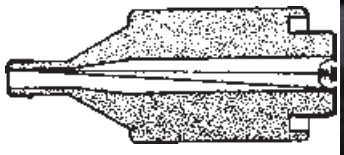
فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع کردن دستگاه‌های معیوب از شبکه برق به کار می‌رود. این وسیله باید طوری انتخاب شود که هنگام اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی برسد، مدار را قطع کنند. فیوزها از نظر زمان قطع بر حسب ذوب سیم حرارتی داخل آن‌ها به دو نوع کندکار و تندکار تقسیم می‌شوند.

فیوز تندکار: این فیوز در کوتاه‌ترین زمان مصرف کننده را از برق قطع می‌کند. به همین دلیل در مصارف روشنایی استفاده می‌شود.

فیوز کندکار: این فیوز زمان قطع بیش‌تری نسبت به فیوز تندکار دارد و برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به کار می‌رود. (زیرا موتورها در ابتدای راه‌اندازی جریان زیادی می‌کشند و پس از آن جریان به حالت عادی خود برمی‌گردد.)

۱ــ۲ــ۲ــ انواع فیوز : فیوز در انواع مختلف ذوب شونده (فشنگی)، اتوماتیک (آلفا) و مینیاتوری ساخته می‌شود.

الف) فیوز ذوب‌شونده (فشنگی): این فیوز از یک سیم حرارتی ساخته شده که به ازای یک جریان خاص در مدت زمان معین، ذوب و باعث قطع مدار می‌شود. فیوزهای قطع سریع با علامت F و فیوزهای تأخیری با علامت ↻ مشخص می‌شوند. شکل ۴ــ۲ نمای ظاهری و داخلی این نوع فیوز را نشان می‌دهد.



پیچ اتصال خروجی

شکل ۴ــ۲ــ نمای ظاهری و داخلی فیوز

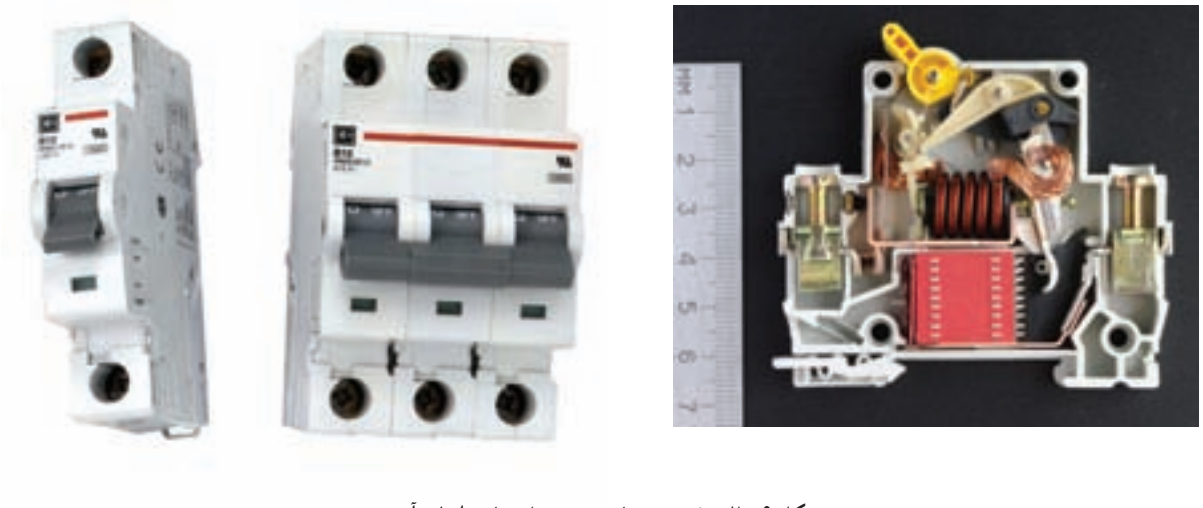
توجه

مقررات بین‌المللی، ترمیم فیوز فشنگی را منع کرده است و در صورت خراب شدن این فیوز باید فشنگ جدیدی را جایگزین کرد.

ب) فیوز اتوماتیک: فیوز اتوماتیک یا آلفا نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می‌شود ؛ اما دوباره می‌توان شستی آن را به داخل فشار داد تا ارتباط برقرار شود و دیگر نیازی به تعویض آن نیست. در فیوزهای اتوماتیک دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه یا جریان زیاد و قسمت حرارتی آن (بیمتال) بار زیاد (افزایش تدریجی جریان) را قطع می‌کند (شکل ۵ــ۲).

شکل ۵ــ۲ــ فیوز اتوماتیک

ج) فیوز مینیاتوری: فیوز مینیاتوری نوعی فیوز اتوماتیک است که از نظر ساختمان داخلی به آن شباهت دارد و از سه قسمت رله مغناطیسی (رله جریان زیاد زمان سریع)، رله حرارتی یا رله بیمتال (رله جریان زیاد تأخیری) و کلید تشکیل شده است. این کلیدها در دو نوع L و G ساخته شده است. نوع L در مصارف روشنایی به کار می‌رود و تندکار است و نوع G در راه‌اندازی وسایل موتوری مورد استفاده قرار می‌گیرد و کندکار است. فیوز باید با توجه به نوع مصرف‌کننده و جریان عبوری از آن انتخاب شود (شکل ۶ــ۲).



شکل ۶ــ۲ــ فیوز مینیاتوری و ساختمان داخلی آن

۳ــ۲ــ حفاظت الکتریکی

تعریف: به اقداماتی که باید در تأسیسات الکتریکی انجام داد تا این که خطرات ناشی از جریان برق باعث صدمه زدن به اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی نگردد، حفاظت الکتریکی می‌گویند.

۴ــ۲ــ انواع حفاظت

۱ــ۴ــ۲ــ حفاظت سیم‌ها و کابل‌ها: وقتی برای مدت زمانی از سیم‌ها جریان بیش از حد نرمال (جریان اضافی) و یا در مدت زمان بسیار کمی جریان بسیار شدیدی (جریان اتصال کوتاه) عبور کند، سیم‌ها گرم می‌شوند و این گرمای بیش از حد باعث صدمه دیدن عایق آن‌ها شده و می‌تواند باعث آتش‌سوزی و خسارت‌های زیادی به تأسیسات الکتریکی شود. برای حفاظت سیم‌ها می‌توان از رله و فیوزها استفاده نمود. این وسایل بایستی طوری انتخاب شوند که در صورت بروز اضافه جریان یا اتصال

کوتاه در کوتاه‌ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی برسد مصرف‌کننده را از برق قطع کند.

۲ــ۴ــ۲ــ حفاظت مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی: مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی بایستی در مقابل خطاهای احتمالی از قبیل اتصال کوتاه و اضافه جریان حفاظت شوند. برای حفاظت این دستگاه‌ها معمولاً قبل از مصرف‌کننده، از فیوزها و رله‌های حرارتی طوری استفاده می‌شود، که در صورت بروز خطا، مصرف‌کننده به‌طور کلی از برق جدا شود. بخش عمده مصرف‌کننده‌ها در تأسیسات الکتریکی را موتورها تشکیل می‌دهند. از این‌رو در مورد نحوه حفاظت آن‌ها بیش‌تر توضیح می‌دهیم. معمولاً جهت حفاظت موتورهای الکتریکی از کلید محافظ موتور استفاده می‌شود.

کلید محافظ موتور: این کلید، موتور را در مقابل بار اضافی که روی آن قرار می‌گیرد و هم‌چنین اتصال کوتاه حفاظت می‌کند. به این صورت که چنان‌چه در اثر اضافه‌باری که روی موتور قرار می‌گیرد و یا قطع یکی از فازهای شبکه برق (که به آن اصطلاحاً دو فاز شدن موتور می‌گویند) جریان کمی بیش‌تر از جریان نامی موتور شود، حرارت بی‌متال بالا رفته و در اثر تغییر فرم به اهرم فشار آورده و کلید موتور را قطع می‌کند. اگر خطایی مانند اتصال کوتاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد از سیم‌پیچ این کلید، اهرم آهنی به سرعت به سمت هسته جذب شده و کلید را قطع می‌نماید (شکل ۷ــ۲).

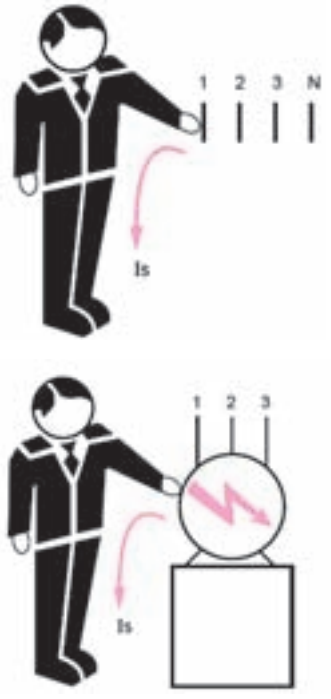
شکل ۷ــ۲ــ شکل ظاهری کلید محافظ موتور

۳ــ۴ــ۲ــ حفاظت اشخاص: تحقیقات نشان می‌دهد که پنجاه درصد از برق‌گرفتگی‌ها در اثر تماس مستقیم با سیم حامل برق در حمام، استخر، حیاط، زیرزمین، پارک‌ها و یا مکان‌های مرطوب بوده که جریان برق مستقیماً از بدن افراد عبور کرده است و بقیه به علت فرسودگی سیم‌ها و یا عایق نبودن صحیح دستگاه‌های برقی صنعتی و خانگی و یا سیم‌کشی‌های غلط اتفاق افتاده است.

در صورت اتصال یک سیم به بدنه فلزی دستگاه، ولتاژ بین بدنه دستگاه و زمین به‌وجود می‌آید حال اگر شخصی بدنه‌ی دستگاه را لمس نماید، بین محل تماس بدن و زمین ولتاژی به‌وجود می‌آید (ولتاژ تماس) که چنان‌چه مقدار آن از ۶۵ ولت بیش‌تر باشد برای او خطرناک خواهد بود. هم‌چنین جریان خطرناک برای انسان ۰/۰۵ آمپر می‌باشد. مقاومت بدن انسان حدود ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است.

۵ــ۲ــ برق‌گرفتگی

برق‌گرفتگی یک تحریک ناگهانی و اتفاقی سیستم عصبی بدن براثر عبور جریان الکتریکی است. به عبارت دیگر عبور جریان برق از بدن را برق گرفتگی می‌گویند. برق گرفتگی در شخص زمانی به‌وجود می‌آید که شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گیرد (شکل ۸ــ۲).



الف) تماس مستقیم با سیم برق

ب) تماس با بدنه فلزی دستگاه که اتصال بدنه پیدا کرده

شکل ۸ــ۲

۶ــ۲ــ اقدامات لازم برای نجات شخص برق‌گرفته

مرحله اول: شخص برق‌گرفته را باید از منبع برق جدا کرد این عمل با قطع کردن کلید مدار یا قطع فیوز صورت می‌گیرد اگر نتوان برق را قطع کرد باید شخص را توسط یک عایق از منبع برق جدا کرد. برای این کار باید با استفاده از ماده نارسانا منبع برق را از مصدوم دور کرد. هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست زد (شکل ۹ــ۲).

شکل ۹ــ۲ــ طریقه جدا کردن شخص برق گرفته

مرحله دوم: باید علایم حیاتی شخص برق گرفته را بررسی کرد مثلاً نبض دارد یا نه اگر نبض داشت و نفس نمی‌کشید باید تنفس مصنوعی را شروع کرد. در صورت احیای تنفس باید به پزشک مراجعه شود شکل ۱۰ــ۲ نحوه گرفتن نبض و تشخیص تنفس را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰ــ۲

۷ــ۲ــ انواع حفاظت اشخاص

برای کاهش امکان برق گرفتگی افراد از سیستم‌های ایمنی استفاده می‌شود. سیستم‌های ایمنی بسیار متنوع هستند. متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از :

۱ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط سیم زمین

۲ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط عایق کاری

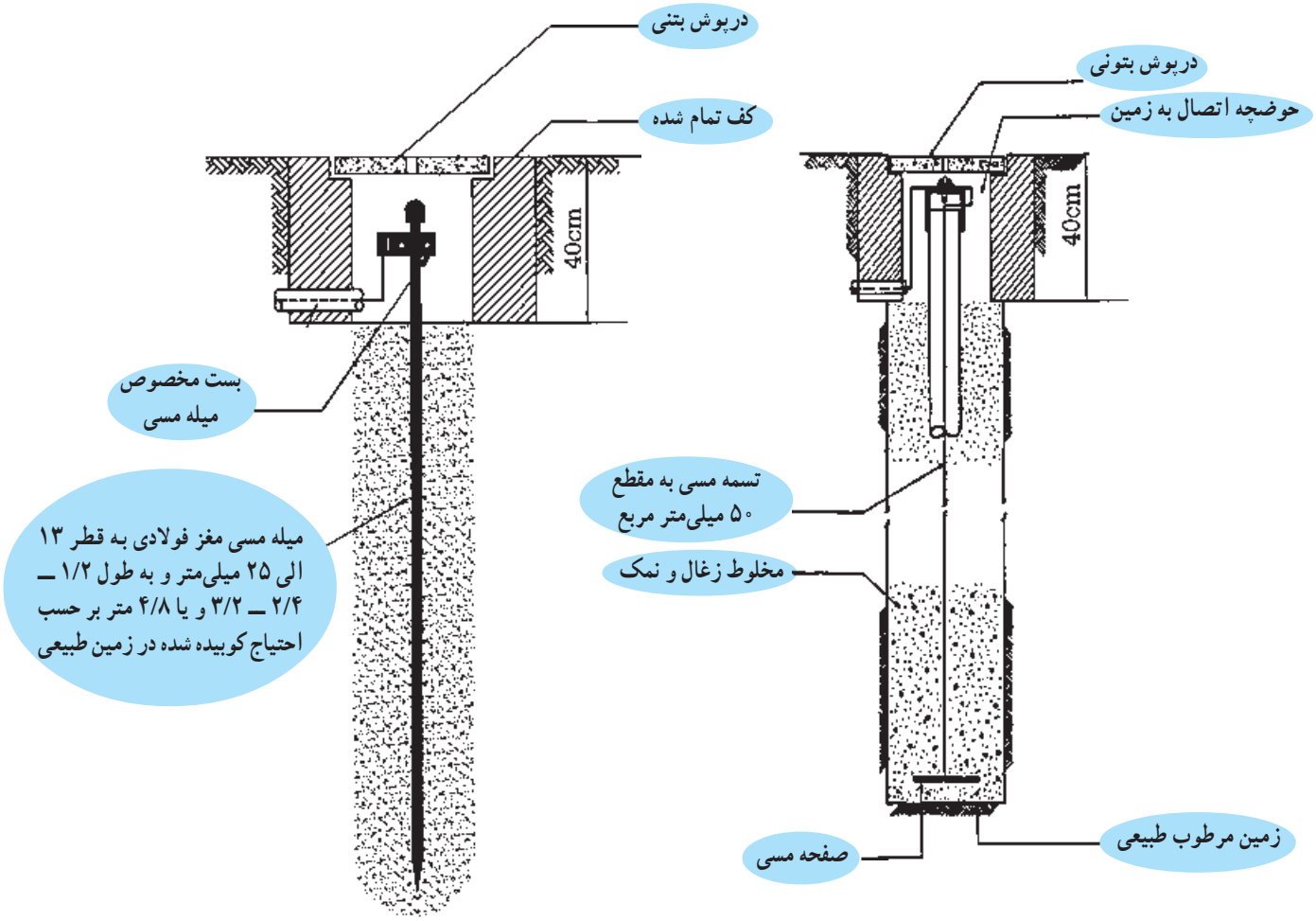
۳ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط ولتاژ کم

۴ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط کلید محافظ جان FI

هرکدام از انواع حفاظت شخص دارای خصوصیاتی می‌باشد که به شرح آن‌ها می‌پردازیم :

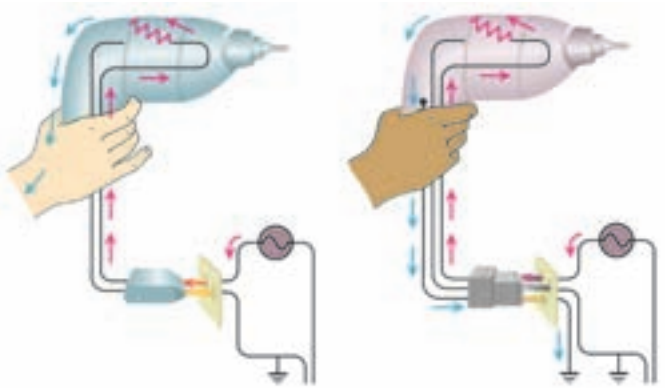
۱ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط سیم زمین: قسمت‌های فلزی بدنه‌ی دستگاه‌های برقی که شخص آن‌ها را لمس می‌کند. توسط یک سیم به زمین وصل می‌شوند. در این صورت اگر دستگاهی اتصال بدنه پیدا کند. جریان برق به جای عبور از بدن شخص از طریق سیم بدنه به زمین متصل می‌شود. زیرا مقاومت سیم زمین (سیم ارت) بسیار کم‌تر از مقاومت بدن شخص می‌باشد.

سیستم اتصال زمین (چاه ارت): برای این‌که سیم اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می‌کنند عمق چاه در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه متفاوت است، ولی بهترین چاه آن است که به قسمت نمناک و مرطوب زمین رسیده باشد. زیرا چنین خاکی دارای مقاومت الکتریکی کمی می‌باشد. سپس صفحه یا تسمه‌ی موسوم به الکترود را به انتهای چاه قرار داده و با یک سیم مسی با مقاومت الکتریکی کم به بیرون چاه هدایت می‌کنند. اطراف صفحه را با مواد کاهنده مقاومت مانند زغال و نمک یا بنتونیت پرمی‌کنند. سیم خروجی از این چاه به بدنه فلزی دستگاه‌ها متصل می‌شود.



شکل ۱۱ــ۲

در شکل ۱۲ــ۲ــ الف دستگاه اتصال بدنه پیدا کرده و به محض تماس شخص با دستگاه جریان از بدن او گذشته و دچار برق‌گرفتگی می‌شود. در شکل ۱۲ــ۲ــ ب به دلیل وجود سیم ارت تمامی جریان از سیم ارت عبور کرده و به شخص آسیبی نمی‌رسانند.



ب) پریز با سیم ارت　　الف) پریز بدون سیم ارت

شکل ۱۲ــ۲

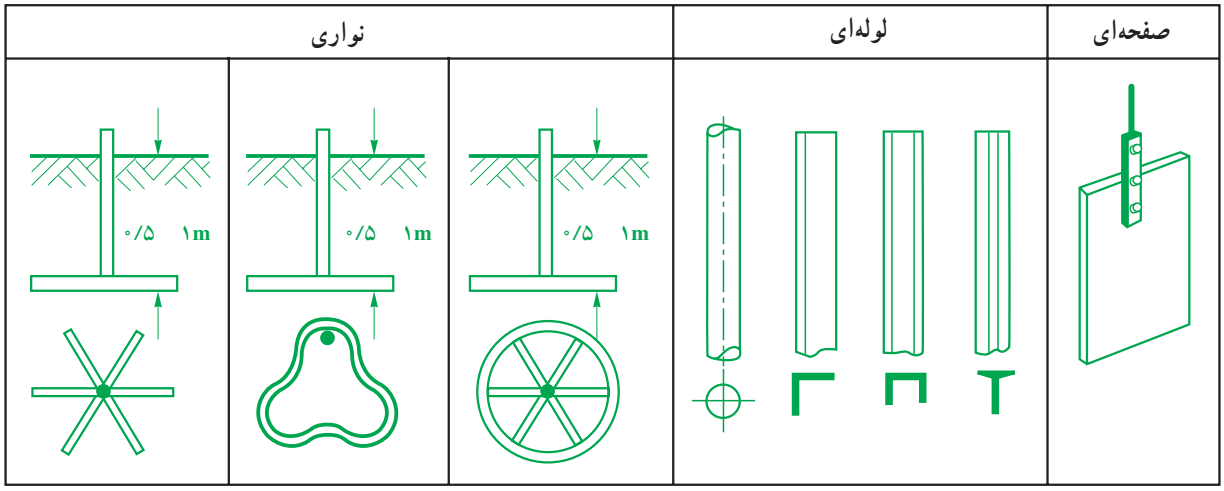
الکترود زمین: عبارت است از یک قطعه هادی که در زمین قرار داده می‌شود و سیم زمین به آن متصل می‌شود.

الکترودها در انواع مختلف ساخته می‌شوند :

الف: صفحات فلزی قلع‌اندود

ب: نوارهای تابیده شده مسی

ج: میله‌ها یا لوله‌های مسی یا فولادی قلع‌اندود شده به شکل‌های شبکه‌ای، حلقه‌ای یا شعاعی.



شکل ۱۳ــ۲ــ انواع الکترود زمین

وسایلی که اتصال سیم ارت به آن‌ها الزامی است عبارتند از :

ــ چراغ و پایه چراغ‌های حیاط و روشنایی پارک‌ها وسایل فلزی از قبیل پل و نرده و غیره در معابر عمومی. وسایل تفریحی

در پارک‌ها.

ــ لوازم خانگی برقی مانند سماور، پلوپز، بخاری برقی، ماشین لباسشویی، کولر و سایر لوازم فلزی آشپزخانه.

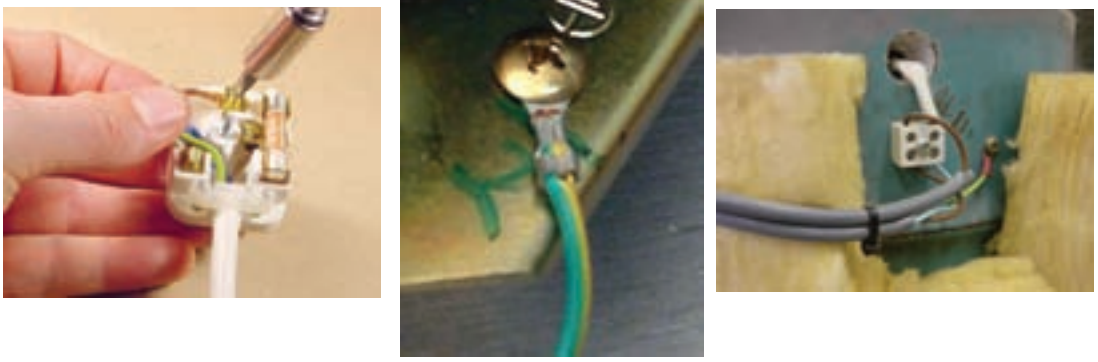
ــ پریزهای منازل و کارگاه‌ها.

ــ ماشین آلات در صنایع و وسایل دیگر الکتریکی.

تحقیق کنید

از سیستم اتصال زمین هنرستان خود یا یک مرکز صنعتی بازدید کرده و گزارش آن را به کلاس ارایه دهید.

رنگ استاندارد روکش سیم ارت سبز و زرد است و در وسایل الکتریکی این سیم به بدنه دستگاه‌ها پیچ می‌شود (شکل ۱۴ــ۲).

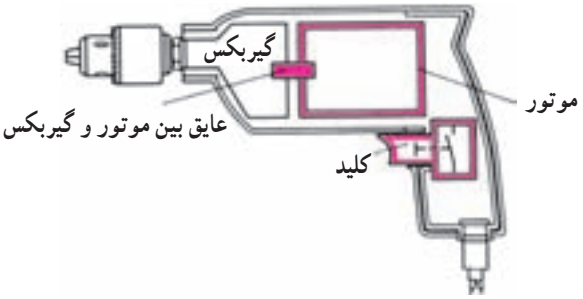


شکل ۱۴ــ۲ــ اتصال سیم ارت به بدنه دستگاه‌ها و دو شاخه

هم‌چنین کلیه وسایل الکتریکی پس از تولید تست عایقی می‌شوند تا هیچ‌گونه ارتباط الکتریکی بین سیم‌های هادی آن با بدنه فلزی دستگاه وجود نداشته باشد (شکل ۱۵ــ۲).

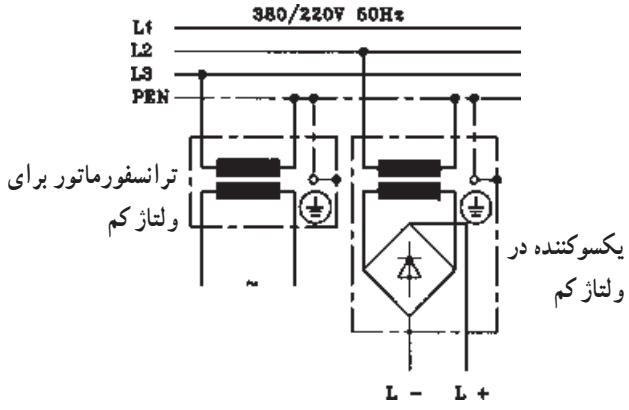
شکل ۱۵ــ۲ــ تست اتصال بدنه

۲ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط عایق‌کاری : در این روش تمام قسمت‌هایی که امکان اتصال برق با بدن انسان را دارد عایق می‌کنند. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین را عایق‌کاری نمود. ولی در دستگاه‌های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، جاروبرقی و ... برای جلوگیری از برق‌دار شدن بدنه فلزی آن‌ها، کارخانه سازنده، آن دستگاه را با یک لایه اضافی دیگر عایق می‌کند. در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد. شکل ۱۶ــ۲ این نوع حفاظت دارای علامت مشخصه □ روی وسایل الکتریکی است.



شکل ۱۶ــ۲ــ عایق مضاعف در دستگاه‌های متحرک

۳ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط ولتاژ کم: در این روش از ولتاژهای کمتر از ۵۰ ولت که برای انسان خطرناک نیست برای حفاظت استفاده می‌شود. این ولتاژ توسط یک ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم‌پیچ جداگانه استفاده می‌شود. کاربرد این روش در دستگاه‌های پزشکی، اسباب‌بازی‌های الکتروموتوری و ... است (شکل ۱۷ــ۲).



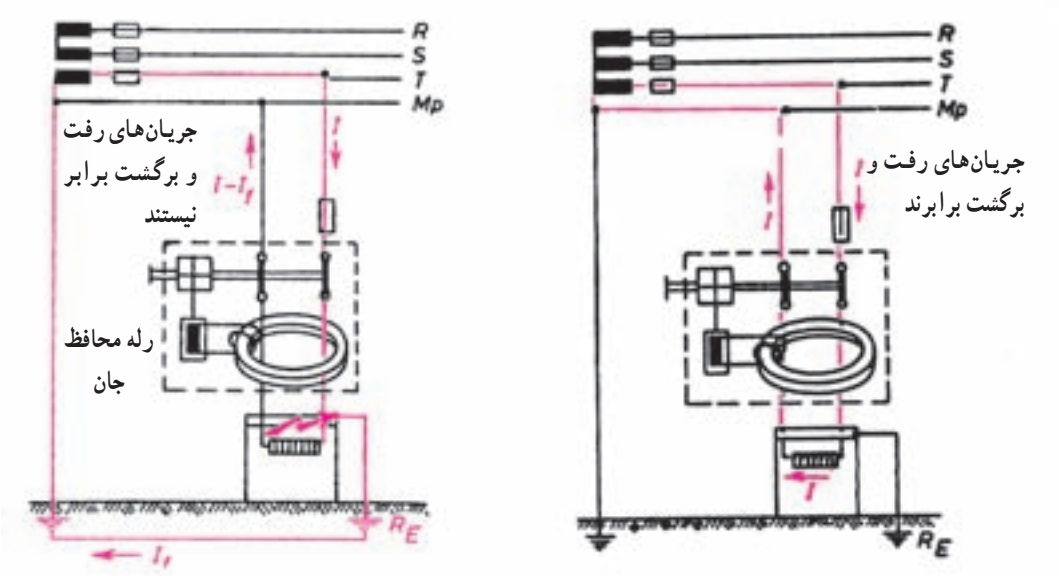
شکل ۱۷ــ۲ــ ترانس کاهنده ولتاژ

۴ــ۷ــ۲ــ حفاظت توسط کلید محافظ جان FI :
اساس کار این کلید بر پایه‌ی اختلاف جریان بین سیم‌های رفت و برگشت یک دستگاه الکتریکی می‌باشد. طبق شکل ۱۹ــ۲ در صورت کار عادی دستگاه اختلاف جریانی بین سیم‌های رفت و برگشت وجود ندارد. اما در صورتی که دستگاه اتصال بدنه پیدا کند، اختلاف جریانی بین سیم‌های رفت و برگشت به‌وجود می‌آید که باعث ایجاد میدان مغناطیسی شده و به رله فرمان می‌دهد تا مدار را قطع نماید.

این وسیله به اندازه‌ای حساس است که می‌تواند جریان‌های نشتی کوچک را که باعث عملکرد فیوز نمی‌شود ولی می‌تواند برای شروع یک آتش‌سوزی یا برق‌گرفتگی کافی باشد حس کرده و منبع تغذیه را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع کند.

تابلو و میز کار شما باید مجهز به کلید محافظ جان باشد.

شکل ۱۸ــ۲ــ شکل ظاهری کلید محافظ جان



الف) سیستم سالم

ب) سیستم معیوب (رله عمل می‌کند)

شکل ۱۹ــ۲ــ مدار الکتریکی کلید محافظ جان

۸ــ۲ــ توصیه‌های ایمنی

۱ــ هرگاه برروی تابلو برق علامت

را مشاهده کردید از باز کردن درب تابلو و دست زدن به قسمت‌های داخلی آن خودداری کنید.

۲ــ از کشیدن سیم از کف منزل یا زیرفرش که احتمال برخورد پای افراد با آن و یا پوسیدن سیم وجود دارد خودداری کنید.

۳ــ هنگام تعویض لامپ سوخته یا شکسته حتماً کلید چراغ را خاموش کنید و با استفاده از فازمتر از قطع جریان برق مطمئن شوید.

۴ــ هنگام شست‌وشوی کف آشپزخانه وسایل برقی را از برق جدا کنید و سعی کنید آب روی کلیدها و پریزها و هم‌چنین وسایل برقی پاشیده نشود.

۵ــ سیم‌های برق باید دارای روپوش عایق بوده و از پیچیده شدن آن‌ها به دور اشیای تیز و برنده جلوگیری کنید (شکل ۲۰ــ۲).

شکل ۲۰ــ۲

۶ــ در هنگام طوفان و رعد و برق لوازم برقی حساس مثل تلویزیون، یخچال، کامپیوتر را خاموش و از پریز جدا نمایید.

۷ــ از یک پریز برق برای چند وسیله برقی استفاده نکنید (شکل ۲۱ــ۲).

شکل ۲۱ــ۲

۸ــ سیم‌های پوسیده و زخمی وسایل الکتریکی را تعویض کنید (شکل ۲۲ــ۲).

شکل ۲۲ــ۲

سؤالات

۱ــ روش‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید.

۲ــ برق‌گرفتگی را تعریف کنید.

۳ــ انواع حفاظت شخص را نام ببرید.

۴ــ سیستم اتصال زمین را شرح دهید.

۵ــ انواع زمین کردن را نام برده و یک مورد را توضیح دهید.

۶ــ نحوه کار رله محافظ جان در حفاظت شخص را بیان کنید.

۷ــ چرا تماس شخصی با بدنه دستگاهی که دارای سیم ارت می‌باشد، خطرآفرین نیست؟

فصل سوم

ابزارشناسی

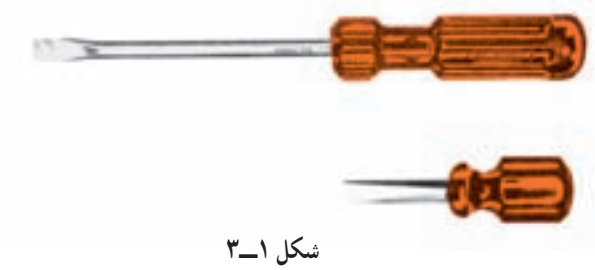
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :
۱ــ انواع ابزارهای موردنیاز سیم‌کشی را نشان دهد.
۲ــ کاربرد ابزارهای مورد استفاده را در سیم‌کشی بیان کند.

مقدمه

ابزارها و دستگاه‌هایی که در سیم‌کشی به‌کار می‌روند، بسیار تنوع دارند. در این فصل به‌شرح مهم‌ترین و متداول‌ترین آن‌ها می‌پردازیم. اگر طرز کار و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها را خوب یاد بگیرید، به‌آسانی می‌توانید کلیه‌ی وسایل مورد نیاز برای صنعت برق را بشناسید و آن‌ها را به درستی به کار ببرید.

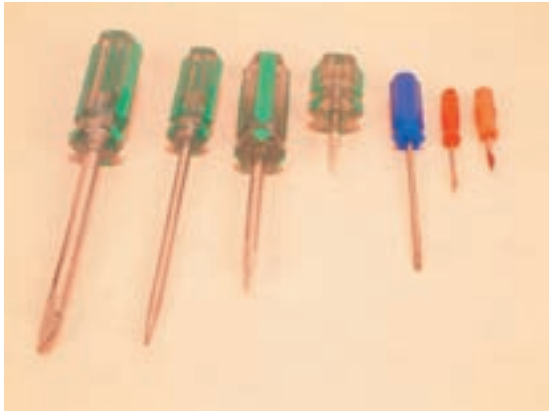
۱ــ۳ــ پیچ‌گوشتی

یکی از پرمصرف‌ترین ابزارها در سیم‌کشی و کارهای برقی پیچ‌گوشتی است. پیچ‌گوشتی انواع بسیار دارد. هرقدر دسته‌ی پیچ‌گوشتی بزرگ‌تر باشد، راحت‌تر می‌توان با آن پیچ را باز و بسته کرد. زیرا براساس خاصیت اهرم، هرقدر طول بازوی کارگر بیش‌تر باشد، نیاز به نیروی لازم کم‌تر خواهد شد. بنابراین پیچ‌گوشتی‌ها به تناسب طول در انواع مختلفی ساخته شده‌اند(شکل ۱ــ۳) .



شکل ۱ــ۳

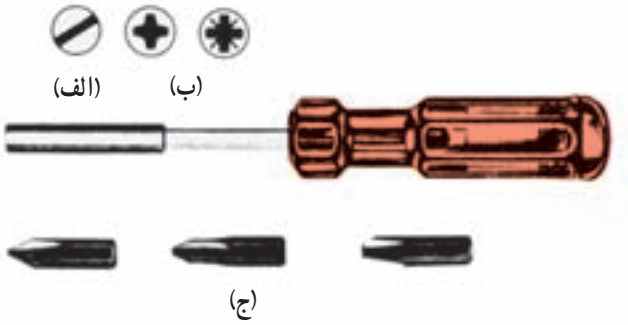
لبه‌ی پیچ‌گوشتی متناسب با شیار پیچ ساخته می‌شود. زیرا برای پیچ‌های کوچک، لبه‌ی پیچ‌گوشتی کوچک و برای پیچ‌های بزرگ، لبه‌ی پیچ‌گوشتی بزرگ مورد نیاز است و هرگز نباید از پیچ‌گوشتی‌های کوچک برای باز کردن پیچ‌های بزرگ استفاده کرد. در صورت عدم رعایت این نکته لبه‌های شیار پیچ از بین می‌رود و یا ممکن است لبه‌ی پیچ‌گوشتی بشکند (شکل ۲ــ۳).



شکل ۲ــ۳ــ انواع پیچ‌گوشتی‌های تخت

چون پیچ‌ها در دو نوع یک‌شیاره و دو شیاره ساخته می‌شوند، بنابراین دو نوع پیچ‌گوشتی ساده و چهارسو وجود دارد. در شکل ۳ــ۳ انواع پیچ یک‌شیاره و دوشیاره و پیچ‌گوشتی‌های مربوط به آن‌ها دیده می‌شود. شیار پیچ‌های

دوشیاره به‌صورت متقاطع (×) است. هنگام باز کردن این پیچ‌ها حتماً از پیچ‌گوشتی چهارسو استفاده کنید. در غیر این صورت لبه‌ی پیچ صاف و خراب می‌شود.



الف ــ پیچ یک شیاره ب ــ پیچ دو شیاره ج ــ پیچ‌گوشتی‌های ساده و چهارسو

شکل ۳ــ۳

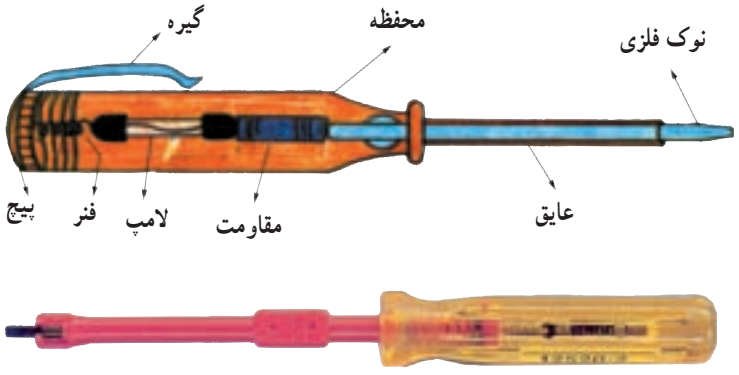
توجه

برای بازکردن و بستن جهت باز و بست پیچ هیچ وقت از انبر استفاده نکنید ؛برای بستن هر پیچ،از پیچ گوشتی مناسب همان پیچ استفاده کنید (شکل ۴ــ۳).

شکل ۴ــ۳ــ اثرات استفاده نامناسب از ابزار

۲ــ۳ــ فازمتر

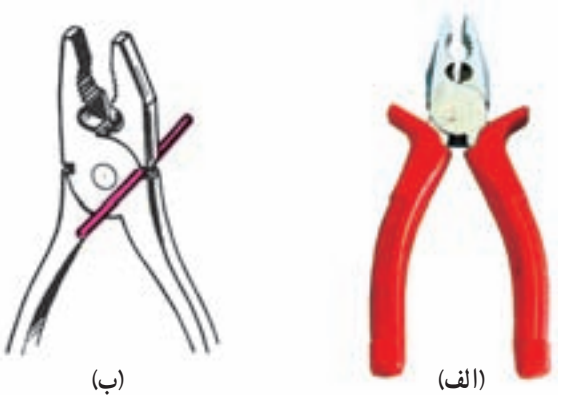
فازمتر وسیله‌ای است شبیه پیچ‌گوشتی که علاوه بر باز و بسته کردن پیچ‌ها، به‌منظور تشخیص سیم فاز از نول نیز به‌کار می‌رود. ساختمان ظاهری و داخلی فازمتر در شکل۵ــ۳آمده است. فازمترها در دو نوع بزرگ و کوچک ساخته می‌شوند. ضمناً لازم به تذکر است که نام فازمتر درحقیقت یک اصطلاح عامیانه است که دراصل فازنما نام دارد. زیرا این وسیله فقط فاز را از نول مشخص می‌کند.



شکل ۵ــ۳ــ شمای ظاهری و ساختمان داخلی فازمتر

۳ــ۳ــ انبردست

از انبردست برای نگاه‌داشتن قطعه کار و لخت کردن یا بریدن سیم (درصورت عدم وجود سیم‌چین و سیم‌لخت‌کن) استفاده می‌شود. به‌طور کلی ازنظر فنی نباید انبردست را به جای سیم‌چین یا سیم‌لخت‌کن به‌کار برد. بلکه فقط در مواقع ضروری باید از این وسیله برای بریدن یا لخت‌کردن سیم استفاده کرد (شکل ۶ــ۳).



شکل ۶ــ۳ ــ انبردست مرکب، انبردست در حال بریدن یک قطعه سیم

ایمنی

انبردست یکی از وسایل پرکاربرد و ضروری می‌باشد دقت نمایید عایق انبردست استاندارد و از نوع مرغوب باشد.

۴ــ۳ــ دم‌باریک

دم‌باریک وسیله‌ای است شبیه انبردست، با این تفاوت که نوک آن از انبردست بلندتر و باریک‌تر است. از دم‌باریک در مواقعی که جا تنگ است و انبردست کاربرد ندارد، استفاده می‌شود. برای سؤالی کردن، بریدن و فرم دادن به سیم‌ها نیز می‌توان دم‌باریک را به‌کار برد (شکل ۷ــ۳).

شکل ۷ــ۳ــ دم‌باریک

۵ــ۳ــ دم‌گرد

دم‌گرد از نظر شکل ظاهری شبیه دم‌باریک است. اگر کمی به نوک دم‌گرد نگاه کنید، متوجه می‌شویدکه نوک این وسیله به‌صورت دایره ساخته شده است. از این وسیله برای سؤالی کردن و فرم‌دادن به سیم‌ها استفاده می‌شود. در شکل ۸ــ۳ یک دم‌گرد را می‌بینید.

شکل ۸ ــ۳ــ دم‌گرد

۶ ــ۳ــ دم‌کج

دم‌کج نیز یکی از انواع دم‌باریک است که نوک آن خم شده است. دم‌کج‌ها در چند نوع ساخته می‌شوند. نوعی از آن‌ها مانند دم‌باریک است و کارهایی شبیه آن را انجام می‌دهد. نوع دیگر آن برای بیرون کشیدن خارهای دایره‌ای شکل به‌کار می‌رود (شکل۹ــ۳).

شکل ۹ــ۳ــ دم‌کج

۷ــ۳ــ سیم‌چین

سیم‌چین‌ها نیز مانند سایر ابزارها، بسیار متنوع هستند. سیم‌چین دارای دو لبه‌ی تیز است که با آن‌ها سیم را قطع می‌کند. سیم‌چین را به‌طور کلی برای بریدن سیم‌ها به‌کار می‌برند (شکل ۱۰ــ۳).

الف ــ متداول‌ترین سیم‌چین

ب ــ سیم‌چین در حال بریدن یک سیم

شکل ۱۰ــ۳

توجه

هرگز از سیم‌چین برای لخت‌کردن سیم استفاده نکنید، زیرا معمولاً در این حالت روکش سیم آسیب می‌بیند و اتصال از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف می‌شود.

۸ــ۳ــ سیم لخت‌کن

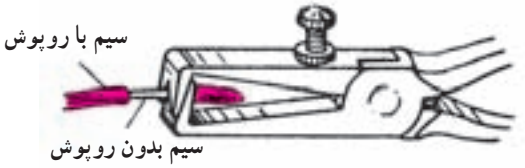
سیم لخت‌کن بر دو نوع است :

الف ــ سیم لخت‌کن ساده

ب ــ سیم‌لخت‌کن خودکار (اتوماتیک)

الف ــ سیم‌لخت‌کن ساده: این سیم‌لخت‌کن از دو لبه تشکیل شده که دارای شیارهایی در جهت قائم است. به‌وسیله‌ی پیچ و مهره‌ای می‌توان فاصله‌ی بین لبه‌ها را کم و زیاد کرد. درواقع پیچ، فاصله را تنظیم می‌کند و مهره فاصله‌ی تنظیم شده را ثابت نگاه می‌دارد. وقتی دو لبه روی هم قرار می‌گیرند، متناسب با فاصله‌ی تنظیم شده، دایره‌ای با شعاع معین به‌وسیله‌ی شیارهای موجود در روی لبه تشکیل می‌شود. چون لبه‌ی داخلی شیارها تیز است، اگر در داخل این شیارها سیم روپوش‌داری قرار داده شود که قطر داخلی آن به‌اندازه‌ی قطر دایره باشد، با کمی فشار و سپس کشیدن سیم‌لخت‌کن، روکش سیم جدا می‌شود (شکل ۱۲ــ۳).

شکل ۱۱ــ۳



شکل ۱۲ــ۳

ب ــ سیم‌لخت‌کن خودکار (اتوماتیک): این سیم‌لخت‌کن نیاز به تنظیم ندارد و ساده‌ترین آن‌ها دارای دو لبه‌ی متحرک است. روی این لبه‌ها شیارهایی تعبیه شده است که با روی هم قرار گرفتن آن‌ها، سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف تشکیل می‌شود. آن‌گاه سیم را داخل این شیارها قرار می‌دهند.

روبه‌روی این لبه‌ها دو لبه‌ی صاف متحرک نیز قرار دارد که به‌منزله‌ی نگه‌دارنده‌ی سیم است. وقتی می‌خواهیم سیم را لخت کنیم، ابتدا شیار مناسب را انتخاب می‌کنیم. آن‌گاه سیم را داخل آن قرار می‌دهیم سپس دسته‌ی سیم‌لخت‌کن را فشار می‌دهیم. لبه‌های صاف پایین می‌آید و سیم را نگه می‌دارد. حال اگر کمی بیش‌تر فشار دهیم روکش قسمت انتهایی سیم خارج می‌شود (شکل ۱۳ــ۳).

الف ــ نمای ظاهری سیم لخت‌کن

ب ــ سیم‌لخت‌کن اتوماتیک در حال لخت‌کردن سیم

شکل ۱۳ــ۳

علاوه بر سیم‌لخت‌کن‌های خودکار فوق، انواع دیگری از این سیم‌لخت‌کن‌ها وجود دارد که لخت‌کردن سیم با آن‌ها، آسان‌تر صورت می‌گیرد. با این سیم‌لخت‌کن می‌توان چند سیم را به‌صورت همزمان لخت کرد (شکل ۱۴ــ۳).

شکل ۱۴ــ۳ــ دو نمونه‌ی دیگر از سیم‌لخت‌کن‌های خودکار

۹ــ۳ــ چاقوی روپوش برداری کابل

این چاقو از نوع چاقوهای معمولی است که تیغه‌ی آن باز و بسته می‌شود. از این چاقو برای بریدن لوله‌ی خرطومی نیز استفاده می‌شود(شکل ۱۵ــ۳).

شکل ۱۵ــ۳ــ انواع چاقوهای روپوش‌برداری کابل

ایمنی

چاقو را همیشه باید طوری در دست گرفت که جهت آن به‌طرف جلو باشد نه به‌طرف بدن. شست دست هم باید پشت چاقو قرار گیرد تا جهت و مقدار حرکت آن روی سیم یا کابل تحت کنترل باشد(شکل ۱۶ــ۳).

شکل ۱۶ــ۳ــ طرز صحیح روکش‌برداری از کابل

۱۰ــ۳ــ قیچی کابل‌بری

برای برش کابل می‌توانید از قیچی‌های مخصوص استفاده کنید. این قیچی‌ها متناسب با قطر کابل ساخته شده‌اند. تیغه‌ی این قیچی‌ها قابل تعویض یا قابل تیز شدن است. جنس این تیغه‌ها از فولاد است. در شکل ۱۷ــ۳ انواع قیچی‌های کابل‌بری دستی و برقی آمده است.

شکل ۱۷ــ۳ــ انواع قیچی‌های کابل‌بری

۱۱ــ۳ــ ابزار پرس سرسیم و فیش‌ها

برای اتصالاتی که قابل جداشدن‌اند، باید از فیش یا ترمینال‌های مخصوص استفاده شود. اغلب اتصالاتی که در سیم‌کشی اتومبیل و دستگاه‌های الکتریکی وجود دارد از نوع جداشدنی هستند. در این نوع سیم‌کشی‌ها، تعمیرات آسان است. برای اتصال فیش به سرسیم‌ها از دستگاه پرس استفاده می‌کنند. درشکل۱۸ــ۳ انواع گوناگون دستگاه‌های پرس سر سیم آمده است.

شکل ۱۸ــ۳

در شکل۱۹ــ۳انواع سرسیم‌ها و فیش‌ها نشان داده شده است. در پایان یادآوری می‌شود کلیه‌ی این دستگاه‌ها و ابزارها دارای شماره‌ی مخصوصی‌اند و توسط هر کارخانه در کاتالوگ آن آمده‌اند. شماره‌ی ابزار را برحسب مدل، اندازه، جنس و نوع کار تعیین می‌کنند. با انتخاب شماره‌ی هر ابزار می‌توان آن ابزار را از کارخانه یا نمایندگی کارخانه دریافت کرد. در شکل‌های ۱۹ــ۳ تا ۲۳ــ۳ نمونه‌های دیگری از ترمینال‌ها، فیش‌ها و ابزار پرس را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۹ــ۳ــ انواع فیش‌ها

شکل ۲۰ــ۳ــ دستگاه پرس سرسیم

شکل ۲۱ــ۳

شکل ۲۲ــ۳

شکل ۲۳ــ۳ــ نحوه‌ی پرس کردن سرسیم

۱۲ــ۳ــ مولتی‌متر

مولتی‌متر به معنی اندازه‌گیر چندمنظوره است، به‌عبارت دیگر دستگاهی که بتواند چند کمیت مختلف را اندازه بگیرد مولتی‌متر نامیده می‌شود. نام دیگر این دستگاه آوومتر[1] است که از سر واژه‌ی کلمات آمپر، ولت و اهم تشکیل شده است. پس آوومتر دستگاهی است که می‌تواند آمپر، ولت و اهم را اندازه بگیرد. در این فصل با طرز کار این دستگاه آشنا خواهید شد در مراحل کار با برق، برای عیب‌یابی از آن استفاده می‌شود.

وقتی صحبت از آمپرمتر می‌شود باید دستگاهی را به‌خاطر بیاورید که جریان الکتریکی را اندازه‌گیری می‌کند. به‌طور کلی وقتی کلمه‌ی متر به‌صورت پسوند با واحد کمیت‌های اندازه‌گیری می‌آید، نام دستگاهی می‌شود که آن کمیت را اندازه می‌گیرد، مثل آمپرمتر، ولت‌متر، اهم‌متر، وات‌متر و ... .

سیمای ظاهری هر مولتی‌متر از سه قسمت تشکیل شده است :

۱ــ صفحه مدرج و عقربه

۲ــ سلکتور یا دگمه‌های انتخاب کننده

۳ــ ترمینال‌های ورودی و دگمه‌های تنظیم‌کننده

در شکل ۲۴ــ۳ تصویر نمونه‌ای از مولتی‌متر مشاهده می‌شود. در این‌جا به‌شرح دستگاه می‌پردازیم.

۱ــ صفحه‌ی مدرج و عقربه: روی صفحه‌ی مدرج کمیت‌های مورد اندازه‌گیری ثبت شده و درجه‌بندی‌های لازم نیز صورت گرفته است. اگر کمیت مورد اندازه‌گیری ولتاژ باشد با حرف V، اگر جریان باشد، با حرف A و اگر مقاومت باشد با علامت Ω (امگا) روی صفحه‌ی مدرج خوانده می‌شود. هم‌چنین برای جریان متناوب حروف AC یا علامت ~ و برای جریان مستقیم علامت حروف DC ذکر می‌شود. (شکل ۲۴ــ۳)

شکل ۲۴ــ۳ــ نمونه‌ای از مولتی‌متر

روی مولتی‌مترهای معمولی درجه‌بندی اُهم از سمت راست به چپ و سایر درجه‌بندی‌ها از چپ به راست است. معمولاً صفحه‌ی مدرج دارای آینه‌ای است که به وسیله‌ی آن عقربه را با تصویر آن تطبیق می‌دهند تا کمیت موردنظر دقیقاً اندازه‌گیری شود.

۲ــ سلکتور: سلکتور یا انتخاب کننده، معمولاً در قسمت پایین دستگاه قرار دارد و به‌صورت دوّار یا فشاری کار می‌کند. روی صفحه‌ی سلکتور نیز کمیت‌های موردنظر مشخص شده

۱ــ کلمه‌ی آوو (AVO) از حرف‌های اول کلمات Amper، Volt و Ohm گرفته شده است.

است. اعدادی روی صفحه‌ی سلکتور وجود دارد که نماینده‌ی حوزه‌ی کار دستگاه است.

