بسم الله الرحمن الرحیم

تکنولوژی و کاربرد برق در ماشین‌ابزار

رشتهٔ ساخت و تولید

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۵۵۰

عنوان و نام پدیدآور	:	تکنولوژی و کاربرد برق در ماشین ابزار ، رشتهٔ ساخت و تولید، زمینهٔ صنعت، شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای، شمارهٔ درس ۱۵۵۰ [کتاب‌های درسی] ۴۶۳/۱، مؤلف : محمدحسن اسلامی، برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ، وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مشخصات نشر	:	تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	:	۱۵۴ ص. : مصور : (رنگی)، جدول (رنگی).
شابک	:	۹۷۸ـ۹۶۴ـ۰۵ـ۲۱۳۶ـ۶
یادداشت	:	چاپ قبلی : انتشارات فنی ایران ۱۳۹۱، کتاب‌نامه.
موضوع	:	۱. برق ـ ابزار و وسایل ۲. برق ـ سیستم‌ها ۳. ماشین‌آلات برقی
شناسهٔ افزوده	:	اسلامی، محمدحسن، ۱۳۴۰. ــ الف ــ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ب ــ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش ج ــ ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی.
رده‌بندی کنگره	:	TK۷۸۷۰/ت۸ ۱۳۹۲
رده‌بندی دیویی	:	۳۷۳ ک ۱۵۵۰

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

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

پیام‌نگار(ایمیل) **tvoccd@roshd.ir**

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

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت برتألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش**

نام کتاب : **تکنولوژی و کاربرد برق در ماشین‌ابزار ـ ۴۶۳/۱**

مؤلف : **محمدحسن اسلامی**

اعضای کمیسیون تخصصی : **غلامحسن پایگانه، محمد مهرزادگان، حسن آقابابایی، محمد سعیدکافی، حسن امینی و سید حسن سید تقی‌زاده**

ویراستار ادبی : **آرمین بامدادیان**

نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

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

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر هنری : **محبوبه آقاحسینی**

عکاس : **محمدحسن اسلامی**

صفحه‌آرا : **آناهیتا بامدادیان**

رسام فنی : **سیدعلی هدایتی، جلال الماسی**

طراح جلد : **محبوبه آقاحسینی**

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

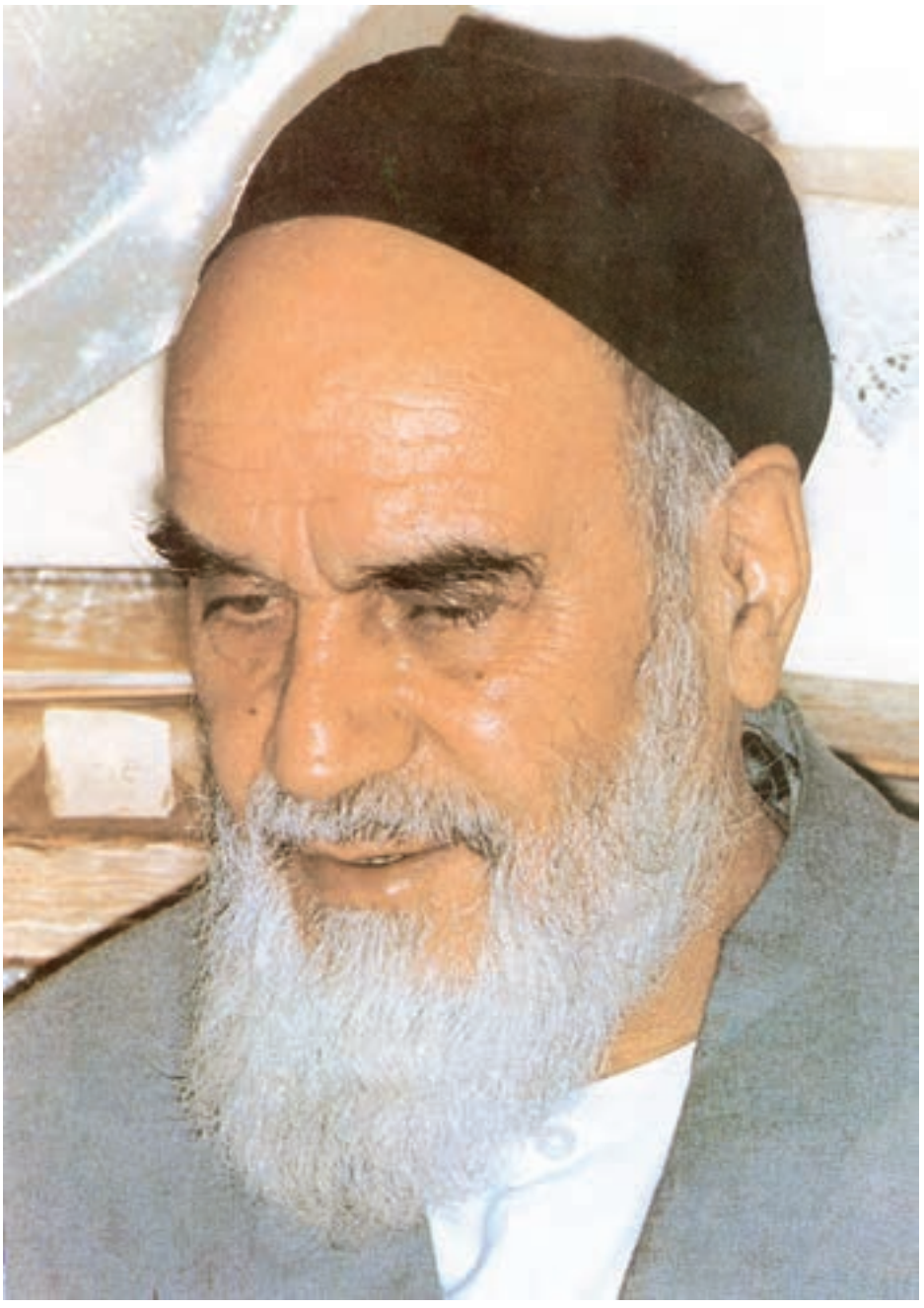
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**

نوبت و سال چاپ : **چاپ سوم ۱۳۹۴**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۶-۲۱۳۶-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2136-6



جوان‌ها قدر جوانی‌شـــان را بدانند و آن را در علم و تقوی و سازندگی خودشان صرف کنند که اشـــخاصی امین و صالح بشـــوند. مملکت ما با اشـــخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی(قدّس سرّه‌الشّریف)

پیشگفتار مؤلف

در هر کشوری یکی از شاخص‌های مهم توسعه، پیشرفت در حوزه صنعت و توانایی رقابت آن در سطح جهانی اســـت. از طرفی یکی از محرکه‌های چرخه صنعت را نیروی کار متخصص و تکنیسین‌ها تشکیل می‌دهند. لذا در این میان با توجه به پیشـــرفت سریع فن‌آوری و تغییراتی که به صورت وسیع در دنیای کار به ویژه در حوزه صنعت اتفاق می‌افتد، به روزآوری آموزش‌های فنی و حرفه‌ای اهمیت زیادی پیدا می‌کند. آنچه که انگیزه‌ای برای تألیف جدید این کتاب شـــد، متناسب‌سازی مطالب و محتوای این کتاب با نیاز بازار کار است.

ابتدا ســـرفصل‌ها و جدول هدف محتوای این کتاب به تأیید کمیســـیون تخصصی برنامه‌ریزی رشته ســـاخت و تولید رســـید و به دنبال آن محتوای کتاب به پنج فصل تقســـیم‌بندی شد که دو فصل ٤ و ٥ کاربردی بوده و در تألیف آن‌ها سعی شده موضوعاتی بررسی شود که هنرجویان در دنیای کار و اشتغال با آن‌ها مواجه می‌شـــوند. فصل‌هـــای ۱، ۲ و ۳ نیز مبانی برق را مورد بررســـی قرار می‌دهد و به نوعی پیش‌نیاز دو فصل ٤ و ٥ است.

هدف از آموزش این کتاب به هیچ وجه تربیت متخصص نیست بلکه آشنایی با مفاهیم اصلی در برق، نصب مدارها و راه‌اندازی الکتروموتورها و همچنین تشخیص و رفع عیوب جزیی این وسایل است.

در پایان از تمامی هنرآموزان گرامی، خواهشـــمند است که با نظرهای اصلاحی و پیشنهادات ارزنده خود ما را در اصلاح و بهبود کیفیت مطالب کتاب یاری رسانند.

محتوای کتاب بر اساس آموزش ۲ ساعت در هفته تنظیم شده‌است.