۳ــ ارتباط سلکتور با صفحه‌ی مدرج: معمولاً اعدادی که روی صفحه‌ی سلکتور وجود دارد کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از اعداد نوشته‌شده روی صفحه‌ی مدرج‌اند. به‌این جهت، هنگام اندازه‌گیری یک کمیت، ممکن است سلکتور روی عدد ۱۰۰۰ ولت AC باشد ولی آخرین عدد صفحه‌ی مدرج ۲۵۰ را نشان دهد. برای ارتباط دادن این دو عدد با هم باید به‌صورت زیر عمل کنیم :

حوزه‌ی کار انتخاب شده روی سلکتور را بر آخرین عدد صفحه‌ی مدرج تقسیم می‌کنیم و ضریب به‌دست آمده را، که ضریب قرائت می‌نامند، در عددِ نشان‌داده‌شده به وسیله‌ی عقربه ضرب می‌کنیم تا مقدار واقعی کمیت موردسنجش به‌دست آید. برای سهولت کار غالباً عددی را از روی صفحه‌ی مدرج انتخاب می‌کنیم که مشابه با عدد انتخابی روی سلکتور باشد. (مثلاً ۱۰۰۰ سلکتور و عدد ۱۰ یا ۱۰۰ صفحه‌ی مدرج). در این حالت اگر بر روی صفحه‌ی مدرج عدد ۱۰ انتخاب شود ضریب $\frac{۱۰۰۰}{۱۰}$ یا ۱۰۰ خواهد بود. اگر عقربه عدد ۲/۵ را نشان دهد مقدار کمیت ۱۰۰×۲/۵ یا ۲۵۰ ولت است.

ایمنی

نکات ایمنی در استفاده از مولتی‌متر

در این قسمت شما طرز استفاده از قسمت‌های مختلف مولتی‌متر را، که ضروری است، یاد خواهید گرفت. قبل از تشریح این قسمت، نکات زیر را دقیقاً به‌خاطر بسپارید تا به‌هنگام کار دچار اشکال نشوید و مولتی‌متر را نسوزانید.

۱ــ وقتی مولتی‌متر را روی حوزه‌ی آمپر می‌گذارید، حتماً آن را به‌صورت سری در مدار قرار دهید. در غیر این‌صورت، آمپرمتر خواهد سوخت.

۲ــ هنگام اندازه‌گیری مقاومت در مدار، حتماً جریان برق را قطع کنید. درصورتی که ولتاژ الکتریکی به مدار وصل باشد اهم‌متر خواهد سوخت.

۳ــ هنگامی که ولتاژ را اندازه می‌گیرید مولتی‌متر را به‌صورت موازی در مدار ببندید.

۴ــ وقتی با مولتی‌متر کار می‌کنید، دقت کافی را در حمل و نقل و قراردادن دستگاه روی میز به‌کار بندید. درصورتی که به مولتی‌متر ضربه وارد شود، دستگاه حساسیت خود را از دست می‌دهد و خراب می‌شود.

۵ ــ به پیچ تنظیم صفر عقربه‌ی دستگاه دست نزنید، زیرا این قسمت خیلی حساس است و درصورت بازی کردن با آن، ضمن قطع شدن فنرِ زیر عقربه مولتی‌متر نیز خراب می‌شود.

۶ ــ هرگز پشت دستگاه را باز نکنید. زیرا فقط یک تکنیسین ورزیده می‌تواند این دستگاه را باز و تعمیر کند و درصورت ماهر نبودن، عیب دستگاه بیش‌تر می‌شود. بنابراین به مجرد بروز اشکال در دستگاه، به معلم خود مراجعه کنید.

۷ــ وقتی می‌خواهید ولتاژ یا جریان را اندازه بگیرید، حوزه‌ی کار دستگاه را روی درجه‌ای قرار دهید که بیش‌تر از مقدار کمیّت مورد اندازه‌گیری باشد. درصورتی که مقدار کمیت را نمی‌دانید ابتدا حوزه‌ی کار سلکتور را

روی بیش‌ترین مقدار قرار دهید، سپس در خلال اندازه‌گیری اگر انحراف کافی در عقربه مشاهده نشد، حوزه‌ی کار را کاهش دهید.

۸ــ سعی کنید کلید سلکتور را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانید. زیرا مهره‌ی زیر سلکتور بعضی از دستگاه‌ها طوری نصب شده است که اگر در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده شود باز می‌شود و دستگاه از کار می‌افتد.

۹ــ طرز قرار گرفتن مولتی‌مترها معمولاً در سمت چپ، زیر صفحه‌ی مدرج مشخص می‌شود. علامت Π طرز قرار گرفتن دستگاه به‌صورت خوابیده (افقی) و علامت $\perp$ طرز قرارگرفتن دستگاه به‌صورت عمودی یا ایستاده است. باید این نکته را دقیقاً رعایت کرد ؛ در غیر این صورت اعداد قرائت شده غیرواقعی خواهند بود.

۱۰ــ چنانچه مولتی‌متر بر روی حداکثر حوزه‌ی کار خود باشد و عقربه از مقدار مجاز صفحه‌ی مدرج بیش‌تر منحرف شود، دستگاه برای اندازه‌گیری این کمیت مناسب نیست و باید دستگاه دیگری را انتخاب کرد.

سؤالات

۱ــ آیا می‌توان پیچ‌های چهارسو را با پیچ‌گوشتی دوسو باز کرد؟ چرا؟

۲ــ فازمتر چیست؟ اجزای آن را نام ببرید.

۳ــ سیم لخت‌کن برای چه سیم‌هایی به‌کار می‌رود؟

۴ــ اگر سر سیم‌ها را پرس نکنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

۵ــ مولتی‌متر چیست؟ در سیم‌کشی از چه نوع آن استفاده می‌شود؟

فصل چهارم

سیم‌ها و کابل‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ انواع سیم‌ها را نام ببرد.

۲ ــ نحوه‌ی لخت کردن سیم را بیان کند.

۳ ــ انواع اتصالات سیم‌ها را تعریف کند.

۴ ــ کارهای عملی مربوط به اتصالات سیم‌ها را انجام دهد.

۵ ــ اتصالات لحیمی را شرح دهد و انواع آن را نام ببرد.

۶ ــ کارهای عملی مربوط به اتصالات لحیمی را انجام دهد.

۷ ــ کابل را تعریف و ساختمان آن را تشریح کند.

۸ ــ اطلاعات فنی کابل‌ها را از روی بدنه‌ی آن‌ها استخراج کند.

۱ــ۴ــ سیم‌ها

سیم‌هایی که در تأسیسات ساختمانی به‌کار می‌روند اکثراً به‌صورت‌های تک‌لا و یا افشان هستند. معمولاً از سیم مسی تک‌لا در سیم‌کشی توکار و داخل لوله، و از سیم‌های افشان در خارج از لوله یا روی کار به‌صورت آزاد استفاده می‌کنند، زیرا این نوع سیم برعکس سیم‌های تک‌لا در مقابل عوامل مکانیکی مقاوم‌تر و از خاصیت ارتجاعی بیش‌تری نیز برخوردارند. این دو نمونه سیم که بیش‌تر مصرف ساختمانی دارند از جنس مسی با روکش پلاستیکی ساخته می‌شوند. ولتاژ مجاز این‌گونه سیم‌ها حداکثر ۱۰۰۰ ولت است.

سیم‌های تک‌لا را که معمولاً به‌وسیله‌ی لوله‌های فولادی و یا P.V.C و خرطومی روی دیوار یا داخل دیوار و یا خارج دیوار با استفاده از مقره مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نصب این نوع سیم‌ها طبق استاندارد VDE در اندازه‌های مختلف از رنگ‌های مختلفی استفاده شده است، مثلاً از ۰/۷۵ تا ۷۰ میلی‌متر مربع رنگ های سبز ــ زرد ــ سیاه ــ آبی ــ قهوه‌ای و از ۱۲۰ تا ۱۸۵ میلی‌متر مربع با رنگ سیاه مشخص می‌شود (شکل ۱ــ۴ و جدول ۱ــ۴).

عایق این‌گونه سیم‌ها از جنس پی‌ــ وی‌ــ سی است و برای مصرف در تأسیسات نصب ثابت در نقاط خشک استفاده می‌شود. نصب این سیم‌ها مستقیماً در داخل دیوار مجاز نیست.

معمولاً هنگام انتخاب سیم برای ساختمان، عواملی که درنظر گرفته می‌شوند عبارتند از :

۱ــ توان مصرف‌کننده‌ها و جریان مورد نیاز. چنان‌چه

شکل ۱ــ۴

جدول ۱ــ۴ــ مشخصات سیم‌های تک‌لا مسی با رنگ‌های مختلف

قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت عایق (میلی‌متر)	ساختمان سیم	سطح مقطع
۲/۲	۰/۶	۱×۰/۹۸	۰/۷۵
۲/۲	۰/۶	۱×۱/۱۳	۱
۲/۶	۰/۶	۱×۱/۳۸	۱/۵
۳/۲	۰/۷	۱×۱/۷۸	۲/۵
۳/۹	۰/۸	۱×۲/۲۵	۴
۴/۴	۰/۸	۱×۲/۷۶	۶
۵/۶	۱/۰	۱×۳/۵۵	۱۰
۶/۵	۱/۰	۱×۴/۵۰	۱۶
۷/۱	۱/۰	۷×۱/۷۰	۱۶
۸/۸	۱/۲	۷×۲/۱۴	۲۵
۱۰/۰	۱/۲	۱۹×۱/۵۳	۳۵
۱۲/۰	۱/۴	۱۹×۱/۸۶	۵۰
۱۳/۵	۱/۴	۱۹×۲/۱۷	۷۰
۱۵/۵	۱/۶	۱۹×۲/۵۳	۹۵
۱۷/۵	۱/۶	۳۷×۲/۰۳	۱۲۰

جدول ۲ــ۴ــ حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی استاندارد شده

مقطع سیم به میلی‌مترمربع	شدت جریان مجاز سیم برحسب آمپر		
	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	کابل‌های روکار	سیم‌های هوایی
۰/۷۵	۴	۶	۱۰
۱	۶	۱۰	۱۵
۱/۵	۱۰	۱۵	۲۰
۲/۵	۱۵	۲۰	۲۵
۴	۲۰	۲۵	۳۵
۶	۲۵	۳۵	۵۰
۱۰	۳۵	۵۰	۶۰
۱۶	۵۰	۶۰	۸۰
۲۵	۶۰	۸۰	۱۰۰
۳۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵
۵۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰
۷۰	ــ	۱۶۰	۲۰۰
۹۵	ــ	۲۰۰	۲۲۵
۱۲۰	ــ	۲۲۵	۲۶۰

تعداد و مقدار مصرف‌کننده‌ها زیاد باشد باید در انتخاب سطح مقطع سیم بیش‌تر دقت شود.

۲ــ استفاده درست از جداول استاندارد شده سیم‌ها برای تعیین نوع و اندازه سطح مقطع مناسب برحسب جریان مصرف‌کننده‌ها. به‌عنوان مثال در جدول ۲ــ۴ حداکثر جریان مجاز برای مقاطع مختلف سیم‌های مسی تعیین و قابل استفاده می‌باشد.

۲ــ۴ــ لخت کردن سیم‌ها

یکی از نکات به ظاهر ساده ولی بسیار مهم در سیم‌کشی و اتصالات، طرز لخت کردن یا عایق‌برداری سیم‌هاست که هم از نظر الکتریکی و هم از نظر مکانیکی حائز اهمیت است. هنگام لخت کردن سیم باید توجه داشت که اولاً از ابزار درست و مناسب استفاده شود (سیم لخت‌کن معمولی یا اتوماتیک). ثانیاً طول عایق مورد نظر باید اندازه‌گیری شده و به همان اندازه لازم نه کم‌تر و نه بیش‌تر برداشته شود تا از نظر الکتریکی دارای ایمنی کافی باشد.

نکته‌ی دیگر که از نظر مکانیکی قابل توجه است این است که روی مفتول یا قسمت هادی سیم هیچ گونه آسیبی ایجاد نشود زیرا همین آسیب دیدگی به ظاهر بی اهمیت در اثر گذشت زمان باعث قطع شدن سیم خواهد شد.

۳ــ۴ــ اتصالات سیم‌ها

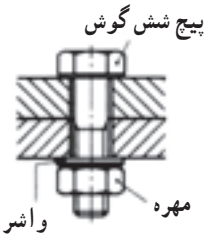
منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها می‌باشد. صحت اتصالات بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی خوب کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد.

نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به‌صورت روبه‌رو می‌باشد.

۱ــ ۳ــ۴ــ اتصالات غیرلحیمی: اتصالات غیرلحیمی خود به سه صورت کلی زیر به‌کار می‌رود.

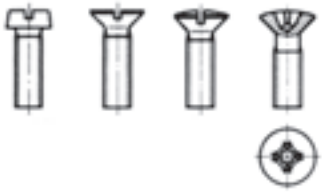
اتصالات پیچ و مهره‌ای

انواع اتصالات پیچی: انواع این نوع اتصالات عبارتند از : اتصالات پیچی با پیچ و مهره و اتصالات پیچی با رزوه‌های داخلی. در اتصالات پیچی با پیچ و مهره بخش‌هایی مانند ریل‌ها (شین‌ها[1]) با سوراخ سرتاسری به یکدیگر متصل می‌شوند (پیچ عبوری شکل۲ــ۴). پیچ و مهره دو بخش را به یکدیگر متصل می‌کند. واشرها از آسیب رساندن مهره با سرپیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند.



شکل ۲ــ۴ــ اتصالات پیچی

پیچ‌ها، مهره‌ها و نگهدارنده‌های پیچ: در برق صنعتی اغلب از پیچ‌های دوسو (شکل۳ــ۴) چهارسو، شش‌گوش (شکل ۲ــ۴) و پیچ‌های سرآلن (شکل ۴ــ۴) استفاده می‌شود.

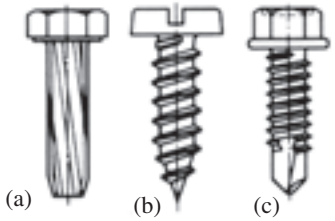


شکل ۳ــ۴ــ پیچ‌های شیاردار

شکل ۴ــ۴ــ پیچ سر آلن

برای محکم کردن بست‌های پیچی و فاصله اندازها برروی صفحه یا قطعات فلز ترجیحاً از پیچ برش قلاویز (شکل a ــ ۵ــ۴) پیچ خودرو (شکل b ــ ۵ــ۴) یا پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خودرو (شکل c ــ ۵ــ۴)استفاده می‌شود.

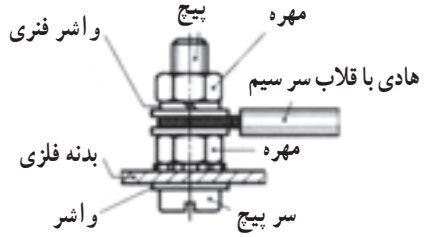
مهره‌ها وظیفه انتقال نیروی کششی ایجاد شده در پیچ به قطعه را دارند. در برق صنعتی اغلب از مهره‌های شش گوش استفاده می‌شود. اتصالات پیچ همواره باید طبق مقررات همراه با واشر و المان‌های ایمنی باشند.



a) پیچ برش ـ قلاویز b) پیچ خودرو c) پیچ مته‌ای بارزوه‌های پیچ خودرو

شکل ۵ــ۴ــ انواع پیچ‌های خودرو

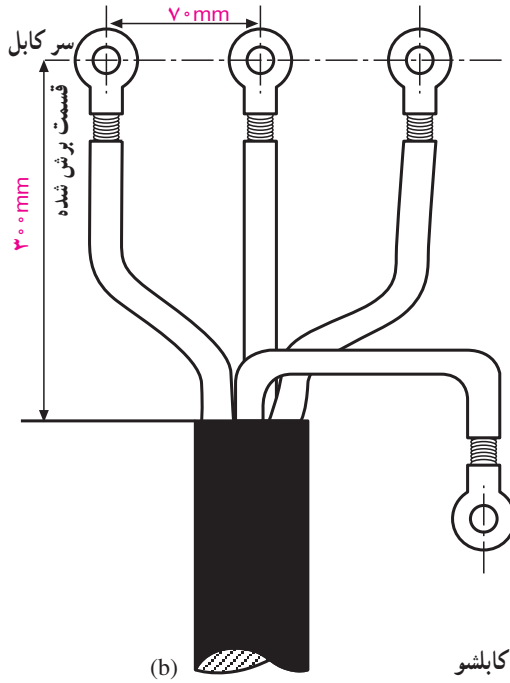
اتصال پیچی هادی محافظ (شکل۶ــ۴) باید با دقت خاصی صورت گیرد.



شکل ۶ــ۴ــ اتصال هادی محافظ به بدنه

برای اتصال سیم‌های با قطر زیاد (مانند کابل) به شین‌ها از سر کابل (کابلشو) استفاده می‌شود (شکل۷ــ۴). نحوه‌ی عملکرد بدین‌صورت است که ابتدا باید کابل یا سیم با قطر زیاد را لخت کرده و سپس به اندازه مناسب در داخل سرکابل (کابلشو) قرار داد و در نهایت با دستگاه مخصوص انتهای کابلشو را پرس کرد.

۱ــ شین ــ تسمه‌های مسی با ضخامت‌های متفاوت برای عبور جریان اصلی در تابلوهای برق را نامند.



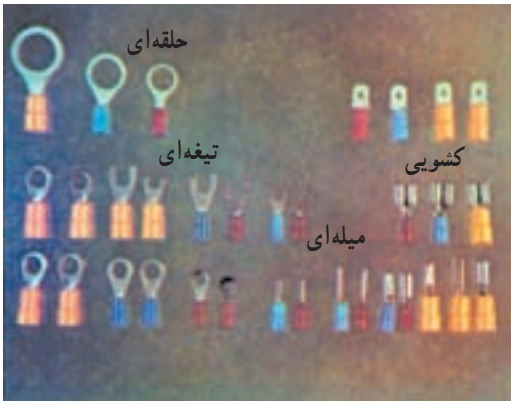
(b)

(a)

شکل ۷ــ۴ــ سیم در کابلشو

اتصالات فیشی (سرسیمی)

برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سرسیم‌های فیشی استفاده کرد. همان‌طوری که درشکل ۸ــ۴ مشاهده می‌شود تعدادی از اتصالات سرسیمی نشان داده شده است. این فیش‌ها (سرسیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشویی و میله‌ای هستند که هریک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.



شکل ۸ــ۴ــ انواع سرسیم

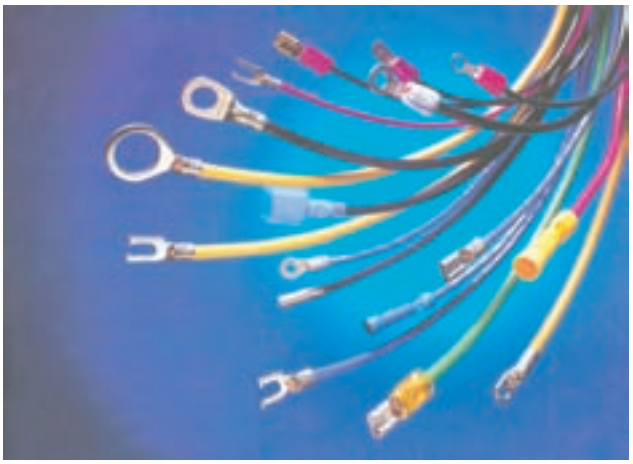
اتصال‌ها و بست‌های انتهایی که در آن‌ها لحیم به‌کار برده نمی‌شوند ولی با فشار، محکم به هادی متصل می‌گردند تماس الکتریکی کافی برقرار می‌کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و درحد مطلوب است. به علاوه اتصال‌دهنده‌های بدون لحیم از لحاظ نصب ساده‌ترند زیرا در آن‌ها مسایل مربوط به لحیم‌کاری مانند سرد شدن لحیم، سوختن عایق و غیره در آن مطرح نیست.

وسیله‌ای که برای پرس کردن سرسیم‌ها استفاده می‌شود یک نوع انبر خاصی است که تصویر یک نمونه از آن را در شکل ۹ــ۴ مشاهده می‌کنید.

شکل ۹ــ۴

شکل ۱۰ــ۴ تصویر چند نمونه سرسیم‌های فیشی که به سیم‌ها متصل شده‌اند را نشان می‌دهد.

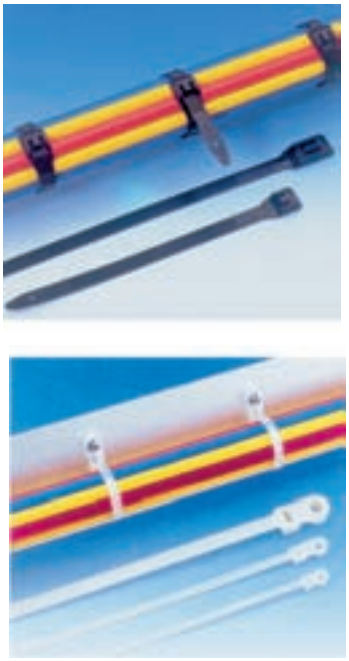
نحوه ایجاد اتصالات سرسیم‌ها مطابق توضیحات داده شده مربوط به قسمت اتصال کابلشو در اتصالات پیچ و مهره‌ای است.



شکل ۱۰ــ۴

بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک مسیر یا قسمت خاص هستند در تابلوهای برق و دستگاه‌های الکترونیکی از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۱۱ــ۴ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱۱ــ۴

تجهیزات و مواد لازم کارهای عملی اتصالات

۱ــ سیم افشان نمره ۱ یا ۱/۵ یک متر
۲ــ سیم مفتولی ۰/۷۵ یا ۱ یک متر
۳ــ سرسیم‌های مختلف
۴ــ ترمینال پلاستیکی ۴خانه ۲ یک متر
۵ــ تسمه مسی با ضخامت mm ۵ حداکثر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر
۶ــ سیم‌چین
۷ــ سیم لخت‌کن
۸ــ دم‌باریک
۹ــ دم‌گرد
۱۰ــ انبردست
۱۱ــ انبرپرس
۱۲ــ دم‌پهن

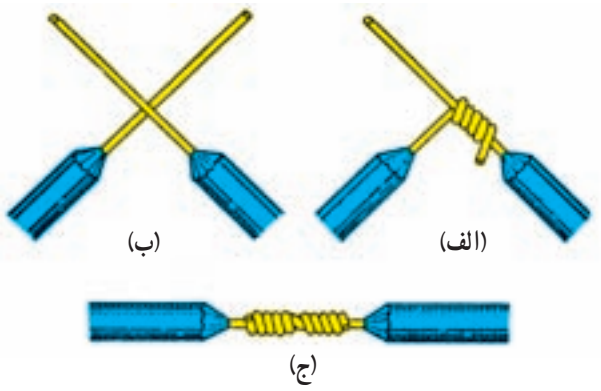
کار عملی ۱

الف) هدف: کار با ابزار و سیم

مراحل انجام کار:

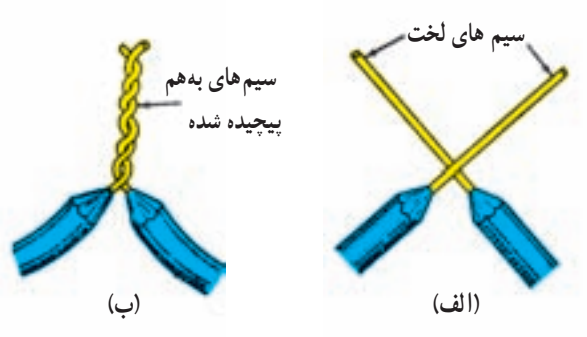
۱ــ یک طرف سیم مفتولی را که در اختیار دارید به گیره بسته و طرف دیگر آن را با انبردست گرفته و بکشید تا سیم صاف شود.

۲ــ از سیم صاف شده شش قسمت ۱۰ سانتی‌متری برش دهید.



شکل ۱۲ــ۴

۳ــ حدود ۳ سانتی‌متر از هر سیم را لخت کنید.

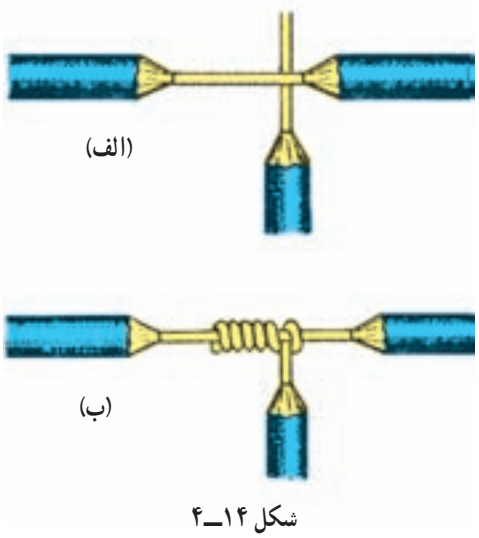


شکل ۱۳ــ۴

۴ــ سیم‌ها را به صورت دوبه‌دو مطابق اشکال داده شده به یکدیگر وصل کنید.

۵ــ از هر مدل شکل‌ها یک نمونه انجام دهید.

تذکر: برای ایجاد اتصالات نشان داده شده از انبردست و دم‌باریک و دم‌پهن استفاده کنید به‌طوری که سیم‌ها زخمی نشوند.



شکل ۱۴ــ۴

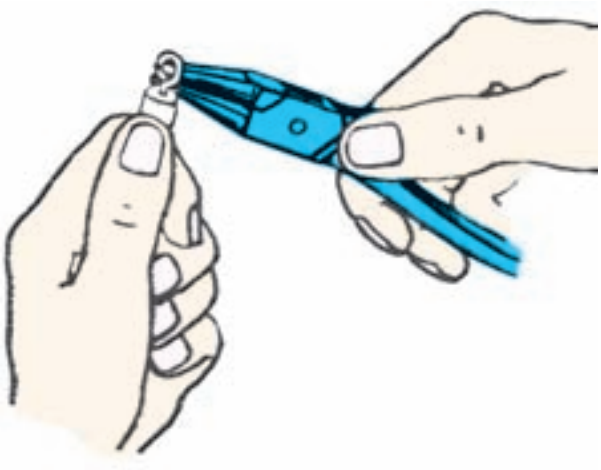
ب) هدف: کار با ابزار و سیم

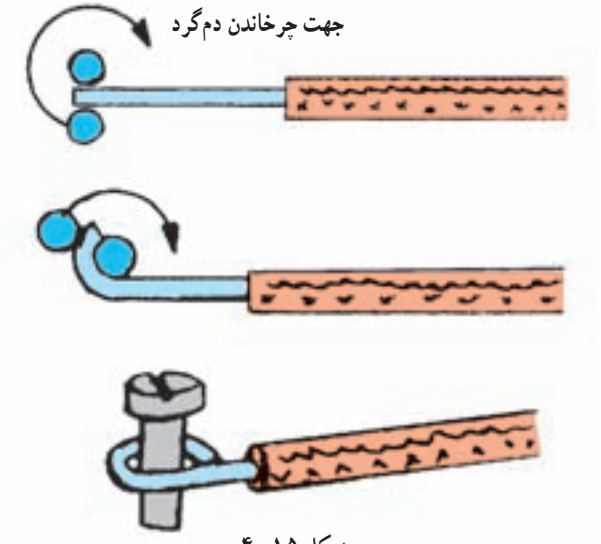
مراحل انجام کار

۱ــ یک قسمت ۱۰ سانتی‌متری از سیم صاف شده را برش دهید.

۲ــ حدود ۲ سانتی‌متر از سیم را لخت کنید.

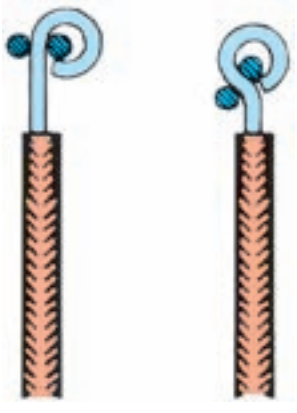
۳ــ با استفاده از دم‌گرد مطابق (شکل ۱۵ــ۴) سیم را گرفته و با چرخاندن سیم به دور یک بازوی دم‌گرد یک دایره کامل را ایجاد کنید.





شکل ۱۵ــ۴

۴ــ در انتها قسمت انتهایی دایره را با دم‌گرد یا دم‌باریک کمی خم کنید تا شکل سیم به‌صورت علامت سؤال (؟) درآید (شکل ۱۶ــ۴).



شکل ۱۶ــ۴

کار عملی ۲

هدف) انجام اتصالات سرسیمی (فیش‌های سرسیمی)

الف ــ اتصال سیم به سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای

مراحل انجام کار:

۱ــ سه رشته سیم مفتولی صاف شده نمره ۱ یا ۱/۵ را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متر در اختیار بگیرید.

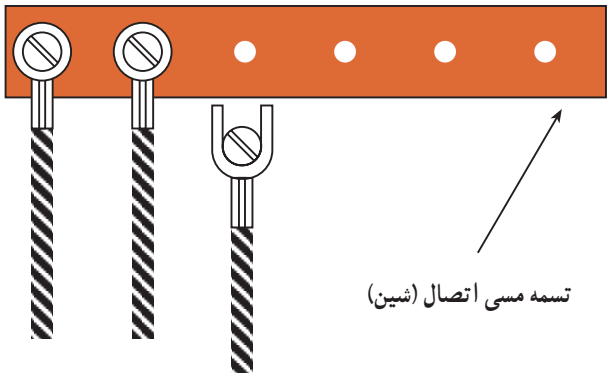
۲ــ هر رشته سیم را از طرفین به اندازه ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر لخت کنید.

۳ــ از هر دوطرف یک رشته سیم یک نمونه از سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای را قرار دهید.

۴ــ به کمک انبرپرس دوطرف سرسیم‌ها را پرس کنید.

۵ــ سرسیم‌های فیشی پرس شده را مطابق شکل ۱۷ــ۴ زیر پیچ‌های موجود روی یک تسمه مسی قرار داده و پیچ‌ها را محکم کنید.

شکل ۱۷ــ۴



شکل ۱۸ــ۴

ب ــ اتصال سیم به سرسیم‌های کشویی

مراحل انجام کار:

۱ــ چهار رشته سیم مفتولی (یا افشان) مناسب را در اختیار بگیرید.

۲ــ سرفیش‌های کشویی مختلف مطابق شکل ۱۹ــ۴ را پس از لخت کردن طرفین سیم‌ها در دوطرف آن‌ها قرار دهید.

۳ــ به کمک انبرپرس دوطرف سرسیم‌های کشویی را پرس کنید.

۴ــ به‌خاطر آشنایی با یک نمونه زمینه کاربردی این سرسیم‌ها قوطی کلید کولری را به همراه کلید مربوطه روی تابلو نصب کنید و سپس با عبور دادن سیم‌ها از یک طرف قوطی سرسیم‌های پرس شده را به فیش‌های پشت کلید وصل کنید (شکل ۲۰ــ۴).

شکل ۱۹ــ۴

شکل ۲۰ــ۴

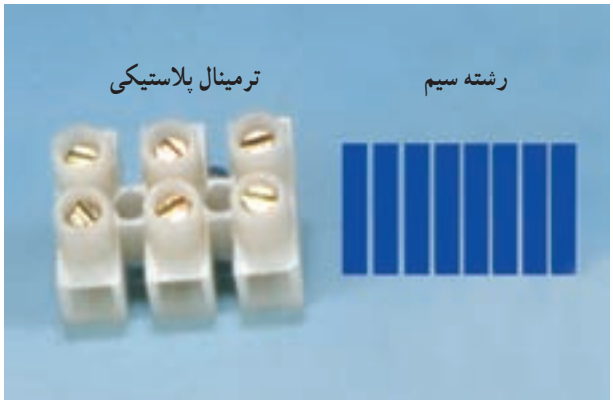
کار عملی ۳

هدف: انجام اتصالات ترمینالی

۱ــ هشت رشته سیم مفتولی به‌طول ۱۰ سانتی‌متر را در اختیار بگیرید.

۲ــ یک طرف سیم‌ها را حدود ۱سانتی‌متر لخت کنید.

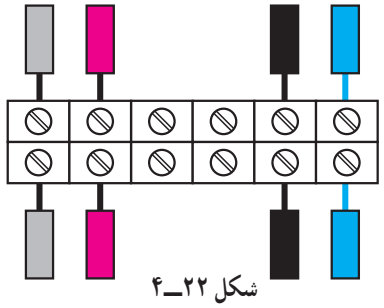
۳ــ یک ترمینال پلاستیکی حداقل ۶ خانه را در اختیار بگیرید (شکل ۲۱ــ۴).



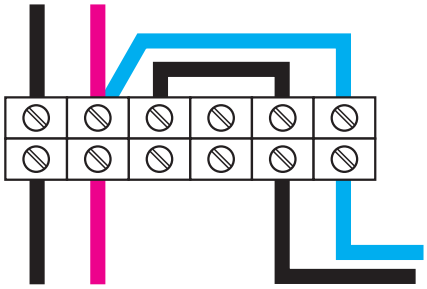
شکل ۲۱ــ۴

۴ــ سیم‌های مفتولی لخت شده را مطابق شکل ۲۲ــ۴ زیر پیچ های ترمینال قرار داده و محکم کنید. دقت کنید تا هم قسمت لخت شده زیر پیچ ترمینال قرار گیرد، و قسمت لخت بیرون ترمینال مشاهده نشود.

۵ــ سیم‌های زیرپیچ قرار گرفته را با استفاده از دم‌باریک مطابق شکل ۲۳ــ۴ مرتب کرده و حالت دهید.



شکل ۲۲ــ۴



شکل ۲۳ــ۴

۲ ــ۳ــ۴ اتصالات لحیمی

مقدمه: لحیم‌کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ ثالث است. در این فرآیند آلیاژ یا فلز لحیم کننده به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و باعث متصل شدن فلزات لحیم شونده به یکدیگر می‌شود.

لحیم کاری در دو نوع لحیم‌کاری سخت (Brazing) و لحیم‌کاری نرم (Soldering) انجام می‌شود.

لحیم‌کاری سخت: عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت‌های بالا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. عموماً به این نوع لحیم‌کاری، «جوشکاری» می‌گویند. از انواع جوشکاری‌ها می‌توان، قوس الکتریکی و جوش گاز را نام برد.

لحیم‌کاری نرم: درجه حرارت لحیم‌کاری بسیار پایین‌تر از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم‌کاری است و عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت پایین‌تر از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.

لحیم

«آلیاژ لحیم» که به‌طور اختصار به آن «لحیم» گفته می‌شود معمولاً آلیاژی مرکب از سرب و قلع است.

قلع با آب و هوا ترکیب نمی‌شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسیدشدن آن جلوگیری می‌کند. امروزه برای جلوگیری از اکسیدشدن قطعات الکترونیک تقریباً تمام پایه‌های قطعات را قلع‌اندود می‌کنند.

لحیم به صورت مفتول نازک در قرقره‌های حدود ۲۵۰ گرمی، ۵۰۰ گرمی یا یک کیلوگرمی تولید می‌شود. قطر مفتول‌های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی‌متر است. لحیم‌ها را با درصد ترکیب‌های مختلف قلع و سرب نیز می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند.

شکل ۲۴ــ۴ــ قرقره‌های مختلف لحیم

ــ روغن لحیم‌کاری (روانساز): برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید طوری که اکسید فلز روی آن‌ها وجود نداشته باشد. از آن‌جا که اکثر فلزات در درجه حرارت‌های عادی اکسید می‌شوند همواره لایه‌ی بسیار نازکی از اکسید بر سطح آن‌ها وجود دارد از این رو قبل از لحیم‌کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک‌کننده تمیز کنید. ماده‌ی پاک‌کننده‌ای که برای پاک کردن این سطح‌ها به کار می‌رود «روغن لحیم‌کاری» نام دارد.

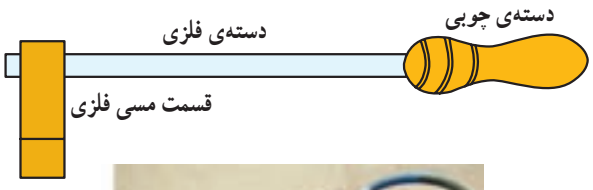
هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود.

ــ وسایل لحیم‌کاری: برای لحیم‌کاری چند قطعه به یکدیگر ابتدا باید آن‌ها را گرم نموده و سپس لحیم کرد. برای تأمین حرارت لازم از وسیله‌ای به نام هویه استفاده می‌شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می‌کند.

برای کارهای مختلف از هویه‌های گوناگون استفاده می‌شود و معمولاً هویه‌ها را از نظر نحوه‌ی گرم شدن به دو دسته تقسیم می‌کنند :

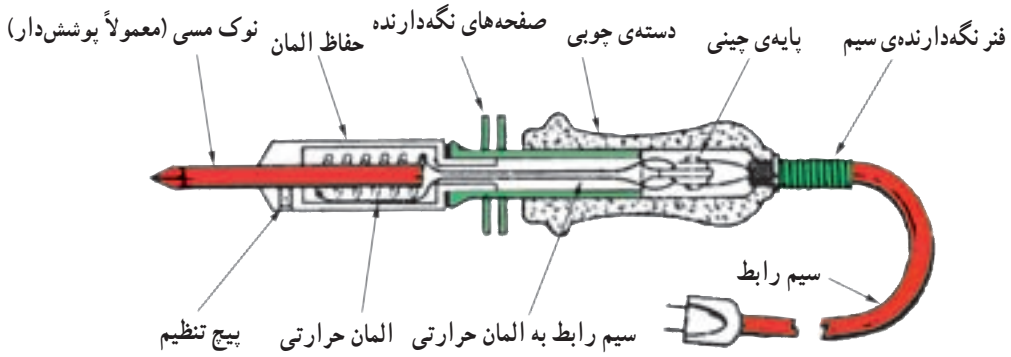
الف) هویه‌هایی که با چراغ پریموس یا مشعل‌های گازی گرم می‌شوند.

ب) هویه‌هایی که به وسیله جریان الکتریکی گرم می‌شوند. این هویه‌ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می‌شود.



شکل ۲۵ــ۴ــ هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن

نوع مقاومتی: یک سیم مقاومت‌دار که در داخل پوششی از عایق قرار گرفته است در اطراف میله‌ی مسی پیچیده می‌شود. با اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی، هویه مانند اتو گرم می‌شود. در شکل ۲۶ــ۴ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.



شکل ۲۶ــ۴ــ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

نوع ترانسفورماتوری: در این نوع از اصول مغناطیسی، (القا متقابل)[1] استفاده می‌شود هویه‌ی ترانسفورماتوری دارای سیم‌پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیش‌تر موارد تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا ۳ حلقه است. چون ترانسفورماتور کاهنده است شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل۲۷ــ۴ مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد.

شکل ۲۷ــ۴ــ مدارهای الکتریکی هویه‌ی ترانسفورماتوری

نحوه‌ی لحیم‌کاری

برای آن که لحیم‌کاری به خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را درنظر بگیرید :

- نقاطی که می‌خواهید لحیم‌کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.
- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.
- در موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.
- در صورتی که دو قطعه را قبلاً به لحیم آغشته کنید (قلع اندود) و سپس آن‌ها را با حرارت دادن به هم وصل کنید لحیم‌کاری خیلی بهتر انجام می‌گیرد.
- از لحیم به اندازه‌ای که لازم است استفاده کنید. به کار بردن لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.
- لحیم‌کاری زمانی خوب است که پس از لحیم‌کاری، محل اتصال درخشان به‌نظر آید.
- برای قلع اندود کردن سرسیم از نوع سیم افشان یا مفتولی، ابتدا سرسیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید نه روی نوک هویه تا لحیم با گرمای سرسیم ذوب شود (شکل ۲۸ــ۴).

شکل ۲۸ــ۴ــ نحوه‌ی لحیم‌کاری سر سیم

۱ــ با مطلب القا متقابل در مباحث بعد آشنا خواهید شد.

کار عملی ۴

هدف‌ها

الف : قلع‌اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

ب :لحیم‌کاری سیم‌ها

ج : لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

مراحل اجرا

الف: قلع‌اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵ سانتی‌متر و از سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی‌متری جدا کنید (جمعاً ده قطعه سیم ۱۵ سانتی‌متری)

■ به کمک سیم‌لخت‌کن از هر طرف هریک از قطعات یک سانتی‌متر روپوش برداری کنید. سپس مطابق شکل ۲۹ــ۴ تمامی سرسیم‌ها را قلع‌اندود کنید.

■ یک سانتی‌متر از روپوش دوسر کابل آنتن تلویزیون را مطابق شکل ۲۹ــ۴ بردارید و مغزی هردو سر را قلع‌اندود کنید.

سؤال ۱ــ چرا سرسیم‌ها را قلع‌اندود می‌کنند؟ کاربرد آن‌ها در کجاست؟ توضیح دهید.

ب: لحیم‌کاری

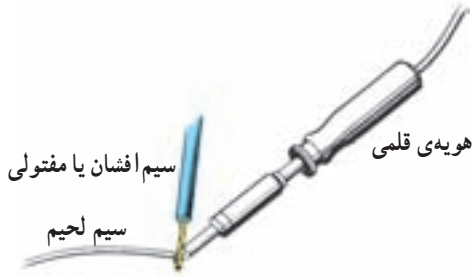
■ چند تکه سیم‌افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به‌طول‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر را از انبار تحویل بگیرید.

■ دوطرف هریک از سیم‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر را حدود ۱/۵ سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.

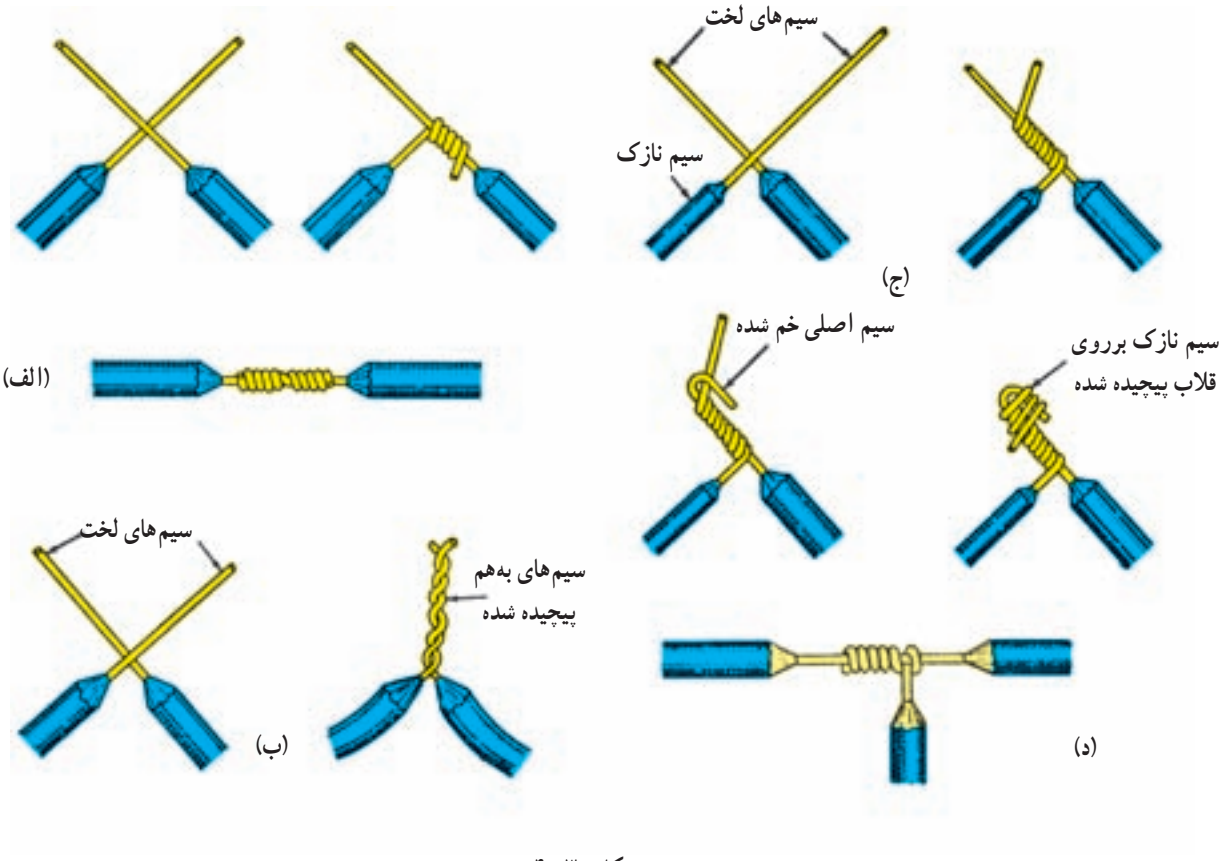
■ سیم‌ها را مطابق شکل ۳۰ــ۴ به یکدیگر بتابانید و سپس محل تابانده شده را لحیم‌کاری کنید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ــ هویه ۴۰ وات از نوع قلمی	یک عدد
۲ــ سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی‌متر	یک رشته
۳ــ سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی‌متر	یک رشته
۴ــ سیم‌چین	یک عدد
۵ــ سیم لخت‌کن	یک عدد
۶ــ قلع ۶۳ ٪	به‌اندازه کافی
۷ــ سیم آنتن تلویزیون از نوع مغزی‌دار	۳۰سانتی‌متر
۸ــ خط‌کش ۲۰cm فلزی	۱ عدد
۹ــ سیم افشان نمره ۱	۲۰سانتی‌متر
۱۰ــ دم گرد یا دم باریک	۱عدد



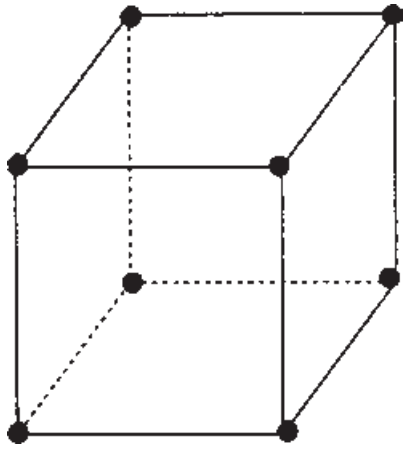
شکل ۲۹ــ۴ــ اصول صحیح قلع اندود کردن سرسیم



شکل ۳۰ــ۴

ج: لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

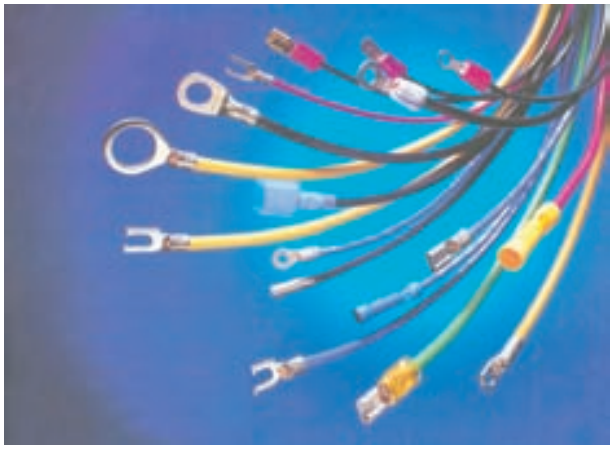
- از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم ۷/۵ سانتی‌متری را به کمک سیم‌چین ببرید.
- دو طرف هر دوازده قطعه را به اندازه یک سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.
- هر دو طرف هر قطعه را قلع‌اندود کنید.
- دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۳۱ــ۴ یک مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم‌کاری شود.



شکل ۳۱ــ۴ــ شکل قطعه‌کاری که باید ساخته شود.

شکل ۳۲ــ۴ــ ابزار مورد نیاز

شکل ۳۳ــ۴ انواع سرسیم‌های فیشی ــ گرد، دو شاخه و عایق دار ــ را که به سیم‌ها پرس شده‌اند، نشان می‌دهد.



شکل ۳۳ــ۴

سؤالات

۱ــ هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد؟
۲ــ سیم نمره‌ی ۲/۵ تک‌لا دارای چه قطری است؟
۳ــ از سیم‌های مفتولی و رشته‌ای در چه محل‌هایی استفاده می‌شود؟
۴ــ انواع اتصالات را نام ببرید.
۵ــ برای قراردادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
۶ــ مراحل لحیم‌کاری دو سیم وصل شده به هم را توضیح دهید.

۴ــ۴ــ کابل‌ها

امروزه در صنعت برق، بخش عظیمی از توزیع انرژی الکتریکی، به ویژه در فشار ضعیف، به وسیله‌ی کابل‌ها صورت می‌گیرد. البته برای انتقال الکتریکی فشار متوسط و قوی نیز در برخی موارد از کابل‌های مخصوص استفاده می‌شود.

کاربرد کابل‌ها در تأسیسات الکتریکی بسیار وسیع و دارای اهمیت زیادی است. کارخانجات کابل‌سازی کابل‌ها را در اندازه‌ها و کاربردهای گوناگون و با ساختمان‌های داخلی متفاوت تولید می‌کنند.

شکل ۳۴ــ۴ ــ نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

کابل NYCY

کابل آلومینیومی زره‌دار ۱×۲۴۰ میلی‌متر مربع ۲۰ کیلوولت

کابل افشان تخت

کابل ۱×۱۵۰ میلی‌متر زره‌دار ۶۳ کیلوولت

کابل زمینی $3\frac{1}{2}$ رشته‌ی یک کیلوولت

کابل مسی‌زره‌دار ۱×۳۰۰ میلی‌متر مربع ۳۳ کیلوولت

کابل مخابراتی MDF

کابل مخابراتی مهاردار هوایی

شکل ۳۴ــ۴ــ نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

۵ــ۴ــ تعریف کابل

اصولاً هر نوع هادی، که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، «کابل» نامیده می‌شود.

۶ــ۴ــ ساختمان کابل‌ها

ساختمان و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی کابل‌های مخابراتی کاملاً با کابل‌های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند ؛ اما به طور کلی کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آن‌هاست. یعنی نوع کارشان موجب می شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد.

۱ــ۶ــ۴ــ هادی کابل‌ها : هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند.

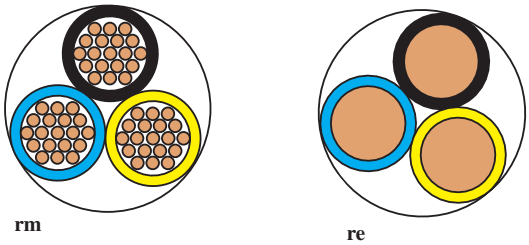
سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کار برد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود.

هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در این‌جا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی، تعداد رشته و هم‌چنین از نظر کاربرد به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف ــ هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته و (مفتولی) چند رشته (افشان) مطابق شکل ۳۵ــ۴ وجود دارند. برای مشخص‌کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.

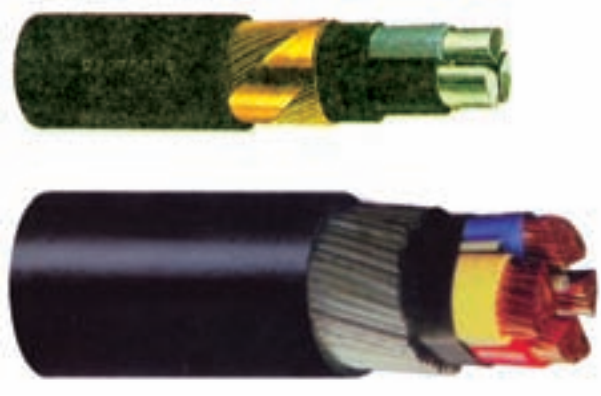
ب ــ هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثلثی (سکتور) مطابق شکل ۳۶ــ۴ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل‌های مثلثی از حرف اختصاری (s) استفاده می‌شود.