زبوسیدنی‌های این روزگار یکی هم بود دست آموزگار

مؤلف

نکات اجرایی عمومی در کارگاه

حضور به موقع در کارگاه: چنانچه دانش آموزی با تأخیر در کارگاه حضور یابد از حضور وی در ساعت اول کارگاهی جلوگیری به‌عمل می‌آید. این ساعت برای وی غیبت محسوب شده و در نمره انضباط کارگاهی دخالت داده می شود.

پوشیدن لباس کار و داشتن اتیکت: کلیه هنرجویان زمانی می‌توانند در کارگاه حضور یابند که لباس کار پوشیده و روی سینه در سمت چپ اتیکت شامل نام و نام‌خانوادگی و کلاس نصب شده باشد. از حضور هنرجویان بدون لباس کار یا با لباس کار کثیف، فاقد دکمه و پاره و بدون اتیکت در کارگاه ممانعت به‌عمل می‌آید و تخلف آن‌ها در پرونده انضباطی کارگاهی ثبت شده و در نمره انضباط کارگاهی آنان دخالت داده می‌شود.

تشکیل پرونده کارگاهی: در هر کارگاه برای هر دانش‌آموز پرونده کارگاهی تشکیل می‌شود. روی این پرونده عکس دانش آموز الصاق شده و کلیه فعالیت‌های مثبت و منفی در آن درج می‌شود. این پرونده ملاک ارزشیابی نهایی است.

غیبت در کارگاه: از آن‌جا که نمرات کارگاهی از مجموع نمرات مستمر و پایانی شکل می‌گیرد و امکان تکرار آزمایش در جلسات بعد برای هنرجو وجود ندارد، غیبت در کارگاه ممنوع است و نمره مستمر هنرجویان غایب در آن روز کاری صفر محسوب می شود.

کتاب و دفتر گزارش کار: در هر جلسه کارگاهی هنرجو ملزم به داشتن کتاب کارگاه و دفتر گزارش کار کامل شده است. همراه نداشتن موارد فوق موجب ممانعت از حضور هنرجویان در کلاس و پذیرش تبعات آن خواهد شد.

نحوه تنظیم دفتر گزارش کار: هنرجویان می‌بایستی بعد از هر جلسه کارگاهی ، گزارش مربوط به کار آن جلسه را تنظیم و در دفتر گزارش کار درج کنند. مشخصات و محتوای دفتر گزارش کار به شرح زیر است:

دفتر ۶۰ برگی در صورت امکان شطرنجی یا میلی‌متری و ترجیحاً در اندازه بزرگ (قطع رحلی) تهیه شود.

دفتر گزارش کار سال قبل هنرجویان در صورت داشتن صفحات کافی قابل قبول است.

محتویات گزارش کار به شرح زیر است:

- خلاصه‌ای از شرح کار عملی و آزمایش انجام شده حداکثر در ۵ سطر
- شرح مراحل اجرای کار عملی یا آزمایش به‌طور دقیق و درج نتایج به‌دست آمده
- پاسخ به سؤالات نظری آزمایش یا کار عملی انجام شده شامل سؤالات مطرح شده در کلاس و کتاب
- جمع بندی و بیان نتایج کلی کار عملی و آزمایش و مشکلات و پیشنهادات
- برای هر یک از موارد بالا باید تیتر درشت در دفتر گزارش کار آورده شود.
- کلیه نقشه ها و نمودارها باید به‌طور دقیق روی کاغذ شطرنجی یا میلی‌متری کشیده شود.

تشکیل گروه‌های کاری: در ابتدای هر سال گروه‌های دو نفری کارگاهی شکل می‌گیرد (در کارگاه‌هایی که افراد یک نفره کار می‌کنند و گروه کاری انفرادی است) و میز آنان تحویل داده می‌شود. معمولاً انتخاب افراد گروه اختیاری بوده و تا هفته دوم کارگاه قابل جابه‌جایی است.

در گروه‌های کاری دو نفره توصیه می‌شود به منظور ارتقاء سطح عملی کلاس و هنرجویان گروه‌ها با یک هنرجوی قوی و یک هنرجوی متوسط شکل بگیرد.

الف) ارشـــد و مأمورین نظافت: در ابتدای هر سال برای هر جلســـه کارگاهی دو نفر به عنوان ارشد کارگاه و دو نفر به عنوان مأمورین نظافت تعیین می‌شـــوند . معمولاً فهرست اسامی ارشدها و مأمورین نظافت به صورت یک برنامـــه کلی در تابلو اعلانـــات کارگاه با ذکر روز و تاریخ درج می‌شود.

ب) شرح وظایف ارشد کارگاه: ارشد کارگاه موظف اســـت، اقلام مورد نیاز هنرجویان را به صورت یک‌جا از انبـــار تحویل گرفته و بین آن‌هـــا توزیع کند. همچنین در پایان وقت اقلام را جمع‌آوری کرده و تحویل انبار دهد. ضمنـــاً برقراری نظم در کارگاه و کنترل حضور و غیاب و اعلام آن به هنرآموز کارگاه از وظایف ارشـــدهای کارگاه است و کلیه هنرجویان موظف به اجرای دستورات ارشد کارگاه هستند.

شرح وظایف مأمورین نظافت: پس از این‌که هر یک از گروه‌ها، روی میز و زیر میز خود را تمیز کردند و مانند بدو ورود به کارگاه آماده کردند، کار مأمورین نظافت به شرح زیر شروع می‌شود:

هنرجویـــان میزهای خود را تمیـــز می‌کنند و تحویل ارشـــدهای کارگاه می‌دهند. نظارت در این مرحله توسط هنرآموزان کارگاه وجود دارد.

یکی از هنرآمـــوزان کارگاه هنرجویـــان را به کلاس هدایت می‌کند و به جمع‌بندی و رفع اشـــکال هنرجویان می‌پردازد.

در این فاصله مأمورین نظافت، کلیه قسمت‌های کارگاه را تمیز می‌کنند و تحویل هنرآموزان می‌دهند.

هنرستان وسایل مورد نیاز برای نظافت را از قبل آماده می‌کند.

در جلســـه اول و جلسه پایانی ســـال، نظافت کلی با نظارت هنرآموزان توسط کلیه هنرجویان انجام می‌شود .

مراقبـــت از تجهیزات و جلوگیری از خســـارت: هنگامی کـــه هنرجو وارد کارگاه می‌شـــود و میز خود را تحویل می‌گیرد موظف به حفظ و نگهداری آن است . در صورتی‌که خســـارتی به میز ابزار ، قطعات ، تجهیزات و غیره وارد شود مسئولیت آن به عهده افراد استفاده‌کننده از میز در آن جلسه است.

بررســـی دقیق میزهای کار: به منظور بررسی دقیق و جلوگیری از ضایع شدن حقوق هنرجویان لازم است کلیه هنرجویان بعد از تحویل گرفتن میز و قبل از شروع کار و حداکثر تا ده دقیقه بعد از شـــروع کار ، تجهیزات قطعات روی میز را بازرســـی دقیق کنند و چنانچه خسارتی به آن وارد شده‌است در فرم‌های مخصوص درج و به هنرآموزان کارگاه تحویل دهند. هنرآمـــوزان کارگاه در اولین فرصت موضوع را بررسی و علت عیب را تعیین می‌کنند .

رعایت نظم در کارگاه: هر گونه صحبت و سر وصدا و جابه‌جایی در کارگاه ممنوع است.

نحوه ارزیابی در کارگاه: آزمون کارگاهی به‌طور مستمر از کارهای اجرا شـــده در هر جلسه و آزمون‌های میانی و پایانی نظری و عملی خواهد بود. توجه داشـــته باشید که در پایان فقط یک نمره برای هر هنرجو ثبت می‌شـــود که میانگین نمرات مستمر و آزمون‌های میانی و پایانی خواهد بـــود . از طرفی چون حد نصاب قبولی نمره کارگاهی ۱۲ است لازم است هنرآموزان محترم نظر اولیاء و هنرجویان را به این امر جلب کنند تا در پایان سال انشاا.... کارگاه‌های تخصصی را با موفقیت پشت سر بگذارند.

فهرست

عنوان	صفحه
فصل اول: مفاهیم و کمیت‌های الکتریکی	۳
فصل دوم: حفاظت و ایمنی در برق	۲۵
فصل سوم: مدارهای پایه	۳۸
فصل چهارم: ماشین‌های الکتریکی	٦٤
فصل پنجم: راه‌اندازی موتورهای الکتریکی	۹۸

هدف کلی کتاب:

آشنایی با مفاهیم اصلی در برق، نصب مدارهای پایه و راه‌اندازی ماشین‌های الکتریکی جریان متناوب

فصل اول: مفاهیم و کمیت‌های الکتریکی

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را توضیح دهد.

ـ شبکه‌های فشار قوی، فشار متوسط و فشار ضعیف را با هم مقایسه کند.

ـ چگونگی توزیع برق را از نظر سطح ولتاژ توضیح دهد.