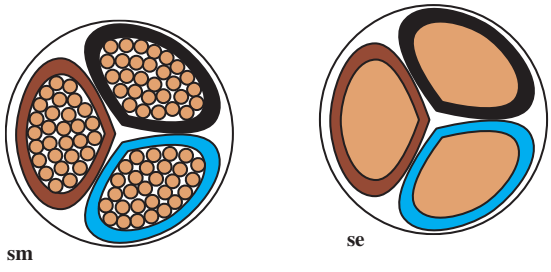
ج ــ کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته‌ی کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم‌نمود. یکی کابل‌های مسلح که برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظ‌اند و دیگر کابل‌های غیر مسلح که فاقد محافظ‌اند.



مفتولی = e گرد =r رشته‌ای = m گرد=r

شکل ۳۵ــ۴





مفتولی = e قطاعی = s رشته‌ای =m قطاعی =s

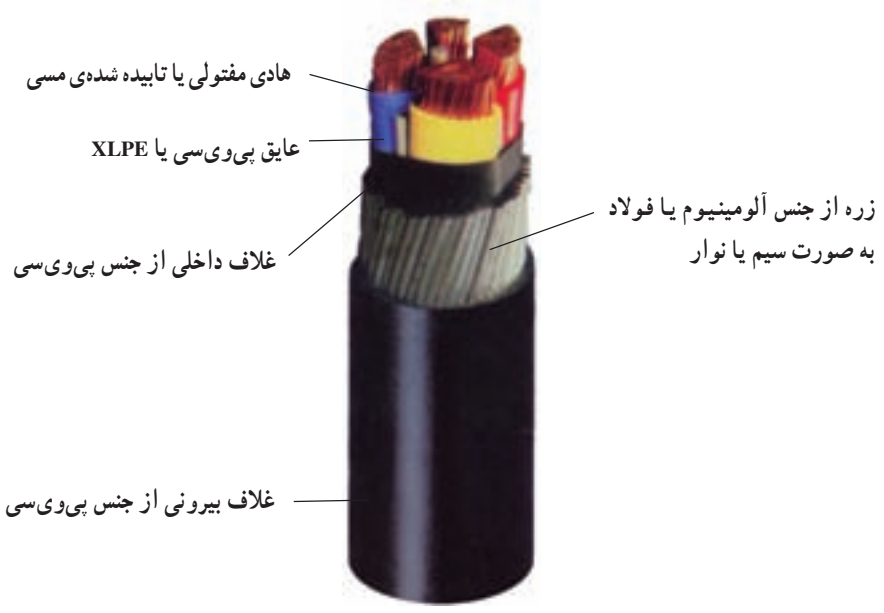
شکل ۳۶ــ۴

۲ــ۶ــ۴ــ عایق کابل‌ها: با توجّه به این که کابل‌ها در زیر زمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند، نباید هیچ‌گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه‌ی عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق‌کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می‌شود، که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیراند :

- کاغذهای آغشته به روغن مخصوص
- مواد لاستیکی
- مواد پی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.

شکل۳۷ــ۴، یک نوع کابل با عایق پی‌وی‌سی (PVC) را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم‌های کابل از یکدیگر، عایق سیم‌های هادی را در رنگ‌های مختلف انتخاب می‌کنند. در جدول ۳ــ۴ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد VDE 0271 آلمان و ۱ــ۶۰۷ مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI 607-1) نشان داده‌شده‌اند.

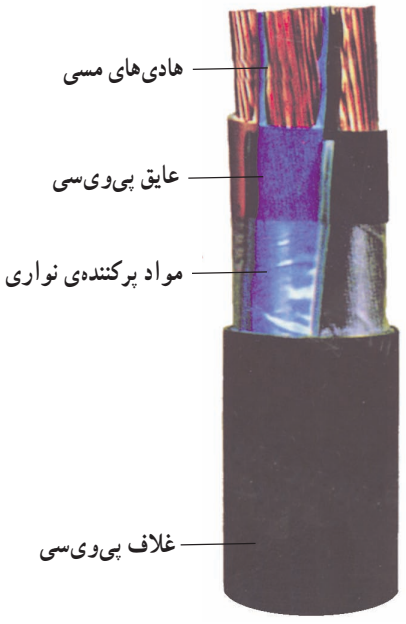


شکل ۳۷ــ۴ــ کابل با عایق پی وی‌سی به همراه اجزای کابل

جدول ۳ــ۴

تعداد سیم‌های کابل	رنگ سیم‌های کابل بدون سیم محافظ (سیم ارت)	رنگ سیم‌های کابل با سیم محافظ (سیم ارت)
۱ سیمه	سیاه	ــ
۲ سیمه	سیاه ــ آبی	ــ
۳ سیمه	سیاه ــ آبی ــ قهوه‌ای	سبز و زرد ــ آبی ــ قهوه‌ای
۴ سیمه	سیاه ــ آبی ــ قهوه‌ای ــ سیاه	سبز و زرد ــ آبی ــ قهوه‌ای ــ سیاه
۵ سیمه	سیاه ــ آبی ــ قهوه‌ای ــ سیاه ــ سیاه	سبز و زرد ــ آبی ــ قهوه‌ای ــ سیاه ــ سیاه

۳ــ۶ــ ۴ــ غلاف کابل: در برخی کابل‌ها از لایه و یا لایه‌هایی در روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و هم‌چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» می‌گویند. در ساده‌ترین حالت، مطابق شکل ۳۸ــ۴ کابل دارای یک غلاف از مواد پی‌وی‌سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.



شکل ۳۸ــ۴ــ کابل با غلاف PVC

حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعبیه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می‌توان از کابل‌کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها، که به صورت دفنی در خاک و در زیر معابر و خیابان‌ها اجرا می‌شود، نام برد. کابل‌های فوق حتماً به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی مجهزند (شکل ۳۹ــ۴).

شکل ۳۹ــ۴ــ کابل با غلاف آلومینیومی

۷ــ۴ــ علائم مشخصه کابل‌ها

براساس استاندارد V.D.E آلمان برای عایق کابل‌ها رنگ‌های بخصوصی انتخاب و اعمال می‌شود که برای کابل‌های فشار ضعیف به شرح زیر است :

جدول ۴ــ۴

کابل	رنگ
دو رشته‌ای	خاکستری روشن و سیاه
سه‌رشته‌ای	خاکستری روشن، سیاه و قرمز
چهار رشته‌ای	خاکستری روشن، سیاه، قرمز و آبی
پنج رشته‌ای	خاکستری روشن، سیاه، قرمز، آبی و سیاه

با توجه به رنگ‌های فوق ملاحظه می‌شود که رنگ خاکستری روشن در تمام کابل‌ها مشترک است بنابراین طبق استاندارد این رنگ سیم را به‌عنوان سیم صفر (MP) و رنگ قرمز نیز به‌عنوان محافظ درنظر گرفته می‌شود.

۱ــ۷ــ۴ــ علائم مشخصه در کابل‌ها: با توجه به ساختمان و قسمت‌های مختلفی که در ساختار یک کابل وجود دارد، برحسب نوع و مواد به‌کار رفته در آن مطابق زیر نام‌گذاری و استاندارد می‌شوند.

حرف مشخصه	توضیح
N	کابل با هادی مسی
NA	کابل با هادی آلومینیوم
Y	عایق پروتودور PVC اولین Y در توالی حروف
H	ورقه کاغذی متالیزه دور عایق سیم
Y	روپوش (غلاف) پروتودور PVC دوّمین حرف Y در توالی حروف
re	سیم گرد یک رشته
rm	سیم گرد چند رشته
S	غلاف مسی
K	غلاف سربی
Se	مقطع مثلثی (یک رشته)
Sm	مقطع مثلثی (چند رشته)

مثال۱

NYY ۳×۴ re ۰/۶/۱kV

یعنی کابل زیرزمینی نرمال سه سیمه، گرد و تک‌رشته به مقطع چهار میلی‌متر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۰/۶kV بین سیم فاز و زمین و ۱kV بین دو سیم بدون محافظ فلزی.

مثال۲ NAYY ۱×۱۵۰ rm ۰/۶/۱kV

یعنی کابل نرمال با سیم آلومینیومی یک‌سیمه به مقطع ۱۵۰ میلی‌متر مربع، چندلا و گرد برای فشار ۰/۶/۱kV با عایق و روپوش پروتودور و مورد استعمال آن مانند کابل NYY.

مثال ۳

NYFGBY ۳×۵۰/۲۵rm ۰/۶/۱kV

یعنی کابل نرمال پروتودور چهار سیمه چندلا به مقطع سیم فاز ۵۰ و سیم نول ۲۵ میلی‌مترمربع گرد و چند رشته حفاظت کابل با سیم‌های لخت و حفاظت سیم‌های لخت با نوار فولادی که جهت عکس پیچش سیم‌های لخت، به‌طور مارپیچی روی سیم‌های لخت پیچیده شده است.

تمرین: انواع کابل‌های موجود توسط فراگیران شناسایی شود و کاربرد آن‌ها برحسب ساختمان و جداول مربوطه تعیین گردد.

۲ــ۷ــ۴ــ جدول کابل‌ها: شدت جریان مجاز هر کابل مقدار معینی است و از مشخصات اصلی کابل به‌شمار می‌رود. مقدار مجاز جریان بستگی به سطح مقطع سیم‌های کابل دارد و عامل محدودکننده آن حرارت ناشی از عبور جریان در کابل است، چون عایق هر کابل تا حد معینی افزایش درجه حرارت را می‌تواند تحمل نماید، و ازدیاد درجه حرارت کابل از حد مجاز سبب از بین رفتن عایق و کم شدن عمر کابل می‌شود. برای هر نوع کابل جدول مخصوصی که شدت جریان مجاز را در آن کابل مشخص می‌کند موجود است. شدت جریان مزبور برای یک درجه حرارت معینی محاسبه شده و در جدول ذکر می‌شود. در ضمن مقدار مجاز جریان هر کابل به درجه حرارت محیط بستگی دارد. زیرا هر چه هوای محیط سردتر باشد قابلیت جذب مقدار بیش‌تری از حرارت تولید شده در کابل را دارد و عمل انتقال حرارت توسط عایق بهتر انجام می‌گیرد.

NYY۴×۱/۵mm^۲

شکل ۴۰ــ۴ــ کابل چهار رشته نوع NYY

جدول ۶ــ۴

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵°C	۲۰°C	۴۵°C
سطح مقطع mm^۲	جریان مجاز به A		
۱/۵	۲۷	۲۶	۲۰
۲/۵	۳۷	۳۵	۲۶
۴	۴۹	۴۷	۳۵
۶	۶۲	۵۹	۴۴
۱۰	۸۳	۸۰	۶۰
۱۶	۱۰۹	۱۰۵	۷۸
۲۵	۱۴۱	۱۳۵	۱۰۰

سؤالات

۱ــ کابل را تعریف کنید.
۲ــ تقسیم بندی کابل‌ها بر چه اساسی است؟
۳ــ ساختمان کابل از چه اجزایی تشکیل می‌شود؟
۴ــ علایم اختصاری r، m، e و s به چه معنی هستند؟
۵ ــ مهمترین انواع عایق‌های کابل را نام ببرید.
۶ ــ مشخصات مهم در کابل‌های زمینی کدام هستند؟

فصل پنجم

مدارات روشنایی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ وسایل مورد استفاده در مدارات روشنایی مانند کلیدها، پریزها، سرپیچ‌ها، جعبه تقسیم‌ها، دیمر، فلورسنت، فتوسل، رله‌ی راه پله و لامپ‌های معمولی را بشناسد و علائم فنی و حقیقی آن‌ها را نشان دهد.

۲ــ اصول کار و کاربرد هر یک از موارد فوق را بیان کند.

۳ــ مدارهای الکتریکی مربوط به سیم‌کشی یک پل، دوپل، تبدیل، پریزها، سیم سیار را اجرا کند.

۵ــ وسایل مورد استفاده در مدارهای روشنایی

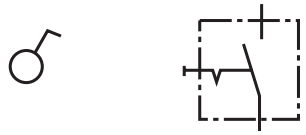
در سیم‌کشی ساختمان وسایل مختلف به‌کار برده می‌شود که شناسایی هر یک، توانایی انتخاب و کاربرد آن‌ها را افزایش می‌دهد.

در این قسمت اجزای ضروری مدار برای کارهای اولیه تشریح می‌شود.

۱ــ ۵ــ کلیدها

کلیدها متناسب با نوع کاری که در مدار انجام می‌دهند به انواع مختلف تقسیم می‌شوند. به‌طورکلی، کار کلید درمدار، قطع و وصل جریان الکتریکی است. برای متوقف کردن جریان، باید حداقل یکی از سیم‌های حامل جریان الکتریکی قطع شود. برای به‌کار انداختن مجدد دستگاه باید مسیر قطع شده به حالت اول برگردد، یعنی مدار بسته شود. وسیله‌ای که عمل قطع و وصل را در مدار انجام می‌دهد کلید نام دارد.

۱ــ۱ــ ۵ــ کلید یک پل: کلید یک پل در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود و همان‌طور که از نام آن پیداست، دارای یک پل، به عبارت دیگر یک دگمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان، است. دگمه‌ی قطع و وصل ممکن است به صورت فشاری، بالا و پایین یا دوّار باشد. علائم اختصاری که برای این کلید به‌کار می‌رود در شکل ۱ــ ۵ رسم شده است. محفظه و سایر قسمت‌های عایق این کلید از جنس پلاستیک یا کائوچوی مخصوص است که می‌تواند ولتاژ معینی را تحمل کند.



شمای حقیقی　　شمای فنی

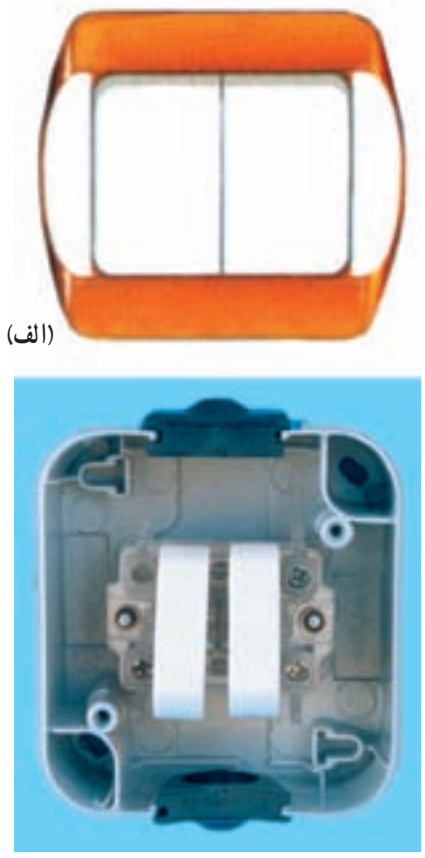
شکل ۱ــ ۵ــ علائم اختصاری کلید یک پل

ساختمان: اگر یک کلید یک پل را باز کنیم در داخل آن یک تیغه‌ی اتصال متحرک فلزی (معمولاً از آلیاژ برنج) و یک تیغه‌ی اتصال ثابت، یک فنر و یک میله مشاهده می‌شود. تیغه‌های ثابت و متحرک به دو پیچ خروجی ارتباط دارند. دو انتهای تیغه‌های ثابت و متحرک از آلیاژ پلاتین ساخته شده که در مقابل حرارت و جرقه مقاوم است. تیغه‌های ثابت و متحرک را در اصطلاح عمومی کُنتاکت می‌نامند. تیغه‌ی اتصال متحرک، فنر، میله و دگمه‌ی آن طوری روی هم سوار شده‌اند که اگر دگمه در

پایین باشد مدار قطع می‌شود و ارتباط دو تیغه‌ی اتصال از بین می‌رود. چنان‌چه دگمه را بالا بزنیم دو پیچ خروجی به‌وسیله‌ی تیغه‌ی اتصال متحرک به هم متصل می‌شوند. بدین ترتیب می‌توان یک مدار را وصل یا قطع کرد (شکل ۲ــ ۵).

شکل ۲ــ۵

۲ــ۱ــ ۵ــ کلید دو پل: این کلید از دو کلید یک پل تشکیل شده است، که در مجاورت هم قرار گرفته و در یک محفظه‌ی کائوچویی گذاشته شده‌اند و به جای داشتن چهار پیچ، که محل قرار گرفتن سیم‌ها در زیر آن‌هاست، از سه پیچ که یکی از آن‌ها مشترک است استفاده می‌شود. با کلید دو پل می‌توان دو دسته لامپ یا دو وسیله را به دل‌خواه روشن و خاموش کرد (شکل ۴ــ۵).


(الف)

(ب)

الف ــ شمای ظاهری نوع توکار
ب ــ شمای داخلی نوع روکار

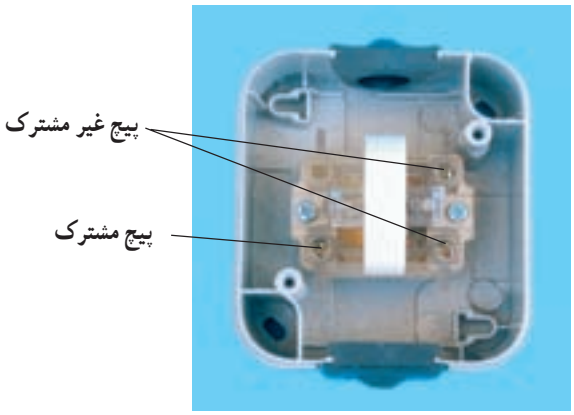
شکل ۳ــ۵ــ کلید دوپل

الف ــ شمای فنی ب ــ شمای حقیقی

شکل ۴ــ۵ــ علامت اختصاری کلید دوپل

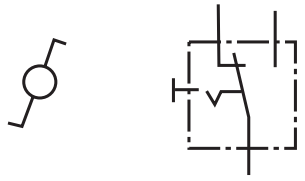
۳ــ۱ــ ۵ــ کلید تبدیل (تعویض): این کلید از یک محفظه و سه پیچ که محل اتصال سیم‌ها به آن‌جاست تشکیل شده با دگمه‌ای اهرمی و یک پلاتین، که پیچ مشترک را به‌دل‌خواه به پیچ‌های دیگر اتصال می‌دهد.

معمولاً از دو تبدیل در راهروها و سالن‌ها استفاده می‌شود تا بتوان از دو نقطه، روشنایی را کنترل کرد(شکل ۵ــ ۵).



شکل ۵ ــ۵ــ قسمت داخلی کلید تبدیل روکار

در نقشه‌ها کلید تبدیل را مطابق شکل۶ــ۵ نشان می‌دهند.



الف ــ شمای حقیقی **ب ــ شمای فنی**

شکل ۶ ــ۵ــ علائم اختصاری کلید تبدیل

۴ــ۱ــ ۵ــ کلید کولر: این کلید از یک محفظه‌ی پلاستیکی که بر روی آن سه کلید نصب شده تشکیل شده است. این سه کلید عبارت‌اند از یک کلید یک پل برای روشن کردن پمپ و یک کلید تبدیل برای تعویض دور تند و کند و یک کلید یک پل برای روشن کردن موتور کولر (شکل ۷ــ ۵).

شکل ۷ ــ۵ــ شمای ظاهری کلید کولر

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳ــ۷ــ۱ــ۳)

کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغ‌ها) باید هادی فاز را قطع و وصل کنند. قطع و وصل هادی نول برای کنترل مدار است.

۲ــ ۵ــ پریزها

هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به‌وسیله‌ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه موردنظر (مانند سماور، بخاری و ...) برسانیم. این اتصال توسط جزئی از مدار به نام «پریز» انجام می‌شود. پریزها به دو دسته، توکار و روکار، تقسیم می‌شوند.

۱ــ۲ــ ۵ــ پریز برق با اتصال زمین: برای حفاظت اشخاص و کاهش خطرات برق گرفتگی از سیستم حفاظت توسط سیم زمین استفاده می‌شود. در سیستم حفاظت توسط سیم زمین، بدنه‌ی دستگاه‌ها به‌وسیله‌ی سیمی به زمین وصل می‌شود. در این صورت اگر سیم فاز به بدنه وصل شود فیوز می‌سوزد و خطر برق‌گرفتگی در اثر تماس با بدنه‌ی دستگاه را از بین می‌برد (شکل‌های ۸ــ ۵ تا ۱۰ــ۵).

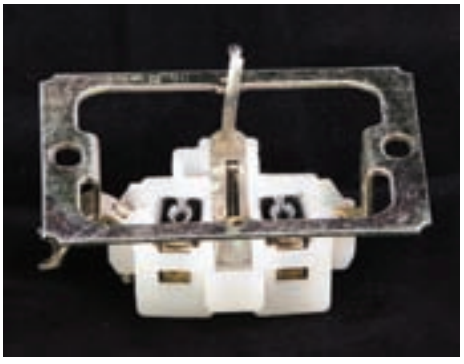
روکار

توکار

شکل ۸ــ۵ــ چند نمونه پریز یک فاز با اتصال زمین

الف ــ شمای فنی ب ــ شمای حقیقی

شکل ۹ــ۵ــ علائم اختصاری پریز با اتصال زمین



شکل ۱۰ــ۵ــ ساختمان و اجزای داخلی یک پریز مجهز به کنتاکت اتصال زمین

ایمنی

هنگام بیرون کشیدن دو شاخه از پریز،اول دستگاه را خاموش کنید.سپس دست چپ را دو طرف پریز قرار دهید و با دست دیگر قسمت سخت دو شاخه را بگیرید و از پریز برق جدا کنید(از کشیدن سیم جداً خودداری کنید).

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳ـ۹ـ۰ـ۹)

کلیه پریزها باید مجهز به هادی حفاظتی باشند.

یادآوری: استفاده از پریزهای دو کنتاکت یا انواع پریزهای مخصوص، برحسب مورد، فقط در صورتی مجاز خواهد بود که از روش‌های ایمنی مخصوص استفاده شده باشد.

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳ـ۷ـ۲ـ۵)

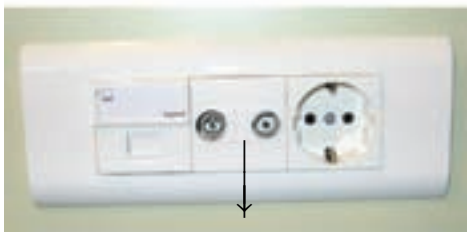
استفاده از انواع آداپتورهای پریز (افزایش‌دهنده‌ها یا رابط‌هایی که محل اتصال یک پریز نصب ثابت را به دو یا سه انشعاب اتصال‌پذیر تبدیل می‌کنند) یا سرپیچ‌های دارای محل اتصال پریز، که در شکل بعضی از انواع این آداپتورها و سرپیچ‌ها نشان داده شده‌اند، اکیداً ممنوع است. استفاده از انواع آداپتورهای مجاز طبق شکل یا انواع مشابه آن مجاز است.

شکل ۱۱ـ۵

۲ـ۲ـ۵ـ پریز تلفن، تلویزیون: برای تلفن و تلویزیون نیز پریزهای مخصوصی ساخته شده است که علائم مربوط به دستگاه روی آن ترسیم یا نوشته شده است؛ مثلاً علامت گوشی تلفن روی پریز تلفن و علامت تی وی روی پریز آنتن تلویزیون نوشته می‌شود. این پریزها نسبت به پریزهای معمولی شدت جریان کم‌تری را می‌توانند تحمل کنند.

پریز تلفن

شمای فنی پریز تلفن



پریز آنتن

شمای فنی پریز آنتن

شکل ۱۲ـ۵ـ شمای ظاهری و علائم اختصاری پریزهای مخصوص تلفن و آنتن

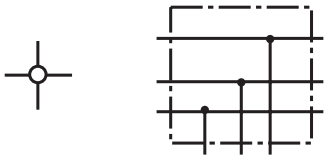
۳ــ۵ــ جعبه تقسیم

در سیم‌کشی اغلب لازم است که از سیم‌ها انشعاب گرفته شود. به همین دلیل در مسیر سیم‌ها جعبه‌ای به‌نام جعبه‌ی تقسیم قرار داده می‌شود. جعبه‌ی تقسیم دو نوع است :

الف ــ جعبه‌ی تقسیم روکار

ب ــ جعبه‌ی تقسیم توکار

جعبه‌ی تقسیم در نقشه‌های الکتریکی مطابق شکل ۱۳ــ۵ نشان داده می‌شود.

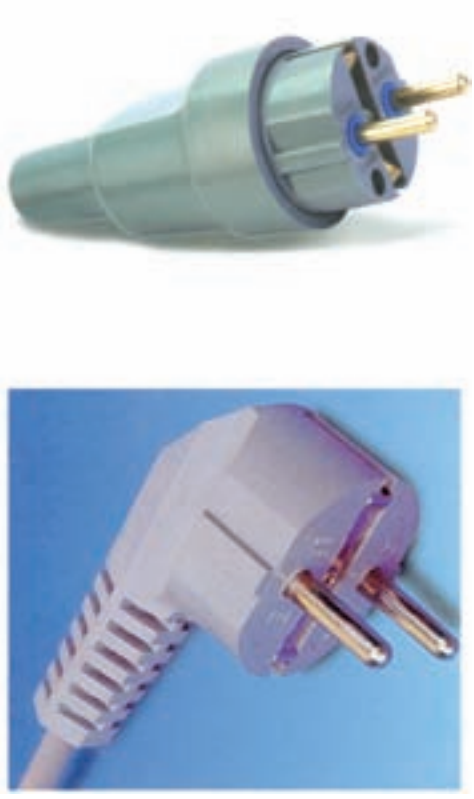


الف ــ شمای حقیقی ب ــ شمای فنی

شکل ۱۳ــ۵ــ شمای جعبه‌ی تقسیم

۴ــ۵ــ دو شاخه

برای اتصال مصرف‌کننده‌های الکتریکی به پریز از وسیله‌ای به نام دو شاخه استفاده می‌کنند. دو شاخه دارای دو میله‌ی فلزی توپر یا توخالی است که روی پایه‌ای پلاستیکی نصب می‌شود. برای پریزهای با اتصال زمین، دو شاخه‌های مخصوص، که دارای زائده‌ی فلزی اضافی است و سیم زمین را به دستگاه مرتبط می‌کند، می‌سازند. در شکل ۱۴ــ۵ داخل پایه،دو شاخه‌ی دوپیچ وجود دارد که به میله‌های فلزی وصل شده است. بهترین دوشاخه از نظر هدایت جریان الکتریکی دو شاخه‌ای است که میله‌های آن دارای شکاف باشد.



پلاستیکی با سیم زمین

شکل ۱۴ــ۵ــ دو نمونه دو شاخه

ایمنی

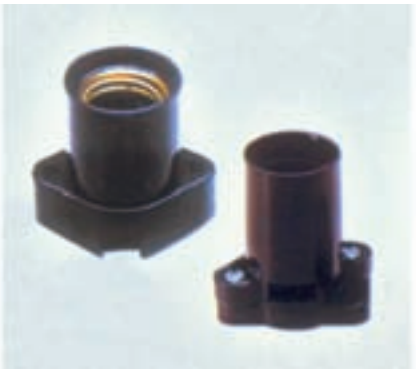
به هیچ‌وجه سیم لخت را داخل سوراخ‌های پریز نکنید و اگر دو شاخه یک وسیله برقی شکسته است هر چه سریع‌تر یک دوشاخه سالم تهیه کنید.

۵ــ۵ــ انواع سرپیچ

سرپیچ وسیله‌ای است که لامپ را به آن می‌پیچند. سرپیچ‌ها در دو نوع آویز و دیواری ساخته می‌شوند. سرپیچ دیواری را روی سطح کار نصب می‌کنند. سرپیچ آویز را به سطح کار می‌آویزند. در شکل ۱۵ــ ۵ چند نمونه سرپیچ آویز و دیواری را مشاهده می‌کنید. جنس سرپیچ از پلاستیک، چینی است. بعضی از سرپیچ‌ها مانند پیچ و مهره ساخته شده‌اند که به‌هم اتصال پیدا می‌کنند. در موقع بستن لامپ به سرپیچ باید

دقت کرد که دو کنتاکت سرپیچ به هم اتصال نداشته باشد.

الف) آویز



ب) دیواری

ج) دیواری حباب‌دار

شکل ۱۵ــ۵ــ انواع سرپیچ‌ها

۶ــ ۵ــ لامپ‌ها

لامپ وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند و برای روشنایی استفاده می‌شود. اولین لامپ روشنایی (رشته‌ای) در سال ۱۸۷۹ توسط توماس ادیسون اختراع شد و بعدها راه تکامل را پیمود. تاکنون پس از گذشت بیش از ۱۲۵ سال، لامپ‌ها در انواع مختلف ؛از قبیل لامپ‌های رشته‌ای، لامپ فلورسنت و لامپ جیوه‌ای یا سدیمی (سدیمی فشار قوی ــ سدیمی فشار ضعیف) ساخته شده‌اند.

در این قسمت به شرح ساختمان و طرز کار بعضی از لامپ‌های پرمصرف می‌پردازیم.

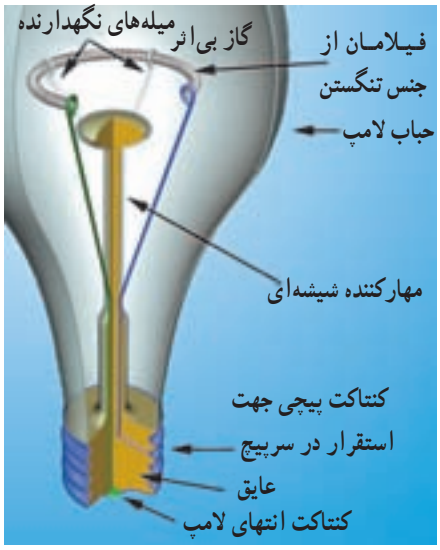
۱ــ۶ــ ۵ــ لامپ رشته‌ای: اگر از مقاومتی جریان برق عبور کند در آن حرارت ایجاد می‌شود و مطابق قانون ژول انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی تبدیل می‌گردد. اگر درجه‌ی حرارت فلز بالا رود ابتدا سرخ و سپس نارنجی می‌شود و پس از آن به حالت ملتهب یا درخشان درمی‌آید و از خود، نور سفید و خیره‌کننده‌ای پخش می‌کند. هر اندازه درجه‌ی حرارت فلز به نقطه‌ی ذوب آن نزدیک‌تر باشد مقدار نور بیش‌تری منتشر می‌کند.

فلزات در درجه‌ی حرارت زیاد میل ترکیبی بیش‌تری با اکسیژن پیدا می‌کنند، بنابراین اطراف رشته‌ی فلزی لامپ را باید از اکسیژن (هوا) خالی کرد و گازهایی را به‌کار برد که با فلز گداخته میل ترکیبی نداشته باشد. هم‌چنین باید در نظر داشته باشیم که از انتشار حرارت فلز به خارج جلوگیری کنیم، بنابراین فاصله‌ی بین حباب و رشته‌ی فلزی علاوه بر خنثی بودن (از نظر ترکیب شیمیایی) باید از لحاظ حرارتی نیز عایق باشد. رشته‌ی فلزی داخل لامپ را **فیلامان** می‌گویند(شکل۱۶ــ۵).

داخل حباب شیشه‌ای این لامپ‌ها از گازهای خنثی مانند ازت، آرگن، کریپتون، هلیوم، نئون و ... پر شده است. زیرا اگر بخواهیم نور بیش‌تری به‌دست بیاوریم باید درجه‌ی حرارت رشته‌ی فلزی را بالا ببریم، در این حالت فلز داخل لامپ در خلأ تبخیر می‌شود و از میان می‌رود.

ایمنی

برای تعویض لامپ‌ها ابتدا کلید را روی حالت خاموش قرار دهید و با استفاده از فازمتر از قطع جریان برق مطمئن شوید، سپس با یک دست قسمت عایق سر پیچ را نگه دارید و با دست دیگر لامپ را باز کنید.



شکل ۱۶ــ۵ــ لامپ رشته‌ای

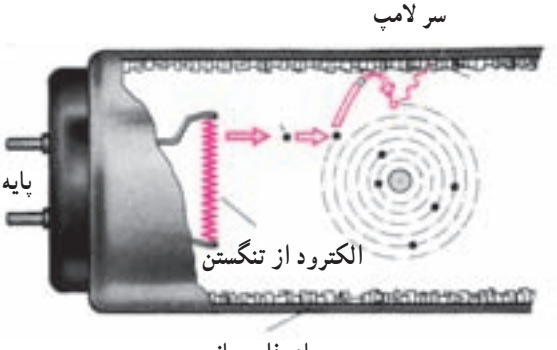
آیا می‌دانید؟

لامپ‌های رشته‌ای حدود ۹۵ درصد انرژی الکتریکی را مستقیماً به گرما تبدیل نموده و تنها ۵ درصد آن به نور تبدیل می‌شود.

۲ــ۶ــ ۵ــلامپ‌های فلورسنت معمولی: لامپ‌های معمولی فلورسنت که با اختلاف سطح ۲۲۰ یا ۱۱۰ ولت روشن می‌شوند، از لوله‌های شیشه‌ای به قطر ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر و طول ۲۰ تا ۱۶۰ سانتی‌متر ساخته می‌شوند.

در دو سر این لوله‌ها دو رشته‌ی فلزی تنگستن اندود به باریت (ماده‌ای که دارای تشعشع الکترونی خوبی است) کار گذاشته‌اند، فضای داخل لوله از بخار جیوه با فشار کم پر شده و جدار داخلی لوله به مواد فلورسانس اندود شده است. شکل ۱۷ــ۵ ساختمان داخلی لامپ فلورسنت را نشان می‌دهد. وسایل اصلی موردنیاز برای روشن کردن لامپ فلورسنت به شرح زیر است :

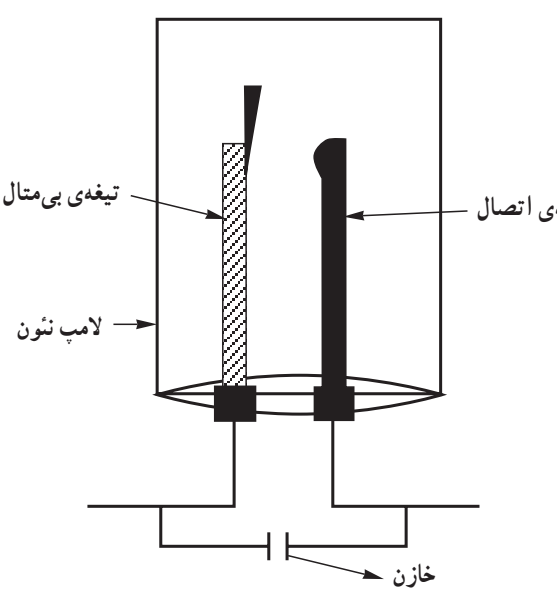
الف) چک (ترانس مهتابی): برای ایجاد تخلیه‌ی الکتریکی در لامپ‌های گازی، ابتدا اختلاف سطح زیاد مورد احتیاج است و پس از ایجاد جریان در لامپ، باید اختلاف سطح را کم کرد. سلف در موقع قطع جریان در استارتر این اضافه ولتاژ را تأمین می‌کند. یعنی چک به کمک استارتر در لحظه‌ی اول ولتاژ را زیاد می‌کند و پس از آن‌که لامپ روشن شد ولتاژ را پایین می‌آورد ؛ یعنی چک محدود کردن ولتاژ دو سر لامپ را نیز عهده‌دار است. لازم به تذکر است که ولتاژ زیاد موردنیاز، به‌صورت لحظه‌ای تولید می‌شود و با دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولی قابل رؤیت نیست. پس از آن‌که لامپ روشن شد بخار جیوه‌ی داخل آن در اثر یونیزاسیون، مقاومت کمی پیدا می‌کند در نتیجه جریان لامپ بالا می‌رود. بنابراین چک از بالا رفتن جریان جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۷ــ۵ــ ساختمان داخلی لامپ فلورسنت

چک و علامت اختصاری آن در شکل ۱۸ــ۵ نشان داده شده است.

ب) استارتر (راه‌انداز خودکار): این وسیله از یک لامپ نئون کوچک، که یکی از الکترودهای آن را یک تیغه‌ی بی‌متال و الکترود دیگر آن را یک تیغه‌ی فلزی تشکیل می‌دهد،ساخته شده است. اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ (ولتاژ موردنیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) ولت و اختلاف سطح خاموش شدن آن در حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ ولت است. برای جلوگیری از پیدایش جرقه و پارازیت یک خازن با استارتر به صورت موازی بسته می‌شود. علامت اختصاری استارتر به صورت است. شکل ۱۹ــ۵ ساختمان داخلی و شکل ظاهری استارتر را نشان می‌دهد.



الف ــ علامت اختصاری

ب ــ شکل ظاهری چک

شکل ۱۸ــ۵

الف ــ شکل ظاهری استارتر

ب ــ ساختمان داخلی استارتر

شکل ۱۹ــ۵

آیا می‌دانید؟

یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ وات نسبت به لامپ فلورسنت (مهتابی) حدوداً ۲ برابر برق مصرف می‌کند در حالی‌که نور آن حدوداً نصف نور لامپ مهتابی است.

رنگ نور لامپ فلورسنت

رنگ نور لامپ فلورسنت متناسب با ماده‌ی فلورسانس داخل لامپ تغییر می‌کند. علاوه بر ماده‌ی فلورسانس، معمولاً یک ماده‌ی کمکی برای تکمیل فعل و انفعالات شیمیایی به آن اضافه می‌کنند.

اجزای مورد نیاز برای اتصال لامپ فلورسنت

وسایل کمکی دیگری ــ علاوه بر آن‌چه ذکر شد ــ از قبیل پایه‌ی لامپ (سوکت لامپ)، پایه‌ی استارتر و ... نیز موردنیاز است.

پایه‌ی لامپ فلورسنت: پایه‌ی لامپ فلورسنت از جنس پلاستیک مخصوص ساخته می‌شود. در دو سر لامپ زائده‌های فلزی وجود دارد که این زائده‌ها به فیلامان لامپ وصل است و در داخل سوکت‌های لامپ فلورسنت جای می‌گیرد. برای استارتر نیز پایه‌ی جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است یا روی یکی از پایه‌های لامپ فلورسنت محل مخصوصی برای آن تعبیه شده است (شکل ۲۰ــ۵).

شکل ۲۰ــ۵ــ پایه‌ی لامپ فلورسنت و استارتر

موارد استفاده‌ی لامپ فلورسنت: این لامپ‌ها به دلیل راندمان نوری بسیار بالا و تنوع در رنگ، در مراکز اداری، آموزشی، صنعتی و مراکز تجاری استفاده می‌شوند.

۳ــ۶ــ۵ــ لامپ کم‌مصرف: در سال‌های اخیر به‌دلیل توجه بیش‌تر به مصرف بهینه انرژی و نیز از آن‌جایی‌که روشنایی بخش عمده‌ای از مصرف برق بخش خانگی را شامل می‌شود، استفاده از لامپ‌های کم مصرف توسعه زیادی پیدا کرده است و سه هدف اصلی را دنبال می‌کند :

۱ــ کاهش مصرف و هزینه برق مصرف‌کنندگان

۲ــ کاهش میزان سرمایه‌گذاری جهت تأمین تأسیسات تولید و توزیع برق

۳ــ کاهش آلودگی‌های زیست محیطی

لامپ کم مصرف خود نوعی لامپ فلورسنت است. برخورد الکترون‌ها اتم‌های جیوه داخل لامپ را تهییج کرده و اشعه ماورای‌بنفش تولید می‌کند. نتیجه برخورد این اشعه نامرئی با لایه‌ی فسفر پوشش داده شده روی سطح داخلی تیوپ، نور مرئی ایجاد می‌کند که با تغییر فسفر می‌توان رنگ نورهای مختلف را ایجاد کرد.

با توجه به رشد مصرف روزافزون انرژی الکتریکی که بخش اعظم آن توسعه لامپ‌های رشته‌ای با تلفات نود درصدی انرژی به صورت حرارت می‌باشد. لامپ‌های کم مصرف به عنوان جانشینی مناسب در دو دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته‌اند. جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم مصرف به‌طور متوسط هزینه برق در منازل را به یک سوم و در مراکز تجاری تا یک چهارم تقلیل می‌دهد. لامپ کم‌مصرف بسته به توان مصرفی و رده بر چسب راندمان انرژی، از یک چهارم تا یک ششم یک لامپ رشته‌ای با نور معادل، انرژی الکتریکی مصرف می‌کند.

آیا می‌دانید؟

یک لامپ کم‌مصرف ۲۰ وات با رده برچسب انرژی A در طول عمر خود معادل یک بشکه نفت خام صرفه‌جویی می‌نماید.

ـ مزایای لامپ کم مصرف نسبت به لامپ رشته‌ای

۱ـ انرژی مصرفی در لامپ‌های رشته‌ای حدود ۵ برابر لامپ‌های کم‌مصرف است.

۲ـ طول عمر متوسط لامپ‌های کم‌مصرف حدود ۱۰ برابر طول عمر لامپ‌های رشته‌ای است. (عمر لامپ رشته‌ای ۱۰۰۰ ساعت، لامپ کم‌مصرف ۱۰۰۰۰ ساعت)

۳ـ افزایش ولتاژ در طول عمر لامپ کم‌مصرف اثر چندانی ندارد ولی در لامپ رشته‌ای باعث کاهش طول عمر آن می‌شود.

۴ـ افت نوردهی لامپ کم‌مصرف در اواخر عمر به مراتب کم‌تر از لامپ رشته‌ای است.

۵ـ لامپ کم‌مصرف در اثر کار گرم نمی‌شود، در مقابل سرما و تغییرات درجه حرارت مقاوم بوده و در اثر ریزش باران نمی‌شکند.

۶ـ میزان نوردهی یک لامپ کم‌مصرف ۲۰ وات برابر نور حاصل از یک لامپ رشته‌ای معمولی ۱۰۰ وات می‌باشد.

۱۰×۱۰۰۰h → ۱۰۰۰۰h
طول عمر

الف) پیچ معمولی مناسب چراغ‌های سیلندری و دکوراتیو

ب) سر پیچ شمعی مناسب لوسترهای تزئینی (آویز و دیوارکوب)

شکل ۲۱ـ۵

آیا می‌دانید؟

یک لامپ کم‌مصرف مرغوب در طول ۱۰۰۰ ساعت اولیه کارکرد خود، با صرفه‌جویی در مصرف برق، حدوداً معادل قیمت خرید خود و در طول زمان کارکرد خود حدوداً ۱۰ برابر هزینه خرید خود را جبران می‌کند.

ـ انتخاب لامپ :

انتخاب لامپ به عواملی مانند شکل ظاهری، رنگ نور، محل نصب، مدت زمان روشن بودن لامپ و تناوب خاموش و روشن شدن آن بستگی دارد.

لامپ‌های رشته‌ای برای محل‌هایی مثل دستشویی، حمام، راه‌پله، انباری و ... مناسب هستند زیرا مدت زمان روشن و خاموش بودن آن‌ها کوتاه و تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها زیاد است.

استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف در اتاق مطالعه، نشیمن، پذیرایی و آشپزخانه توصیه می‌شود.

جدول ۱ـ۵ دو نمونه لامپ رشته‌ای و کم‌مصرف را از لحاظ طول عمر، میزان مصرف انرژی الکتریکی و هزینه برق با هم مقایسه می‌کند.

این جدول نشان می‌دهد که علی‌رغم قیمت بالای لامپ‌های کم‌مصرف نسبت به لامپ‌های رشته‌ای، هزینه انرژی الکتریکی

مصرفی لامپ کم‌مصرف در طول ۱۰۰۰ ساعت کارکرد خود یک پنجم هزینه برق مصرفی یک لامپ رشته‌ای است.

جدول ۱ــ۵ــ مقایسه‌ی لامپ رشته‌ای و لامپ کم‌مصرف

نوع لامپ	توان	طول عمر	قیمت واحد لامپ	در ۱۰۰۰۰ ساعت		
				تعداد لامپ مورد نیاز	میزان مصرف انرژی الکتریکی	هزینه برق مصرفی
	وات	ساعت	تومان	عدد	کیلووات ساعت	تومان
رشته‌ای	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰	۱۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰۰
کم مصرف	۲۰	۱۰۰۰۰	۱۳۰۰	۱	۲۰۰	۳۰۰۰

آیا می‌دانید؟

اگر در هر خانه فقط یک لامپ ۱۰۰ واتی اضافی خاموش شود در سال بیش از ۲/۵ میلیارد کیلووات ساعت و یا حدود ۵ میلیون بشکه نفت به ارزش میلیاردها تومان صرفه‌جویی می‌شود.

۷ــ۵ــ رله

هرگاه از یک سیم‌پیچی، که دارای هسته‌ی آهنی است، جریان الکتریکی عبور کند هسته‌ی سیم‌پیچ آهن‌ربا می‌شود. از این خاصیت برای قطع و وصل مدارها استفاده می‌شود. جزئی که این عمل را انجام می‌دهد رله نامیده می‌شود. به‌طور کلی رله‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ رله‌های ساده: رله‌های ساده دارای انواع بسیاری است، که به صورت یک‌فاز و سه‌فاز ساخته می‌شود. یکی از انواع رله‌های ساده «رله‌ی ضربه‌ای» است، که از آن در مدارات روشنایی استفاده می‌شود.

ب ــ رله‌های زمانی: رله‌های زمانی طوری ساخته شده‌اند که با تحریک آن‌ها توسط ولتاژ الکتریکی، پس از مدت زمان معینی، مدار را قطع یا وصل می‌کنند. مدت زمان قطع و وصل این رله‌ها متفاوت است (شکل ۲۲ــ۵).

شکل ۲۲ــ۵ــ رله

رله‌های زمانی خود دو نوع‌اند : ساده و تأخیری. معمولاً هر رله دارای کنتاکت‌هایی است که در شرایط عادی (تحریک نشده) باز یا بسته‌اند. زمانی که رله عمل می‌کند کنتاکت‌های بازِ آن بسته و کنتاکت‌های بسته‌ی آن باز می‌شود. به این ترتیب می‌توان با استفاده از این کنتاکت‌ها مداری را قطع و یا وصل کرد.

رله زمانی ساده: این رله پس از گذشت زمان تنظیم شده‌ی روی آن، ضمن تغییر حالت، عمل قطع یا وصل را انجام می‌دهد و تا زمانی که تحریک رله را قطع نکنیم در این حالت باقی می‌ماند. با قطع تحریک، رله به حالت اول خود برمی‌گردد.

رله زمانی تأخیری: رله‌ی تأخیری به این صورت عمل می‌کند که وقتی آن را تحریک می‌کنیم بلافاصله کنتاکت‌های آن تغییر حالت می‌دهند و مدار را وصل می‌کنند. سپس با گذشت زمان تنظیم شده مجدداً رله به حالت اول خود برمی‌گردد (شکل ۲۳ــ۵).

شکل ۲۳ــ۵ــ شمایی از یک رله‌ی زمانی

۸ــ۵ــ فتوسل

این وسیله نسبت به نور حساس است و با برخورد شعاع‌های نوری به صفحه‌ی آن، از خود ولتاژی تولید می‌کند و از تولید این ولتاژ می‌توان رله‌ای را به‌کار انداخت که مداری را قطع یا وصل کند. از فتوسل معمولاً برای خاموش و روشن‌کردن اتوماتیک لامپ‌های معابر استفاده می‌شود (شکل ۲۴ــ ۵).

الف ــ شمای ظاهری

ب ــ علامت اختصاری

شکل ۲۴ــ۵ــ شمای ظاهری و علامت اختصاری فتوسل

طرز کار: وقتی هوا روشن است فتوسل ولتاژی را تولید می‌کند که این ولتاژ تولیدی به رله‌ای فرمان می‌دهد که مدار روشنایی معابر را قطع کند. با تاریک شدن هوا چون نوری وجود ندارد فتوسل دیگر ولتاژی تولید نمی‌کند و جریانی به رله نمی‌رسد که دستور قطع لامپ‌های معابر را بدهد. درنتیجه لامپ‌های معابر روشن می‌شوند.

گفتنی است که فتوسل را در مراکز برق نصب می‌کنند و با تقویت‌کننده‌ای همراه است که تغییرات جریانِ در اثر نور را تقویت می‌کند و رله را به‌کار می‌اندازد.

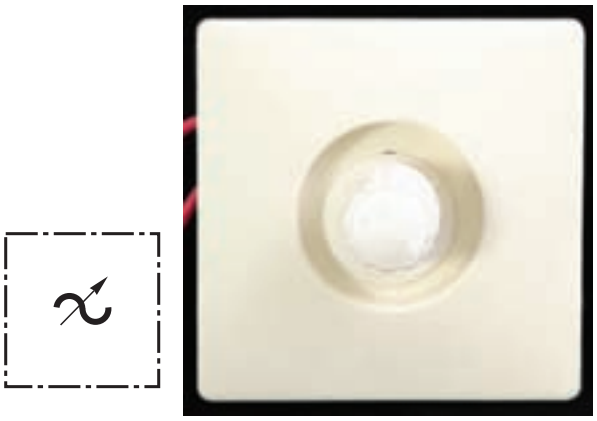
۹ــ۵ــ دیمر

دیمر وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان ولتاژ را تغییر داد و شدت نور لامپ را کم یا زیاد کرد. در این وسیله از یک جزء الکترونیکی به نام «ترایاک» استفاده شده است. در واقع ترایاک از عبور موج متناوب ولتاژ ورودی جلوگیری می‌کند.

معمولاً دیمر به‌صورت سری با مصرف‌کننده قرار می‌گیرد و ولتاژ ورودی را کنترل می‌کند.

دیمر از نظر ظاهری شبیه به یک کلید معمولی است که دارای ترمینال‌های ورودی و خروجی است (شکل ۲۵ــ۵).

برای لوسترهای چند شاخه از لامپ‌های کم مصرف ۱۰ وات و یک دیمر و یا کلید دو پل استفاده کنید.



شکل ۲۵ــ۵ــ شمای ظاهری و فنی دیمر

آیا می‌دانید؟

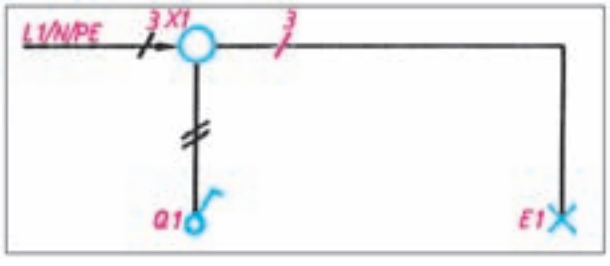
با نصب سیستم‌های کنترل روشنایی مانند رله‌ی راه پله، حس‌گرهای حضور افراد، دیمر و ... مصرف انرژی الکتریکی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

۱۰ــ۵ــ انواع نقشه‌های مدارهای الکتریکی

مدارهای الکتریکی را به‌صورت‌های مختلفی رسم می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها شمای «فنی»، «حقیقی» و «مسیر جریان» به شرح زیرند:

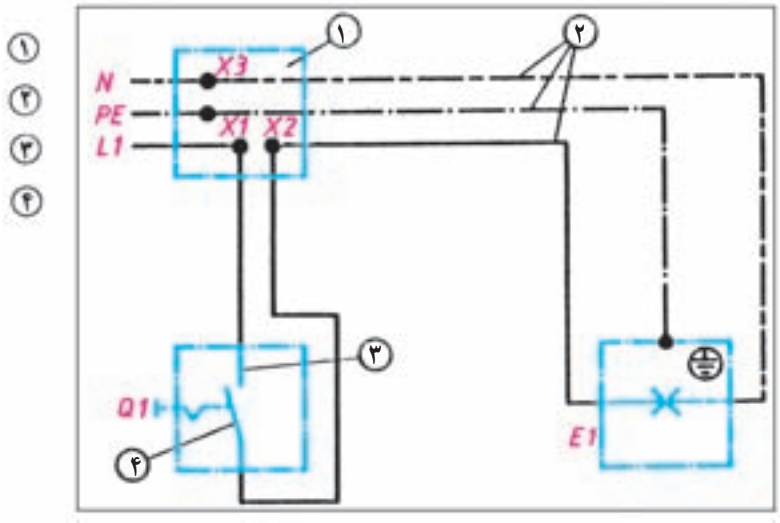
الف ــ شمای فنی (نقشه‌ی تک خطی مدار) : شمای فنی، نمای ساده‌ی یک خطی است که طرز اتصال قسمت‌های اصلی مدار را، بدون سیم‌های کمکی، نشان می‌دهد. تعداد سیم‌های موازی به وسیله‌ی رسم خطوط کوتاه مایل روی قسمت‌های مختلف مشخص می‌شود. اگر تعداد سیم‌های موازی ۳ یا بیش‌تر شود، می‌توان تعداد سیم‌ها را با عدد نشان داد.