ـ کمیت‌های الکتریکی (جریان، اختلاف پتانسیل، مقاومت) را شرح دهد.

ـ مدار الکتریکی را توضیح دهد.

ـ عناصر مدار الکتریکی و مشخصات آن‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد.

ـ انواع مولتی‌متر و موارد کاربرد آن‌را بیان کند.

ـ روش استفاده از مولتی‌متر را توضیح دهد.

ـ مولتی‌متر را برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی به‌کار برد.

ـ جریان متناوب را تشریح کند.

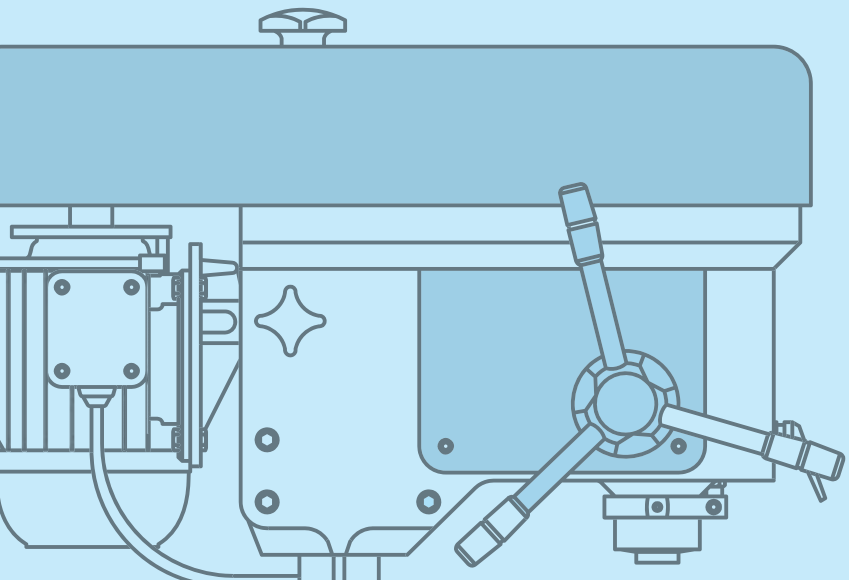
ـ خازن را تعریف کند.

ـ مشخصات فنی خازن را شرح دهد.

ـ سیم‌پیچ را توضیح دهد.

ـ نکات ایمنی را در هنگام انجام آزمایش‌ها و کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری رعایت کند.

ـ در مصرف انرژی الکتریکی صرفه‌جویی کند.



مقدمه

نقش انرژی الکتریکی در صنعت مانند جریان یافتن خون در رگ‌های موجودات زنده است. شما در صنایع و کارگاه‌های صنعتی در بخش‌های متعددی از انرژی الکتریکی استفاده می‌کنید. از روشنایی اتاق‌ها، کارگاه‌ها، تا راه‌اندازی ماشین‌های تراش، فرز، دریل ستونی، دریل رومیزی، سنگ سنباده، ماشین برش، کمپرسور باد، اره لنگ، همه و همه تجهیزاتی هستند که در آن‌ها انرژی الکتریکی به‌کار رفته است. لذا داشتن اطلاعات و مهارت‌های مربوط به برق، برای هنرجویان رشته ساخت و تولید ضروری است. در این فصل درباره تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی توضیحات اجمالی داده می‌شود و سپس به مفاهیم پایه برق پرداخته خواهد شد.

۱ـ۱ تولید انرژی الکتریکی

به محل تولید انرژی الکتریکی، نیروگاه برق می‌گویند. در یک نیروگاه برق برای تولید انرژی الکتریکی از طریق مولدهای الکتریکی، به انرژی مکانیکی نیاز است تا بتوان این مولدها را به حرکت درآورد. مولد انرژی مکانیکی می‌تواند نیروی آب، نیروی بخار آب، نیروی یک موتور احتراقی و یا عامل دیگری باشد. تولید انرژی الکتریکی به روش‌های زیر امکان‌پذیر است:

شکل ۱ـ۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی آب (سد شهید عباسپور در مسجدسلیمان).

۱ـ ۱ـ ۱ بهره‌گیری از انرژی آب

یکی از ساده‌ترین روش‌های تولید انرژی الکتریکی، استفاده از انرژی آب است. پس از احداث سد و انباشتن آب در پشت آن، از نیروی آب برای چرخاندن توربین و مولد برق استفاده می‌کنند، تا این مولدها پس از چرخش، به تولید برق بپردازند (شکل ۱ـ۱).