می‌توان گفت، شمای فنی لوله‌های سیم‌کشی رابط بین اجزای مدار را نشان می‌دهد و تعداد سیم‌هایی را که از داخل لوله می‌گذرد مشخص می‌کند (شکل ۲۶ــ۵).



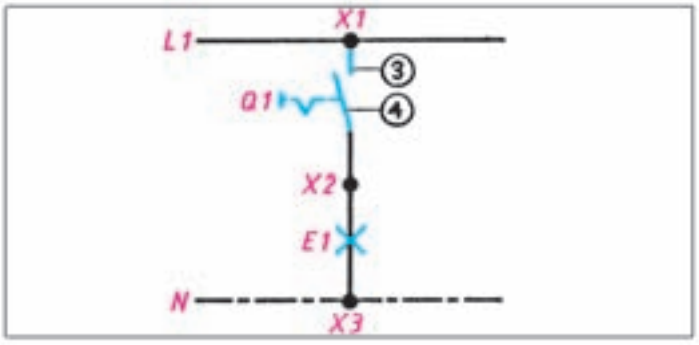
شکل ۲۶ــ۵ــ شمای فنی

ب ــ شمای حقیقی: شمای حقیقی، نقشه‌ی عملی است و برای نشان دادن طریقه‌ی اتصال کلیه‌ی سیم‌های رابط به کلیدها و تا حدودی محل واقعی قرارگرفتن اجزای مدار به‌کار می‌رود (شکل ۲۷ــ۵).



شکل ۲۷ــ۵ــ شمای حقیقی

ج ــ شمای مسیر جریان: این شما، مسیر عبور جریان را از مدار به‌طور ساده نشان می‌دهد (شکل ۲۸ــ۵).



شکل ۲۸ــ۵ــ شمای مسیر جریان

۱۱ــ۵ــ علائم الکتریکی

برای این‌که نقشه‌ها در تمام نقاط دنیا یک‌نواخت باشند و یک مفهوم را به بیننده برسانند باید با علائم الکتریکی موردقبول تمام کشورها همراه شوند و تمام برقکاران نیز با آن علائم آشنا گردند تا اگر نقشه‌ای را ملاحظه کردند بتوانند دیدگاه نقشه‌کش را استنباط کنند و به‌کار ببرند.

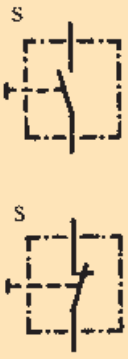
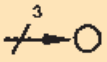
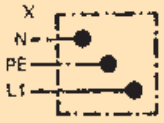
* پریزها، جعبه‌های تقسیم و اتصالات داخل آن‌ها را می‌توان با حرف X و یک اندیس عددی نشان داد ولی در اغلب نقشه‌ها، جعبه‌ی‌تقسیم را با علامت استاندارد نشان می‌دهند و برای جلوگیری از شلوغی نقشه از گذاشتن حروف روی جعبه و اتصالات داخلی آن خودداری می‌کنند.

در جدول زیر علائم الکتریکی استاندارد آمده است. هر برقکار باید اطلاعات کافی از جداول و طرز استفاده از آن را بداند.

جدول۲ــ۵ــ علائم الکتریکی

نام وسیله	علائم الکتریکی	نام وسیله	علائم الکتریکی
آلارم (بوق)		لامپ فلورسنت	
بخاری برقی		سیم زیرکار	
هادی (سیم) فاز به‌طور کلی		سیم عایق شده در لوله‌ی عایق (نوع لوله را نیز می‌توان ذکر کرد)	
هادی ویژه، مثلاً سیم نول		جعبه تقسیم	
سیم محافظ، مثلاً برای زمین کردن، نول کردن یا اتصال حفاظتی		ماشین لباس‌شویی	
فیوز، به‌طور کلی		ماشین ظرف‌شویی	
بادبزن		آب‌گرم‌کن	
موتور		پریز دوبل با کنتاکت محافظ	
لامپ سیگنال		پریز سه‌فاز با کنتاکت محافظ	
لامپ رشته‌ای		سیم روکار	

جدول ۲ــ۵ــ دنباله‌ی علائم الکتریکی

نام وسیله	نمایش در دیاگرام فنی اتصال	نمایش در نقشه‌ی حقیقی	نام وسیله	نمایش در دیاگرام فنی اتصال	نمایش در نقشه‌ی حقیقی
کلید تبدیل			کلید یک پل		
کلید صلیبی					
رله، کنتاکتور			کلید دوپل		
رله‌ی زمانی			لامپ رشته‌ای با بدنه‌ی زمین (حفاظت شده)		
ترانسفورماتور			پریز با کنتاکت محافظ (پریز شوکو) (یک تایی)		
تکمه‌ی فشاری با کنتاکت کار(معمولاً باز) (شستی استارت) تکمه‌ی فشاری با کنتاکت استراحت (معمولاً بسته) (شستی استاپ)			انشعاب یا جعبه‌ی تقسیم با تغذیه از سمت چپ		

۱۲ــ۵ــ انواع سیم‌کشی

اصولاً سیم‌کشی به دو صورت انجام می‌گیرد :

الف : سیم‌کشی روکار

ب : سیم‌کشی توکار

الف: سیم‌کشی روکار: معمولاً در سیم‌کشی روکار سیم‌ها را از روی گچ به صورت آزاد یا در داخل لوله و یا داکت عبور می‌دهند. در این روش کلیه سیم‌ها و لوله‌ها در معرض دید هستند و به همین دلیل عیب‌یابی در این نوع سیم‌کشی آسان است.

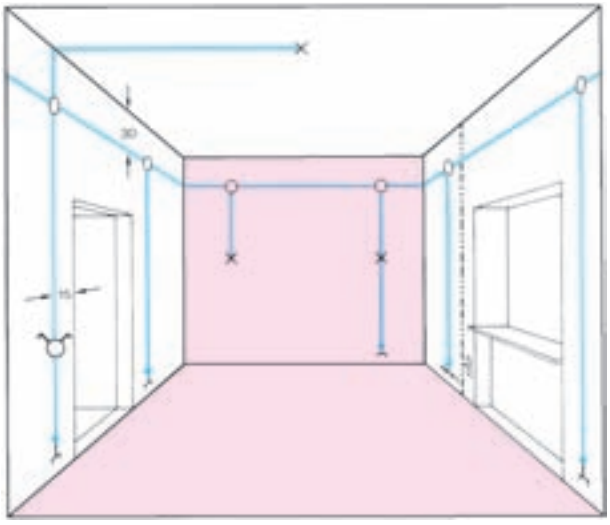
ب: سیم‌کشی توکار: در این نوع سیم‌کشی باید سیم را از داخل دیوار یا سقف یا کف عبور داده برای این منظور لوله‌های مخصوصی را زیر گچ کار می‌گذارند و سیم‌ها را از داخل آن‌ها عبور می‌دهند.

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳ـ۶ـ۲ـ۱۸)
انجام سیم‌کشی‌های نوع روکار با استفاده از سیم‌های چندلا (مانند بندهای پلاستیکی) و بست‌های میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.

۱۳ـ۵ـ روش‌های سیم‌کشی توکار

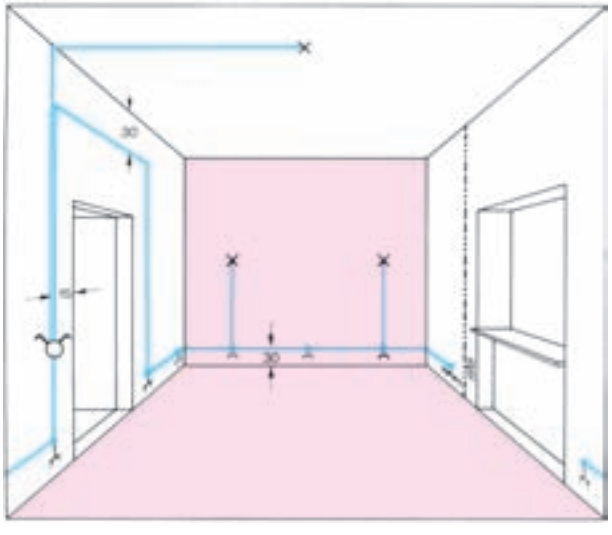
سیم‌کشی توکار با توجه به موقعیت محلی و با در نظر گرفتن مسائل دیگری مانند زیبایی، ارزش اقتصادی، اهمیّت حفاظتی در اماکن مختلف، به سه روش زیر اجرا می‌شود.

الف ـ سیم‌کشی با جعبه‌ی تقسیم: در این روش سیم‌ها را از قسمت بالای دیوار و از داخل لوله به‌صورت افقی عبور می‌دهند. در نقاط معین (در بالای کلید یا پریز) و به فاصله‌ی حدود ۳۰ سانتی‌متر از سقف، قوطی تقسیم در نظر گرفته می‌شود و انشعابات موردنیاز در داخل آن انجام می‌گیرد. در گذشته از این روش بیش‌تر استفاده می‌شد، ولی امروزه به دلیل این‌که تجهیزات سیم‌کشی توسعه یافته و عیب‌یابی و مسائل دیگر در سیم‌کشی مطرح است کم‌تر استفاده می‌شود. لذا این روش به‌نام روش کلاسیک و آموزشی مورداستفاده قرار می‌گیرد.



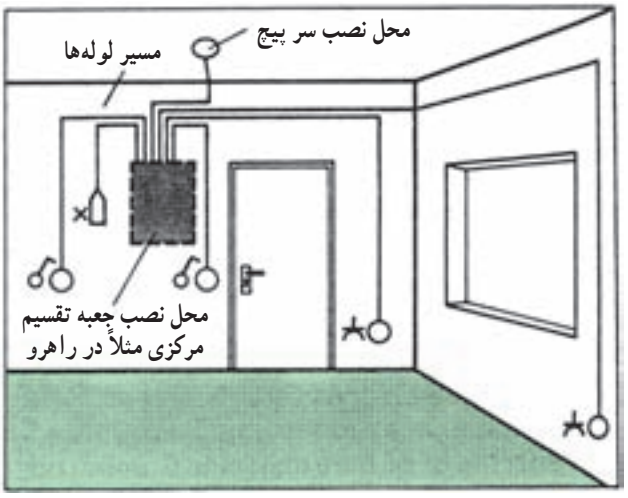
شکل ۲۹ـ۵ـ سیم‌کشی توکار با استفاده از جعبه تقسیم

ب ـ سیم‌کشی توکار با استفاده از قوطی کلید و پریز به‌جای قوطی تقسیم: در این روش از قوطی‌های کلید و پریز مطابق شکل ۳۰ ـ۵ به‌جای قوطی تقسیم استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در موقع نصب قوطی کلید و پریز باید فضای لازم درنظر گرفته شود تا سیم‌ها در داخل قوطی‌ها جا گیر شوند. به‌عبارت دیگر، بایستی قوطی از فضا و عمق بیش‌تری برخوردار باشد. در این روش معمولاً مدار پریزها از مدارهای روشنایی جدا اجرا می‌شود. امروزه از این روش خیلی زیاد استفاده می‌کنند.



شکل ۳۰ـ۵ـ سیم‌کشی بدن استفاده از جعبه تقسیم

ج ــ سیم‌کشی با استفاده از تابلوی توزیع محلی: در این روش از سیم‌کشی (مطابق شکل ۳۱ــ۵) سیم‌ها، با توجه به توزیع برق و تقسیم‌بندی محل‌های متفاوت از تمام وسایل، به‌طور مجزا به داخل تابلوی توزیع آورده می‌شوند. محل نصب این تابلو باید در جایی باشد که آوردن لوله‌ها برای سیم‌کشی به محل تابلوی مرکزی امکان‌پذیر باشد. در این روش معمولاً جعبه‌ی تقسیم مرکزی (تابلوی توزیع محلی) را در راهرو یا محل‌های مناسب دیگری نصب می‌کنند. در این روش امکان تغییرات و عیب‌یابی، در مقایسه با دو روش دیگر، راحت‌تر انجام می‌گیرد. به همین جهت از این روش در ساختمان‌ها و اماکنی از قبیل واحدهای مسکونی، دفاتر کار، ادارات، بیمارستان‌ها و مشابه آن‌ها استفاده می‌شود.



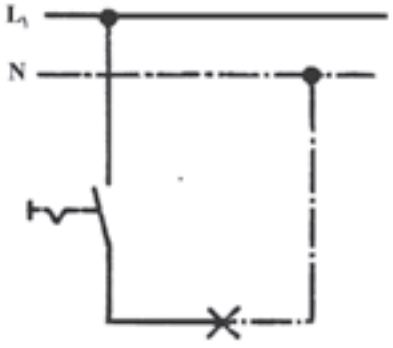
شکل ۳۱ــ۵ــ سیم‌کشی به روش استفاده از جعبه‌ی تقسیم مرکزی

ایمنی

مراقب باشید که در مسیر سیم‌های برق داخل دیوار سوراخ‌کاری با دریل و یا میخ کوبیده نشود.

۱۴ــ۵ــ مدار الکتریکی کلید یک پل

یک لامپ رشته‌ای باید از یک محل با یک کلید قطع و وصل شود. برای کنترل لامپ رشته‌ای باید از یک کلید استفاده کرد. کلید را در مسیر رفت قرار می‌دهیم، به‌عبارت دیگر کلید در مسیر رفت بین منبع تغذیه و مصرف‌کننده واقع می‌گردد (شکل ۳۲ــ۵).



شکل ۳۲ــ۵ــ مدار الکتریکی

ایمنی

از کشیدن سیم از کف منزل یا زیر فرش که احتمال برخورد پای افراد با آن و یا پوسیدن سیم وجود دارد خودداری کنید. زیرا سیم حالت عـایقی خـود را از دست داده و به‌دنبال آن خطر آتش‌سوزی و برق‌گرفتگی را به‌همراه دارد.

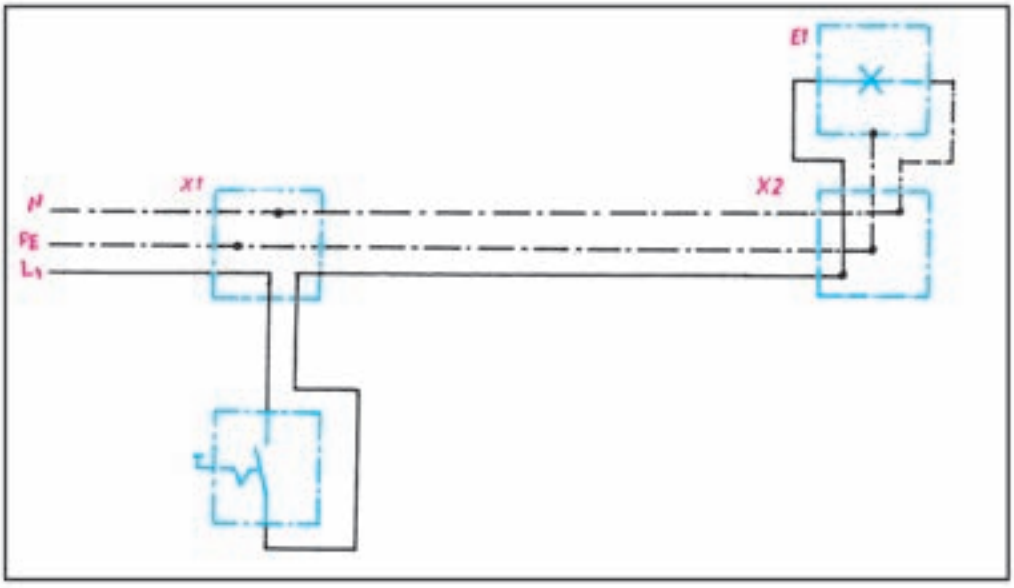
طریقه‌ی اتصال: در این مدار ابتدا سیم فاز به کنتاکت ته فیوز وصل می‌شود و سپس از کنتاکت سر فیوز به جعبه‌ی تقسیم می‌رود. سیم فاز از جعبه‌ی تقسیم به یکی از ترمینال‌های کلید یک‌پل وصل می‌شود. از ترمینال دوم کلید یک پل، سیم‌برگشت به یکی از ترمینال‌های سرپیچ وصل می‌شود، آن‌گاه سیم نول به ترمینال بدنه‌ی سرپیچ متصل می‌شود.

شکل ۳۳ــ۵ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

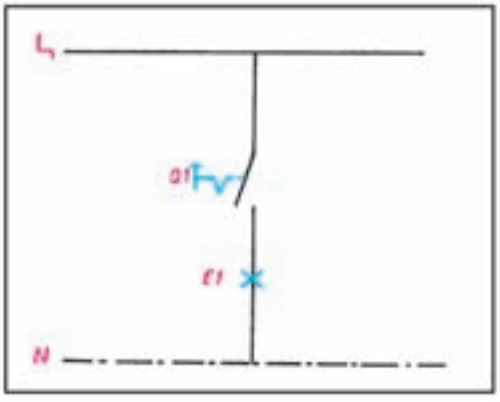
کاربرد

از این مدار برای قطع و وصل وسایل الکتریکی و روشن و خاموش کردن لامپ‌ها در اتاق‌های کوچک، انباری، حمام، آشپزخانه و توالت استفاده می‌شود.

شمای فنی (اتصال یک پل)



شمای حقیقی (اتصال یک پل)

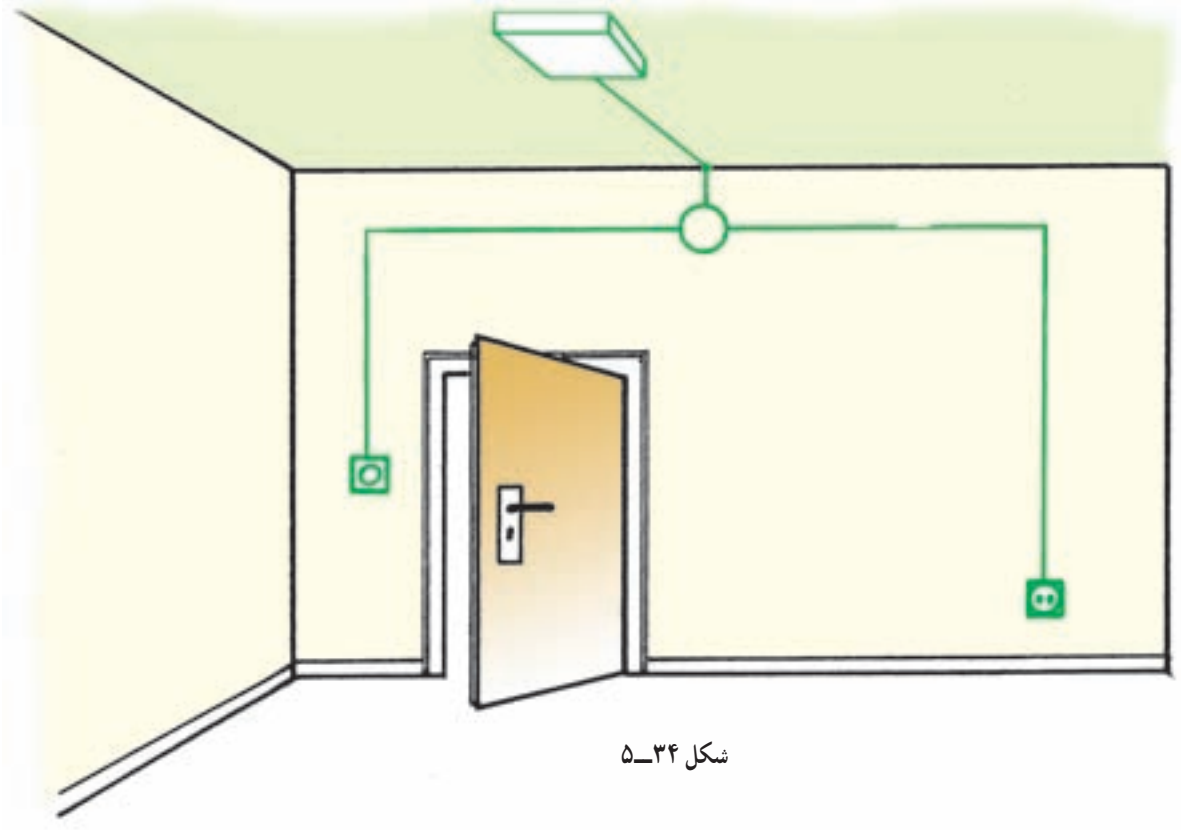


شمای مسیر جریان (اتصال یک پل)

شکل ۳۳ــ۵ــ انواع شمای مدار کلید یک پل

کار عملی ۵: اجرای سیم‌کشی کلید یک‌پل با یک لامپ و یک پریز

موضوع: اجرای سیم‌کشی برای تأمین روشنایی یک اتاق توسط یک لامپ که از یک نقطه روشن و خاموش شود. هم‌چنین اجرای سیم‌کشی یک پریز با کنتاکت محافظ زمین.



شکل ۳۴ــ۵

مراحل انجام کار:

۱ــ کنتاکت‌های کلید یک پل را با اهم‌متر آزمایش کنید.

۲ــ سیم‌کشی را با یک کلید یک‌پل و یک پریز بر روی تابلوی آموزشی اجرا نمایید.

۳ــ ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.

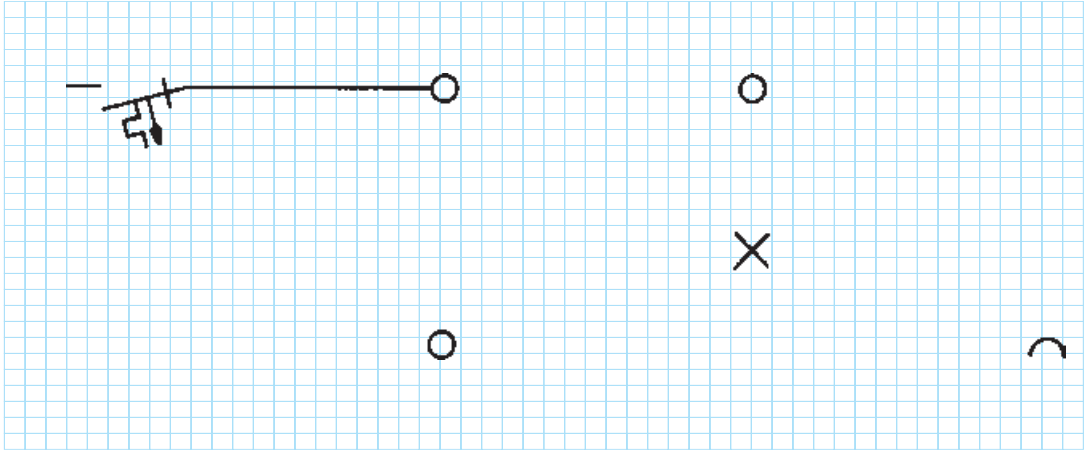
۴ــ مدار را آزمایش کنید.

۵ــ طرز کار مدار را توضیح دهید.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

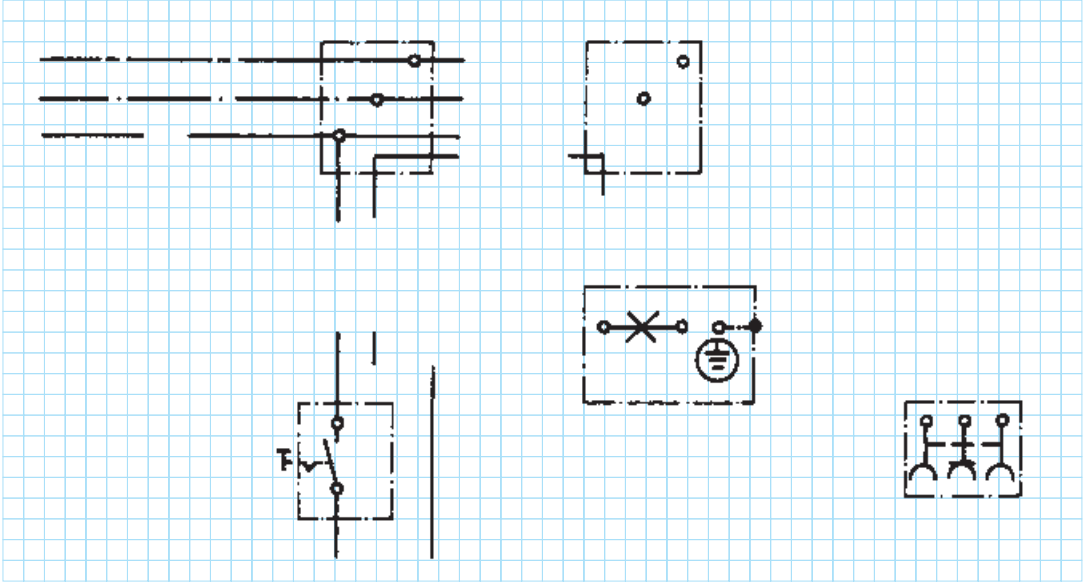
کار در کلاس: تکمیل نقشه‌ی سیم‌کشی کلید یک‌پل با یک لامپ و یک پریز

۶ــ شمای تک‌خطی زیر را کامل کنید :



شکل ۳۵ــ۵

۷ــ شمای حقیقی زیر را کامل کنید :



شکل ۳۶ــ۵

۱۵ــ۵ــ مدار الکتریکی کلید دوپل

طریقه‌ی اتصال: سیم فاز را بعد از عبور از فیوز، به‌طریقی که قبلاً توضیح داده شد، به تقسیم می‌بریم و از آن‌جا به پیچ مشترک کلید دوپل، که معمولاً به رنگ قرمز یا با حرف P مشخص گردیده است، وصل می‌کنیم. از دو پیچ غیرمشترک کلید، دو سیم به نام سیم‌های برگشت فاز به ته دو سرپیچ می‌بریم و به آن وصل می‌کنیم. سرپیچ‌ها را از بدنه به‌طور مستقیم به نول شبکه متصل می‌نماییم.

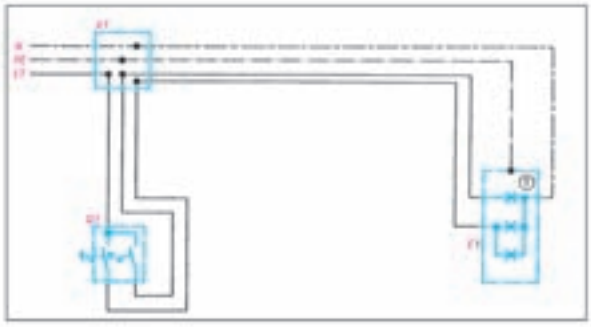
چنان‌چه تعداد لامپ‌ها بیش‌تر از دو تا باشند، سرپیچ‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند، به طوری که در هر دسته دو یا چند سرپیچ با هم موازی باشند. در این صورت سیم برگشت و هم‌چنین سیم نول به نقطه‌ی اتصال مشترک سرپیچ‌ها وصل می‌شوند.

شکل ۳۷ــ۵ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

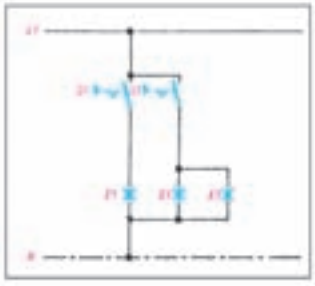
کاربرد

این مدار در محل‌هایی که دو دسته لامپ در کنار هم وجود دارد به کار می‌رود. مانند اتاق‌های پذیرایی بزرگ که بیش از یک لامپ و یا لوستر دارند که باید در یک زمان یک دسته و زمان دیگر دسته‌ی دیگری از لامپ‌ها و در موقع دیگر هر دو دسته لامپ‌ها روشن شوند.

شمای فنی مدار کلید دوپل



شمای حقیقی مدار کلید دوپل

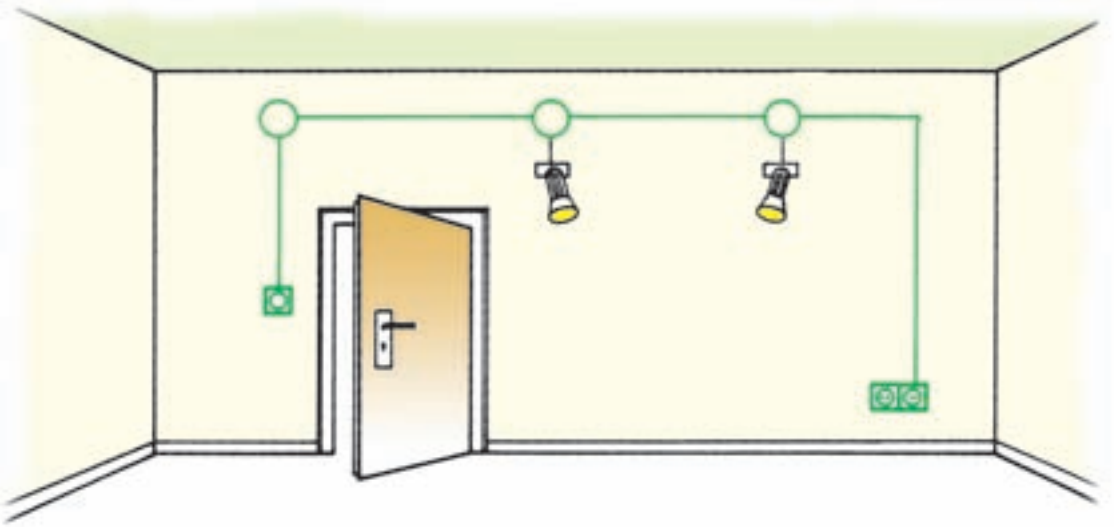


شمای مسیر جریان مدار کلید دوپل

شکل ۳۷ــ۵ــ انواع شمای مدار کلید دو پل

کار عملی۶ : اجرای سیم‌کشی کلید دو پل با دو لامپ و دو پریز

موضوع: نصب دو عدد لامپ در یک اتاق که به‌طور مستقل به‌وسیله‌ی یک کلید دوپل از یک نقطه قطع و وصل می‌شوند. هم‌چنین نصب دو عدد پریز در گوشه‌ی اتاق.



شکل ۳۸ــ۵

مراحل انجام کار:

۱ــ کنتاکت‌های کلید دوپل را با اهم‌متر آزمایش کنید.

۲ــ سیم‌کشی را با یک کلید دوپل و دو پریز بر روی تابلوی آموزشی اجرا نمایید.

۳ــ ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.

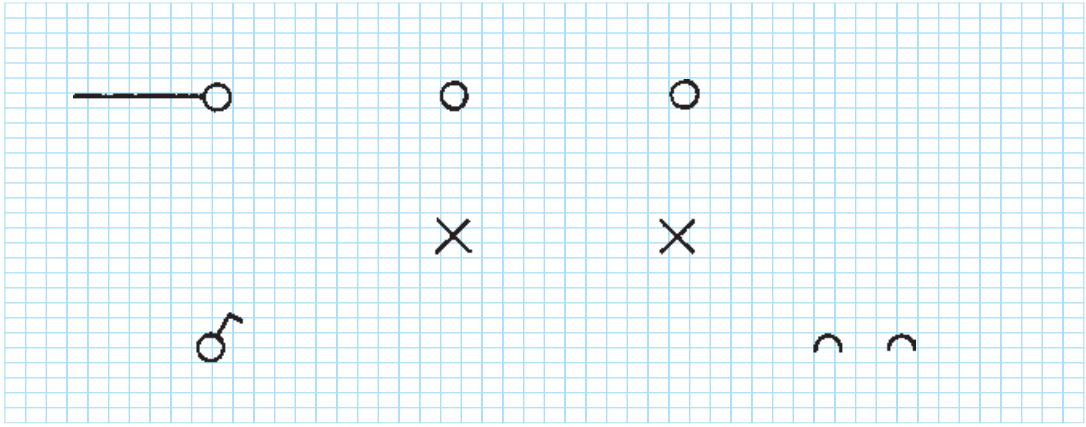
۴ــ مدار را آزمایش کنید.

۵ــ طرز کار مدار را توضیح دهید.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

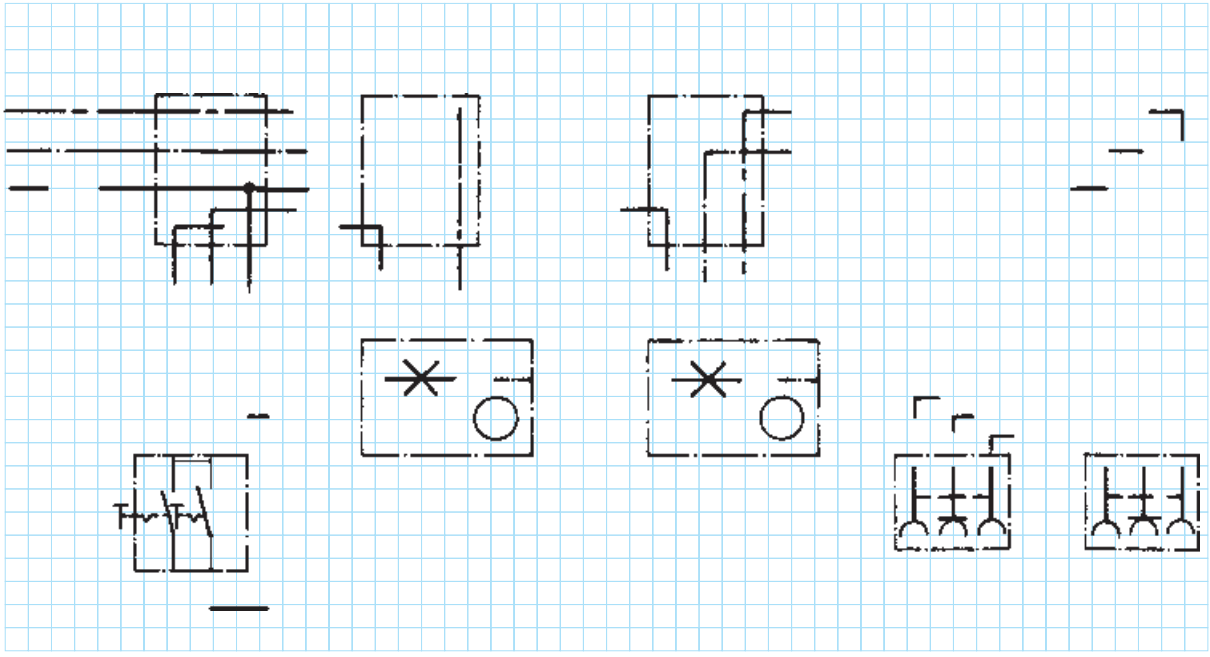
کار درکلاس: تکمیل نقشه‌ی سیم‌کشی کلید دوپل با دو لامپ و دو پریز

۶ــ شمای تک خطی زیر را کامل کنید :



شکل ۳۹ــ۵

۷ــ شمای حقیقی زیر را کامل کنید.



شکل ۴۰ــ۵

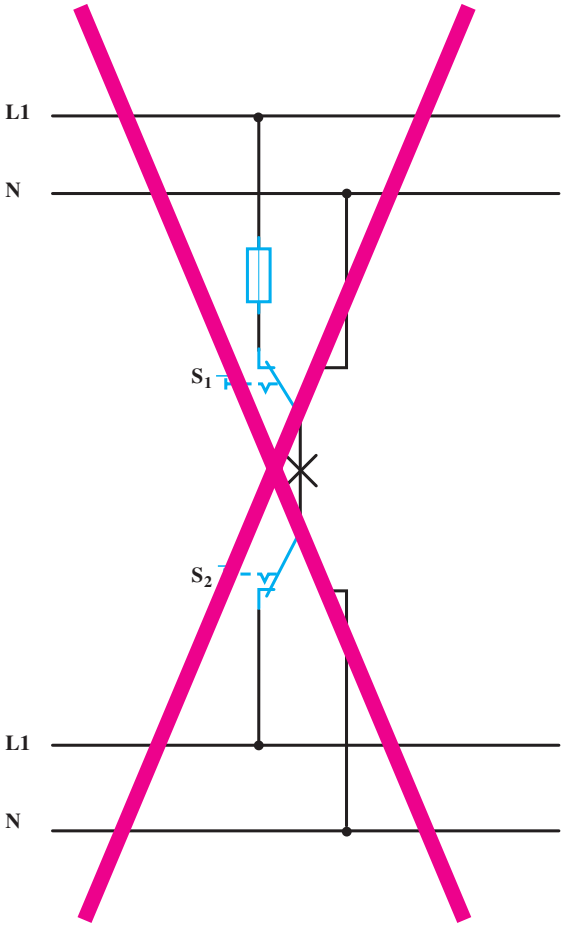
۱۶ــ۵ــ مدار الکتریکی کلید تبدیل

طریقه‌ی اتصال: سیم فاز، بعد از عبور از فیوز، به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می‌شود. از دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیرمشترک کلید تبدیل دوم می‌رود. از پیچ مشترک کلید دوم یک سیم به طرف ته سرپیچ برده می‌شود و سیم نول به‌طور مستقیم به‌طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می‌شود.

شکل ۴۱ــ۵ شمای فنی، حقیقی و مسیر جریان این مدار را نشان می‌دهد.

کاربرد

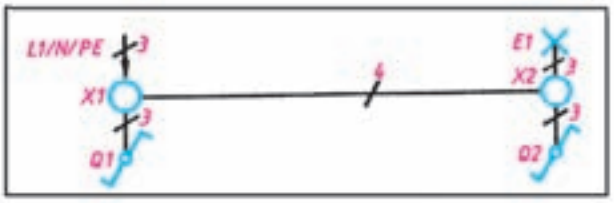
این مدار برای خاموش و روشن کردن یک لامپ یا یک گروه لامپ از دو نقطه مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً برای راهروها، راه‌پله‌ها و سالن‌های بزرگ که خروجی‌های مختلف دارند و نیز هال واحدهای مسکونی استفاده می‌شود.



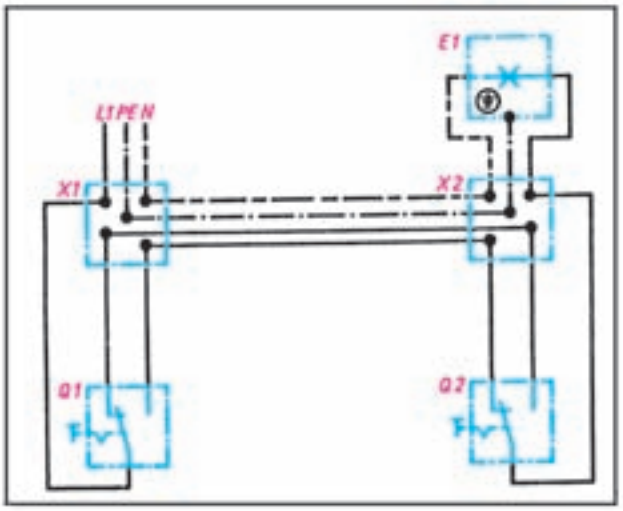
نکته ایمنی

ممکن است در محیط کار با نوعی اتصال تبدیل به نام تبدیل بازاری مواجه شوید. در این روش علی‌رغم این‌که در مصرف سیم صرفه‌جویی می‌شود اما به هیچ عنوان ایمن، علمی و فنی نیست. و مراجع ذی‌صلاح استفاده از این اتصال را قانونی نمی‌دانند (مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳)

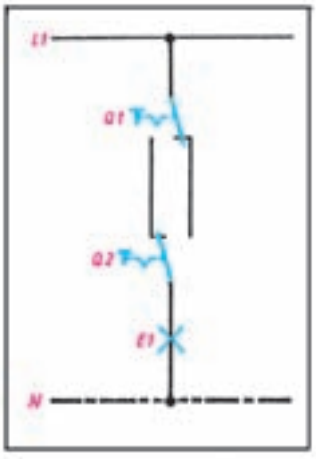
(در این روش سیم فاز و نول به ترمینال‌های غیرمشترک در کلید متصل شده و ترمینال‌های مشترک این دو کلید به دو سر لامپ اتصال داده می‌شود) (شکل ۴۲ــ۶).



شمای تک خطی کلید تبدیل



شمای حقیقی کلید تبدیل

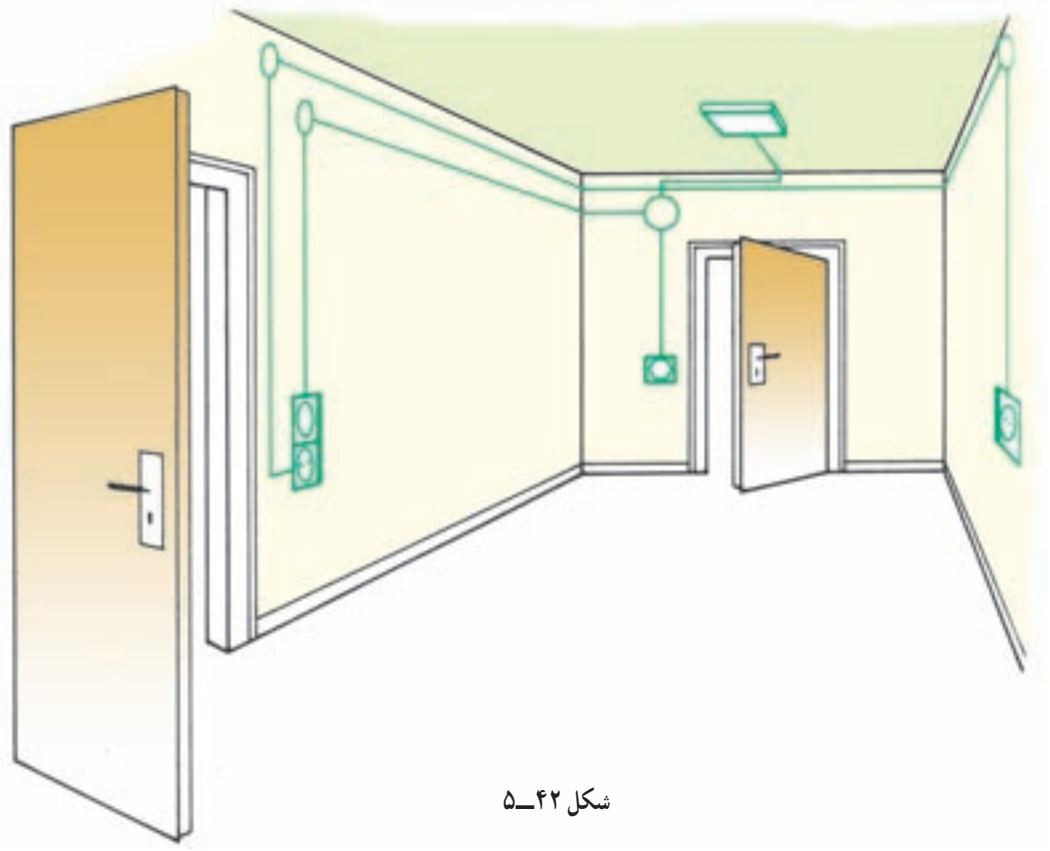


شمای مسیر جریان کلید تبدیل

شکل ۴۱ــ۵ــ انواع شمای مدار کلید تبدیل

کار عملی ۷: اجرای سیم‌کشی کلید تبدیل با یک لامپ و دو پریز با مسیر مجزا

موضوع: اجرای سیم‌کشی کلید تبدیل و یک لامپ. هم‌چنین سیم‌کشی دو پریز با مسیر جداگانه.



شکل ۴۲ــ۵

مراحل انجام کار:

۱ــ کنتاکت‌های کلید تبدیل را با اهم‌متر آزمایش کنید.

۲ــ وسایل را بر روی تابلوی آموزشی نصب و سیم‌کشی را اجرا نمایید.

۳ــ ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.

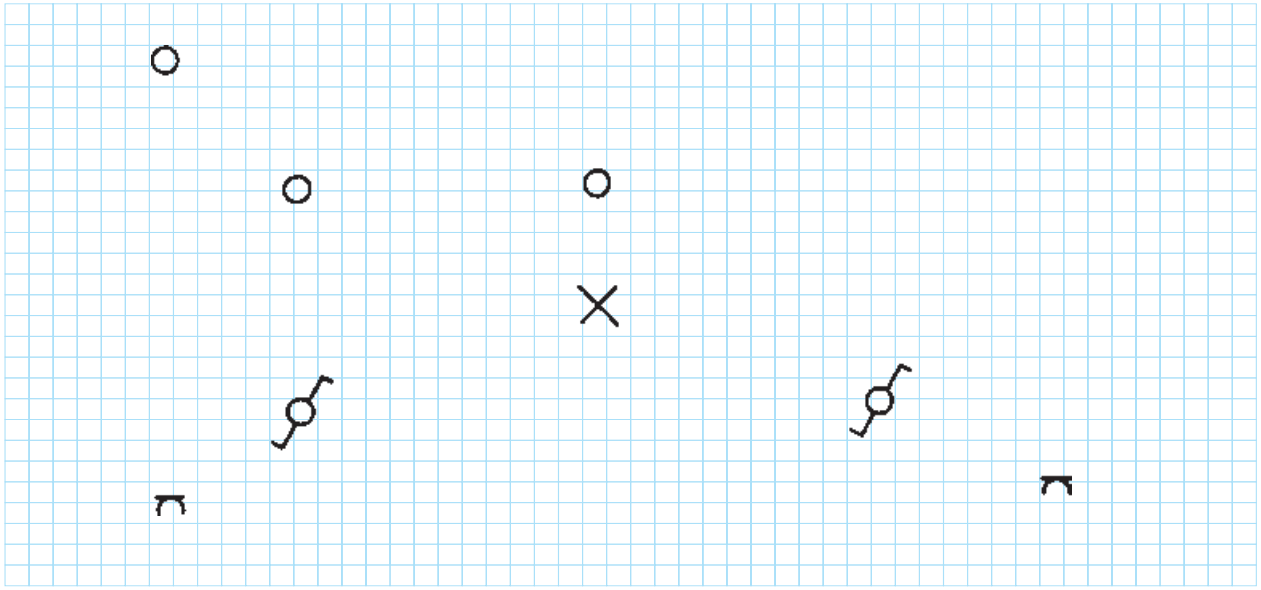
۴ــ مدار را آزمایش کنید.

۵ــ طرز کار مدار را توضیح دهید.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

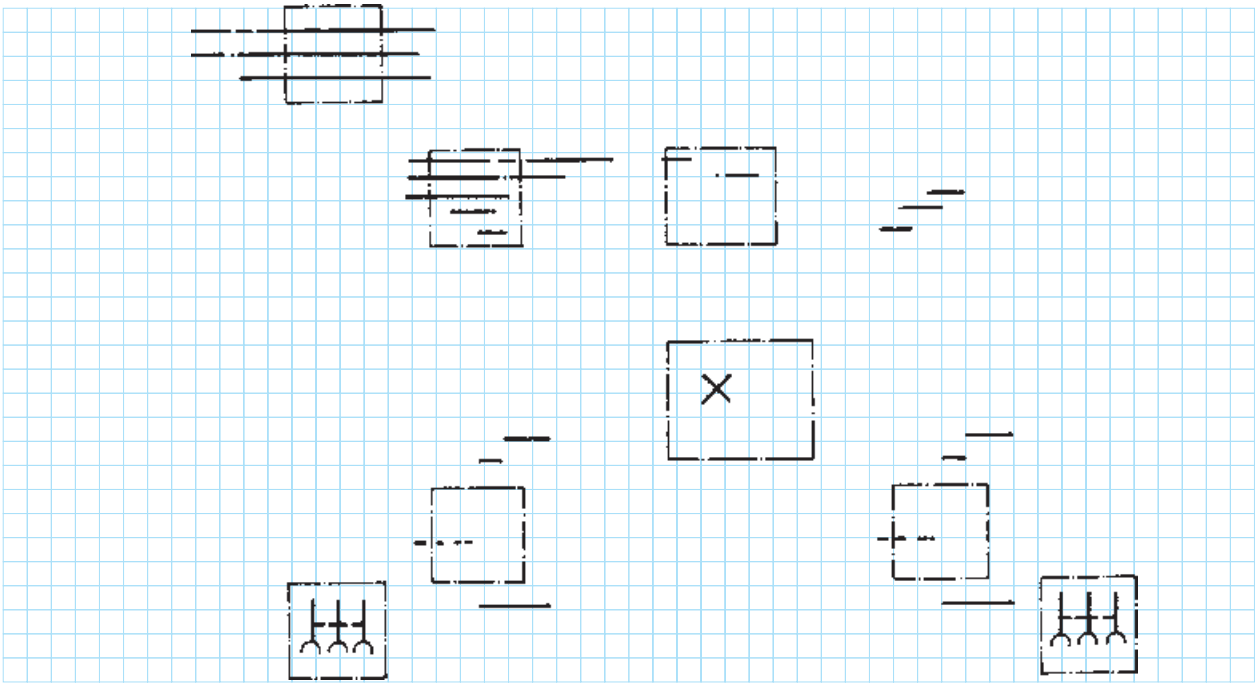
کار در کلاس: تکمیل نقشه‌ی سیم‌کشی کلید تبدیل با یک لامپ و دو پریز با مسیر مجزا

۶ــ شمای تک خطی زیر را کامل کنید :



شکل ۴۳ــ۵

۷ــ شمای حقیقی زیر را کامل کنید :

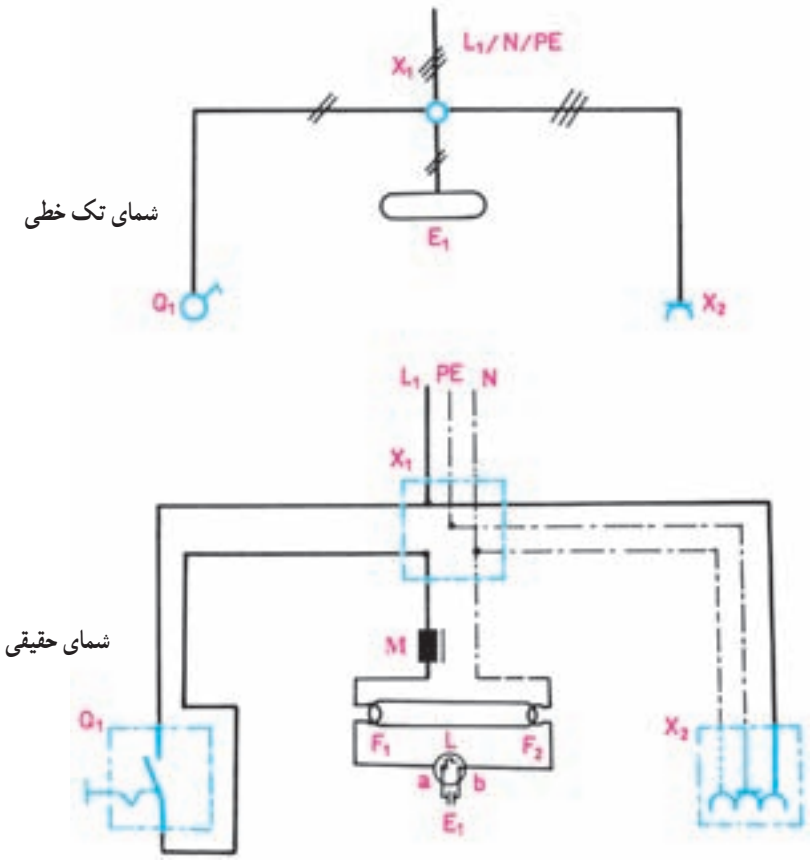


شکل ۴۴ــ۵

۱۷ــ۵ــ مدار الکتریکی لامپ فلورسنت

مدار لامپ فلورسنت به‌صورت شکل ۴۵ــ۵ بسته می‌شود و طرز کار آن به‌شرح زیر است :

موقعی که کلید Q_1 را وصل می‌کنیم بین دو الکترود استارتر (b,a) ۲۲۰ ولت اختلاف سطح به‌وجود می‌آید و این اختلاف سطح گاز نئون داخل استارتر را یونیزه کرده و سبب می‌شود از آن جریان عبور کند. دراثر عبور جریان، تیغه‌ی بی‌متال L ضمن گرم شدن خم می‌شود و به الکترود دیگر می‌چسبد. در این حالت در رشته‌های فلزی لامپ که آن را فیلامان می‌نامند (F_1 و F_2) و در مسیر استارتر و چُک قرارگرفته‌اند جریان برقرار می‌شود و آن‌ها را سرخ می‌کند. دراثر سرخ شدن فیلامان‌ها، الکترون‌های سطحی فیلامان، ضمن پرتاب شدن از آن باعث یونیزه شدن گازهای اطراف خود می‌شوند. هم‌چنین به‌علت چسبیدن تیغه‌های بی‌متال استارتر، در دو سر آن حالت اتصال کوتاه به‌وجود می‌آید و دیگر ولتاژ ۲۲۰ ولت در دوسر آن وجود ندارد و این ولتاژ به صفر نزدیک می‌شود. در این حالت، گاز نئون داخل استارتر دیگر یونیزه نمی‌شود. درنتیجه تیغه‌های بی‌متال ضمن سرد شدن سبب قطع آن می‌شود. در لحظه‌ی قطع استارتر، به‌علت خاصیت خودالقایی سلف (چُک لامپ مهتابی M) ولتاژ لحظه‌ای زیادی (حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ولت) تولید می‌شود که این ولتاژ، بخار جیوه‌ی داخل لامپ را یونیزه می‌کند و جریان در داخل لامپ برقرار می‌شود. عبور جریان از داخل لامپ سبب برخورد الکترون‌ها به‌جدار داخلی لامپ می‌شود. چون داخل لامپ از مواد فلورسانس پوشیده شده است، برخورد الکترون‌ها به‌آن باعث تولید نور می‌شود. در این حالت جریان لامپ زیاد می‌شود و ولتاژ اضافی آن در دو سر چُک افت می‌کند. چون ولتاژ دو سر استارتر کم می‌شود گاز داخل آن یونیزه نمی‌شود و جریانی از بی متال عبور نمی‌کند. در نتیجه، از این لحظه به‌بعد بی‌متال نقشی در مدار نخواهد داشت.



شکل ۴۵ــ۵ــ مدار لامپ فلورسنت با کلید یک پل و پریز شوکو

کار عملی ۸: اجرای سیم‌کشی کلید لامپ مهتابی با کلید یک پل

موضوع: در یک کارگاه باید یک لامپ مهتابی به وسیله‌ی کابل به صورت روکار سیم‌کشی شود، قطع و وصل لامپ مهتابی توسط یک کلید یک پل انجام می‌شود.

شکل ۴۶ــ۵

مراحل انجام کار:

۱ــ وسایل را بر روی تابلوی آموزشی نصب و سیم‌کشی را اجرا کنید.

۲ــ ولتاژ ورودی را اندازه بگیرید.

۳ــ مدار را آزمایش کنید.

۴ــ طرز کار مدار را توضیح دهید.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.

سؤالات

۱ــ انواع کلیدها را نام ببرید.
۲ــ فرق کلیدهای توکار با کلیدهای روکار چیست؟
۳ــ در حمام‌ها از چه نوع کلیدی باید استفاده شود؟ چرا؟
۴ــ از کلید تبدیل بیش‌تر در کجا استفاده می‌شود؟
۵ــ تفاوت لامپ رشته‌ای با فلورسنت را بیان کنید.
۶ــ رله را تعریف کنید و کاربرد دو نوع آن را بنویسید.
۷ــ آیا به جای پریز برق می‌توان از پریز تلفن استفاده کرد؟ چرا؟
۸ــ کاربرد هر یک از مدارات این فصل را بیان کنید.
۹ــ انواع سیم‌کشی را نام‌برده و هر یک را توضیح دهید.

فصل ششم

مغناطیس

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ماده‌ی مغناطیسی را تعریف کند.

۲ــ آهنربای طبیعی را توضیح دهد.

۳ــ چگونگی تعیین قطب آهنربا را توضیح دهد.

۴ــ آهنربای مصنوعی را تعریف کند.

۵ــ ساختمان و اصول کار ترانسفورماتور تک‌فاز را بیان کند.

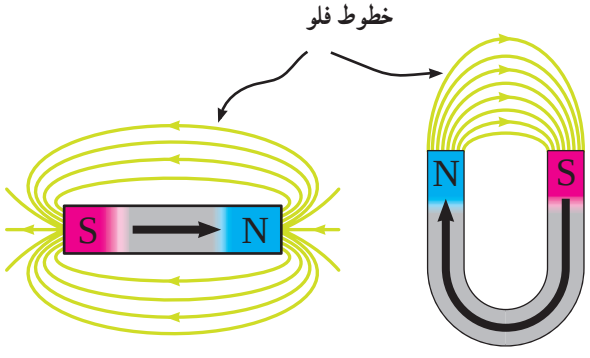
۱ــ۶ــ ماده مغناطیسی

قبل از اینکه وارد بحث ماده مغناطیسی شویم ابتدا آهنربا را تعریف می‌کنیم تا بتوانیم راجع به ماده مغناطیسی بحث کنیم. آهنربا دارای خاصیتی است که می‌تواند ذرات کوچک آهن را به سمت خود جذب کند. می‌خواهیم این مسئله را اندکی دقیق‌تر بررسی کنیم. آهنربا دارای آنچنان خاصیتی است که از یک سر آن خطوط فوران مغناطیسی خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شود. این خطوط فوران نامرئی هستند ولی می‌توان با یک سری آزمایش به‌وجود آن پی برد.

شکل ۱ــ۶ نشان می‌دهد که چگونه از یک سر آهنربا فوران‌ها خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شوند.

در یک آهنربا، به سرهای آهنربا قطب‌های مغناطیسی می‌گویند. قطبی را که فوران از آن خارج می‌شود قطب N و قطبی را که فوران به آن وارد می‌شود قطب S می‌گویند.

اگر دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، درصورتی که دو قطب نزدیک شده همنام باشند (N با N و یا S با S) یکدیگر را دفع و درصورتی که غیرهمنام (N با S) باشند دو آهنربا یکدیگر را جذب

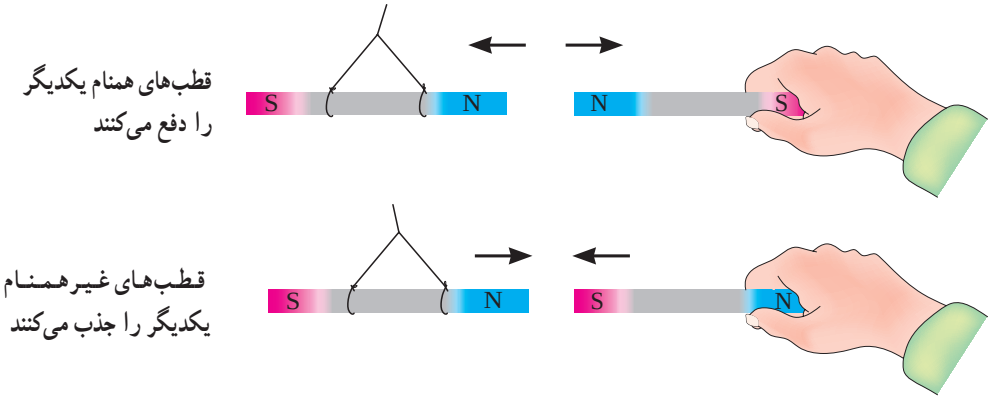


شکل ۱ــ۶ــ فوران‌های مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند.

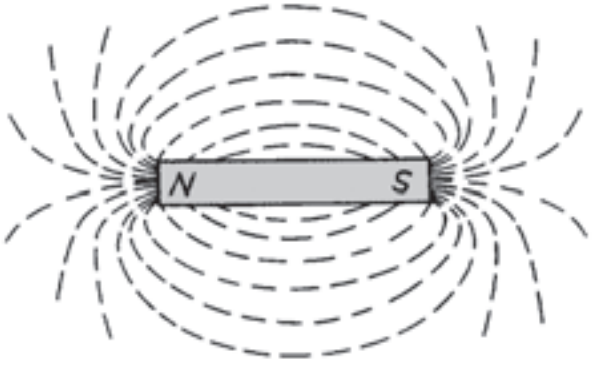
می‌کنند. شکل ۲ــ۶ نشان می‌دهد که دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

حال یک میله آهنربا را درنظر بگیرید (شکل ۳ــ۶). اگر آن‌را از وسط نصف کنیم هر نیمه خود به یک آهنربای مستقل کوچک تبدیل می‌شود.

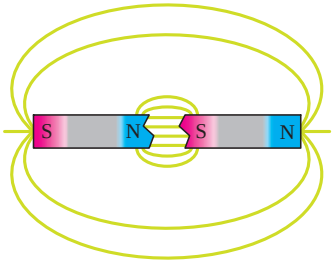
اگر مجدداً هر قطعه کوچک را به دو قسمت تقسیم کنیم هر قسمت (در حقیقت $\frac{۱}{۴}$ قسمت اصلی) خود به یک آهنربای مستقل تبدیل می‌شود. اگر این کار را ادامه بدهیم می‌بینیم که در حقیقت آهنربای اصلی از تعداد بیشماری آهنربای کوچک تشکیل شده است که به دنبال هم و همجهت قرار گرفته‌اند و برآیند فوران آن‌ها زیاد شده است.



شکل ۲ــ۶ــ دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.



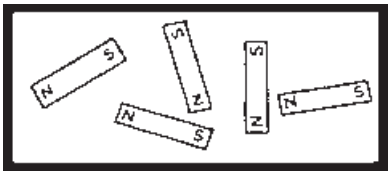
خطوط قوای اطراف یک مغناطیس
به‌صورت طیف مغناطیسی رسم شده‌اند.



هر نیمه از مغناطیس خود دارای قطب N و S است

شکل ۳ــ۶ــ اگر یک میله آهنربا را از وسط نصف کنیم، هر نیمه خود تبدیل به یک آهنربای مستقل می‌شود.

با این مقدمه به تعریف ماده مغناطیسی می‌پردازیم. طبق نظریه‌های ارائه شده تمامی اجسام از آهنرباهای فوق‌العاده کوچک تشکیل شده‌اند (مولکول‌های یک جسم در واقع نقش آهنربا را دارند). در حالت عادی آهنرباهای کوچک به صورت درهم هستند و فوران منتجه آن‌ها صفر است (شکل ۴ــ۶).



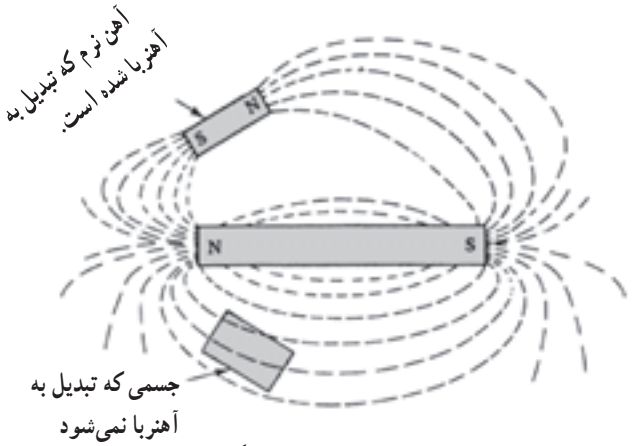
شکل ۴ــ۶ــ آهنرباهای کوچک یک جسم درحالت عادی نامنظم بوده و فوران منتجه برابر صفر است

حال اگر بتوانیم بطریقی آهنرباهای درهم را نظم بدهیم برآیند فوران آهنرباها افزایش می‌یابد و جسم به آهنربا تبدیل می‌شود.

در بعضی از اجسام مانند پلاستیک این کار مطلقاً عملی نیست، یعنی ساختمان فیزیکی پلاستیک‌ها طوری است که ذرات کوچک آن‌ها تحت هیچ شرایطی نظم مغناطیسی نمی‌گیرند.

در بعضی از اجسام مانند آهن، آهنرباهای کوچک بسادگی منظم می‌شوند یعنی آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. به ماده‌ای که بتواند آهنرباهای کوچک را نظم دهد، ماده مغناطیسی گفته می‌شود.

اگر یک قطعه آهن در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار گیرد آهنربا می‌شود (شکل ۵ ــ۶).



شکل ۵ــ۶ــ اجسام مغناطیسی اگر در مسیر فوران مغناطیسی قرار گیرند، آهنربا می‌شوند.

۲ــ۶ــ آهنربای طبیعی

به آهنربایی اطلاق می‌شود که به‌صورت طبیعی در معادن وجود دارد و بتوان با استخراج سنگ معدن و به وسیله ابزارهای مناسب آن‌را به شکل دلخواه درآورد.

از این نوع آهنرباها، چینی‌ها در ۲۰۰۰ سال قبل به عنوان قطب‌نما استفاده می‌نمودند.

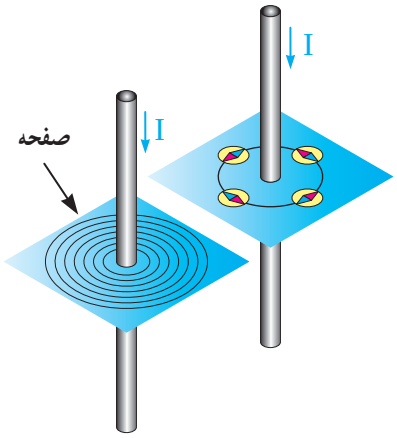
۳ــ۶ــ تعیین قطبین آهنربا

برای تعیین قطب‌های آهنربا، از قطب‌نما می‌توان استفاده کرد. قطب‌نما خود یک آهنربای کوچک و سبک است که قطب‌ها را روی آن از قبل مشخص کرده‌اند. حال اگر یک آهنربا را به قطب‌نما نزدیک کنیم یک طرف قطب‌نما به سمت آهنربا جذب می‌شود، در این صورت قطب آهنربا مخالف قطب قطب‌نما است، زیرا دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند (شکل ۶ــ۶).

قطب‌های غیرهمنام آهنربای میله‌ای و جذب آهنربا
شکل ۶ــ۶ــ قطب‌های غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

۴ــ۶ــ آهنربای مصنوعی

اگر از یک سیم جریانی عبور کند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی (فوران‌های مغناطیسی) شبیه آهنربا، ایجاد می‌شود. اگر جریان عبوری تغییرکند مقدار فوران‌ها نیز تغییر می‌کند، اگر جهت جریان تغییر کند جهت فوران نیز تغییر می‌کند. شکل ۷ــ۶ چگونگی تشکیل فوران اطراف سیم حامل جریان را نشان می‌دهد.

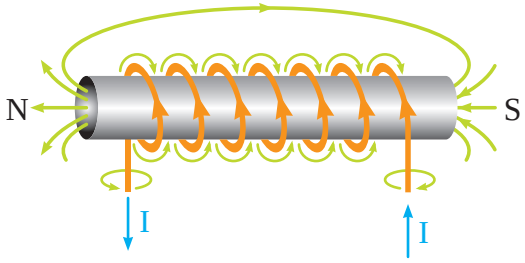


شکل ۷ــ۶ــ اگر از یک سیم جریان عبور کند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان را می‌توان به کمک قطب نما تشخیص داد.

گفته شد که اگر یک قطعه آهن را در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار دهیم آهنرباهای کوچک آهن منظم شده و آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. اگر فوران را قطع کنیم مجدداً نظم آهنرباهای کوچک به‌هم می‌خورد و آهن خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد. اگر به جای آهن نرم از آهن سخت استفاده کنیم وقتی که فوران مغناطیسی را قطع کنیم نظم آهنرباهای کوچک این قطعه آهن به‌هم می‌خورد و آهنرباهای کوچک همچنان منظم باقی می‌ماند و آهن سخت تبدیل به آهنربا می‌شود.

۱ــ۴ــ۶ــ چگونگی تهیه آهنربای مصنوعی: در صنعت برای تهیه آهنرباها، ابتدا یک مفتول با ترکیب مناسب آهن تهیه می‌کنند و سپس آن‌را در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار می‌دهند. بعد از مدت زمانی، مفتول به آهنربا تبدیل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌دهند.

۲ــ۴ــ۶ــ عوامل مؤثر در تراکم خطوط نیرو: مقدار فوران‌های مغناطیسی یک آهنربای طبیعی، بستگی به تعداد آهنرباهای کوچک منظم شده آن دارد. اگر آهنربا را بخواهیم به‌صورت موقت با پیچیدن سیم دور یک مفتول بسازیم، مقدار فوران‌های مغناطیسی بستگی به تعداد دور سیم پیچ، قطر سیم‌پیچ و مقدار جریانی که از سیم‌پیچ عبور می‌دهیم دارد. شکل ۸ ــ۶ چگونگی تهیه آهنربای موقت با جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۶ــ اگر دور یک میله آهنی را چند دور سیم بپیچیم و سیم‌پیچ را به جریان الکتریکی وصل کنیم، میله آهنی تبدیل به آهنربا می‌شود.

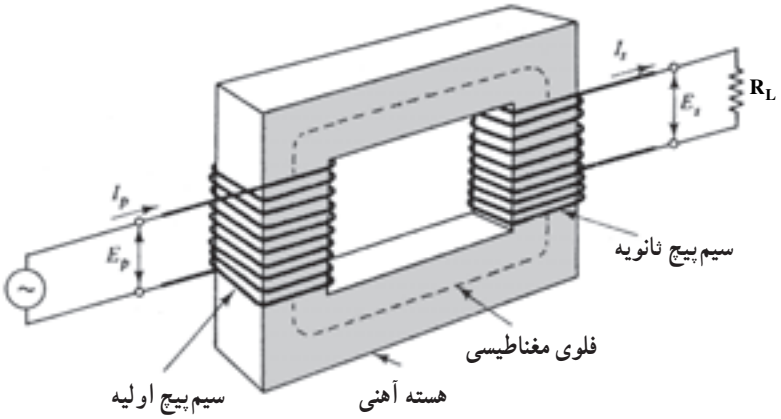
۵ــ۶ــ اصول کار ترانسفورماتور یکفاز

ترانسفورماتور دستگاهی است که از آن معمولاً برای تغییر ولتاژ از مقدار موجود به مقدار مطلوب استفاده می‌کنند. ترانسفورماتور دو سیم‌پیچ (اولیه و ثانویه) دارد که به یک سیم‌پیچ آن ولتاژ ورودی داده می‌شود و از سیم‌پیچ دیگر ولتاژ مورد نیاز دریافت می‌گردد. رابط بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه هستهٔ آهنی است. شکل ۹ــ۶ یک نمونهٔ ساده ترانسفورماتور را نشان می‌دهد.

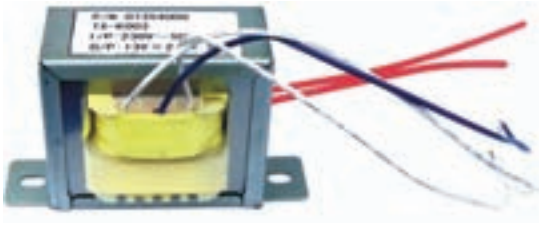
در ترانسفورماتور وقتی به سیم‌پیچ اولیه ولتاژ می‌دهیم، یک جریان در سیم‌پیچ اولیه جاری می‌شود و باعث می‌گردد که فورانی در هسته جاری شود، این فوران سیم‌پیچ ثانویه را در برمی‌گیرد و ولتاژی در آن القاء می‌کند. مقدار ولتاژ القاء شده به عواملی همچون تعداد دور ثانویه، فرکانس برق شهر و سطح مقطع

هسته، تعداد دور اولیه و ولتاژ اولیه دارد.

ترانسفورماتورها در ابعاد بسیار کوچک تا ابعاد بسیار بزرگ ساخته می‌شوند. شکل ۱۰ــ۶ نمونه‌هایی از این ترانسفورماتورها را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۶ــ یک نمونه ساده ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ که به‌وسیله هسته آهنی در ارتباط می‌باشند.



شکل ۱۰ــ۶ــ نمونه‌هایی از ترانسفورماتور

سؤالات

۱ــ فرق ماده مغناطیسی و غیرمغناطیسی کدام است؟

۲ــ چرا پلاستیک آهنربا نمی‌شود؟

۳ ــ چگونه می‌توان قطب‌های یک آهنربای نامشخص را تعیین کرد؟

۴ــ فرق آهنربای طبیعی و مصنوعی کدام است؟

۵ ــ چگونه یک آهنربای مصنوعی را می‌سازند؟

۶ــ ترانسفورماتور چیست؟

۷ــ چند مورد از کاربرد ترانسفورماتور را بنویسید.

فصل هفتم

موتورهای الکتریکی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ساختمان و اصول کار موتورهای جریان مستقیم را بیان کند.

۲ــ ساختمان و اصول کار موتورهای جریان متناوب یکفاز و سه فاز را بیان کند.

۳ــ ساختمان و اصول کار موتورهای مخصوص تکفاز (یونیورسال و قطب چاکدار) را بیان کند.

۴ــ اتصال ستاره یا مثلث سیم‌پیچ‌های موتور را از روی تخته کلم تشخیص دهد.

۵ــ مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌های موتور را اندازه‌گیری کند.

۶ــ پلاک مشخصات موتور سه فاز را تشریح کند.

۱ــ۷ــ مقدمه

موتورهای الکتریکی دستگاه‌هایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. از نظر تغذیه برق، به دو نوع تقسیم می‌شوند :

الف) موتورهای DC[1] (جریان مستقیم)

ب) موتورهای AC[2] (جریان متناوب)

موتورهای AC نیز خود از نظر تغذیه به دو نوع تقسیم می‌شوند :

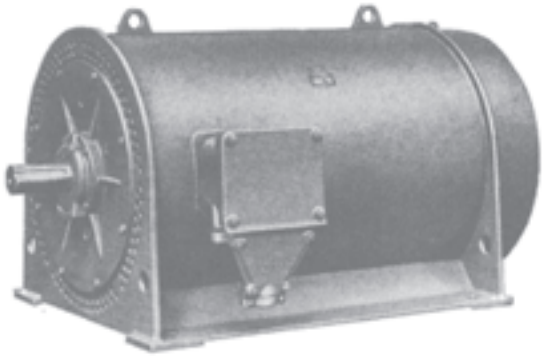
الف) موتورهای یکفازه

ب) موتورهای سه فازه

شکل ۱ــ۷ دو نمونه از موتورهای الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل ۲ ــ ۷ نمونه‌ای از کاربرد موتورهای الکتریکی را نشان می‌دهد.

الف) نوع AC



ب) نوع DC

شکل ۱ــ۷ــ دو نمونه از موتورهای الکتریکی

۱ــ DC = Direct Current ۲ــ AC = Alternative Current.

شکل ۲ــ۷ــ نمونه‌هایی از کاربرد موتورهای الکتریکی

۲ــ۷ــ ساختمان و اصول کار موتورهای DC

موتورهای DC (جریان مستقیم) موتورهایی هستند که با جریان مستقیم کار می‌کنند. این موتورها در ابعاد وسیعی ساخته و به کارگرفته می‌شوند مثلاً موتور کوچک ضبط صوت یک موتور DC است و همچنین محرک لکوموتیو قطار نیز یک موتور DC است که قادر است دو هزار تن وزن را حرکت دهد.

۱ــ۲ــ۷ــ ساختمان موتور DC: یک موتور DC از قسمت‌های زیر تشکیل شده است :

الف) آرمیچر

ب) قاب (بدنه)

ج) قطب‌های میدان تحریک

د) کاسه‌های موتور (درپوش‌ها) و جاروبک‌ها

الف ــ آرمیچر: آرمیچر قسمت گردان موتور است و از هسته فولادی ورقه ورقه شده با شیارهایی که در آن‌ها کلاف سیم‌پیچی قرار دارد تشکیل شده است. هسته روی یک محور فولادی که کلکتور رانیز نگه می‌دارد پرس شده است. کلکتور جریان را از جاروبک‌های زغالی به کلاف‌های داخل شیارها هدایت می‌کند. شکل ۳ــ۷ یک نمونه آرمیچر را نشان می‌دهد.

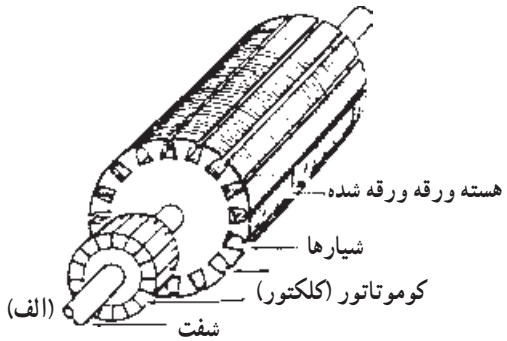
ب ــ قاب بدنه: بدنه موتور DC از فولاد یا آهن ریخته می‌شود و معمولاً مقطع آن به شکل دایره است و طوری ماشین کاری می‌شود که بتوان قطب‌های میدان را در داخل آن نصب کرد. شکل ۴ــ۷ نمونه‌ای از قاب بدنه را نشان می‌دهد.

ج ــ قطب‌های میدان تحریک: قطب‌های میدان تحریک از فولاد ورقه ورقه شده به‌صورت شکل ۵ ــ۷ ساخته می‌شوند و سیم‌پیچ میدان در قسمت A قرار می‌گیرد. قطب‌ها در موتورهای کوچک با بدنه به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شوند.

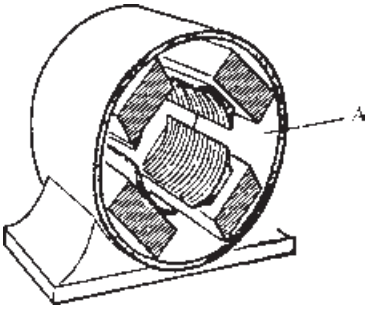
د ــ کاسه‌های موتور(درپوش‌ها): درپوش‌ها که جارونگهدارها نیز روی آن‌ها سوارند با پیچ و مهره به بدنه متصل

می‌شوند. در ضمن یاتاقان‌ها نیز بر روی درپوش‌ها جهت تکیه‌گاه آرمیچر سوارند. شکل ۶ــ۷ یک نمونه درپوش را نشان می‌دهد.

(ب)

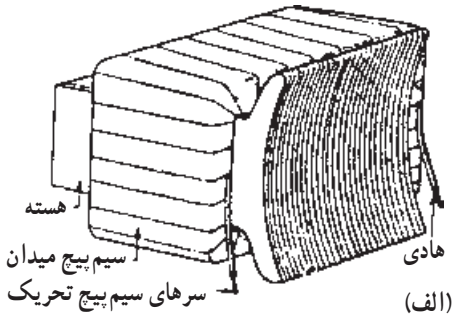


شکل ۳ــ۷ الف) آرمیچر بدون سیم‌پیچی ب) آرمیچر سیم‌پیچی شده

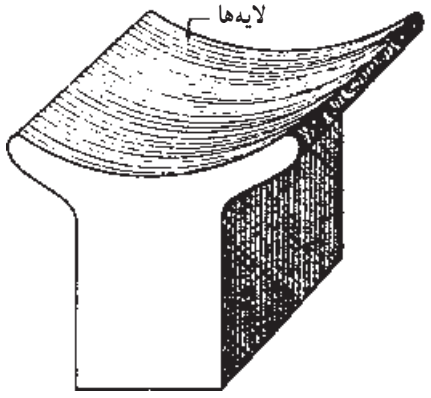


شکل ۴ــ۷ــ قاب بدنه یک موتور DC

شکل ۶ــ۷ــ یک نمونه درپوش که جارونگهدارها نیز روی آن نصب شده‌اند.



(الف)



(ب)

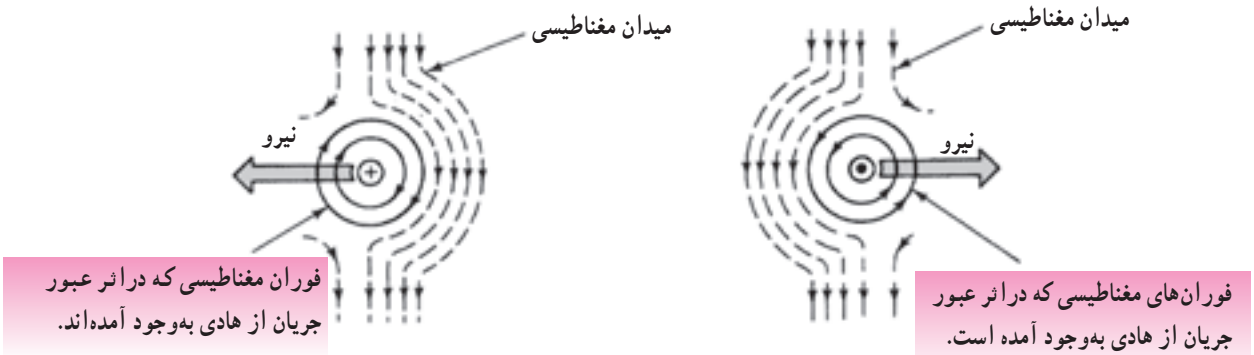
شکل ۵ــ۷ الف) قطب با سیم‌پیچی ب) قطب بدون سیم‌پیچی

۲ــ۲ــ۷ــ طرز کار موتور DC: می‌دانیم که اگر از یک هادی جریان عبورکند اطراف سیم میدان مغناطیسی ایجاد خواهد شد.

حال اگر این هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی قرارگیرد نیرویی به آن وارد می‌شود. شکل ۷ــ۷ جهت نیرو و جهت میدان را نشان می‌دهد.

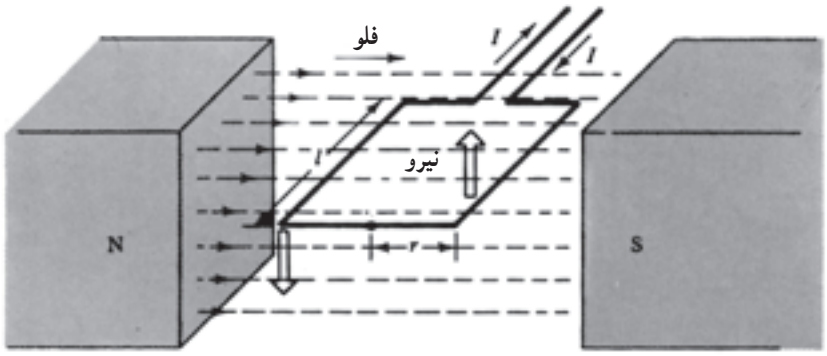
حال اگر یک هادی مطابق شکل ۸ ــ۷ در میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروهای وارده بر آن طوری هستند که می‌خواهند هادی را بچرخانند.

مبانی فوق، اصول کار موتور DC است. یعنی اینکه به سیم‌بندی آرمیچر توسط جاروبک ولتاژ می‌دهیم (هادی حامل جریان) و سپس به سیم‌پیچ تحریک نیز ولتاژ دیگری به نام ولتاژ تحریک اعمال می‌کنیم تا با عبور جریان از آن میدان مغناطیسی ایجاد شود (سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی). با این



در اثر تغییر جهت جریان، جهت نیرو تغییر می‌کند.

شکل ۷ــ۷ــ جهت میدان و نیروی وارده در یک سیم



یک سیم‌پیچ تک‌حلقه که در داخل میدان مغناطیسی قرار گرفته

شکل ۸ ــ۷ــ به هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.

روش بر هادی‌ای که در داخل آرمیچر قرار داده شده است نیرویی وارد می‌شود و باعث می‌شود که آرمیچر بچرخد. نقش کلکتور این است که مرتباً جریان را در هادی‌ای که زیر یک قطب مشخص قرار گرفته است در یک جهت نگه دارد.

شکل ۹ــ۷ اساس کار موتور DC را نشان می‌دهد.

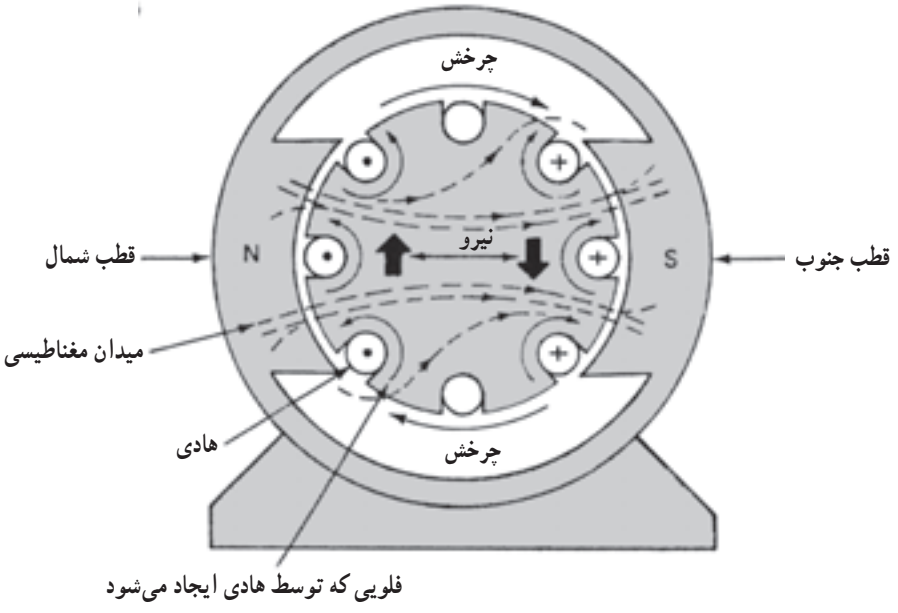
موتورهای DC را به فرم شکل ۱۰ــ۷ در مدارات نشان می‌دهند.

۳ــ۷ــ ساختمان و اصول کار موتورهای AC سه فاز و یکفاز

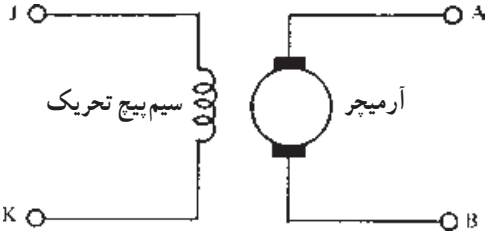
موتورهای القایی AC یکفاز و سه فاز در سطح وسیعی در صنعت و منازل کاربرد دارند. به عنوان مثال موتور کولر، یخچال،

پنکه، پمپ آب و غیره همگی از موتورهای القایی هستند. و قابلیت اطمینان زیاد است.

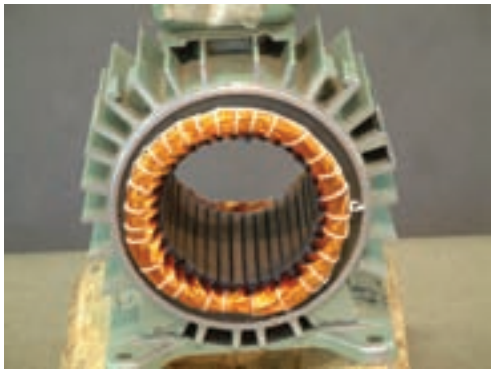
از مزایای خوب این نوع موتورها، سادگی ساختمان آن‌ها



شکل ۹ــ۷ــ اساس کار موتور DC



شکل ۱۰ــ۷ــ نمایش مداری موتور DC



شکل ۱۱ــ۷ــ استاتور یک موتور AC

۱ــ۳ــ۷ــ ساختمان موتورهای AC: موتورهای القایی از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

الف) قسمت ثابت به نام استاتور

ب) قسمت متحرک یا چرخان به نام رتور

الف ــ استاتور: استاتور این گونه ماشین‌ها شیارهایی دارد که در داخل آن‌ها سیم‌پیچ‌ها قرار می‌گیرند، تا میدان مغناطیسی لازم را برای گردش رتور ایجاد کند (شکل ۱۱ــ۷).

ب ــ رتور: متداولترین رتور برای موتورهای القایی رتور قفس سنجابی است که در شکل ۱۲ــ۷ نشان داده شده است.

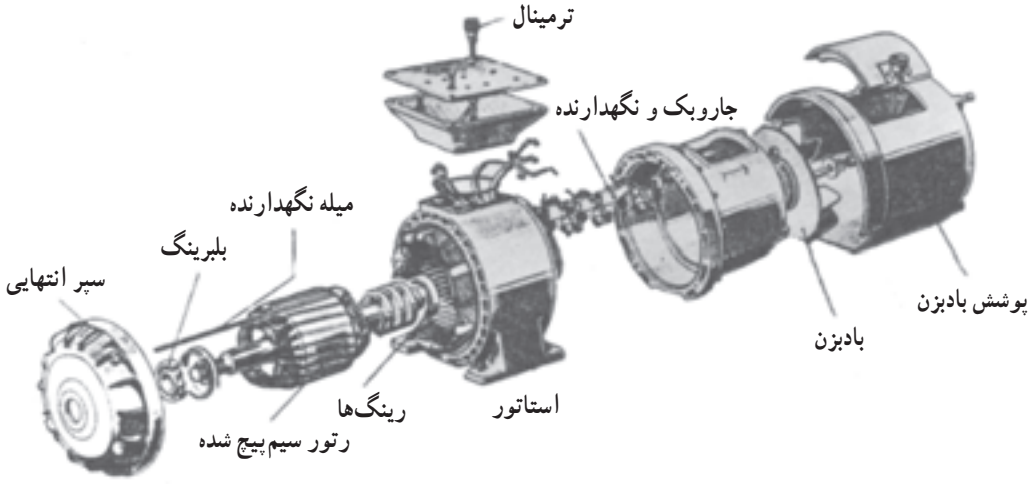
شکل ۱۳ــ۷ اجزای تشکیل‌دهنده یک موتور سه فاز AC با رتور قفس سنجابی را نشان می‌دهد.

در بعضی از موتورهای القایی (آسنکرون) سه فاز به جای رتور قفس سنجابی از رتور سیم‌پیچی شده استفاده می‌کنند. مزایای رتور سیم‌پیچی شده این است که در لحظه راه اندازی اولاً جریان کمتری می‌کشد و ثانیاً گشتاور راه اندازی آن زیاد است. شکل ۱۴ــ۷ یک موتور با رتور سیم‌پیچی شده را نشان می‌دهد.

ساختمان موتورهای یکفاز القایی شبیه ساختمان موتورهای سه فاز است، با این تفاوت که در موتورهای القایی سه فاز سه سیم‌پیچ (برای هر فاز یک سیم‌پیچ) وجود دارد، ولی در موتورهای یکفازه دو سیم‌پیچ و گاه یک سیم‌پیچ (موتورهای خاص) مورد نیاز است.

شکل ۱۲ــ۷ــ رتور قفس سنجابی یک موتور AC

شکل ۱۳ــ۷ــ اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور قفس سنجابی

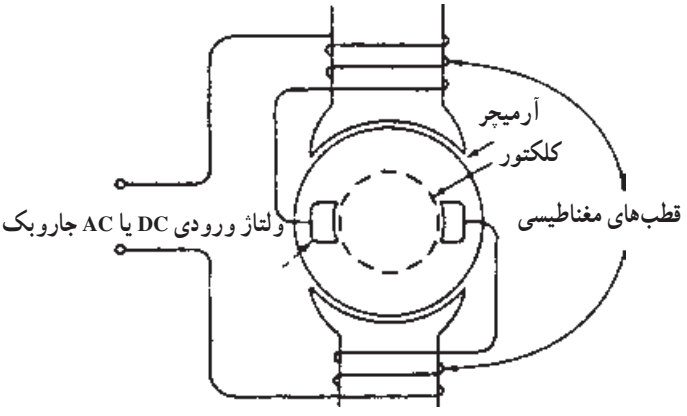


شکل ۱۴ــ۷ــ اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور سیم‌پیچی شده

۲ــ۳ــ۷ــ طرز کار موتورهای AC: وقتی به سه سیم‌پیچ موتور سه فاز ولتاژ سه فازه وصل می‌کنیم یک میدان مغناطیسی در داخل استاتور ایجاد می‌شود و درنتیجه در هادی‌های رتور جریان القاء می‌شود. جریانی که از هادی‌های رتور عبور می‌کند به‌نوبه خود یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کنند چون میدان مغناطیسی استاتور دوّار است (با سرعت $\frac{۱۲۰\times f}{p}$ ، f فرکانس، p تعداد قطب‌ها)، میدان مغناطیسی رتور با میدان مغناطیسی استاتور درگیر شده (مانند دو آهنربا که قطب‌های مخالف آن‌ها را کنار هم قرار دهیم) و باعث می‌شود که رتور نیز بچرخد. البته همواره سرعت رتور اندکی از سرعت میدان دوّار استاتور کمتر است.

۴ــ۷ــ موتورهای تکفاز خاص

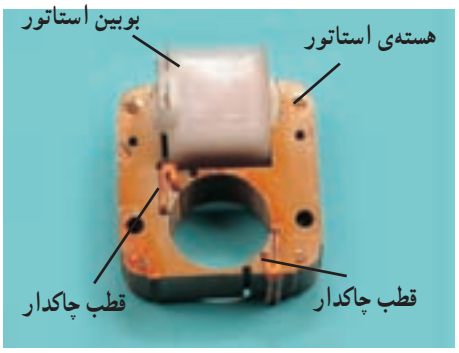
۱ــ۴ــ۷ــ موتورهای یونیورسال: موتورهای یونیورسال موتورهایی هستند که هم با برق AC کار می‌کنند و هم با DC. این موتورها رتور قفس سنجابی ندارند بلکه رتور آن‌ها مانند رتور ماشین جریان مستقیم سیم‌پیچی می‌شود و جریان توسط جاروبک‌ها به آرمیچر می‌رسد. این موتور با وجود حجم کوچک گشتاور زیادی دارد و در اکثر وسایل خانگی مانند مخلوط‌کن، آسیاب و ... به‌کار می‌رود. شکل ۱۵ــ۷ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال را نشان می‌دهد.

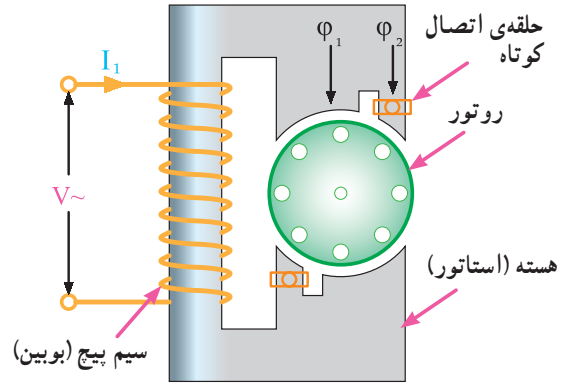


شکل ۱۵ــ۷ــ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال

۲ــ۴ــ۷ــ موتور قطب چاکدار (Shaded pole): این موتور، یک موتور تکفازه با توان بسیار کم است، در حقیقت به‌جای دو سیم‌پیچ، یک سیم‌پیچ دارد. نقش سیم‌پیچ دوّم حلقه اتصال کوتاهی است که در شکل ۱۶ــ۷ رسم شده است. پمپ‌های کولر آبی از این نوع موتور دارند.

این نوع موتورها فقط در توان‌های خیلی کم ساخته می‌شوند.





شکل ۱۶ــ۷ــ مدار الکتریکی یک موتور یکفاز با قطب چاکدار

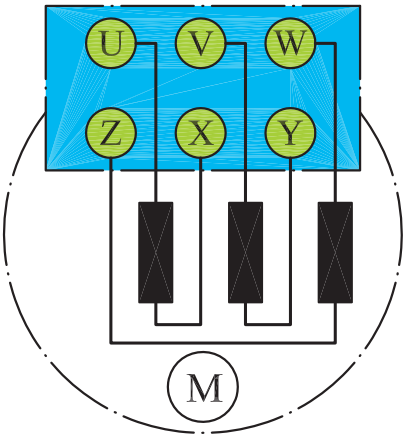
۵ــ۷ــ اتصالات موتور (تخته کلم)

برای اتصال سیم‌پیچ‌های موتور سه‌فاز، سر سیم‌ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می‌گویند (شکل ۱۷ــ۷).

شکل ۱۷ــ۷

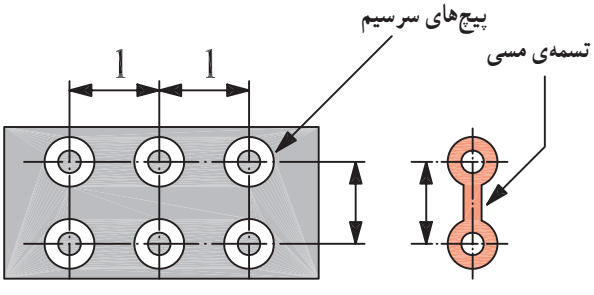
به‌طورکلی سر و ته کلاف‌های یک موتور سه‌فاز، با دو حرف مشخص می‌شوند.

در استاندارد VDE برای نشان دادن سر کلاف‌ها به‌ترتیب برای کلاف اول تا سوم از حروف U، V و W و برای نمایش ته کلاف‌ها به‌ترتیب از حروف X، Y و Z استفاده می‌شود. نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته‌کلم مطابق شکل ۱۸ــ۷ است. دلیل این‌که ته کلاف‌ها، مشابه سر کلاف‌ها، به‌ترتیب از کلاف اول تا سوم نوشته نمی‌شود این است که در صورت نیاز به ایجاد اتصالات ستاره یا مثلث بتوان بدون استفاده از کلید مربوطه و با قرار دادن چند تسمه‌ی مسی در زیر پیچ‌ها موتور را به‌صورت ستاره یا مثلث اتصال داد.



شکل ۱۸ــ۷

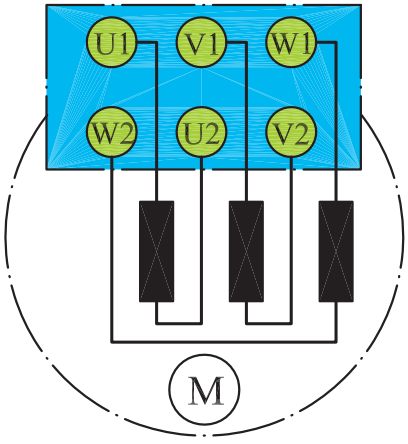
شکل ۱۹ــ۷، تصویری از پیچ‌های تخته‌کلم را به همراه تسمه‌ی مسی نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ــ۷ــ تخته کلم موتور

در استاندارد (IEC) برای نشان دادن سر کلاف‌ها به‌ترتیب از کلاف اول تا سوم از حروف (U۱ ، V۱ و W۱) و برای مشخص کردن ته کلاف‌ها به‌ترتیب از حروف (U۲ ، V۲ و W۲) استفاده می‌شود. شکل ۲۰ــ۷، وضعیت قرار گرفتن سیم‌پیچ‌ها و پیچ‌های تخته‌کلم را نشان می‌دهد.

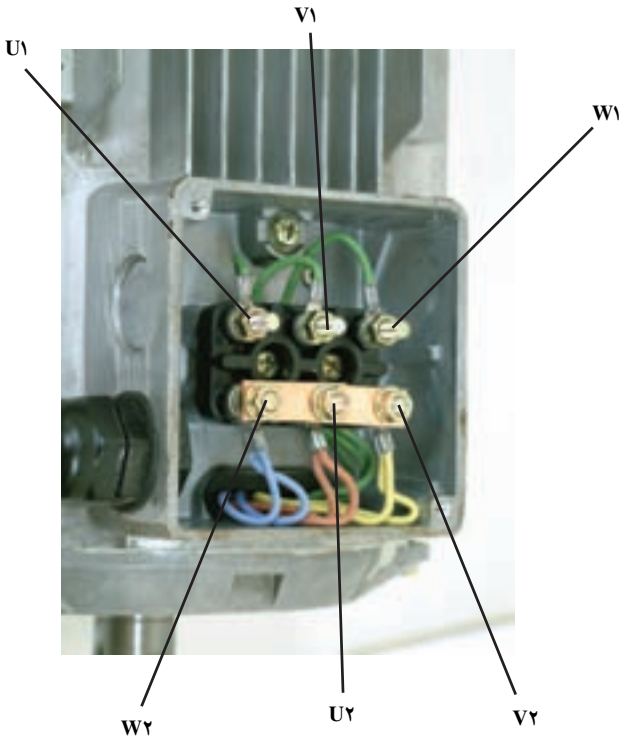
از این پس در این کتاب سرهای موتور، براساس استاندارد (IEC) (در نقشه‌ها) نام‌گذاری می‌شوند.



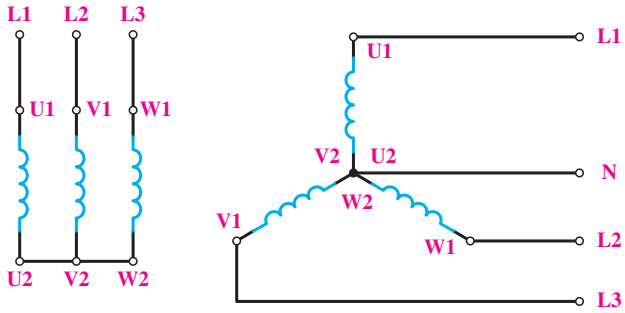
شکل ۲۰ــ۷

اتصال ستاره

هرگاه به ابتدای سیم‌پیچ‌های (سرکلاف‌های U۱ و V۱ و W۱) موتور به‌ترتیب شبکه سه‌فاز L۱، L۲ و L۳ را وصل کرده و انتهای سیم‌پیچ‌ها (ته کلاف‌ها W۲ ، V۲ و U۲) را به یکدیگر وصل کنیم این اتصال را «اتصال ستاره» گویند. شکل ۲۱ــ۷، نحوه‌ی اتصال ستاره را به‌صورت مداری و روی تخته‌کلم موتور نشان می‌دهد. گفتنی است به جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت ستاره در مطالب تخصصی از علامت $\curlyvee$ استفاده می‌شود.