۲ـ ۱ـ ۱ بهره‌گیری از سوخت

استفاده از سوخت‌های مختلف یکی از شیوه‌های تولید انرژی الکتریکی است. انرژی حرارتی حاصل از سوخت (گاز) در زیر دیگ‌های بخار باعث تبخیر

آب می‌شـود. بخار آب با فشـار به پره‌های توربین برخورد می‌کند و توربین را به حرکت در می‌آورد . این حرکت به محور مولد منتقل گشـته و مولد، انرژی الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۲ـ۱).

نیروگاه‌های هسـته‌ای نیز اساس کاری شـبیه به نیروگاه‌های گازی دارند و تنها تفاوت این نیروگاه‌ها در سوخت آن‌هاست. در نیروگاه هسته‌ای از اورانیم به‌عنوان سوخت استفاده می‌کنند و برای این منظور هسته اتم اورانیم را می‌شکافند.

راکتور هسته‌ای وسیله‌ای است که در آن فرایند شکاف هسته‌ای انجام می‌گیرد. از آن‌جا که انرژی گرمایی حاصل از شـکافت هسـته اورانیم بسـیار زیاداست، از این گرما برای تولید بخارآب اسـتفاده می‌کنند. (در اثر شکافت نیم کیلوگرم اورانیم انرژی معادل بیش از ۱۵۰۰ تن زغال‌سـنگ به‌دست می‌آید.) در مرحله بعد، بخار آب تولیدشده، وارد توربین می‌شود و آن‌را به حرکت در می‌آورد. در نهایت مولد برق به‌کار افتاده و این فرآیند به تولید برق می‌انجامد.

شکل ۲ـ۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی حاصل از سوخت(نیروگاه فارس).

ایران نیز در زمینه فن‌آوری هسته‌ای، چه از لحاظ تأمین انرژی الکتریکی و چه از نظر بهره‌برداری‌های صلح‌آمیز آن در زمینه‌های صنعت، کشـاورزی، پزشکی و خدمات به موفقیت‌های چشم‌گیری دست یافته است. شکل ۳ـ۱ تولید انرژی الکتریکی را با استفاده از انرژی هسته‌ای نشان می‌دهد.

شکل ۳ـ۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی هسته‌ای (نیروگاه اتمی بوشهر).

۳ـ ۱ـ ۱ بهره‌گیری از انرژی‌های نو

◄ انرژی خورشیدی

در این روش انرژی تابشـی خورشـیدی بدون استفاده از دستگاه‌های متحرک، مسـتقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شـود. دسـتگاهی که این عمل را انجام می‌دهد، سـلول خورشـیدی نام دارد. نمونه‌ای از سـلول‌های خورشیدی را در

ماشین‌حساب‌ها یا روشنایی چراغ‌های خیابانی دیده‌اید. این انرژی علاوه بر این‌که از منبع فناناپذیر خدادادی بهره می‌برد، به محیط زیست نیز آسیبی نمی‌رساند. (شکل ۴ـ۱)

(الف) سلول خورشیدی در روشنایی معابر.

(ب) سلول خورشیدی در ماشین حساب.

(ج) سلول خورشیدی.

شکل ۴ـ۱ تولید انرژی الکتریکی با بهره‌گیری از انرژی خورشید

انرژی باد

در این روش از انرژی باد برای چرخش پره‌های توربین استفاده می‌شود. محور توربین حرکت را به محور مولد برق منتقل کرده و مولد، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. به این نیروگاه‌ها، **نیروگاه بادی** می‌گویند و در محل‌هایی احداث می‌شود که در تمام فصول باد می‌وزد. نمونه‌ای از این نیروگاه در شهر منجیل استان گیلان احداث شده است. (شکل ۵ ـ۱)

شکل ۵ـ۱ تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی باد (نیروگاه بادی منجیل).

تحقیق

در مورد تولید انرژی الکتریکی توسط انواع انرژی‌های نو، از جمله انرژی خورشیدی و انرژی باد تحقیق کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید. (در پایگاه اینترنتی سازمان انرژی‌های نو (سانا) به نشانی www.suna.org می‌توانید به اطلاعات بیشتری در مورد انرژی‌های نو دسترسی پیدا کنید.)

۱-۲ انتقال انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی پس از تولید، توسط سیم‌های هوایی و دکل‌ها (پایه‌های فلزی) از محل نیروگاه برق به سمت شهرها و روستاهایی که قرار است برق‌رسانی شود، انتقـال می‌یابد. مقدار ولتاژ خطوط انتقال بـرق در ایران ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت است. شکل ۶ ـ۱ انتقال انرژی الکتریکی توسط دکل‌ها را نشان می‌دهد.