ب) اتصال ستاره روی تخته کلم موتور

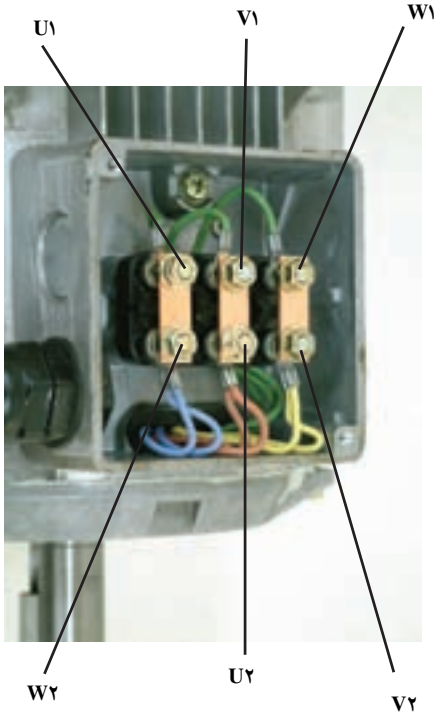


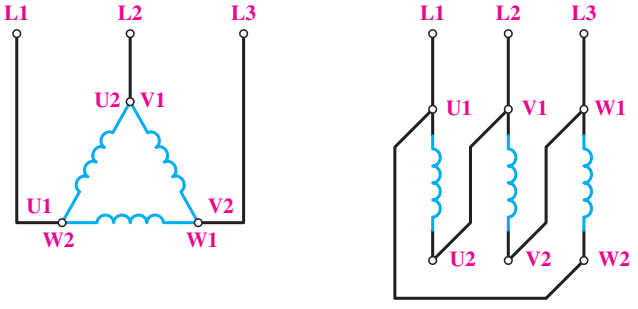
الف) شکل مداری اتصال ستاره

شکل ۲۱ــ۷

اتصال مثلث

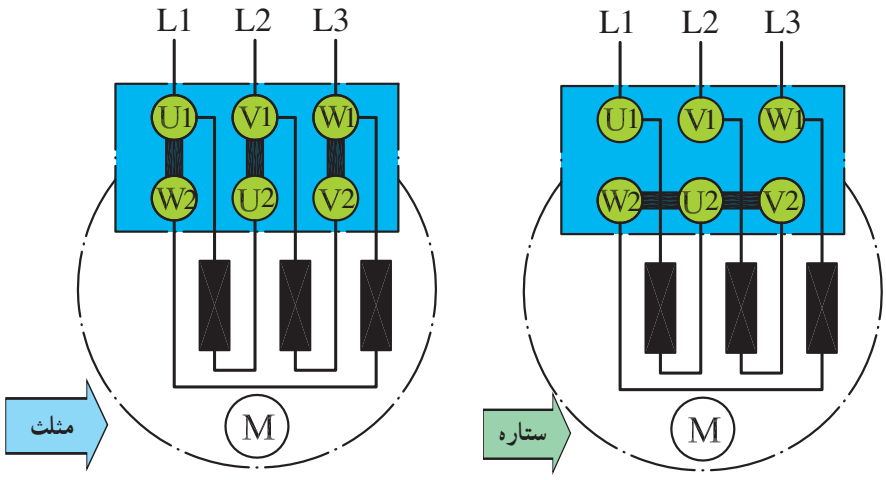
هرگاه انتهای کلاف اول (U۲) به ابتدای کلاف دوم (V۱) و انتهای کلاف دوم (V۲) به ابتدای کلاف سوم (W۱) و به همین ترتیب انتهای کلاف سوم (W۲) به ابتدای کلاف اول (U۱) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل ۲۲ــ۷، نحوه‌ی اتصال ستاره به‌صورت مداری و روی تخته کلم موتور را نشان می‌دهد. جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت مثلث در متون فنی از علامت Δ استفاده می‌شود.





شکل ۲۲ــ۷

تصاویر شکل ۲۳ــ۷ چگونگی ایجاد اتصال ستاره و مثلث را به روش ترسیمی بر روی تخته کلم موتور سه‌فاز نشان می‌دهد.



شکل ۲۳ــ۷

ــ اگر از وسایل و تجهیزات کارگاه به‌خوبی مراقبت کنید این وسایل می‌توانند سال‌های متوالی در اختیار هنرجویان قرار گیرند.

کار عملی ۹

هدف: تشخیص سر و ته کلاف‌های موتور و اطمینان از سالم بودن کلاف‌ها

مراحل اجرای کار

◀ تخته‌کلم موتور سه‌فازی را مطابق شکل ۲۴ــ۷ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلاف‌ها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

◀ آوومتر موجود در کارگاه را درحالت اهم‌متری قرار دهید.

شکل ۲۴ــ۷

◀ دو سر سیم اهم‌متر را، مطابق شکل ۲۵ــ۷، به پیچ‌های تخته‌کلم وصل کنید. در این‌صورت لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۵ــ۷

◀ محل سر سیم‌های اهم‌متر را، مطابق شکل ۲۶ــ۷، تغییر دهید. در این حالت نیز لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۶ــ۷

◄ در مرحله‌ی سوم نیز، مانند شکل ۲۷ــ۷، محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم‌متر را تغییر دهید.

در این شرایط نیز لازم است عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۷ــ۷

◄ شکل ۲۸ــ۷، تسمه‌های مسی مربوط به اتصالات تخته‌کلم، را به همراه مهره و واشر نشان می‌دهد. برای ایجاد اتصالات، آن‌ها را از انبار تحویل بگیرید.

شکل ۲۸ــ۷

◄ با به‌کارگیری آچار مخصوص مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته‌کلم مطابق شکل ۲۹ــ۷، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید.

شکل ۲۹ــ۷

تذکر

درصورتی که پیچ‌های نشان داده شده در تصاویر غیر از حالات نشان داده شده، با یکدیگر یا بدنه‌ی موتور ارتباط داشته باشند موتور سالم نیست و نباید آن را در مدار قرار داد.

◀ در شکل ۳۰ــ۷ تخته‌کلم یک موتور را، که به‌حالت ستاره وصل شده است،مشاهده می‌کنید.با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه‌گیری کنید.

$R_۱ = R_{(U_۱-U_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۲ = R_{(V_۱-V_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۳ = R_{(W_۱-W_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

شکل ۳۰ــ۷

◀ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور هرگاه یک سیم اهم‌متر به بدنه و سر سیم دیگر به هریک از سیم‌پیچ‌های تخته‌کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به‌عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر، لامپ تست یا اهم‌متر در رنج‌های بالا، اتصال نداشتن بدنه را آزمایش کرد.

◀ با کمک آچار اتصال ستاره را باز کنید.

◀ با به‌کارگیری آچار مخصوص، مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته‌کلم را مطابق شکل ۳۱ــ۷ به یکدیگر وصل کنید.

شکل ۳۱ــ۷

◀ در شکل ۳۲ــ۷ تخته‌کلم یک موتور را، که به‌حالت مثلث وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت بین ترمینال‌های موتور را اندازه‌گیری کنید.

$R_۱ = R_{(U_۱-V_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۲ = R_{(V_۱-W_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۳ = R_{(W_۱-U_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

شکل ۳۲ــ۷

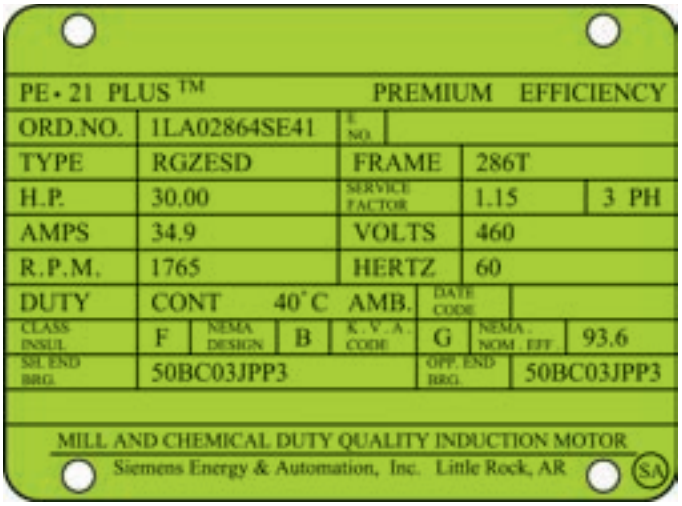
◄ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر یا اهم‌متر در رنج‌های [kΩ]، اتصال نداشتن سیم‌ها به بدنه را آزمایش کرد.

◄ با کمک آچار اتصال مثلث را باز کنید.

سؤال: آیا نتایج به‌دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

۶ــ۷ــ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه فاز، هم‌چنین اطلاعات نوشته شده در روی آن‌ها متفاوت است. شکل‌های ۳۳ــ۷ دو نمونه پلاک موتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.



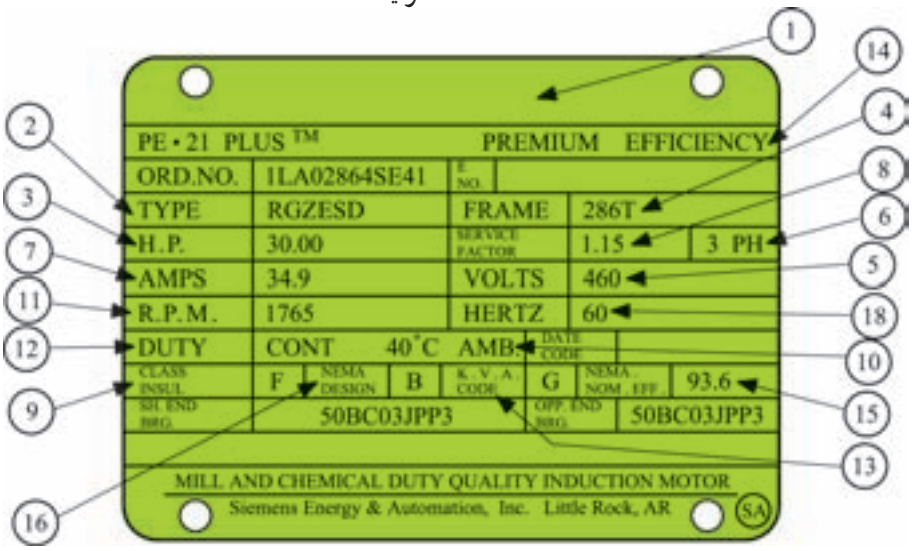
(الف)

(ب)

شکل ۳۳ــ۷

اگر مشخصات نوشته شده (روی پلاک موتورها) را با یکدیگر مقایسه کنیم مشاهده می‌شود که این پلاک‌ها تفاوت‌هایی با هم دارند.

در شکل ۳۴ــ۷ بخش‌های مختلف یک نوع پلاک موتور سه فاز مشاهده می‌شود و در جدول ۱ــ۷ توضیحات مربوط به هر یک آمده است.



شکل ۳۴ــ۷

جدول ۱ــ۷

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه
۲	مدل
۳	قدرت برحسب اسب بخار
۴	شماره‌ی بدنه
۵	ولتاژ کار
۶	تعداد فاز ــ یک فاز یا سه فاز
۷	مقدار جریان (مقدار آمپر)
۸	ضریب خدمات (ضریب کارکرد)
۹	کلاس عایقی
۱۰	دمای مجاور (دمای محیط)
۱۱	تعداد دور در دقیقه
۱۲	مدت زمان کار موتور در بار نامی
۱۳	حرف رمز حالت توقف و یا در حال کار روتور
۱۴	حداکثر بازده
۱۵	میزان بازده اسمی
۱۶	استاندارد کارخانجات تولید کننده‌ی وسایل الکتریکی
۱۷	ضریب قدرت
۱۸	فرکانس (برحسب هرتز)

سؤالات

۱ــ ساختمان موتور DC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
۲ــ نقش آرمیچر در موتور DC چیست؟
۳ــ یک موتور DC چگونه می‌چرخد؟
۴ــ در مدارات، موتور DC را چگونه نمایش می‌دهند؟
۵ ــ ساختمان موتور AC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
۶ــ فرق اتصال ستاره و مثلث چیست؟
۷ــ خصوصیات اتصال ستاره و مثلث را بنویسید.
۸ ــ موتورهای یکفازه چند سیم‌پیچ دارند؟
۹ــ موتورهای یونیورسال چه نوع موتورهایی هستند؟
۱۰ــ ساختمان موتورهای با قطب چاکدار به چه صورت است؟
۱۱ــ اتصال ستاره و مثلث را بر روی یک تخته کلم ترسیم کنید.

فصل هشتم

راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی و مغناطیسی (کنتاکتور)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ساختمان کلیدهای دستی و مغناطیسی را شرح دهد.

۲ــ انواع کلیدهای دستی سه فاز را نام ببرد.

۳ــ ساختمان و طرز کار کلیدهای گردان دستی سه فاز زبانه‌ای و کنتاکتورها را شرح دهد.

۴ــ موتورهای سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (1، 0) راه‌اندازی کند.

۵ــ موتور سه فاز را به وسیله‌ی کلید زبانه‌ای (1، 0 ، 2) چپ‌گرد راست‌گرد، راه‌اندازی کند.

۶ــ موتور سه فاز را به‌صورت ستاره مثلث به‌وسیله‌ی کلید زبانه‌ای راه‌اندازی کند.

۷ــ مزایای استفاده از کنتاکتور را نام ببرد.

۸ــ ساختمان و طرز کار و کاربرد تجهیزات جانبی مدارهای فرمان را شرح دهد.

۹ــ موتور سه فاز را با کنتاکتور راه‌اندازی کند.

مقدمه

بهره‌برداری مطمئن و بدون وقفه از انرژی الکتریکی تا اندازه‌ی زیادی به‌خصوصیات و طرز کار وسایل کنترل کننده ــ از جمله کلیدها ــ بستگی دارد. در سال‌های اخیر تولیدکنندگان تجهیزات الکتریکی، براساس نیاز بازار، انواع کلیدها را با خواص الکتریکی و مکانیکی هماهنگ با شرایط بهره‌برداری و جنبه‌های اقتصادی تولید کرده‌اند. ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد کلیدهای دستی و مغناطیسی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به‌دست آورند. این مهارت‌ها یکی از مشاغل بازار کشور را تشکیل می‌دهد.

۱ــ۸ــ کلیدهای دستی

از نظر ساختمان، کلیدها را به صورت اهرمی، غلتکی و زبانه‌ای می‌سازند. در زیر ساختمان هر یک از آن‌ها توضیح داده شده است.

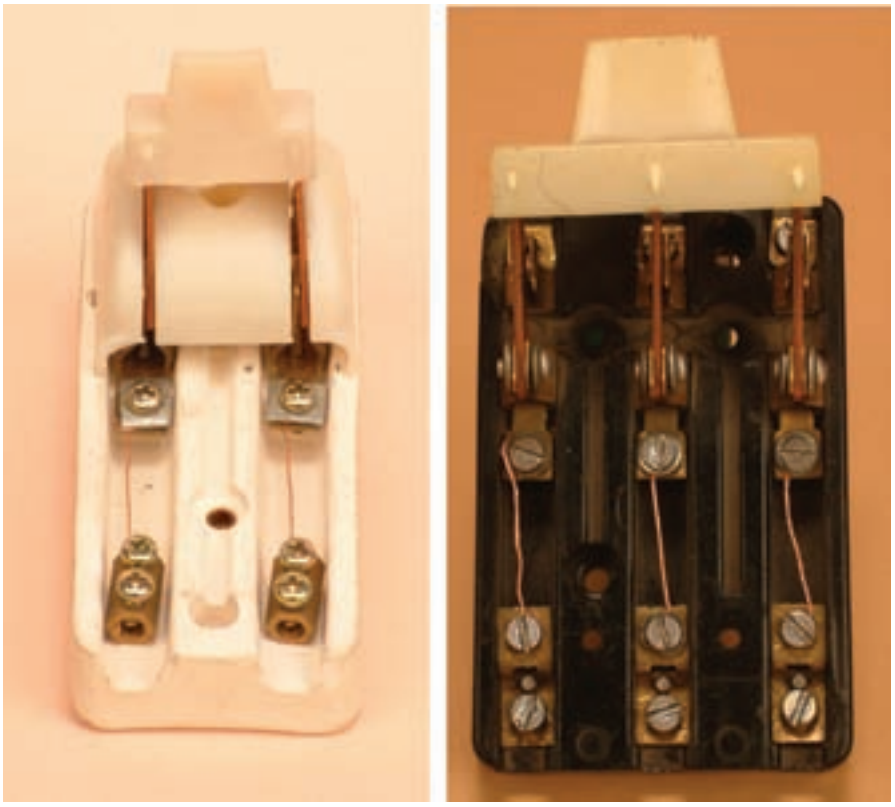
۱ــ۱ــ۸ــ انواع کلیدهای دستی

الف) کلید اهرمی: این کلیدها (مطابق شکل ۱ــ۸) دارای انواع مختلف یک فاز، دو فاز و سه فازند. در این کلیدها، نیرو به وسیله‌ی یک اهرم به‌تیغه‌های متحرک کلید وارد می‌شود و آن‌ها را به کنتاکت‌های ثابت وصل می‌کند. از این کلیدها بیش‌تر در مدارهای جریان کم استفاده می‌شود. در صنعت به آن «کلید چاقویی» یا «کلید کاردی» می‌گویند. در برخی از این کلیدها فیوز نیز تعبیه شده است.

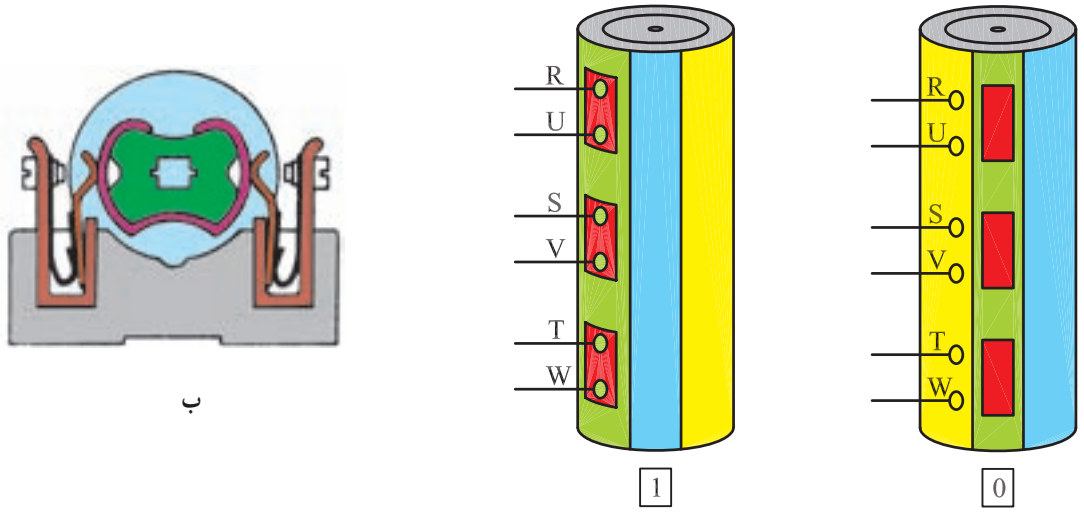
ب) کلید غلتکی: این کلید (مطابق شکل ۲ــ۸) از یک استوانه‌ی عایق ساخته شده است که حول محوری به صورت غلتک دوران می‌کند. برروی استوانه نوارهای هادی‌ای قرار

گرفته‌اند که با حرکت استوانه (حول محور آن) کنتاکت‌های ثابتی را به یکدیگر وصل یا از همدیگر قطع می‌کند.

اگر قسمت‌های فرو رفته‌ی استوانه در جلوی کنتاکت‌های ثابت قرار بگیرند، حالت قطع کلید و اگر قسمت‌های برآمده در جلوی کنتاکت‌های ثابت قرار بگیرند، حالت وصل کلید اتفاق می‌افتد. عمر مفید این کلیدها به دلیل تماس زیاد کنتاکت‌ها کم است؛ از این‌رو، امروزه از آن‌ها در صنعت کم‌تر استفاده می‌شود.



شکل ۱ــ۸ــ کلید اهرمی (چاقویی)



ب

الف ــ نحوه‌ی عمل یک کلید غلتکی با حروف قدیم

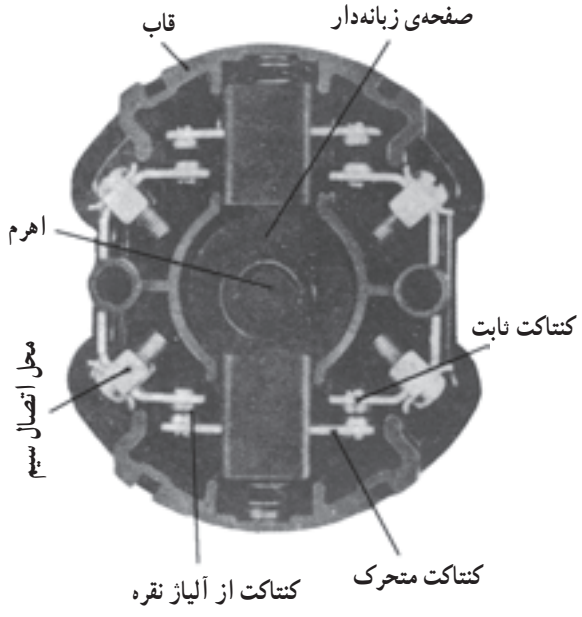
شکل ۲ــ۸ــ کلید غلتکی

ج) کلید زبانه‌ای: امروزه در صنعت از کلیدهای زبانه‌ای، به‌دلیل مزایای زیاد آن‌ها نسبت به دو نوع دیگر، استفاده‌ی بیش‌تری می‌شود (چون نسبت به کلید غلتکی عمر زیادتری دارد و نسبت به کلید اهرمی جریان بیش‌تری را از خود عبور می‌دهد).

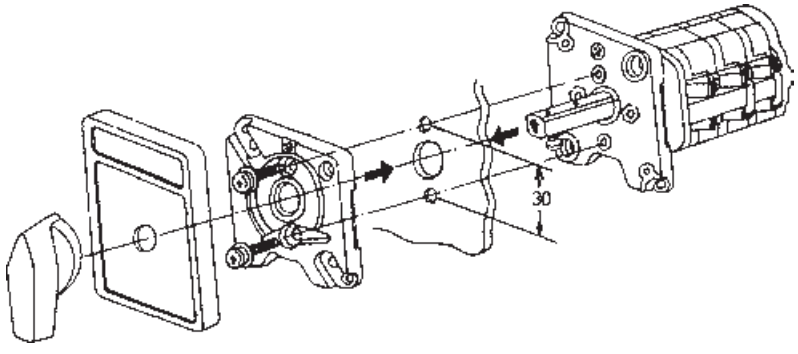
در این کلید (مطابق شکل ۳ــ۸) به جای استفاده از نوارهای هادی و تیغه‌های ثابت، استوانه را طوری طراحی می‌کنند که چندین برجستگی و فرورفتگی داشته باشد و با حرکت استوانه به‌دور محور خود، زبانه بالا و پایین برود. زبانه‌ی مزبور کنتاکت‌های متحرک (پلاتین) را به کنتاکت‌های ثابت، وصل یا از آن‌ها جدا (قطع) می‌کند. کلید زبانه‌ای به صورت‌های توکار و روکار ساخته می‌شود. در صنعت به این کلیدها «کلید سلکتور» هم می‌گویند.

در کلیدهای زبانه‌ای، علاوه بر اتصالات داخلی، ممکن است در خارج نیز چند پیچ به وسیله‌ی یک قطعه فلز مسی ثابت به یکدیگر اتصال یابند.

در شکل ۴ــ۸ نمای ظاهری یک کلید سلکتور (زبانه‌ای) و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن نشان داده شده است.



شکل ۳ــ۸ــ کلید زبانه‌ای



شکل ۴ــ۸

۲ــ۱ــ۸ــ کاربرد کلیدهای دستی: این کلید براساس کاربردهای زیر در انواع مختلفی تولید و به بازار عرضه می‌شوند :

۱ــ قطع و وصل ساده‌ی مدار و ماشین‌های الکتریکی ؛

۲ــ تغییر اتصال موتورهای الکتریکی (ستاره، مثلث) ؛

۳ــ تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ‌گرد، راست‌گرد) ؛

۴ــ تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند) ؛

۵ــ ترکیبی از مراحل فوق (چپ‌گرد، راست‌گرد، ستاره، مثلث) ؛

۶ــ انتخاب‌کننده‌های فاز (کلید ولت‌متر).

در بازار کلیدهای دیگری وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می‌شوند. در این فصل شما با ساختمان، طرز کار کلیدها آشنا می‌شوید و در کارگاه روش اتصال آن‌ها را به مصرف‌کننده‌ها به صورت عملی فرا می‌گیرید.

۲ــ۸ــ اتصال موتورهای الکتریکی سه فاز به شبکه‌ی برق با کلید قطع و وصل (0-1)

اصول کار: کلید زبانه‌ای (1ــ0) دو حالت قطع و وصل دارد. برای راه‌اندازی موتور سه‌فاز یک بار باید سه فاز L۱ L۲ و L۳ را به سرهای U۱ ، V۱ و W۱ در موتور اتصال دهد و در حالت دوم باید این اتصال را قطع کند. حالت کاری این کلید به صورت روبرو است :

L۱ ⟶ U۱

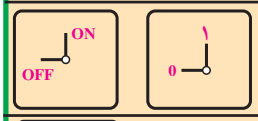
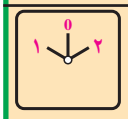
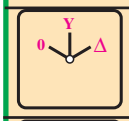
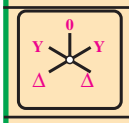
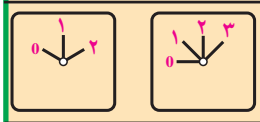
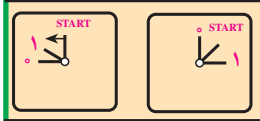
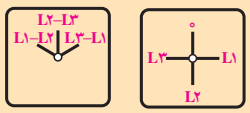
L۲ ⟶ V۱

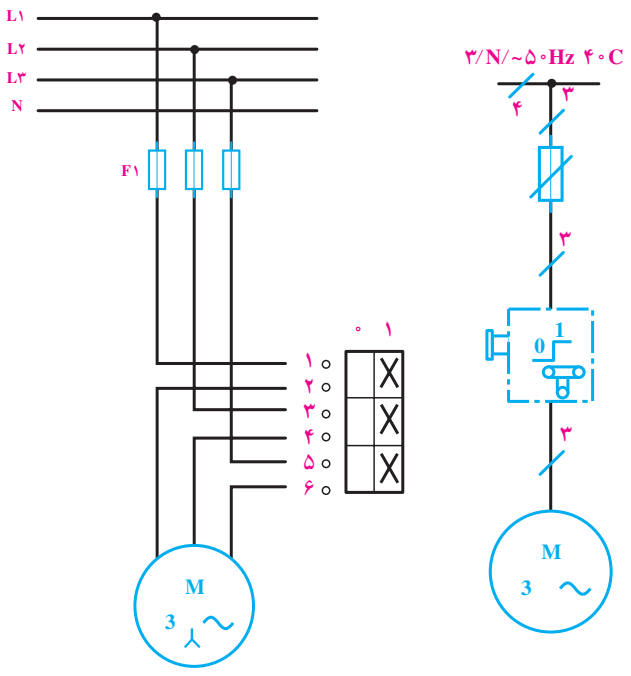
L۳ ⟶ W۱

شمای حقیقی و فنی: در شکل ۵ــ۸،شمای حقیقی و فنی کلید زبانه‌ای برای راه‌اندازی یک موتور سه فاز نشان‌داده‌شده است.

با توجه به نقشه‌ی این مدار در استاندارد IEC ، سه فاز L۱ ، L۲ و L۳ به ترمینال‌های ۱ و ۳ و ۵ اتصال می‌یابد و ترمینال‌های خروجی ۲، ۴ و ۶ به سرهای خروجی موتور U۱ ، V۱ و W۱ متصل می‌شوند.

جدول ۱ــ۸

نام کلید	تصویر
قطع و وصل ساده (۱ ــ ۰)	
معکوس کننده‌ی جهت گردش موتور (چپ‌گرد، راست‌گرد) (۲ ــ ۰ ــ ۱)	
ستاره ــ مثلث (Δ ـ ⅄ ـ ۰)	
ستاره ــ مثلث، چپ‌گرد، راست‌گرد (Δ ـ ⅄ ـ 0 ـ ⅄ ـ Δ)	
چند سرعته (۲ ــ ۱ ــ ۰) و (۳ ــ ۲۱ ــ ۰)	
راه‌اندازی موتورهای تک فاز	
انتخاب کننده‌ی فاز (برای دستگاه‌های اندازه‌گیری) (مانندکلید ولت‌متر)	



الف ــ شمای فنی ب ــ شمای حقیقی

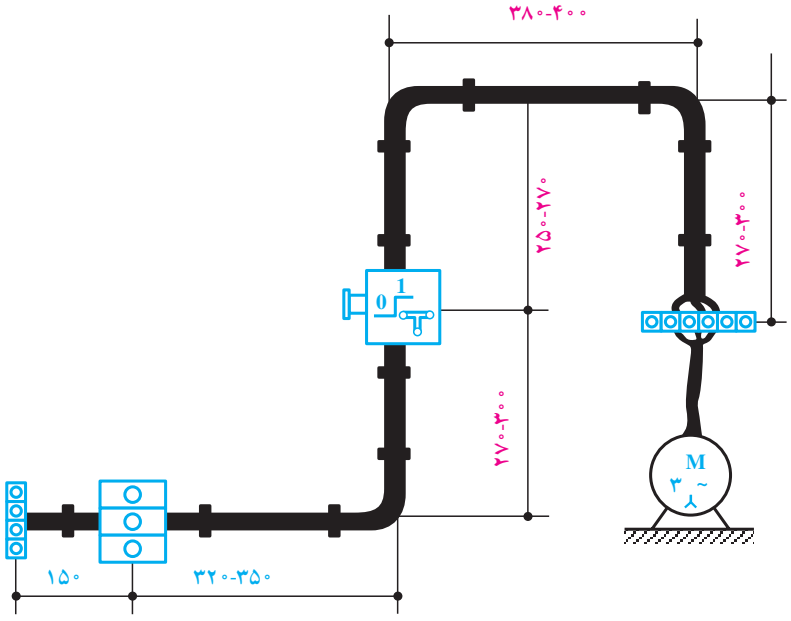
شکل ۵ــ۸

کار عملی ۱۰

راه‌اندازی موتور سه‌فازه با کلید زبانه‌ای (۱ــ۰).

در شکل ۶ــ۸، نحوه‌ی کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱ــ۰) را مشاهده می‌کنید.

با رعایت اندازه‌های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مربی، مدار را درحالت وصل قرار دهید و موتور را راه‌اندازی کنید.



شکل ۶ــ۸

۳ــ۸ــ تغییر جهت گردش موتورهای سه فاز

در خیلی از موارد دستگاه‌های الکتریکی نظیر ماشین‌تراش، بالابرها، نقاله‌ها و ... نیازمند تغییر جهت گردش از راست‌گرد به چپ‌گرد یا به‌عکس‌اند.

اصول کار: کلید دارای سه حالت (0) قطع، (1) چپ‌گرد و (2) راست‌گرد است.

در حالت راست‌گرد

L۱ ⟶ U۱
L۲ ⟶ V۱
L۳ ⟶ W۱

(جای دو سر سیم عوض می‌شود)

در حالت چپ‌گرد

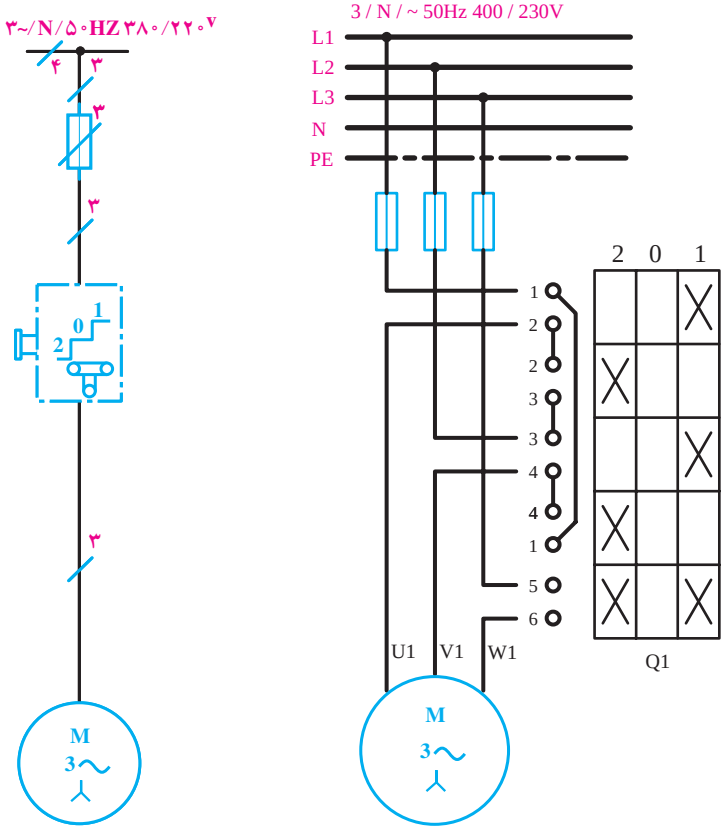
L۱ ⟶ U۱
L۲ ⟶ V۱
L۳ ⟶ W۱

کلیدهای زبانه‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد در دو نوع موقت‌کار و دائم‌کار ساخته می‌شوند. نوع موقت کار برای راه‌اندازی جراثقال‌ها و کارخانجات مورد استفاده قرار می‌گیرد. موقت کار تا زمانی که دست روی کلید است کار می‌کند. شکل ۷ــ۸ شمای حقیقی کلید چپ‌گرد ــ راست‌گرد زبانه‌ای را نمایش داده است.

از مقایسه‌ی رابطه‌های حالت چپ‌گرد و راست‌گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود در یک رابطه مشترک‌اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت :

V۱⟵ L۱⟶ U۱
U۱⟵ L۲⟶ V۱
L۳⟶ W۱

تعداد ترمینال‌های کلید ۲ برابر تعداد حالت‌ها، یعنی ۱۰ ترمینال است.



الف ــ شمای حقیقی

ب ــ شمای فنی

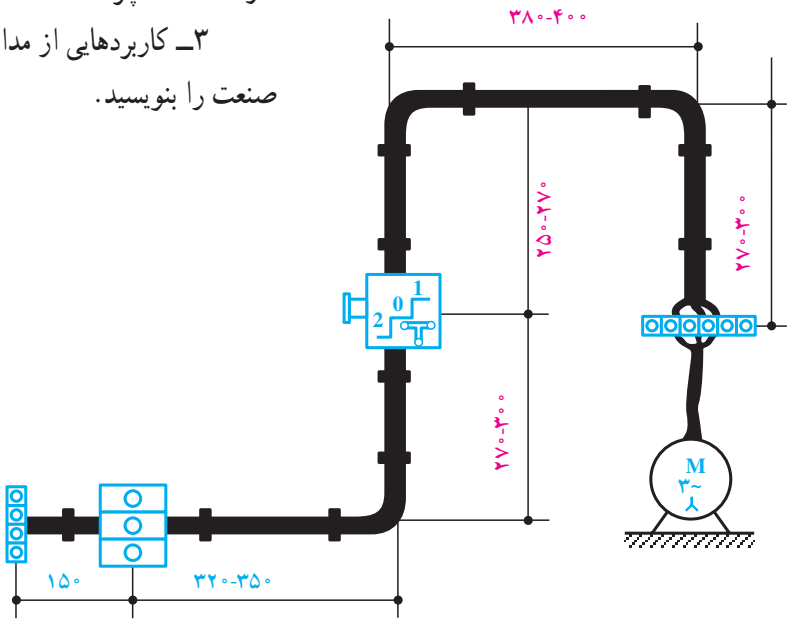
شکل ۷ــ۸

کار عملی ۱۱

راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت چپ‌گرد ــ راست‌گرد با کلید زبانه‌ای (2-0-1)

در شکل ۸ــ۸، نحوه‌ی کابل‌کشی و برق رسانی به یک موتور سه‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (2-0-1) را مشاهده می‌کنید. با رعایت اندازه‌های داده شده روی شکل، مدار را اتصال دهید و پس از تأیید مربی، با قرار دادن مدار در حالت وصل، موتور را راه‌اندازی کنید.

ــ قبل از آزمایش مدار، قسمت‌های مختلف آن را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.



شکل ۸ــ۸

سؤالات

۱ــ اگر یکی از فازهای مدار چپ‌گرد ــ راست‌گرد یک موتور سه فاز قطع باشد، هنگام وصل کلید، موتور در چه جهتی گردش خواهد کرد؟ چرا؟

۲ــ اگر یکی از فازهای موتور سه‌فاز در حین کار قطع شود، در صورت تغییر حالت کلید (از چپ به راست) چه اتفاقی خواهد افتاد؟ چرا؟

۳ــ کاربردهایی از مدار تغییر جهت گردش موتورها در صنعت را بنویسید.

۴ــ۸ــ راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز به صورت ستاره مثلث

برای این که یک موتور از حالت سکون به دور نامی برسد، آن را با وسایلی که «راه‌انداز» نامیده می‌شود به کار می‌اندازند. اگر موتورهای الکتریکی با قدرت بالا را مستقیماً به شبکه وصل کنیم، جریان راه‌اندازی حدود۴ تا۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می‌کند ؛ در نتیجه احتمال دارد سیم‌های رابط و وسایل حفاظتی صدمه ببینند. به‌همین جهت موتورها را به گونه‌ای راه‌اندازی می‌کنند که بتوان جریان راه‌اندازی را کنترل و آن را محدود کرد (البته هر چه جریان راه‌اندازی بیش‌تر باشد گشتاور راه‌اندازی موتور نیز بالا خواهد رفت).

به همین دلیل است که موتورهای با قدرت پایین را مستقیماً

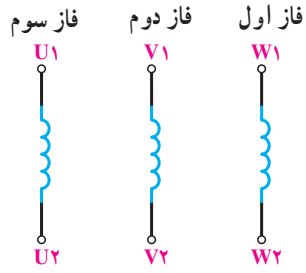
به شبکه وصل می‌کنند و موتورهای دارای جریان بالا و قدرت زیاد را، که می‌توانند در شبکه مورد نظر اتصال مثلث داشته باشند را با استفاده از مدارهای ستاره مثلث به شبکه اتصال می‌دهند.

جدول ۲ــ۸ طرز اتصال موتورهای سه‌فاز با قدرت‌های نامی مختلف به شبکه را نشان می‌دهد.

جدول ۲ــ۸ ــ طرز اتصال موتورهای سه فاز با قدرت‌های نامی مختلف به شبکه

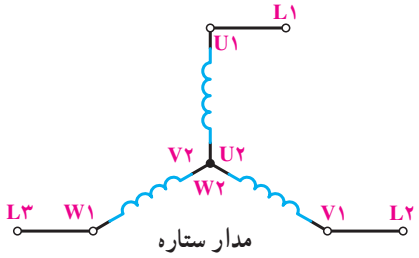
روش‌های راه‌اندازی	قدرت نامی	
	در شبکه ۲۳۰ V	در شبکه ۴۰۰ V
راه‌اندازی به صورت مستقیم	۱/۵ kw تا ۳ kw	۲/۲kw تا ۴ kw
راه‌اندازی به صورت ستاره مثلث	۳ kw تا ۵/۵ kw	۴kw تا ۱۱ kw
راه‌اندازی به وسیله‌ی مقاومت راه‌انداز	۷/۵ kw	۱۵ kw

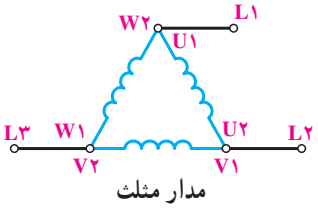
طرز اتصال: کلاف‌های فازهای مختلف موتور را به صورت زیر نشان می‌دهند :



این کلاف‌ها را در اتصال ستاره مثلث، به اشکال زیر، به‌شبکه وصل می‌کنند تا مدار ستاره و مدار مثلث به دست آید.

اتصال ستاره و مثلث :

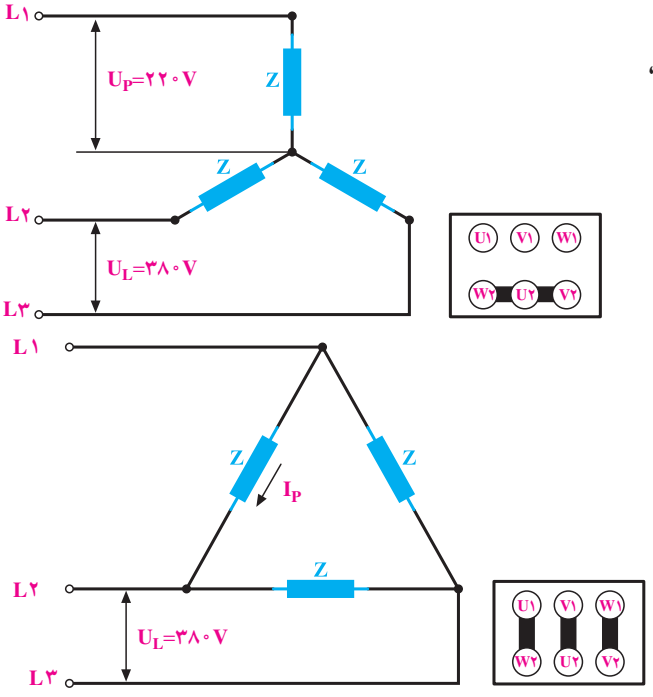




شکل ۹ــ۸

اتصال ستاره: L۱, L۲, L۳ ——(وصل می‌شود)→ U۱, V۱, W۱
U۱, V۲, W۲ ——(اتصال کوتاه می‌شود)→

اتصال مثلث: L۱, L۲, L۳ ——→ U۱, V۱, W۱
U۱ —به→ W۲, V۱ —→ U۲, W۱ —به→ V۲



شکل ۱۰ــ۸ ــ اتصال ستاره و مثلث

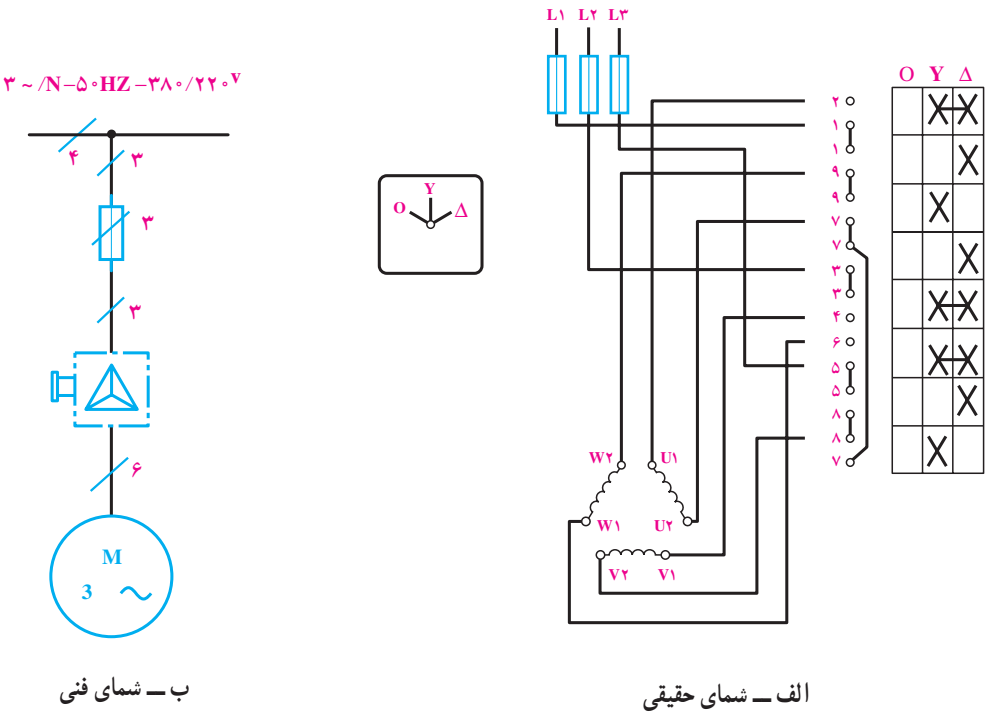
توجه

قدرت موتور در حالت ستاره، $\frac{۱}{۳}$ قدرت موتور در حالت مثلث است. گفتنی است قدرت موتور در حالت مثلث همان قدرت نامی موتور است.

توجه

جریان در حالت مثلث، ۳ برابر جریان در حالت ستاره است.

شکل ۱۱ــ۸، شمای حقیقی و شمای فنی مدار راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز آسنکرون را با کلید ستاره مثلث زبانه‌ای در استاندارد IEC نشان می‌دهد.



الف ــ شمای حقیقی

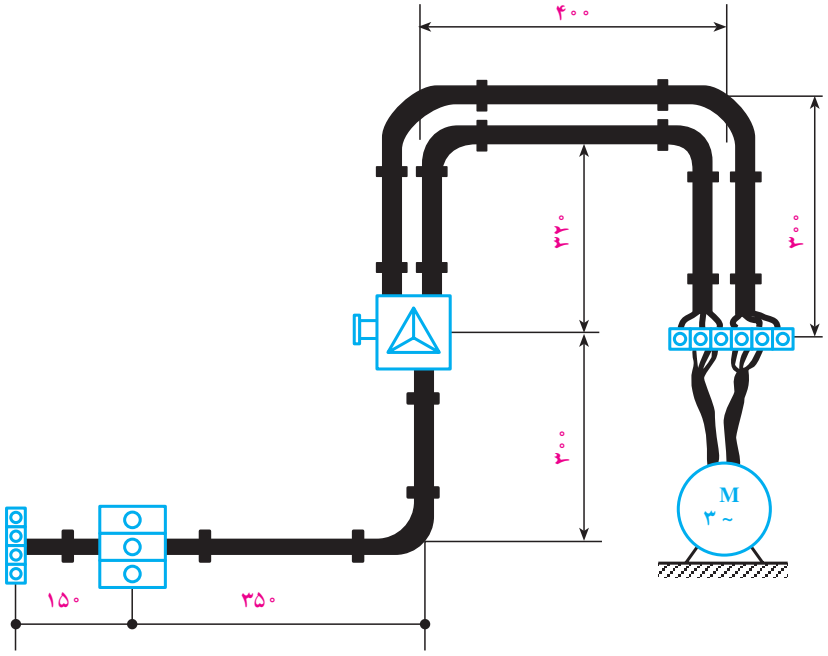
ب ــ شمای فنی

شکل ۱۱ــ۸

کار عملی ۱۲

راه‌اندازی موتور سه‌فاز به صورت ستاره مثلث با کلید زبانه‌ای.

یک موتور سه‌فاز آسنکرون ۶۶۰/۳۸۰ V را مطابق شکل ۸ــ۱۲، توسط کلید زبانه‌ای به شبکه‌ی برق اتصال دهید و با رعایت اندازه‌های داده شده و پس از تأیید مربی، مدار را در حالت وصل قرار دهید و موتور را راه‌اندازی کنید.



شکل ۸ــ۱۲

۵ــ۸ــ کنتاکتور یا کلید مغناطیسی

کنتاکتور با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس ــ مانند رله‌ها ــ تعدادی کنتاکت را به‌یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می‌کند. از این خاصیت جهت قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود.

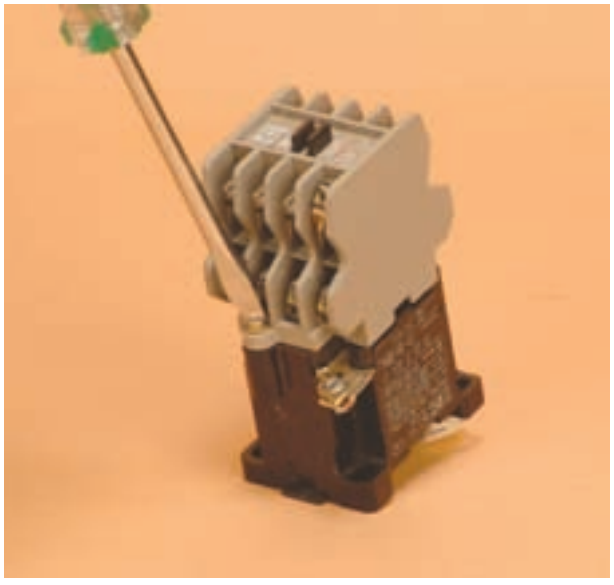
۱ــ۵ــ۸ــ ساختمان کنتاکتور: این کلید از دو هسته به شکل E یا U که یکی ثابت و دیگری متحرک است تشکیل می‌شود. در میان هسته‌ی ثابت یک بوبین یا سیم‌پیچ قرار دارد. وقتی بوبین به برق متصل می‌شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی، نیروی کششی فنر را خنثا می‌کند و هسته‌ی فوقانی را به هسته‌ی تحتانی اتصال می‌دهد و باعث می‌شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال‌های ورودی و خروجی کلید متصل شود و یا باعث گردد کنتاکت‌های بسته‌ی کنتاکتور باز شوند.

در صورتی که مدار تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور قطع شود، در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد هسته‌ی متحرک دوباره به حالت اوّل باز می‌گردد.

در شکل ۸ــ۱۳ تصاویری از چند نمونه کنتاکتور و طرح ساده‌ای را مشاهده می‌کنید.

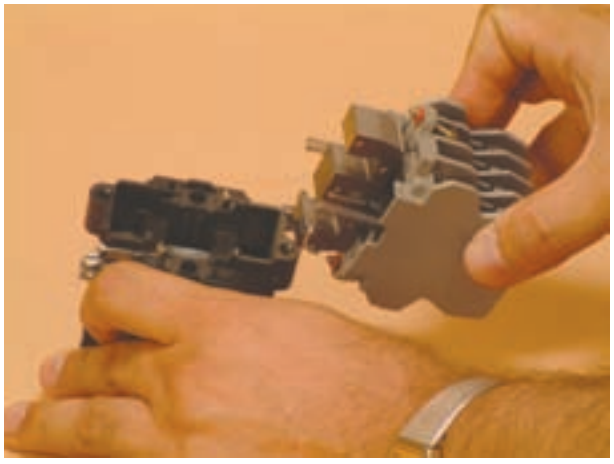
شکل ۱۳ــ۸ــ نمای چند نوع کنتاکتور

مراحل باز کردن اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک نوع کنتاکتور در شکل ۱۴ــ۸ نشان داده شده است.

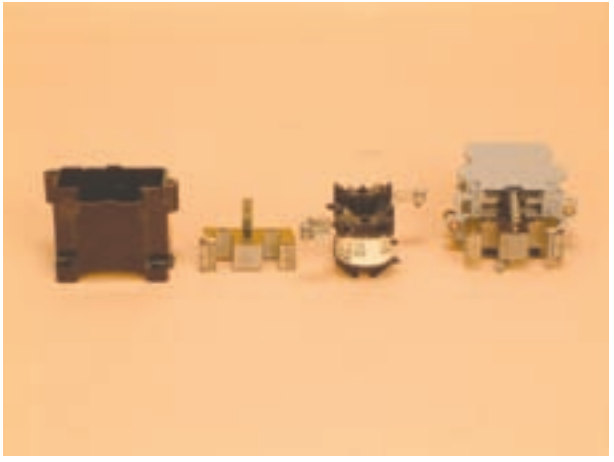


(a)

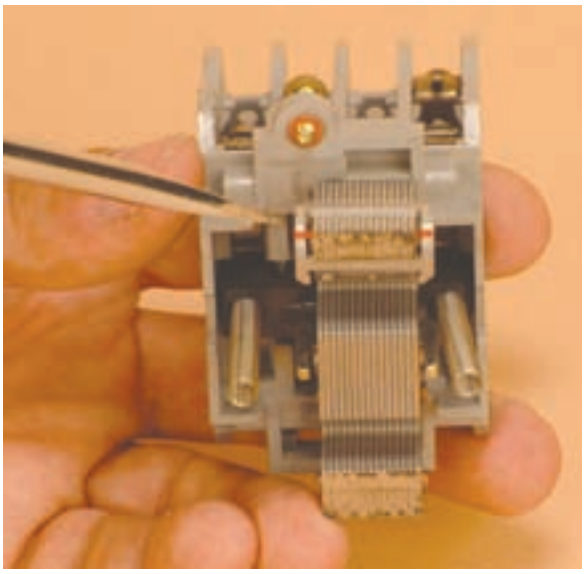
(b)



(c)

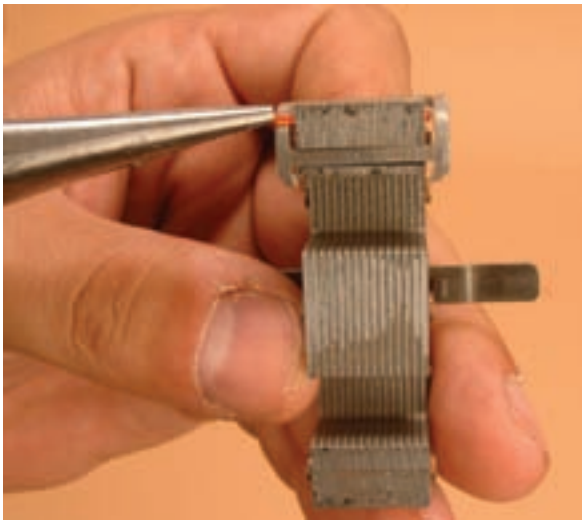


(d)

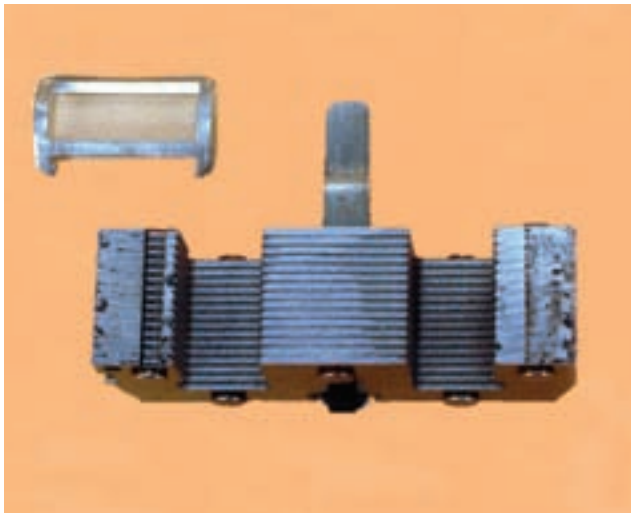


(e)

(f)



(g)



(h)

شکل ۱۴ــ۸ــ مراحل بازکردن اجزای تشکیل‌دهنده‌ی کنتاکتور

۲ــ۵ــ۸ــ مزایای استفاده از کنتاکتورها: کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند :

۱ــ مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.