شکل۶ ـ۱ انتقال انرژی الکتریکی توسط دکل‌ها.

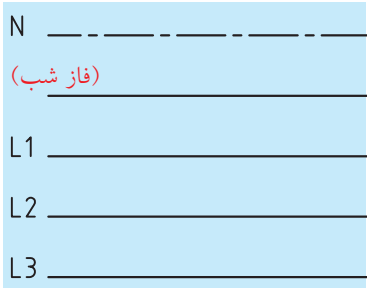
۱-۳ توزیع انرژی الکتریکی

همان‌گونـه که گفتیم انرژی الکتریکی تولیدشـده در نیروگاه، توسـط خطوط انتقال به مراکز مصرف می‌رسـد. در مدخل مراکز مصرف، که عمدتاً شـهرها و روستاها و مناطق مسـکونی هستند، ابتدا ولتاژ بسیار بالای انتقالی تا حد (۱۳۲ و ۶۳ کیلوولـت) کاهش می‌یابد. با این‌حال هنوز ولتاژ زیاد اسـت. بدین‌ترتیب

ولتـاژ در مرحله‌ای دیگـر به مقدار ۲۰ کیلوولت کاهـش یافته و پس از آن در مرحله آخر در محلات به ولتاژهای ۴۰۰ ولت سه فاز و ۲۳۰ ولت یک‌فاز قابل استفاده مصرف‌کننده‌ها تبدیل و توزیع می‌گردد. پخش انرژی الکتریکی نیز توسط کابل‌های زمینی یا سیم‌های هوایی انجام می‌گیرد. (شکل۷ـ۱)

شـکل۷ـ۱ تبدیل ولتـاژ ۲۰ کیلوولت به ۴۰۰ و ۲۲۰ ولت.

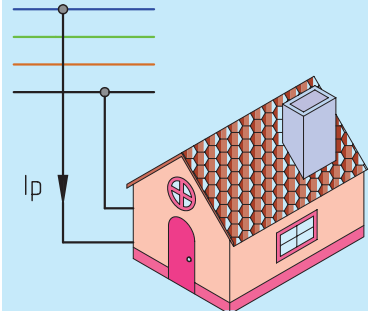
در قسمتی از شبکه برق ایران، توزیع برق در محلات و خیابان‌ها به‌صورت پنج سـیمه و توسـط تیرهای برق صورت می‌گیرد. در شـکل ۸ ـ۱ هر کدام از این سیم‌ها نام‌گذاری شده‌اند.



شکل۸ـ۱ نام‌گذاری سیم‌های تیر چراغ برق.

برای آن دسـته از مشـترکانی که مصرف‌کنندگان تک‌فاز هستند، ازجمله منازل مسـکونی و برخی از واحدهـای تجاری، برق تک‌فاز نیاز اسـت و باید کابلی دوسیمه دارای یک سیم فاز و یک سیم نول به آن‌ها اختصاص یابد. شکل ۹ـ۱ تصویر واقعی و شکل ۱۰ـ۱ این موضوع را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

امـا برای صنایعی که مصرف‌کنندگان سـه فاز هسـتند، از جمله کارگاه‌هایی که الکتروموتورهای سـه فاز دارند، برق سـه فاز مورد نیاز اسـت و باید کابل چهارسیمه‌ای به این مراکز اختصاص یابد. این کابل چهار رشته دارای سه سیم



شکل۱۰ـ۱

شکل۹ـ۱ چگونگی اتصال برق منازل مسکونی.

فاز و یک سیم نول است. شکل ۱۱ـ۱ نمودار ساده‌ای از تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱ـ۱ تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی در یک نگاه.

در این قسمت به تشریح مفاهیم پایه برق می‌پردازیم. هنرجویان می‌توانند با درک این مفاهیم، موضوعات مرتبط با برق را در فصول بعدی کتاب که جنبه عملی دارد به‌سادگی فرا گیرند.