۲ــ مصرف‌کننده از چند محل کنترل می‌شود.

۳ــ امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف‌کننده وجود دارد.

۴ــ سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.

۵ــ از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تر دارند.

۶ــ عمر مؤثرشان بیش‌تر است.

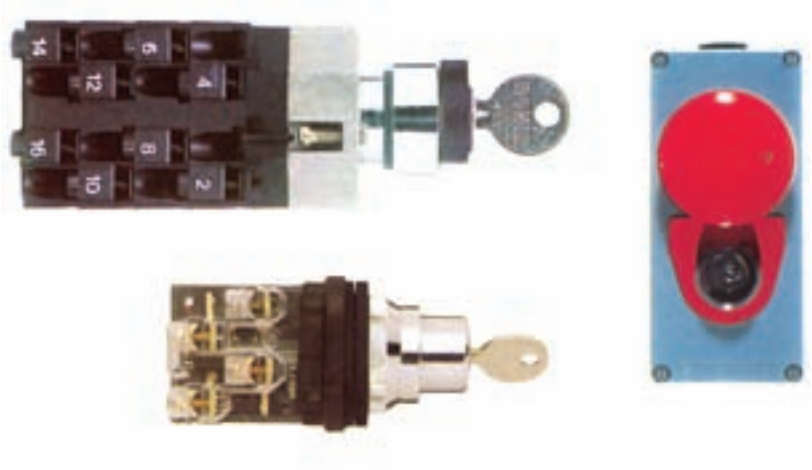
۷ــ هنگام قطع برق، مدار مصرف‌کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند ؛ در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌گردد.

۶ــ۸ــ شستی استاپ استارت و سلکتور سویچ‌های فرمان

شستی‌ها از جمله وسایل فرمان هستند، که تحریک آن‌ها به‌وسیله‌ی دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند.

شستی‌هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل را قطع می‌کنند شستی استاپ (قطع) و شستی‌هایی که پس از تحریک دو کنتاکت، قطع را وصل می‌کنند شستی استارت (وصل) نامیده می‌شوند. شستی‌هایی که هر دو عمل را در یک زمان اجرا می‌کنند، به شستی استاپ و استارت دوبل معروف‌اند.

شکل ۱۵ــ۸ و ۱۶ــ۸ تصاویری از چند نمونه شستی و کلید سویچ را نشان می‌دهد.



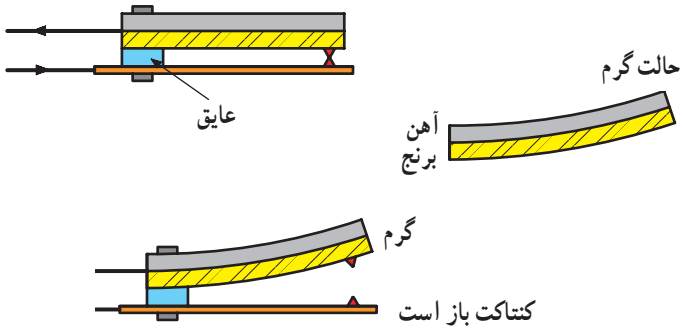
شکل ۱۵ــ۸ ــ نمای چند نوع شستی سلکتوری و شستی قفل شونده

شکل ۱۶ــ۸ ــ چند نوع شستی استاپ و استارت

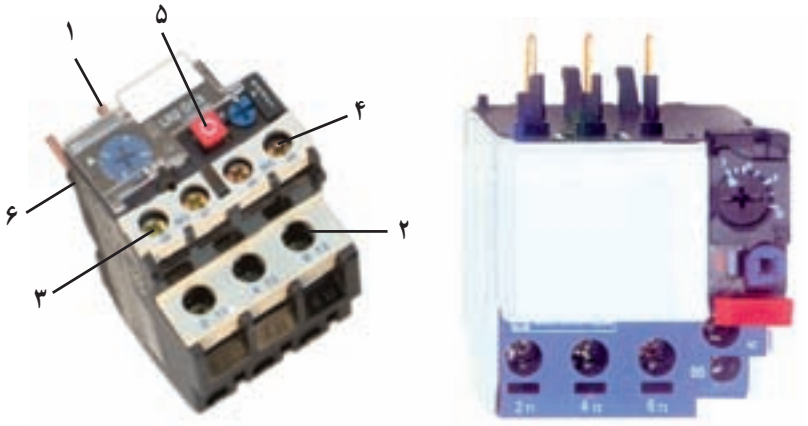
۷ــ۸ــ رله‌ی حرارتی (بی‌متال)

دستگاه‌های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله‌ی حرارتی و رله‌ی مغناطیسی است. رله‌ی حرارتی، موتور را در مقابل اضافه‌بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. اصول ساختمان آن از دو فلز، که دارای ضریب انبساط طولی مختلف‌اند، تشکیل شده است (شکل ۱۷ــ۸).

این دو فلز در حالت گرم، به‌وسیله‌ی غلتک پرس و به صورت یک تکه دیده می‌شود. این دو فلز یک بی‌متال را تشکیل می‌دهند. در اثر عبور جریان، هر دو فلز گرم و طول آن‌ها زیاد می‌شود و چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیش‌تر از دیگری است، از این‌رو دو فلز با هم خم می‌شوند. این حرکت به‌طور مستقیم و یا به‌وسیله‌ی اهرم‌هایی به یک کنتاکت منتقل می‌شود و مدار را قطع یا وصل می‌کند. از خاصیت بی‌متال در فیوزها، رله‌های بی‌متال استفاده می‌شود. رله‌های بار زیاد (بی‌متال) قابل تنظیم است و در مقابل اضافه بار از ۱/۰۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی، موتور را قطع می‌کند. در نمونه‌ی سه فاز آن رله‌ی حرارتی از سه پل قدرت برای عبور جریان اصلی مصرف‌کننده تشکیل شده و دارای دو کنتاکت فرمان است : یکی کنتاکت بسته جهت قطع مدار تغذیه‌ی کنتاکتور و دیگری کنتاکت باز که پس از عمل بی‌متال بسته می‌شود و برای اطلاع دادن از خطای حاصل در مدار به‌کار می‌رود. بعضی از این رله‌ها کلیدی دارند که برای دو حالت دستی و اتوماتیک طراحی شده‌اند. در حالت دستی پس از عمل رله باید با دست آن را به حالت اوّل برگرداند. در حالت اتوماتیک، رله پس از مدت زمانی معین به حالت اول باز می‌گردد. در شکل ۱۸ــ۸، چند نمونه رله‌ی بی‌متال نشان داده شده است.



شکل ۱۷ــ۸ــ نحوه‌ی کار بی‌متال

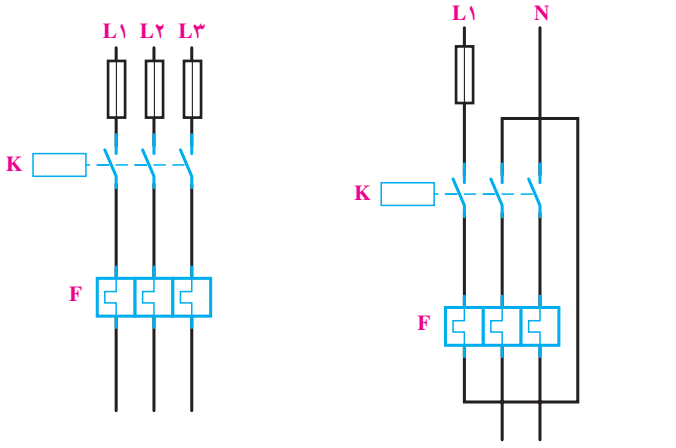


۱ــ تیغه‌های اتصال به کنتاکتور
۲ــ پیچ‌های اتصال به موتور
۳ــ ترمینال باز مدار فرمان
۴ــ ترمینال بسته مدار فرمان
۵ــ دگمه‌ی برگشت ضعیف
۶ــ پیچ تنظیم جریان

شکل ۱۸ــ۸ــ نمای خارجی بی‌متال

در شکل‌های ۱۹ــ۸ و ۲۰ــ۸ به ترتیب مشخصات و نحوه‌ی اتصال یک نمونه رله حرارتی زیر کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹ــ۸ــ مشخصات یک نمونه بی‌متال و نحوه‌ی اتصال آن به یک کنتاکتور



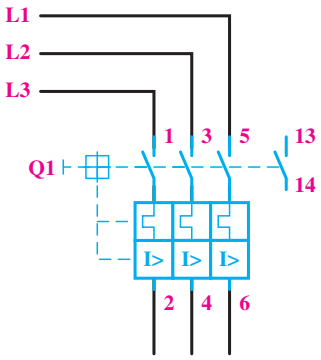
a ــ اتصال بی‌متال در جریان تک‌فاز

b ــ اتصال بی‌متال در جریان سه فاز

شکل ۲۰ــ۸ــ شکل اتصال بی‌متال در جریان تک‌فاز و سه فاز

۸ــ۸ــ کلید محافظ

کلید محافظ می‌تواند موتور را در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت کند و برای عمل رله، معمولاً آن را روی جریان معینی تنظیم می‌کنند (۱/۵ تا ۱/۸ برابر جریان نامی). وقتی که جریان از حد تنظیم شده بیش‌تر شود، عضو حرارتی رله عمل و مدار را قطع می‌کند. عضو مغناطیسی این رله از یک هسته‌ی آهنی ثابت و یک هسته‌ی متحرک و یک بوبین تشکیل شده است؛ به‌طوری که هسته‌ی متحرک از طریق نیروی یک فنر به طرف بالا کشیده شده است. وقتی که جریان از حد تنظیم شده بالاتر رود یا در مدار اتصال کوتاه به‌وجود آید، بوبین مغناطیس شده هسته‌ی متحرک را به سمت پایین می‌کشد و باعث قطع کنتاکت‌های متصل به هسته‌ی متحرک می‌شود؛ در نتیجه رله‌ی مدار را قطع می‌کند. مدت زمان عمل رله بسیار کم است؛ به همین دلیل این رله را رله‌ی سریع می‌گویند (شکل ۲۱ــ۸).



به‌طرف مصرف‌کننده (شمای حقیقی کلید حفاظت موتور)

شکل ۲۱ــ۸ ــ کلید محافظ موتور

۹ــ۸ــ لامپ‌های سیگنال

لامپ‌های علامت‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در کلیه‌ی دستگاه‌های صنعتی و تابلوهای توزیع و تابلو فرمان به کار می‌رود. نوع استفاده از لامپ متفاوت است. از این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن و یا عیب دستگاه و ... را نشان دهد. لامپ‌های سیگنال را، قبل از هر بار کار انداختن دستگاه صنعتی، باید به‌وسیله‌ی کلید مخصوص امتحان کرد و از سالم بودن مدار و هم‌چنین لامپ آن کاملاً مطمئن شد تا در صورت بروز خطا در مدار بتواند به‌خوبی عمل کند.

۱۰ــ۸ــ لیمیت سویچ‌ها (سویچ‌های محدودکننده)

این نوع کلیدها معمولاً برای فرمان‌های مکانیکی یا محدود کردن حرکت دستگاهی به‌کار می‌روند. ساختمان داخلی آن‌ها مانند استاپ استارت‌هاست و به‌صورت ساده و دوبل و چند کنتاکته ساخته می‌شوند. در شکل‌های ۲۲ــ۸ انواع این کلیدها مشخص شده است.

کاربرد و ساختمان خارجی لیمیت سویچ‌ها متفاوت است و بستگی مستقیم به چگونگی سیستم مکانیکی دستگاه دارد.

شماره‌ی ۱ شماره‌ی ۲ شماره‌ی ۳ شماره‌ی ۴ شماره‌ی ۵ شماره‌ی ۶

۱ ــ کلید محدودکننده‌ی فشاری انتهایی
۲ ــ کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای
۳ ــ کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای یک‌طرفه از چپ
۴ ــ کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای یک‌طرفه از راست
۵ ــ کلید محدودکننده‌ی قرقره‌ای دو طرفه
۶ ــ کلید محدودکننده‌ی آنتنی دوطرفه

شکل ۲۲ــ۸ــ انواع لیمیت سویچ

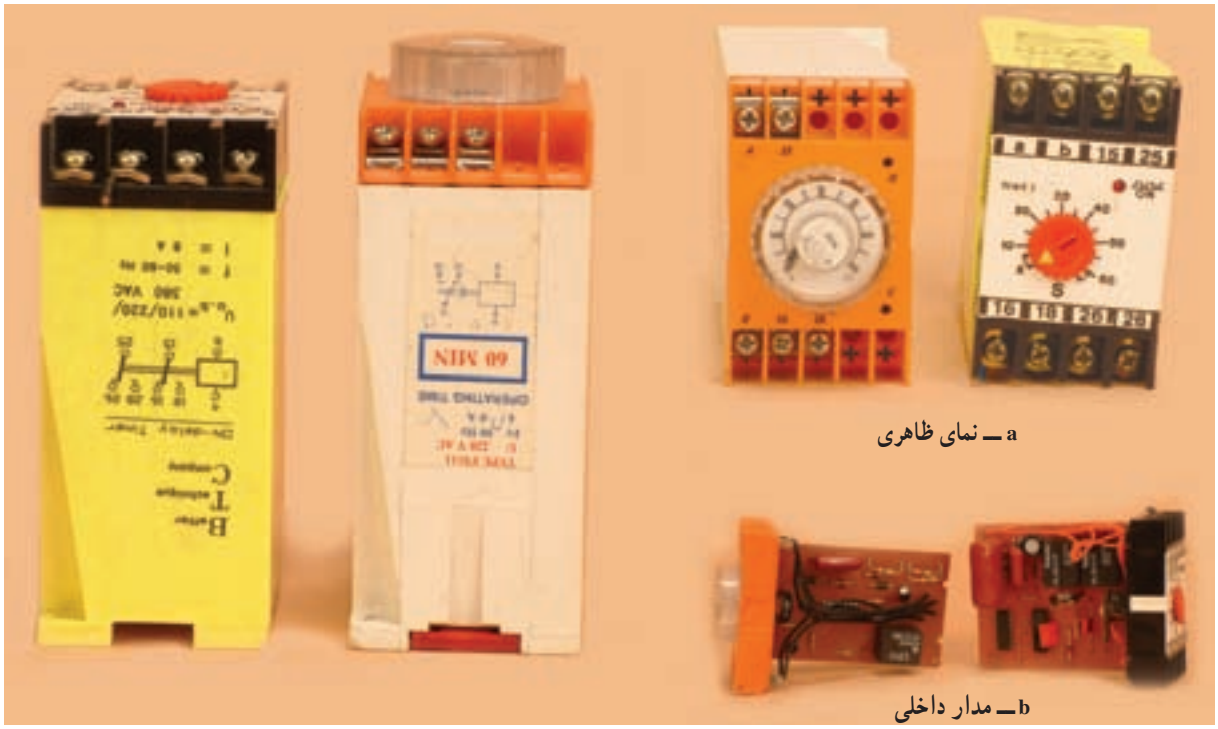
۱۱ــ۸ــ رله‌ی زمانی (تایمر)

یکی از وسایل فرمان‌دهنده‌ی مدارهای کنترل اتوماتیک، تایمرها یا رله‌های زمانی هستند که وظیفه‌ی کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند.

رله‌ی زمانی الکترونیکی: از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمان‌های کم‌تر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می‌شود. در ساختمان این تایمرها، از مدارها و اجزای الکترونیکی استفاده شده است. در شکل ۲۳ــ۸ــ a نمای ظاهری، مدار الکترونیکی داخلی و کنتاکت‌های یک تایمر نشان داده شده است.

در نوعی از این تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن بوبین، یک رله‌ی کوچک تحریک می‌شود. اصول ساختمان تایمر الکترونیکی بر مبنای مدار RC (خازن و مقاومت) و برحسب تأخیر زمانی استوار است. تنظیم این نوع تایمرها به مقدار مقاومت سر راه خازن بستگی دارد.

در ساده‌ترین نوع تایمر الکترونیکی در تایمر نوع خازنی، رله هنگامی وصل می‌شود که خازن شارژ بشود و ولتاژ دو سر آن برابر ولتاژ وصل رله گردد. پس از وصل رله، بار ذخیره شده در خازن، روی مقاومتی که توسط کنتاکت باز رله به دو سر خازن وصل می‌شود، تخلیه می‌گردد. در این نوع با تغییر ظرفیت خازن می‌توان زمان تایمر را تنظیم کرد. در شکل ۲۳ــ۸ــ b مدار الکترونیکی نوعی تایمر نشان داده شده است.



a ــ نمای ظاهری

b ــ مدار داخلی

شکل ۲۳ــ۸ ــ نمای ظاهری و مدار داخلی تایمر الکترونیکی

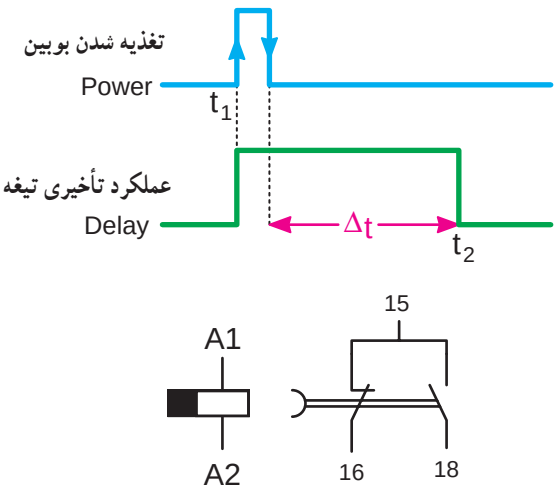
در شکل ۲۴ــ۸ دو نوع تایمر نشان داده شده است. تایمرهای متداول در صنعت برق از نوع تأخیر در وصل[1] است.

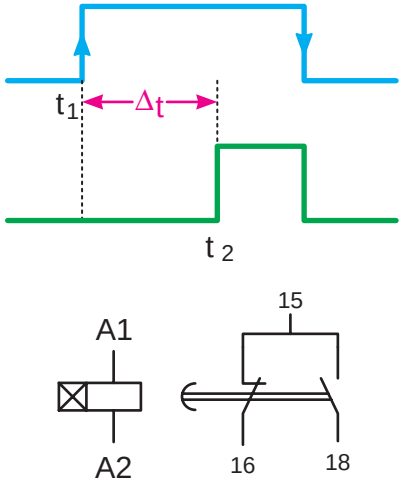
۱ــ on delay

شکل ۲۴ــ۸

این نوع تایمر با لبه‌ی بالا رونده (وصل برق) زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده بر روی آن، عمل می‌کند این تایمر با لبه‌ی پایین رونده (قطع برق) به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد (شکل ۲۵ــ۸).

تایمر تأخیر در قطع[1] با لبه‌ی بالا رونده عمل می‌کند و با لبه‌ی پایین رونده، زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و با اتمام زمان به حالت اولیه برمی‌گردد (شکل ۲۶ــ۸).





t_1 ــ لحظه‌ی وصل جریان بوبین تایمر
t_2 ــ لحظه‌ی عملکرد تیغه‌ی تایمر
$\Delta t = t_2 - t_1$ ــ مدت زمان تأخیر عملکرد تایمر نسبت به لحظه وصل برق

شکل ۲۵ــ۸ــ شمای حقیقی و مشخصه‌ی زمانی[2] رله‌ی تأخیر در وصل

t_1 ــ لحظه‌ی وصل جریان به بوبین تایمر
t_2 ــ لحظه‌ی عملکرد تیغه‌ی تایمر
Δt ــ مدت زمان تأخیرعملکرد تایمر نسبت به لحظه‌ی قطع برق

شکل ۲۶ــ۸ــ شمای حقیقی و مشخصه‌ی زمانی رله‌ی تأخیر در قطع

۱ــ off delay
۲ــ time characteristic

۱۲ــ۸ــ کلید تابع حرارت (ترموستات)

ترموستات نوعی رله‌ی حرارتی است که در مقابل درجه‌ی حرارت محیط حساس می‌شود، آن‌گاه عمل می‌کند. این وسیله در دستگاه‌های مختلف صنعتی دارای کاربرد فراوان است و وظیفه‌ی تعادل حرارتی دستگاه را به‌عهده دارد. در صورتی که درجه‌ی حرارت از حد تنظیمی فراتر رود، کلید عمل می‌کند. به‌طوری که کنتاکت باز را می‌بندد و یا کنتاکت بسته‌ای را باز می‌کند. از ترموستات بیش‌تر در وسایل حرارتی و برودتی مانند شوفاژ، یخچال و چیلر و هم‌چنین کوره‌ها استفاده می‌شود. شکل ۸ــ۲۷ یک نمونه ترموستات را نشان می‌دهد.

شکل ۸ــ۲۷

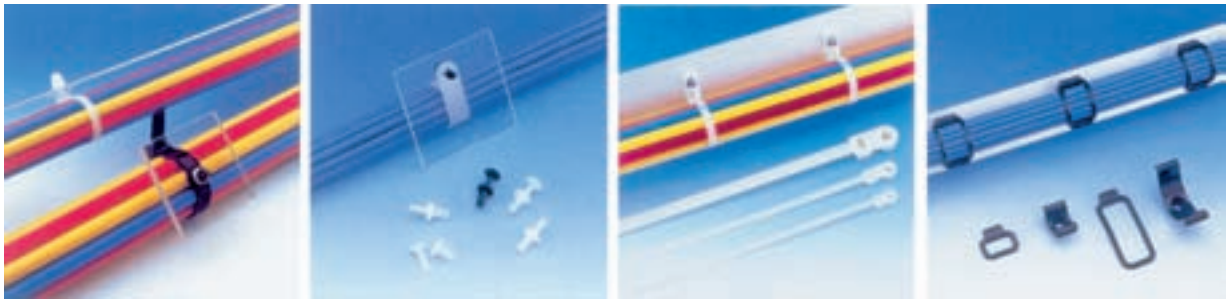
۱۳ــ۸ــ حروف و اعداد پلاستیکی

برای مشخص‌کردن سر و ته سیم‌های متصل شده در زیر پیچ وسایل مختلف، معمولاً از حروف و اعداد پلاستیکی روی سیم‌ها استفاده می‌شود. این حروف و اعداد محل‌های اتصال سر و ته سیم را مشخص می‌کنند (شکل ۸ــ۲۸).

شکل ۸ــ۲۸ــ حروف و اعداد پلاستیکی

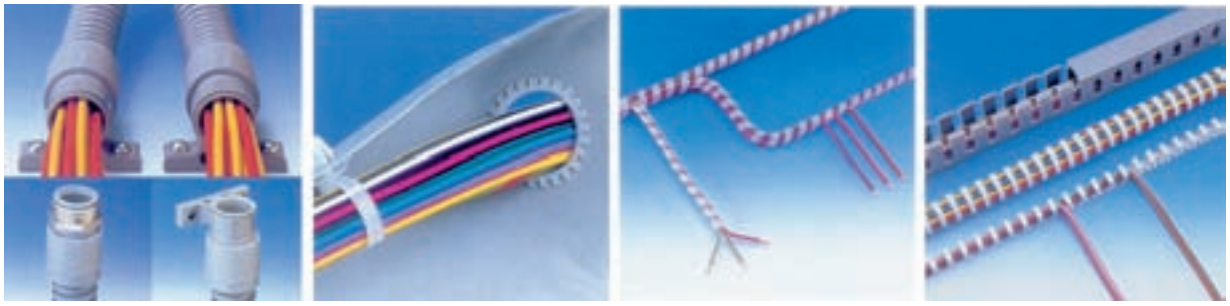
۱۴ــ۸ــ کمربند کابل

در مواردی که تعداد زیادی سیم در مسیر کانال قرارگرفته باشد و یا به دلایلی سیم‌ها در مسیر خارج از کانال واقع شوند، برای مشخص‌کردن و دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک قسمت خاص‌اند از کمربند کابل جهت بستن و محکم‌کردن سیم‌ها استفاده می‌شود. شکل ۸ــ۲۹ نمونه‌های مختلفی از این نوع بست را نشان می‌دهد.



شکل ۲۹ــ۸ــ نمونه‌های مختلف کمربند کابل

روش‌های دیگری برای دسته‌بندی سیم‌ها در تابلوهای برق، از جمله استفاده از لوله‌های خرطومی، کانال‌های شیاردار و نوارهای بانداژ پلاستیکی وجود دارد که در شکل ۳۰ــ۸ مشاهده می‌نمائید.



شکل ۳۰ــ۸

۱۵ــ۸ــ علایم اختصاری

قبل از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است با برخی علایم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. جدول ۳ــ۸ تا ۷ــ۸ نمونه‌های مختلفی از این علایم را نشان می‌دهد.

● **کنتاکت‌ها**

جدول ۳ــ۸

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
کنتاکت باز تایمر با تأخیر در قطع	
کنتاکت باز تایمر با تأخیر در وصل	
کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در قطع	
کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در وصل	

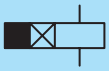
● وسایل خبردهنده

جدول ۴ــ۸

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
لامپ خبر	
بوق	
زنگ	
آژیر	

● کنتاکتور و رله

جدول ۵ــ۸

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
بوبین کنتاکتور	
رله با تأخیر در وصل	
رله با تأخیر در قطع	
رله با تأخیر در قطع و وصل	
رله با تحریک حرارتی (بی‌متال)	
رله‌ی اضافه جریان (جریان زیاد)	

● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۷ــ۸

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
کلید یک‌فاز	
کلید سه‌فاز	
شستی وصل (استارت)	
شستی قطع (استپ)	
شستی وصل و قطع (استپ و استارت دوبل)	
کنتاکت باز لیمیت سوییچ	
کنتاکت بسته لیمیت سوییچ	
کنتاکت باز کنتاکتور	
کنتاکت بسته کنتاکتور	
کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی‌متال	

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

جدول ۶ــ۸

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
محرک دستی	
محرک فشاری (با دست)	
محرک فشاری (با پدال)	
قفل مکانیکی	
محرک موتوری	

۱۶ــ۸ــ حروف شناسایی

هر دستگاهی که در مدار فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرد با یک حرف لاتین شناسایی و به‌وسیله‌ی همین حرف در تمامی نقشه‌ها و لیست وسایل نشان داده می‌شود. این حروف در جدول ۸ــ۸ استاندارد شده است. اگر تعداد دستگاه‌ها در یک نقشه‌ی مشابه از یکی بیش‌تر باشد، در این صورت به دنبال حرف مشخص‌کننده‌ی دستگاه، عدد نیز آورده می‌شود ؛ مانند Q_3 و Q_2 و Q_1 و یا K۲M و K۱M و یا K۲T و K۱T .

جدول ۸ــ۸

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثال‌ها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکترولیتی، خازن‌های غیرالکترولیتی، خازن‌های متغیر
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله‌های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع‌کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها ــ منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل‌های فرکانس چرخان، باتری‌ها، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبردهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ‌دار)
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القایی	چوک، سیم‌پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه‌فاز، موتور تک‌فاز
N	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها	تقویت‌کننده‌ها، تنظیم‌کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان‌دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری، آمپرمتر، ولت‌متر
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای جداکننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب‌کننده)	کلید فشاری، میکروسوئیچ، کلید کنترل
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های AC به DC
X	ترمینال‌ها، فیش‌ها، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال‌دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می‌کنند.	ترمزها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دربازکن

ــ دورریز سیم‌های مصرفی (خرده سیم) را در محل مناسبی که از قبل تهیه شده بریزید.

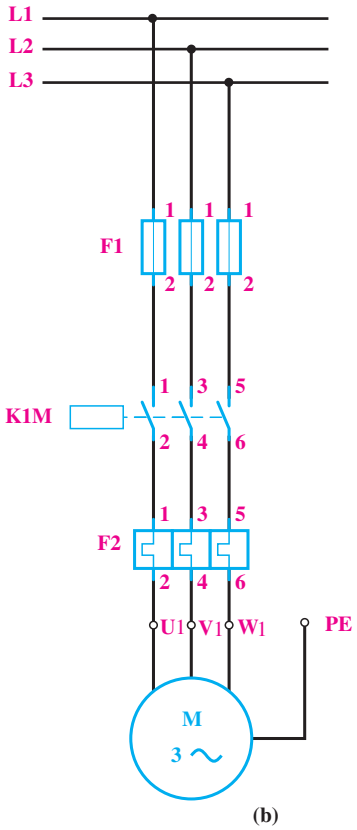
کار عملی ۱۳

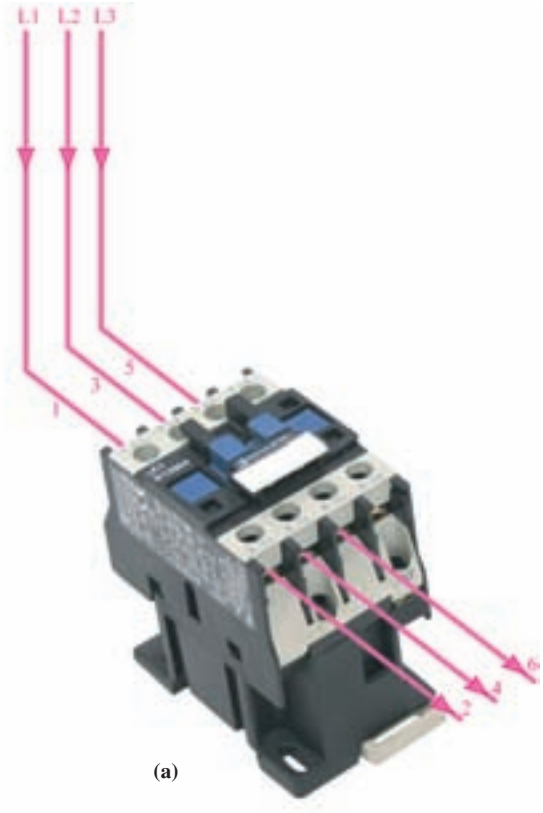
راه‌اندازی موتور سه فاز با کنتاکتور

یک موتور سه فازه‌ی آسنکرون رتور قفسی با مشخصات ۴A و ۲ kW و ۳۸۰ V Δ/Y که بر روی یک ماشین ابزار ساده نصب شده است، باید توسط کنتاکتور به شبکه‌ی ۳۸۰ ولتی اتصال یابد. مدار الکتریکی این موتور را ترسیم و تجهیزات لازم برای آن را انتخاب کنید.

حل: چون طبق خواسته‌ی مثال، فقط اتصال این موتور به شبکه و قطع آن موردنظر است، پس به یک کنتاکتور K1M و یک شستی وصل I و یک شستی قطع 0 نیاز است.

مدار قدرت: به نقشه‌ای که انرژی الکتریکی را از شبکه‌ی سه فاز دریافت و به مصرف‌کننده منتقل می‌کند نقشه مدار قدرت می‌گویند. در این مدار کنتاکتور K1M باید موتور را به شبکه اتصال دهد ؛ به این ترتیب، مدار قدرت آن با فیوز برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه و بی‌متال برای حفاظت در برابر بار زیاد است (شکل ۳۱ــ۸).



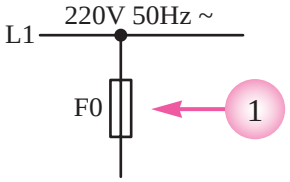


شکل ۳۱ــ۸ــ مدار قدرت

مدار فرمان: به نقشه‌ای که از آن برای ارسال نحوه‌ی عملکرد یا تعیین مدت زمان کارکرد مدار قدرت استفاده می‌شود، نقشه‌ی «مدار فرمان» گویند.

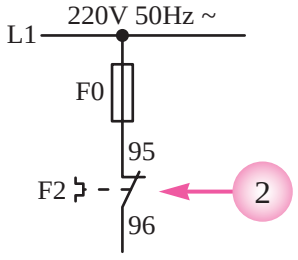
ولتاژ کار اغلب مدارهای فرمان شبکه تک‌فاز است. در ترسیم یا نقشه‌خوانی مدارهای فرمان صنعتی به نکات زیر باید توجه کرد :

۱ــ در تمامی مدارهای الکتریکی ضروری است از یک فیوز که به‌صورت سری با کل مدار قرار می‌گیرد، جهت حفاظت مدار در مقابل اتصال کوتاه استفاده کرد (قطعه‌ی ۱ در شکل ۸ــ۳۲).



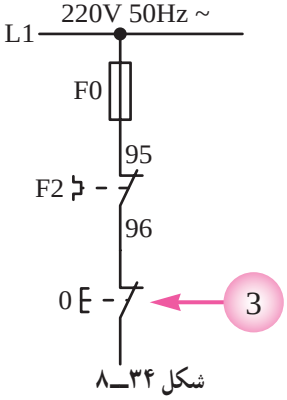
شکل ۸ــ۳۲

۲ــ در برخی مدارهای الکتریکی صنعتی روی حفاظت مدار در برابر اضافه بار احتمالی از عنصری به نام بی‌متال، بعد از فیوز در مدارهای فرمان، استفاده می‌شود (قطعه‌ی ۲ در شکل ۸ــ۳۳).



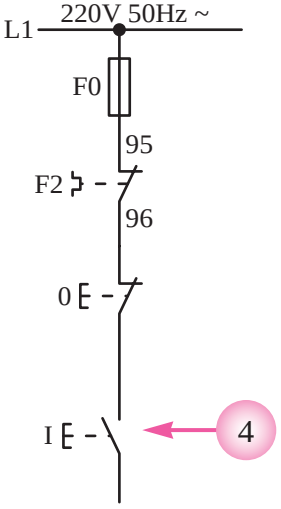
شکل ۸ــ۳۳

۳ــ یکی از قطعاتی که در مدارهای صنعتی نقش قطع‌کننده‌ی مدار را دارد، شستی استپ است. اگر هدف استفاده از شستی استپ قطع کل مدار باشد، باید آن را همیشه به‌صورت سری پس از بی‌متال در مدار قرار داد. در صورتی که هدف قطع یک قسمت از مدار باشد شستی استپ را باید فقط در مسیر آن وسیله قرار داد (قطعه‌ی ۳ در شکل ۸ــ۳۴).



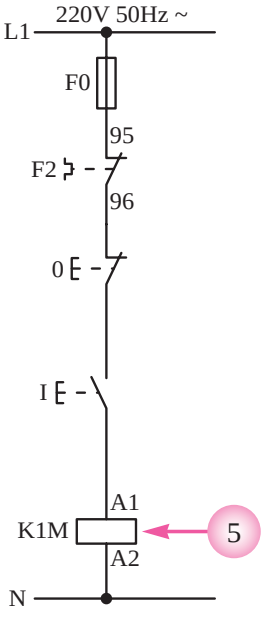
شکل ۸ــ۳۴

۴ــ برای شروع به کار هر مدار فرمانی باید از یک وسیله‌ی وصل کننده مانند یک کلید یا شستی استارت استفاده کرد، که محل قرار گرفتن آن پس از شستی استپ مدار است (قطعه‌ی ۴ شکل ۸ــ۳۵).



شکل ۸ــ۳۵

۵ــ در انتهای هر مسیر ساده‌ی جریانی اگر از وسایل و تجهیزات دیگری استفاده شود باید بوبین رله‌های عملگر، مانند بوبین کنتاکتورها را قرار داد. برای این‌که راحتی کار در زمان سیم‌کشی و عملگر معمولاً یک طرف بوبین کنتاکتورها به سیم نول وصل می‌شود و در نتیجه با وصل کلیدها یا شستی‌های مدار، سیم فاز به سمت دیگر بوبین کنتاکتور وصل می‌شود و پس از مغناطیس شدن آن، کنتاکت‌های آن عمل می‌کند (قطعه‌ی ۵ در شکل ۸ــ۳۶).



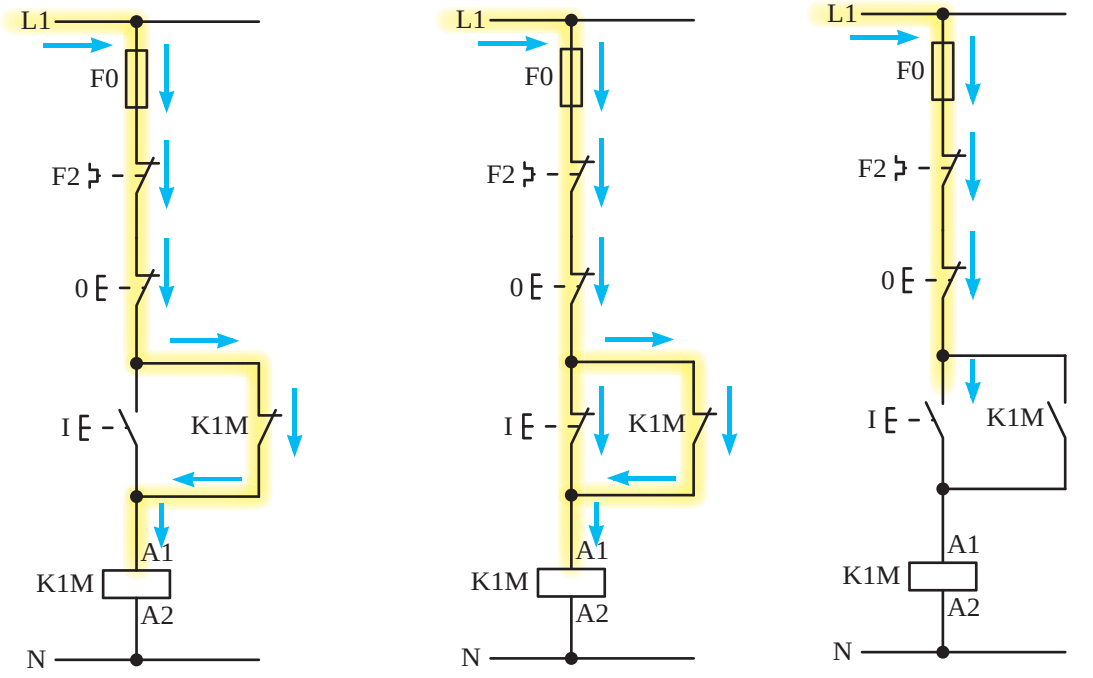
شکل ۸ــ۳۶

اگر بخواهیم با فشار بر شستی، مدار فرمان به‌صورت لحظه‌ای کار کند کافی است به‌جای کلید یک پل از یک شستی استارت استفاده کرد.

همان‌طوری که در نقشه مدار فرمان مشخص است جریان از طریق فیوز (F0) بی متال(F۲) ، استپ (o) تا استارت (I) آمده است. هرگاه شستی استارت وصل شود جریان به بوبین کنتاکتور می‌رسد و آن را مغناطیس می‌کند. در نتیجه تیغه‌های آن که در مدار قدرت قرار دارند وصل می‌شود و جریان سه فاز به سرهای U۱، V۱، W۱ موتور می‌رسد و تا زمانی که دست ما روی شستی باشد، کار می‌کند. هرگاه دست را از روی شستی برداریم برق بوبین قطع می‌شود و در نتیجه موتور خاموش می‌گردد.

در صورتی که بخواهیم با استفاده از شستی‌های استارت و استپ یک مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز را به‌صورت دایم کار طراحی کنیم، کافی است یکی از کنتاکت‌های باز کنتاکتور را به‌صورت موازی با شستی استارت قرار دهیم. چون تیغه باعث می‌شود تا مدار در شرایط پایدار باقی بماند به همین دلیل به این کنتاکت «تیغه‌ی خود نگه‌دارنده» نیز گفته می‌شود.

نحوه‌ی عملکرد مدار فرمان در سه وضعیت (قبل از زدن شستی، لحظه‌ی وصل شستی و پس از قطع شستی) را در شکل ۸ــ۳۷ مشاهده می‌کنید.

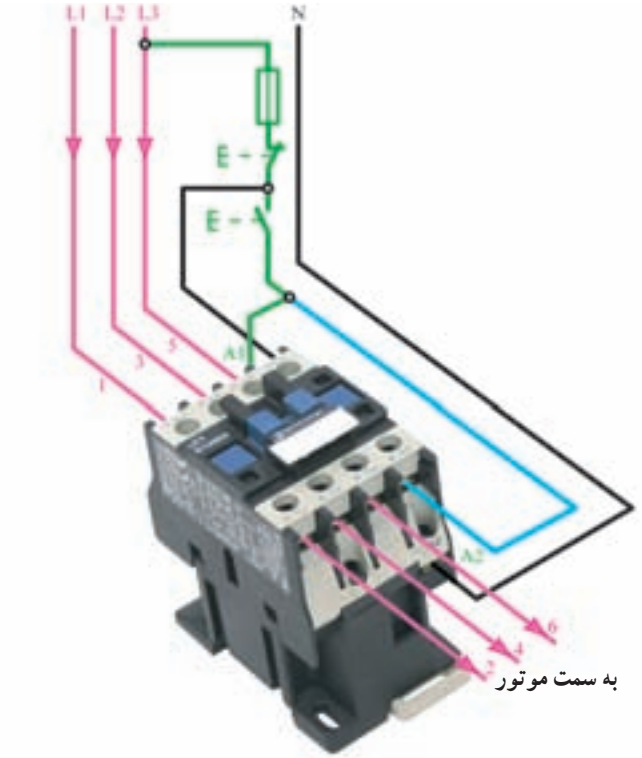


الف) قبل از زدن شستی استارت

ب) لحظه‌ی وصل شستی استارت

ج) پس از قطع شستی استارت

شکل ۸ــ۳۷



شکل ۳۸ــ۸ــ مدار فرمان

انتخاب وسایل: مشخصات کنتاکتور K۱M و وسایل حفاظتی مناسب نیز از روی مشخصات موتور تعیین می‌شود. چون موتور آسنکرون رتور قفسی است و ترمز و حالت چپ‌گرد ــ راست‌گرد شدن نیز در این موتور لازم نیست، کنتاکتور ۳ AC با جریان نامی بیش‌تر از ۴A در ولتاژ ۳۸۰ ولت و با بوبین ۲۲۰ ولت استفاده می‌شود. بی‌متالی F۲ مورد استفاده در مدار قدرت باید روی ۴A میزان شود ؛ پس باید بی‌متالی که جریان نامی آن مثلاً بین ۲/۵ A تا ۶A باشد، انتخاب گردد.

برای حفاظت دربرابر اتصال کوتاه موتور نیز چون جریان نامی موتور ۴A است و برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه آن باید از فیوزی با ۲ تا ۲/۵ برابر جریان نامی استفاده شود، پس از فیوز کندکار F۱ با جریان نامی ۱۰A استفاده می‌کنیم. برای حفاظت مدار فرمان نیز فیوز کندکار F0 با جریان نامی ۴A مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تمرین

۱ــ یک روش برای حفاظت اشخاصی که با ماشین‌های برش و قیچی کار می‌کنند این است که هنگام کار با آن‌ها، هر دو دست روی شستی‌های فرمان باشد تا موقع پایین آمدن تیغه‌ی ماشین، دست در زیر آن قرار نگیرد و صدمه‌ای نبیند. مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور ساده را، با تدبیر ذکر شده برای یک ماشین برش صحافی، ترسیم و مشخص کنید فاصله‌ی شستی‌ها در روی ماشین در چه حدودی باید باشد.

۲ــ در یک کارگاه صنعتی لازم است در مواقع خطر، مدار اصلی همه‌ی ماشین‌ها را از نقاط مختلف کارگاه قطع کرد. مدار قدرت و مدار فرمان را برای تغذیه‌ی ماشین‌های این کارگاه ترسیم کنید ؛ در صورتی که در این کارگاه دو ماشین تراش ساده با موتورهای سه فاز و یک ماشین سنگ سمباده و یک ماشین مته با موتورهای یک فاز وجود داشته باشد.

راه اندازی موتور سه فاز با شستی و پدال

در یک ماشین چوب‌بری، از یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی به قدرت ۱/۵ کیلووات استفاده شده است. برای اتصال دائمی این موتور به شبکه، از یک شستی و برای قطع آن از شستی دیگری استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی، توسط یک پدال (توسط فشار پا، فرمان می‌دهد) نیز باید بتوان موتور را به طور موقت به شبکه متصل کرد. از این پدال برای مواقعی که بخواهیم زمان کار موتور تحت کنترل باشد استفاده می‌شود و باید تا زمانی که توسط پا بر روی آن فشار وارد می‌شود، موتور بچرخد و زمانی که پا از روی پدال برداشته شد، مدار موتور نیز قطع گردد.

شکل ۳۹ــ۸

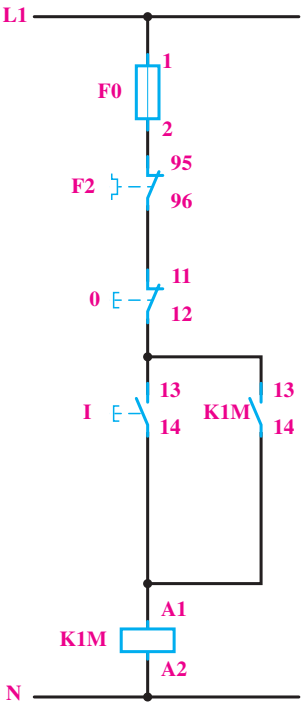
مدار قدرت و مدار فرمان این موتور را طراحی و کنتاکتور و وسایل حفاظتی مناسب را برای آن انتخاب کنید.

حل

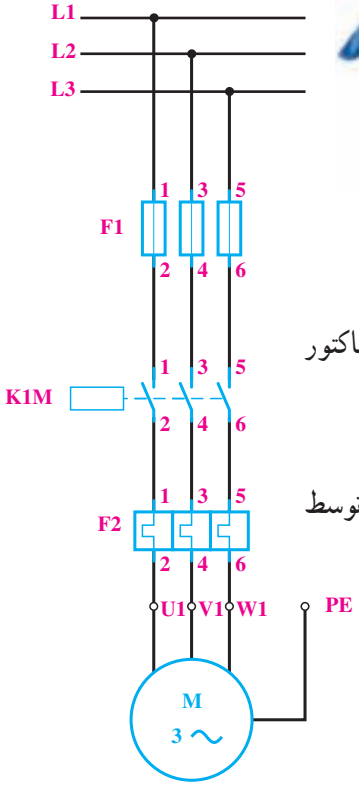
مدار قدرت: موتور این ماشین باید به‌طریقی ساده، توسط یک کنتاکتور، به شبکه اتصال یابد و به وسیله‌ی فیوز و بی‌متال، در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شود. بنابراین، مدار آن مانند شکل ۴۰ــ۸ خواهد شد.

مدار فرمان: با توجه به مطالب خواسته شده در این ماشین، برای راه‌اندازی و کار با آن، در مجموع سه شستی لازم است. از شستی I برای حالت کار دائم ماشین و از شستیII، که توسط پا فرمان می‌گیرد (پدال)، برای کار لحظه‌ای آن استفاده می‌شود. برای قطع کامل مدار نیز شستی0 به کار می‌رود.

برای طراحی مدار فرمان، ابتدا با در نظر گرفتن وظیفه‌ی شستی I (مانند کار عملی۱)، مدار را برای کار دائم طراحی می‌کنیم. در این صورت شکل ۴۱ــ۸ به دست می‌آید. می‌دانیم اگر کنتاکت نگاه‌دارنده K1M، که با شستی وصل I موازی شده است، در مدار وجود نداشته باشد، با حذف فشار وارد شده به شستی، مدار کنتاکتور نیز قطع خواهد شد.



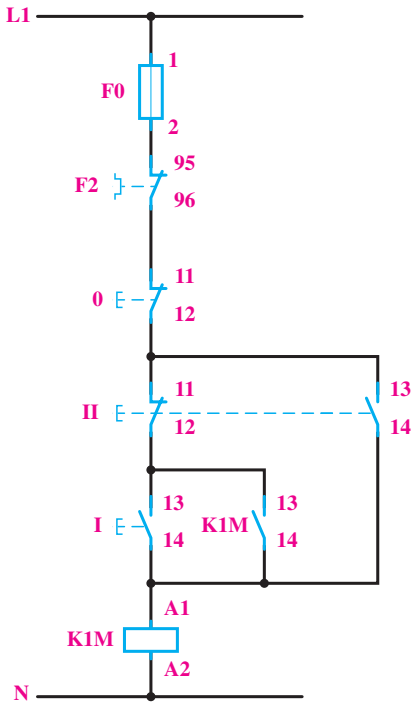
شکل ۴۱ــ۸



شکل ۴۰ــ۸ــ مدار قدرت

پس برای کار موقت ماشین، باید شستی II را به طریقی در مدار اضافه کنیم که بدون کنتاکت نگاه‌دارنده باشد و نیز مدار کنتاکت باز مربوط به شستی I را نیز قطع کند. اگر شستی II را با شستی I به صورت موازی قرار دهیم، در این‌صورت کنتاکت باز K۱M نیز با آن موازی می‌شود و دوباره موتور به طور دائم به شبکه وصل خواهد شد. بنابراین، باید راهی پیدا کرد که با فشار دادن به شستی II مدار کنتاکت باز K۱M قطع شود.

ساده‌ترین راه این است که از خود شستی II برای این منظور استفاده کنیم. بنابراین، شستیII را دوبل انتخاب می‌کنیم و کنتاکت بسته‌ی آن را در مسیر شستی I و کنتاکت باز K۱M قرار می‌دهیم تا با فشار دادن به آن، مسیر کنتاکت نگاه‌دارنده باز شود. در شکل ۴۲ــ۸ مدار فرمان کامل این مثال، به همراه وسایل حفاظتی، ترسیم شده است.



شکل ۴۲ــ۸ــ مدار فرمان نهایی

ــ در صورتی که کار شما جواب نداد دستپاچه نشوید و به دقت یک بار دیگر از روی نقشه کار خود را بررسی کنید.

انتخاب وسایل: چون احتمال وصل موتور به شبکه در زمان‌های کم و پشت سرهم توسط پدال وجود دارد، کنتاکتور انتخابی برای آن باید از نوع AC۴ باشد و حداقل در ولتاژ ۳۸۰ ولت، توانایی قطع و وصل موتور تا ۱/۵ کیلووات را داشته باشد (این مطلب در روی پلاک کنتاکتور نوشته شده است). برای حفاظت موتور در برابر اضافه بار، باید بی‌متال را روی ۳ آمپر میزان کرد و برای حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه نیز از فیوز کندکار ۶ آمپر استفاده نمود. جهت حفاظت مدار فرمان نیز یک فیوز 4A کندکار لازم است.

کار عملی ۱۵

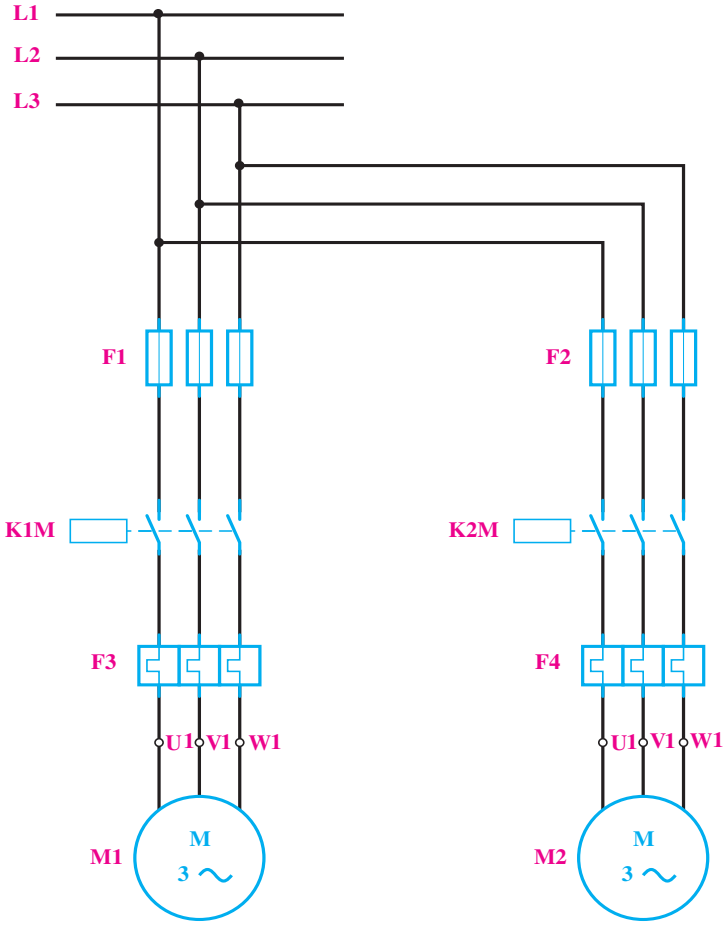
راه‌اندازی دو موتور سه‌فاز به صورت یکی پس از دیگری

در یک ماشین صنعتی از دو موتور M۱ و M۲ استفاده شده است. موتور M۱ یک موتور سه فاز برای پمپ روغن به قدرت ۰/۵ کیلووات و جریان ۱/۵ آمپر و موتور M۲ یک موتور سه فاز به قدرت ۵ کیلووات و جریان ۱۰A است.

طرز کار این ماشین به طریقی است که موتور اصلی بدون پمپ روغن نباید کار بکند، اما پمپ روغن می‌تواند به تنهایی به‌کار رود. با طراحی مدار الکتریکی این کار، نوع کنتاکتور و جریان نامی حفاظت‌کننده‌های لازم را حساب کنید. نقشه‌ی مسیر جریان، نقشه‌ی مونتاژ و نقشه‌ی خارجی را نیز برای این کار عملی ترسیم کنید.

حل:

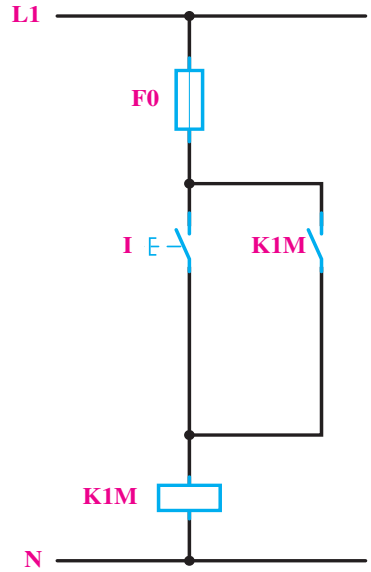
مدار قدرت: با توجه به صورت مثال، برای مدار قدرت آن به یک کنتاکتور جهت هریک از موتورها نیاز است. بنابراین، برای موتور M۱ ، کنتاکتور K۱M و برای موتور M۲ ، کنتاکتور K۲M را در نظر می‌گیریم و مدار قدرت آن را مانند شکل ۴۳ــ۸ ترسیم می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد، در مورد هر یک از موتورها به‌طور جداگانه درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۴۳ــ۸ــ مدار قدرت

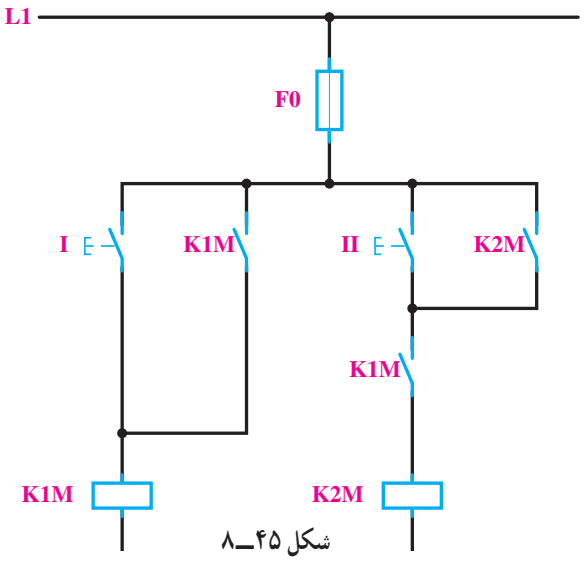
مدار فرمان: برای مدار فرمان به سه شستی احتیاج است که شستی I برای راه‌اندازی پمپ M۱ ، شستی II برای راه‌اندازی موتور M۲ و شستی 0 برای قطع مدار به‌کار می‌روند.

برای طرح مدار فرمان، ابتدا با توجه به صورت مثال، مدار را برای راه‌اندازی موتور M۱ به‌وسیله‌ی کنتاکتور K۱M (مانند شکل ۴۴ــ۸) طراحی می‌کنیم، به‌طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور K۱M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود.



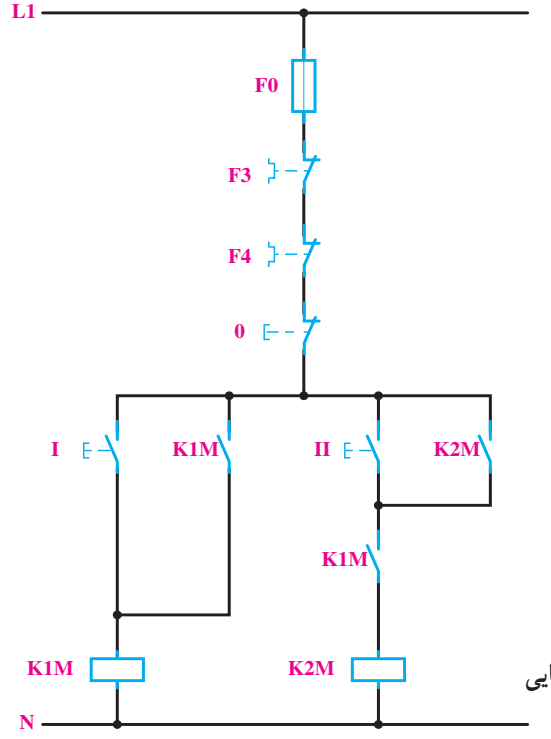
شکل ۴۴ــ۸

موتور M۲ نباید بدون موتور M۱ کار کند. این موضوع را باید در مدار فرمان پیش‌بینی کرد. از این‌رو باید ترتیبی اتخاذ شود که در صورت کار نکردن موتور M۱ ، مدار بوبین کنتاکتور K۲M قطع باشد. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز K۱M به‌طور سری در مدار بوبین K۲M (مانند شکل ۴۵ــ۸) استفاده کنیم.



شکل ۴۵ــ۸

بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنتاکتور K۱M وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به علت باز بودن مسیر بوبین K۲M ، موتور M۲ کار نخواهد کرد. برای قطع کل مدار نیز از شستی 0 به‌طور سری در مدار استفاده می‌کنیم. قطع‌کننده‌های حرارتی F۳ و F۴ نیز به‌طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه بار برای هریک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز F0 نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود. مدار فرمان کامل این مثال، در شکل ۴۶ــ۸ نشان داده شده است.



شکل ۴۶ــ۸ــ مدار فرمان نهایی

کار عملی ۱۶

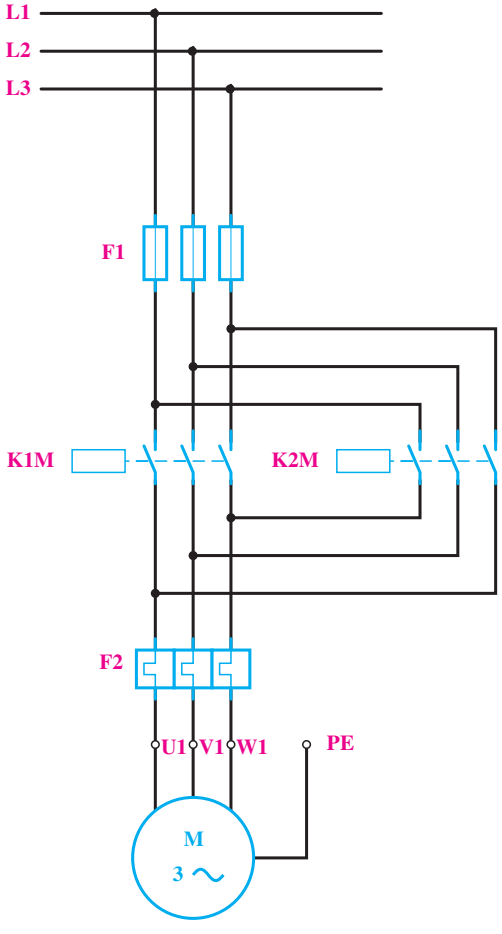
می‌خواهیم جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فازه توسط کنتاکتور عوض کنیم. مدار الکتریکی آن را ترسیم کنید.

الف ــ دریل رو میزی

ب ــ جرثقیل سقفی

شکل ۴۷ــ۸ ــ دو نمونه کاربرد تغییر جهت گردش موتور الکتریکی سه فاز

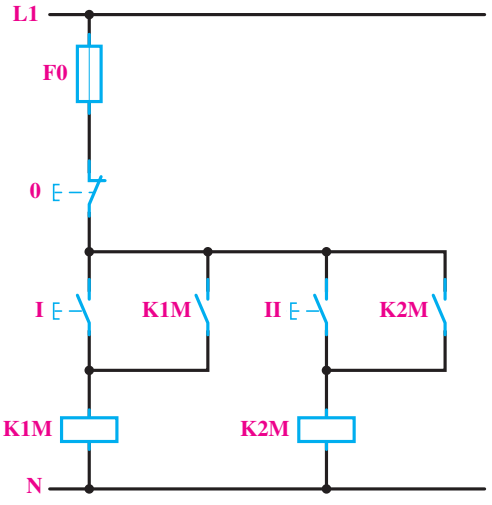
مدار قدرت: در این کار، لازم است با دادن فرمان به یک موتور آسنکرون سه فازه، جهت چرخش آن عوض شود. برای این‌کار لازم است که اتصال دو فاز در روی ترمینال موتور باهم تعویض گردند. برای اجرای این عمل به وسیله‌ی کنتاکتور، باید مثلاً برای حالت راست‌گرد، توسط کنتاکتور K۱M ، L۱،L۲ و L۳ به ترتیب به U۱ و V۱ و W۱ و برای حالت چپ‌گرد، توسط کنتاکتور K۲M، L۱ به W۱ و L۲ به V۱ و L۳ به U۱ مانند شکل ۴۸ــ۸ اتصال یابد. با کمی دقّت در شکل، ملاحظه می‌شود که کنتاکتورهای K۱M و K۲M نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند ؛ زیرا بین دو فاز L۱ و L۳، توسط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می‌شود. این مطلب را در مدار فرمان، باید در نظر داشت.



شکل ۴۸ــ۸

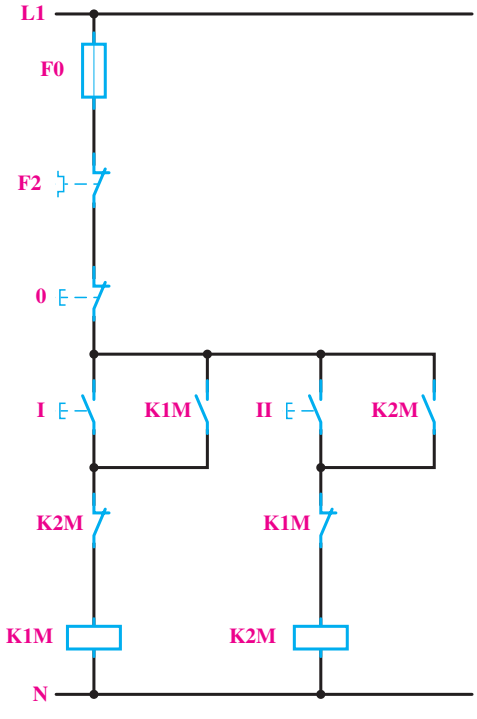
مدار فرمان: در طراحی مدارهای فرمان، باید دقت کرد که تأخیرهای زمانی در قطع و وصل کنتاکتورها، اشکالی در مدار ایجاد نکند. هم‌چنین در مراحلی که وصل یک کنتاکتور، باعث قطع کنتاکتور دیگر می‌شود، باید این نکته را کاملاً مراعات کرد و دقت نمود که اتصال کوتاه لحظه‌ای بین فازها واقع نشود. این مطلب در مورد این کار عملی صادق است. بنابراین، باید مدار فرمان را طوری طراحی کرد که برای وصل یکی از کنتاکتورها، احتیاج به قطع کنتاکتور دیگر باشد. این مطلب را در طراحی مدار فرمان این کار و هم‌چنین در چند کار عملی دیگر بررسی خواهیم کرد. برای طراحی مدار فرمان این کار به ترتیب زیر عمل می‌کنیم :

چون برای هر یک از حالت‌های راست‌گرد و چپ‌گرد، یک شستی وصل و برای خاموش‌کردن موتور نیز یک شستی قطع لازم است، پس در مجموع دو شستی وصل و یک شستی قطع برای این مدار مورد نیاز است که شستی قطع برای هر دو حالت راست‌گرد و چپ‌گرد مشترک خواهد بود. ابتدا مانند مدار فرمان معمولی، برای هر یک از کنتاکتورها، مدار فرمان را (مطابق شکل ۸ــ۴۹) ترسیم می‌کنیم. این مدار، در صورتی که موتور خاموش باشد و بعد به‌صورت راست‌گرد و یا چپ‌گرد راه اندازی شود، صحیح خواهد بود.



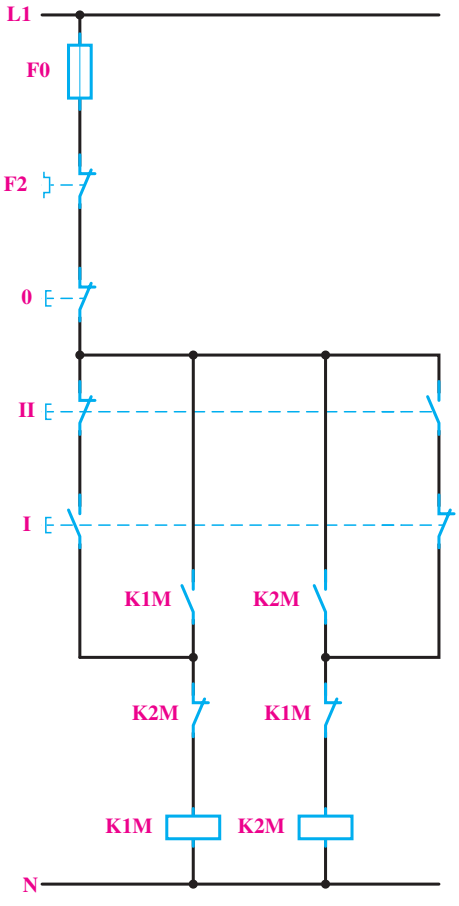
شکل ۸ــ۴۹

اما همان‌طور که می‌دانید، احتمال این که جهت گردش موتور در حال کار را بخواهیم تعویض کنیم نیز زیاد است. در این صورت بین دو فاز اتصال کوتاه خواهد شد. پس به‌طور کلی این مدار صحیح نیست و باید برای جلوگیری از اتصال کوتاه دو فاز حفاظت لازم در این مدار پیش‌بینی شود. راه ساده برای رفع این اشکال این است که کاری بکنیم که هنگام وصل هر یک از کنتاکتورها نتوان کنتاکتور بعدی را وصل نمود. پس می‌توان یکی از کنتاکت‌های بسته هر کنتاکتور را به‌طور سری با بوبین کنتاکتور بعدی قرار داد تا شرط ذکر شده ــ یعنی امکان اتصال هر یک از کنتاکتورها در صورت قطع کنتاکتور دیگر ــ برقرار شود. مدار فرمان صحیح این کار عملی در شکل ۸ــ۵۰ داده شده است. با توجه به این شکل، ملاحظه می‌شود که اگر موتور مثلاً با متصل بودن کنتاکتور K1M راست‌گرد باشد، برای چپ‌گرد کردن آن، باید حتماً اول شستی قطع و پس از آن شستی وصل II فشار داده شود تا کنتاکتور K۲M جذب و موتور چپ‌گرد شود.



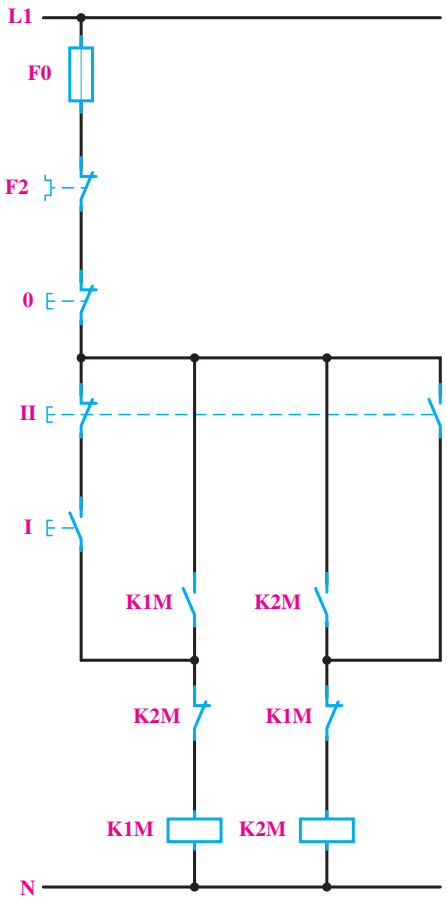
شکل ۸ــ۵۰

اگر در این مدار، هم‌زمان شستی‌های I وII فشار داده شوند، هر دو کنتاکتور K۱M وK۲M هم زمان جذب کرده و اتصال کوتاه دو فاز پیش خواهد آمد. برای کیفیت بهتر مدار، می‌توان شستی‌های I و II را دوبل انتخاب کرد و مدار را مانند شکل ۵۱ــ ۸ اتصال داد. در این صورت با فشار هم زمان به شستی‌ها، هیچ یک از کنتاکتورها جذب نخواهند شد.



شکل ۵۱ــ۸

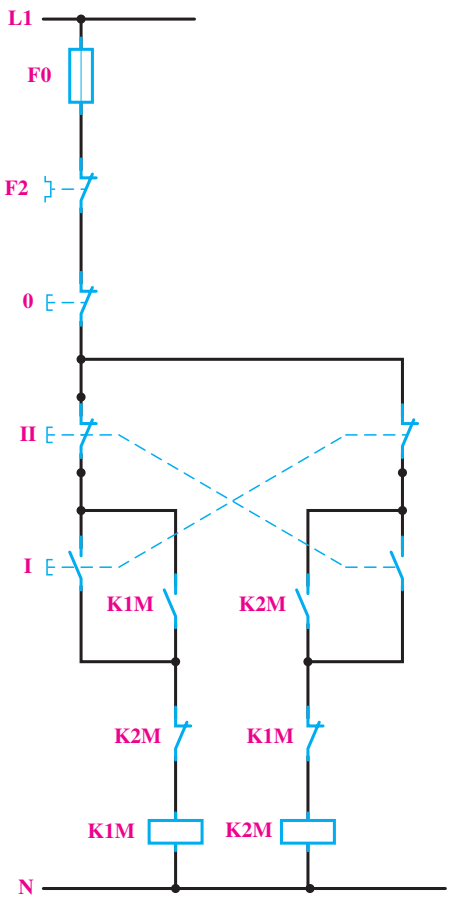
هم‌چنین برای رفع این اشکال، می‌توانیم مدار را طوری طراحی کنیم که با فشار دادن هم‌زمان به شستی‌های I و II، فقط یکی از کنتاکتورها، مثلاً K۲M، جذب شود. برای این منظور (مانند شکل ۵۲ــ۸)، فقط کنتاکت بسته‌ی شستی II را به‌طور سری با شستی I قرار می‌دهیم.



شکل ۵۲ــ۸

در مدارهای فرمان که تا به حال در مورد این کار عملی طراحی شد، برای تغییر جهت گردش موتور، باید ابتدا شستی قطع را فشار داد. در صورتی که بخواهیم بدون قطع کردن مدار، جهت چرخش موتور را عوض کنیم، می‌توانیم کنتاکت بسته‌ی شستی I را در مدار بوبین کنتاکتور K۲M و کنتاکت بسته‌ی شستی II را در مدار بوبین کنتاکتور K۱M، مانند شکل ۵۳ــ۸، به صورت سری قرار دهیم تا با فشار به هر یک از آن‌ها ابتدا مدار کنتاکتور مقابل قطع و سپس جهت چرخش موتور عوض شود. در چنین حالتی، دیگر اشکال وصل هم‌زمان دو کنتاکتور در اثر

فشار دادن هم‌زمان دو شستی نیز وجود نخواهد داشت. در این مدار با وجودی که کنتاکتور K۱M و K۲M به‌طور هم‌زمان اتصال پیدا نمی‌کنند، باز احتمال اتصال کوتاه دو فاز در اثر جرقه‌ی بین کنتاکت‌ها وجود خواهد داشت ؛ زیرا در فاصله‌ی زمانی بسیار کم بین قطع کنتاکتور اوّل و وصل کنتاکتور دوم، که حدود چند میلی‌ثانیه است و هنوز جرقه ایجاد شده در کنتاکت‌های کنتاکتور اوّل خاموش نشده است، احتمال این که از همین طریق بین دو فاز اتصال کوتاه ایجاد شود وجود خواهد داشت.



شکل ۵۳ــ۸

فصل نهم

تجهیزات تابلو

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ چگونگی قرائت آمپرمتر و ولت‌متر را توضیح دهد.

۲ــ کاربرد کلید ولت‌متر را توضیح دهد.

۳ــ عمل ترانسفورماتور جریان در مدار را توضیح دهد.

۴ــ ساختمان و اصول کار کلید فیوز را توضیح دهد.

۵ــ علت استفاده از شمش مسی و ترمینال‌ها را در تابلو بیان کند.

۶ــ تعرفه را تعریف و روش‌های کاهش مصرف برق را نام ببرد.

۷ــ در مورد کنتورهای دو تعرفه توضیح دهد.

۱ــ ۹ــ مقدمه

همان‌طورکه قبلاً گفته شد در نیروگاه‌های برق، پس از تولید انرژی الکتریکی باید آن را به مصرف کننده انتقال داد. فاصله نیروگاه تا مصرف کننده ممکن است حتی به صدها کیلومتر نیز برسد. این انتقال به وسیله سیم‌های برق که توسط دکل‌های بزرگ نگهداشته می‌شوند، انجام می‌پذیرد. شکل ۱ــ۹ نمونه‌ای از این انتقال و دکل‌ها را نشان می‌دهد.

برای کاهش تلفات انرژی الکتریکی در مسیر تولید تا مصرف، ابتدا در محل تولید ولتاژ را توسط ترانسفورماتور افزایش داده و سپس در نزدیکی محل مصرف ولتاژ را مجدداً کاهش می‌دهند، این ولتاژ کاهش داده شده باید بین مصرف کننده‌ها توزیع شود. نقش تابلوهای برق در واقع توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف کننده‌ها است. شکل ۲ــ۹ نمونه‌ای از تابلو برق را نشان می‌دهد.

تابلوهای توزیع بستگی به نیاز در ابعاد مختلف و همچنین از نظر تجهیزات برای کاربردهای خاصی ساخته می‌شوند مثلاً تابلوهای توزیع برق در یک منزل مسکونی در ابعاد نسبتاً کوچکی

شکل ۱ــ۹ــ نمونه‌ای از خطوط انتقال

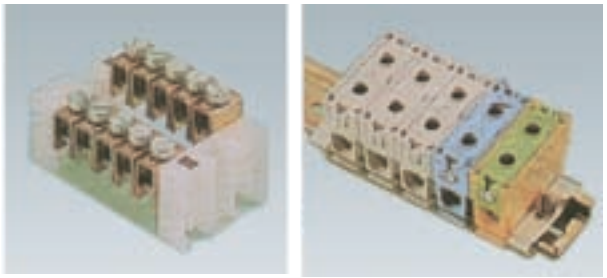
شکل ۲ــ۹ــ نمونه‌ای از تابلو توزیع برق

ساخته می‌شود. شکل ۳ــ۹ نمونه‌ای از تابلو برق که در منازل استفاده می‌شود را نشان می‌دهد.

شکل ۳ــ۹ــ نمونه‌ای از تابلو کوچک برق که در منازل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

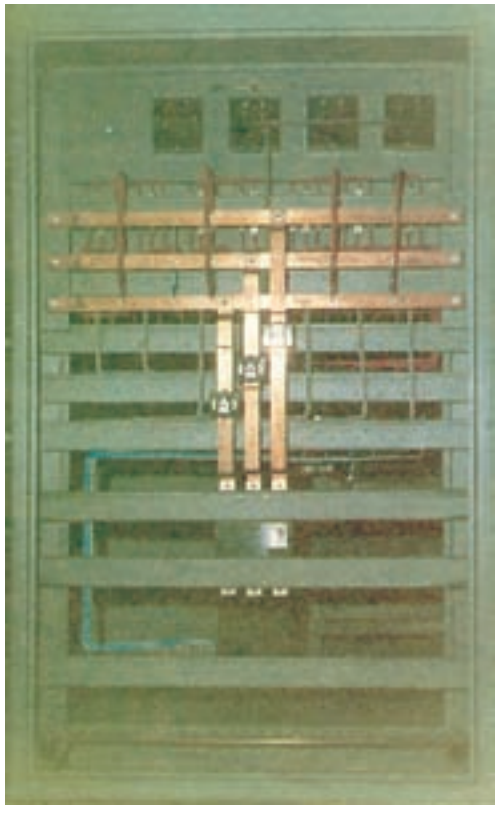
در تابلوهای کوچک که جریان مصرف کننده‌ها محدود است بین اجزای تابلو (مانند کلیدها، فیوزها و ...) به وسیله سیم‌های معمولی پلاستیکی (ترجیحاً مفتولی) سیم‌کشی می‌شود.

ورودی تابلو معمولاً برق شبکه سراسری است و خروجی آن مصرف کننده می‌باشد. برای اتصال تابلو به ورودی و خروجی‌ها معمولاً از ترمینال استفاده می‌کنند. در شکل ۴ــ۹ تعدادی از انواع ترمینال‌ها که بدین منظور به‌کار می‌روند نشان داده شده‌اند.



شکل ۴ــ۹ــ نمونه‌هایی از انواع ترمینال‌ها که در تابلوهای توزیع به کار می‌روند.

در تابلوهای بزرگ که جریان مصرف کننده‌ها زیاد است به‌جای سیم‌کشی داخل تابلو، شمش کشی می‌کنند. شمش‌ها سطح مقطع نسبتاً بزرگی دارند و می‌توانند جریان‌های بسیار زیاد را از خود عبور دهند بدون این که افت ولتاژ قابل ملاحظه‌ای را ایجاد کنند. شکل ۵ــ۹ نمونه‌ای از شمش‌کشی درون یک تابلو را نشان می‌دهد.

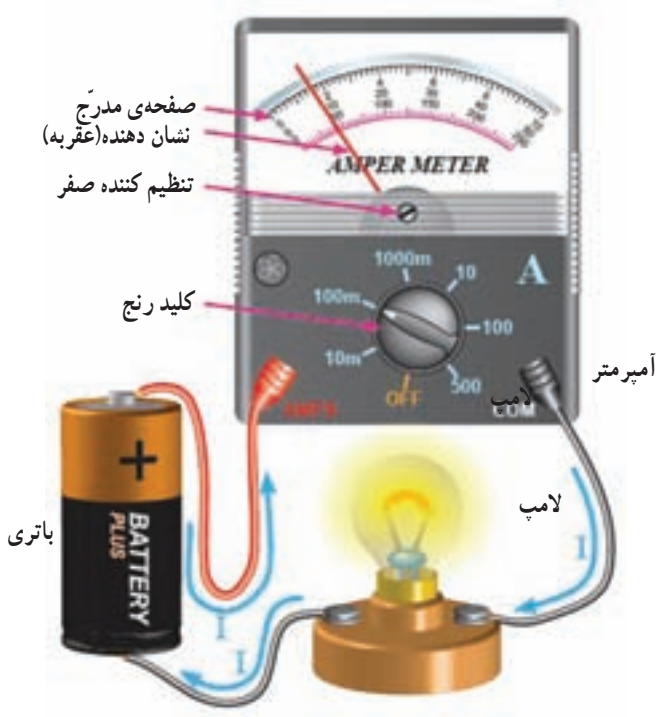


شکل ۵ ــ۹ــ شمش‌کشی داخل یک تابلو توزیع

در تابلوهای توزیع، وسایلی جهت نشان دادن پارامترهای الکتریکی مانند توان مصرفی، ولتاژ، جریان، انرژی و ... همچنین وسایل حفاظتی مانند رله‌های جریان اضافی و فیوزها نصب می‌کنند.

۲ــ۹ــ آمپرمتر

آمپرمتر برای اندازه‌گیری جریان مصرف کننده‌ها به کار می‌رود. آمپرمترهایی که در تابلوهای برق به کار می‌روند معمولاً حساسیت کم‌تری نسبت به آمپرمترهای آزمایشگاهی دارند. آمپرمترها با توجه به نیاز، در رنج‌های مختلف جریان ساخته می‌شوند. شکل ۶ ــ۹ چگونگی قرار گرفتن آمپرمتر در مدار را نشان می‌دهد.



شکل ۶ ــ۹ــ آمپرمتر با مصرف کننده به طور سری در مدار قرار می‌گیرند.

شکل ۷ ــ۹ چند نمونه از آمپرمتر تابلویی را نشان می‌دهد.

الف ــ دیجیتالی

ب ــ عقربه‌ای

شکل ۷ــ۹ــ نمونه آمپرمتر تابلویی

چگونگی قرائت آمپرمتر: آمپرمترهای تابلویی معمولاً یک رنج دارند و عقربه آن هر عددی را که نشان دهد مقدار جریان عبوری از آمپرمتر است. اگر عقربه روی درجه‌ای ایستاد که عددی مقابل آن نوشته نشده بود می‌توان به صورت زیر مقدار دقیق جریان را به دست آورد.

$$\frac{\text{اختلاف دو عدد متوالی}}{\text{تعداد تقسیمات}} = \text{مقدار جریان هر یک از کوچکترین تقسیمات بین دو عدد متوالی}$$

+مقدار جریان عدد کوچکتر = مقدار جریان قرائت شده

مقدارجریان هر تقسیم × تعداد تقسیمات

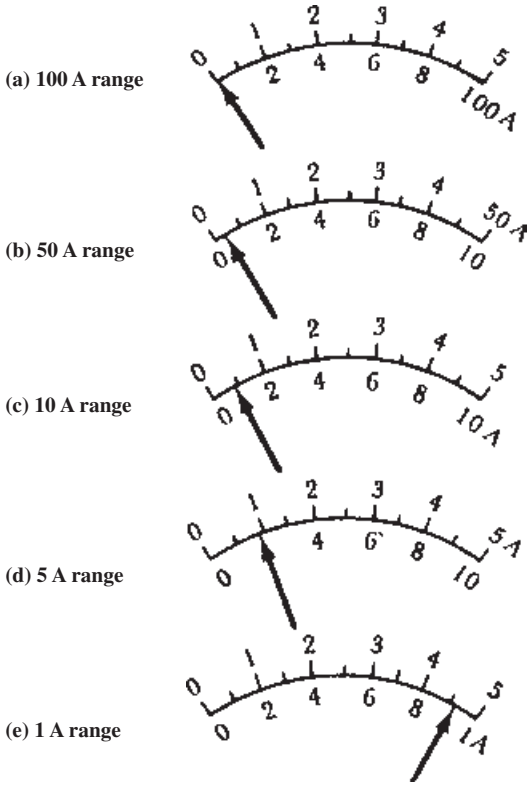
اگر آمپرمتر دارای چند رنج مختلف باشد برای قرائت مقدار جریان باید به طریقه زیر عمل کرد :

$$\times \frac{\text{رنج آمپرمتر}}{\text{تعداد تقسیمات}} = \text{مقدار جریان قرائت شده توسط آمپرمتر}$$

تعداد تقسیماتی که عقربه نشان می‌دهد

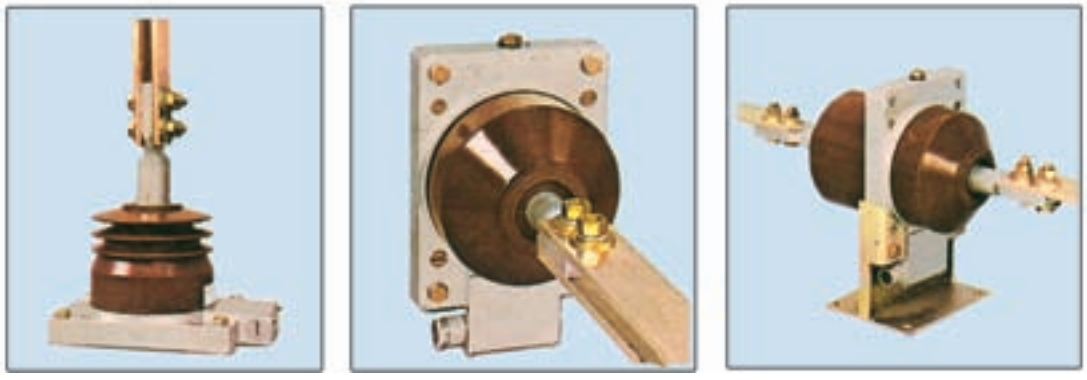
توصیه می‌شود چنانچه آمپرمتر دارای چندین رنج مختلف است برای اندازه‌گیری جریان، رنجی را انتخاب کنیم که عقربه حداکثر انحراف را داشته باشد. مثلاً اگر جریان ما ۹۲/۰ میلی‌آمپر باشد بهترین رنج برای اندازه‌گیری آن رنج ۱A است در شکل ۸ــ۹ جریان ورودی میلی‌آمپرمتر ۹۲A/۰ است. اگر خوب دقت شود مشخص می‌شود که فقط در رنج ۱A است که می‌توان دقیقاً مقدار ۹۲A/۰ را قرائت کرد و در بقیه رنج‌ها قرائت صدم آمپر تقریباً امکان‌پذیر نیست.

اگر جریان مصرف‌کننده کم باشد آمپرمتر مستقیماً در مسیر جریان مصرف کننده قرار می‌گیرد و مقدار جریان مصرفی را نشان می‌دهد. اگر جریان مصرف کننده زیاد باشد دیگر نمی‌توان



شکل ۸ ــ۹ــ چگونگی قرائت آمپرمتر به طریقه صحیح

آمپرمتر را مستقیماً با مصرف کننده سری کرد، بلکه باید از ترانسفورماتور جریان استفاده شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان، جریان مصرف کننده را با یک نسبت به آمپرمتر منتقل می‌کند. مثلاً ترانس جریان (۱۰۰/۵) اگر در اولیه ترانسفورماتور جریان ۱۰۰ آمپر عبور کند در ثانویه‌ی ترانسفورماتور ۵A جریان خواهیم داشت. زمانی که ترانسفورماتور جریان در مدار وجود دارد معمولاً صفحه مدرج آمپرمتر را بر حسب جریان مصرف کننده اولیه ترانسفورماتور درجه‌بندی می‌کنند. شکل ۹ــ۹ نمونه‌هایی از ترانسفورماتور جریان را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۹ــ نمونه‌هایی از ترانسفورماتور جریان

۳ــ۹ــ ولت‌متر

ولت‌متر در مدارات مقدار ولتاژ را اندازه‌می‌گیرد و به‌صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد. شکل ۱۰ــ۹ چگونگی اتصال ولت‌متر به یک مصرف کننده را نشان می‌دهد.

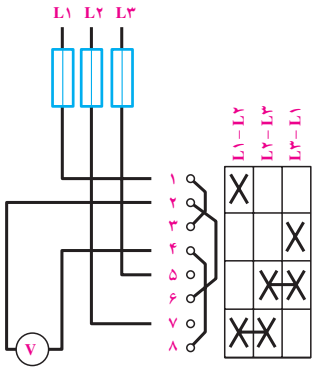
شکل ۱۰ــ۹ــ ولت‌متر در مدارات به صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد.

شکل ۱۱ــ۹ دو نمونه از ولت‌مترهای تابلویی را نشان می‌دهد. نحوه قرائت ولت‌متر همانند آمپرمتر می‌باشد.

شکل ۱۱ــ۹ــ نمونه ولت‌متر تابلویی

۴ــ۹ــ کلید ولت‌متر

در یک تابلوی برق، اگر بخواهند ولتاژهای بین فازهای مختلف و همچنین ولتاژهای هر فاز نسبت به سیم صفر را بخوانند، باید شش ولت‌متر در تابلو نصب کنند. برای اجتناب از نصب شش ولت‌متر، یک ولت‌متر را نصب می‌کنند و سپس توسط یک کلید به نام کلید ولت‌متر، ولتاژهای مختلف را به ولت‌متر اعمال و مقدار آن را قرائت می‌کنند (شکل ۱۲ــ۹).



(الف)

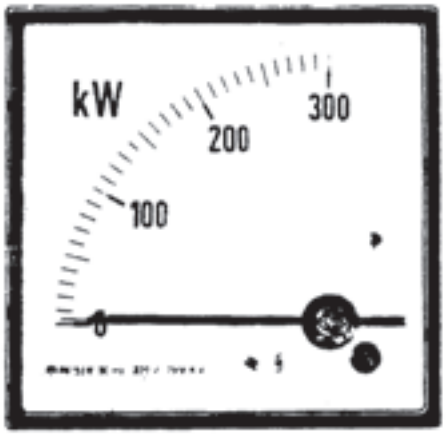
(ب)

شکل ۱۲ــ۹ الف) مدار داخلی کلید ولت‌متر ب) شکل ظاهری کلید ولت‌متر

۵ ــ۹ــ وات متر

وات‌متر دستگاهی است که مقدار توان مصرفی مصرف کننده را نشان می‌دهد. شکل ۱۳ ــ ۹ یک وات‌متر با رنج ۳۰۰kW ــ ۰ را نشان می‌دهد.

نحوه اتصال وات‌متر به مدار بدین صورت است که باید جریان مصرف کننده و ولتاژ دو سر مصرف کننده را به وات‌متر اعمال نمود تا وات‌متر توان مصرفی مصرف کننده را نشان دهد.



شکل ۱۳ــ۹ــ وات‌متر تابلویی

۶ــ۹ــ کنتور

کنتور دستگاهی است که انرژی مصرفی کل مصرف کننده‌ها را اندازه می‌گیرد و بر حسب کیلووات ــ ساعت به صورت یک سری اعداد در جلوی دستگاه نمایش می‌دهد.

کنتورها به صورت یکفازه و سه‌فازه ساخته می‌شوند. شکل ۱۴ــ۹ یک نمونه کنتور سه فاز و یک نمونه کنتور یکفاز دیجیتالی را نشان می‌دهد.

شکل ۱۴ــ۹ ــ کنتور سه فاز و تکفاز دیجیتالی

تعرفه: قیمت برق مصرفی علاوه بر میزان مصرف برق (برحسب کیلووات ساعت) به عامل مهم دیگری ارتباط دارد. این عامل قیمت واحد انرژی الکتریکی است که تعرفه نامیده می‌شود.

کنتور دو تعرفه: به دلیل این‌که مقدار مصرف برق در ساعات مختلف شبانه‌روز با یکدیگر متفاوت است، (مثلاً در اوایل شب اوج مصرف و درساعات دیگر مصرف برق کم است) این موضوع مشکلات زیادی را برای نیروگاه‌های برق به‌وجود می‌آورد. لذا برای تشویق مشترکان به تغییر زمان مصرف از ساعات اوج مصرف به ساعات دیگر، قیمت برق در دو زمان مختلف، متفاوت محاسبه می‌شود یعنی مشترکی که در ساعات اوج مصرف برق مصرف کند، بهای بیش‌تری و در ساعات دیگر بهای کم‌تری می‌پردازد. به همین منظور به کنتوری نیاز است که دو زمانه باشد. به چنین کنتوری، کنتور دو تعرفه می‌گویند.

توجه: کنتورهای سه تعرفه نیز وجود دارند که برای آن سه زمان تعریف شده است.

۱ــ اوج بار (ساعات ۱۹ تا ۲۳)

۲ــ میان باری (۷ صبح تا ۱۹)

۳ــ کم‌باری (۲۳ تا ۷ صبح) با وجود این کنتورها، مشترکین می‌توانند با مدیریت صحیح بر مصرف خود، سبب کاهش بهای برق مصرفی، کاهش هزینه‌های تأمین برق و استفاده بهتراز منابع انرژی کشور شوند.

توجه: بهای برق مصرفی در ساعات کم‌باری با $\frac{۱}{۴}$ قیمت در ساعات میان‌باری و در ساعات اوج مصرف با ۲/۵ برابر قیمت در ساعات میان باری محاسبه می‌گردد.

روش‌های کاهش مصرف برق

همان‌گونه که گفته شد برای کاهش مبلغ بهای پرداختی لازم است مصرف برق در ساعات اوج کاهش یابد. برای این

منظور سه فعالیت مهم می‌تواند انجام گردد که عبارتند از :

الف :صرفه‌جویی در مصرف برق مهم‌ترین اقدام برای کاهش بهای برق و استفاده بهتر از این نعمت است.

ب :جابه‌جایی زمان استفاده از تجهیزات غیرضروری همچون ماشین لباسشویی، اتو، سشوار و جاروبرقی از ساعات اوج بار به ساعات کم‌باری.

ج :استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف به جای لامپ‌های رشته‌ای یکی از عوامل مهم در کاهش بهای برق مصرفی است.

آیا می‌دانید؟

یک کیلو وات ساعت معادل است با :

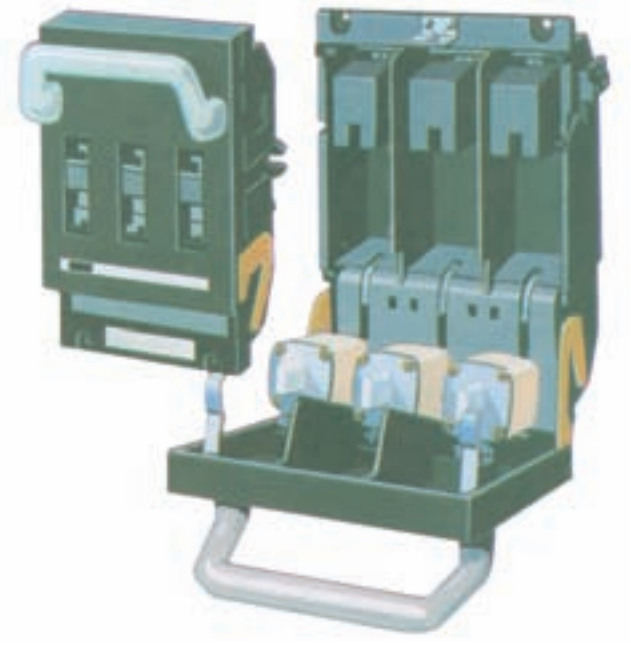
ـ مصرف یک لامپ رشته‌ای معمولی ۱۰۰ وات و در ۱۰ ساعت

ـ مصرف یک لامپ فلوئرسنت در ۲۰ ساعت

ـ مصرف یک لامپ کم‌مصرف در ۴۰ ساعت

۷ــ۹ــ کلید فیوز

کلید فیوز در حقیقت نوعی کلید است که همراه با فیوزها قطع و وصل می‌شود. و قطع و وصل اکثر کلید فیوزها با دست انجام می‌گیرد. فیوزهای این کلید با باز کردن کلید، قابل تعویض هستند. شکل ۱۵ــ۹ نمونه‌ای از این کلید را نشان می‌دهد. این کلید معمولاً در جریان‌های کم کاربرد ندارد و در اکثر تابلوهای توزیع به عنوان کلید اصلی قطع و وصل به‌کار می‌رود.



شکل ۱۵ــ۹ــ نمونه‌ای از کلید فیوز

در کلید فیوز چون فیوزها در روی کلید قرار می‌گیرند اولاً تعویض فیوزها به آسانی صورت می‌گیرد و ثانیاً نیازی نیست که برای تعویض فیوز در تابلو را باز کنیم (که البته خطراتی هم ممکن است در برداشته باشد) و این دو مورد از مزایای مهم کلید فیوز است.

۸ــ۹ــ کلید اتوماتیک

کلید اتوماتیک نیز نوعی کلید همراه با یک فیوز است و در موقع اتصال کوتاه مدار، کلید قطع می‌شود و برای وصل مجدد آن باید اهرم آن را به سمت بالا بزنیم. شکل ۱۶ــ۹ نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک را نشان می‌دهد.

شکل ۱۶ــ۹ــ نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک

کلیدهای اتوماتیک به صورت تکی، دوتایی، سه‌تایی و چهارتایی در بازار یافت می‌شوند. در کلیدهای اتوماتیک دوتایی یا سه‌تایی و یا چهارتایی، اگر اتصال کوتاه در مسیر یکی از کلیدها رخ دهد تمامی کلیدها با هم قطع می‌شوند.

از کلیدهای اتوماتیک بیش‌تر در تابلوهای برق خانگی و یا در جاهایی که مصرف کم است استفاده می‌شود در ساختمان داخلی این نوع کلیدها، یک رله وجود دارد که جریان مصرف‌کننده مستقیماً از سیم پیچ این رله عبور می‌کند در صورتی که جریان از مقدار مشخصی بیش‌تر شد، رله جذب نموده و اهرم نگهدارنده کلید اصلی را رها می‌کند و به کمک فنر کنتاکت‌های کلید اصلی قطع می‌گردند و بدینوسیله کلید قطع می‌شود.

شکل ۱۷ــ۹ چند تابلوی الکتریکی را در حال مونتاژ و تست نشان می‌دهد.

شکل ۱۸ــ۹ دو تابلوی آماده شده را نشان می‌دهد.

شکل ۱۷ــ۹ــ مونتاژ و تست تابلو

شکل ۱۸ــ۹

سؤالات

۱ــ چرا در داخل بعضی از تابلوهای برق شمش کشی می‌نمایند؟

۲ــ نقش مقره‌ها در تابلوهای برق کدام است؟

۳ــ آمپرمتر چگونه در یک مدار الکتریکی وصل می‌شود؟ شکل یک مدار را همراه با آمپرمتر رسم کنید.

۴ــ نقش ترانسفورماتور جریان در تابلوهای توزیع کدام است؟

۵ــ ولت‌متر در مدار چگونه قرار می‌گیرد؟ مداری رسم کنید که ولت‌متر در حال نشان‌دادن ولتاژ دو سر بار است.

۶ــ کلید ولت‌متر چیست و کجا کاربرد دارد؟

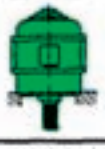
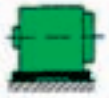
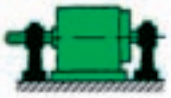
۷ــ نقش وات‌متر در تابلو کدام است؟

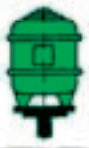
۸ــ کنتور برق چه پارامتری را اندازه می‌گیرد؟

۹ــ فرق کلید معمولی با کلید فیوز کدام است؟

۱۰ــ کنتور دو تعرفه چه وظیفه‌ای دارد؟

شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی

شرح	شکل	علایم کد – IEC
ماشین برای وضعیت عمودی		
مانند V3، اما سرآزاد محور در سمت پایین		V4 IM 3211
با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین		V5 IM 1011
با دو یاتاقان سپری، طوق نصب و سرآزاد محور در سمت پایین		V10 IM 4011
مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)		V18 IM 3611
ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا		
بدون محور، بدنه دارای پایه		A2 IM 5510
با دو یاتاقان سپری و یک یاتاقان مجزا		C2 IM 6010
با یک یاتاقان مجزا و محور طوق‌دار		D1 IM 7005
با دو یاتاقان مجزا، سر محور آزاد		D9 IM 7201
یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین . نصب بر روی ستون حامل، الوارجویی، حلقه چاه .		W1 IM 8015

شرح	شکل	علایم کد – IEC
ماشین با یاتاقان سپری		
با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانج) نصب		B5 IM 3001
با دو یاتاقان سپری و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار		B6 IM 1051
مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ		B7 IM 1061
مانند B6، اما برای نصب از سقف		B8 IM 1071
با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانج) نصب		B10 IM 4001
با دو یاتاقان سپری و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)		B14 IM 3601
ماشین برای وضعیت عمودی		
با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین		V1 IM 3011
مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا		V2 IM 3231
مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور درسمت بالا		V3 IM 3031

ضمیمه‌ی ۲

بر روی پلاک برخی موتورهای الکتریکی در یک ردیف با نوشتن حروف IP[1]، که دو رقم را به دنبال خود دارند، نوع حفاظت به‌کار رفته در موتور، از نظر حفاظت در مقابل تماس (ضربه) و نفوذ اجسام خارجی و آب، نشان داده می‌شود. در جدول زیر مفهوم هریک از اعداد به‌کار رفته بیان شده است.

نشانه	توضیح	نوع ایمنی
ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی		
–	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	IP0X
–	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ∅50 mm	IP1X
–	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ∅12 mm	IP2X
–	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ∅2.5 mm	IP3X
–	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از ∅1 mm	IP4X
1	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	IP5X
2	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	IP6X
ایمنی آب		
–	بدون ایمنی آب	IPX0
3	ایمنی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	IPX1
3	ایمنی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (150° نسبت به عمود)	IPX2
4	ایمنی در مقابل بخش آب	IPX3
5	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	IPX4
6	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	IPX5
7	ایمنی در مقابل جریان آب	IPX6
7	ایمنی در مقابل غوطه‌ورشدن	IPX7
8	ایمنی در مقابل غوطه‌ور کامل	IPX8

نشانه‌ی انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا ببینید)

۱ــ International Protection (ایمنی بین‌المللی)

منابع

1. Lee, R, W Death for Electrical Shock
2. Occupational Health and Safety (inter national labour office Geneva)
3. Soldering for Reliability (Honeywell)
4. Fundamentals of Electrical Engineering (M.Kuznetsov)
5. Electricity 1 - 7 (Harry Mileaf)
6. Transistor Funamentals (Robert J: Brite)

۷ــ اعتضادی، محمود. ساعتچی، ناصر. یوسفی، عباس. تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی. (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۸ ــ رحیمیان پرور، علی. جاهد بزرگان، هادی. کارگاه سیم‌کشی (۱) (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.