۴ـ ۱ کمیت‌های الکتریکی

۱ـ ۴ـ ۱ اختلاف پتانسیل الکتریکی

نیرویی را که باعث ایجاد جریان الکتریکی در مدار می‌شود «نیروی محرکه الکتریکی» می‌نامند. بنا به تعریف، درصورتی‌که هر بار الکتریکی بتواند بار الکتریکی دیگری را با عمل جذب یا دفع به حرکت درآورد، کاری انجام می‌شود. لذا به آن نیروی محرکه‌ای که بتواند بار الکتریکی را به‌حرکت درآورد «پتانسیل الکتریکی» می‌گویند. «پتانسیل» یا «ولتاژ» به اختصار، توانایی انجام کار نیز نامیده می‌شود.پتانسیل الکتریکی به کمک رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V = \frac{W}{q}$$

هرگاه کار برحسب ژول و مقدار بار الکتریکی برحسب کولن باشد، پتانسیل الکتریکی برحسب ولت به‌دست می‌آید. ولتاژهایی که در کارهای روزمره با آن سر و کار داریم، عبارت‌اند از:

۱/۵ ولت : ولتاژ پیل‌های خشک (قلمی)

۹ ولت : ولتاژ پیل‌های کتابی

۱۲ ولت : ولتاژ باتری‌های ماشین

۲۲۰ ولت: ولتاژ منازل مسکونی (برق تک‌فاز)

۳۸۰ ولت : ولتاژ مراکز صنعتی (برق سه‌فاز)

در رسم مدارها پیل‌ها (باتری ها) را با علامت ⊣⊢ نشان می‌دهیم.

در شکل ۱۲ ـ۱ تصویر چند نوع پیل نشان داده شده است.

شکل ۱۲ـ۱ باتری قلمی، کتابی و باتری خودرو.

بـــرای اندازه‌گیری ولتاژ از وســیله‌ای به نام ولت‌متر کــه علامت اختصاری آن به‌صورت —(V)— است، استفاده می‌شود(شکل۱۳–۱).

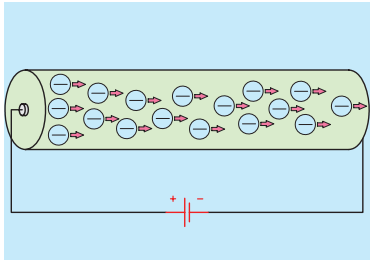
شکل ۱۳–۱ الف) ولت‌متر عقربه‌ای

شکل۱۳ـ۱ ب) ولت‌متر دیجیتالی

۲ـ ۴ـ ۱ شدت جریان

چنان‌چه بخواهیم از انرژی الکتریکی برای انجام کاری اســتفاده کنیم می‌بایست الکتریسیته تولیدشده را در مدار جاری کنیم. به‌عبارت دیگر اگر بتوانیم با انرژی دادن بــه یــک اتم، الکترون‌هــای آن‌را آزاد کنیم و در یک مســیر حرکت دهیم «جریان الکتریکی» به‌وجود می‌آید.

تعداد الکترون‌هایی که انرژی هم‌جهت دارند میزان شدت جریان الکتریکی را تعیین می‌کنند (شکل ۱۴ـ۱).

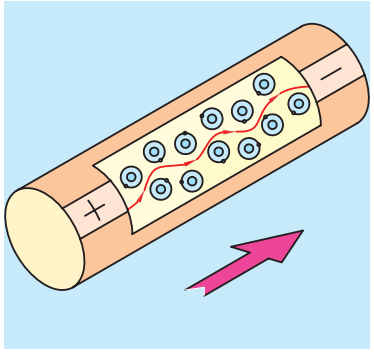


شکل۱۴ـ۱ حرکت الکترون‌ها در یک سیم.

شــدت جریان الکتریکی را با حرف (I) نشــان می‌دهند. بنا بــه تعریف، مقدار بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) که از یک نقطه سیم در طی مدت زمانی معین عبور می‌کند «شدت جریان الکتریکی» می‌نامند.

حرکت الکترون‌های آزاد در درون ســیم به‌صورت «ضربه‌ای» صورت می‌گیرد. یعنــی الکترون‌هــا بــا یکدیگر برخورد می‌کننــد و از اتمی به اتــم دیگر منتقل می‌شوند.

ســرعت این ضربه‌ها در حدود ســرعت ســیر نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ثانیه) اســت. ضربه‌های انرژی که از یک الکترون به الکترون دیگر برخورد می‌کنند و باعث جابه‌جایی آن می‌شوند را در اصطلاح جریان الکتریکی می‌نامند. در شکل ۱۵ـ۱ ضربه‌های انرژی وارد شده به الکترون‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل۱۵ـ۱ ضربه‌های انرژی وارد شده به الکترون‌ها در یک سیم.

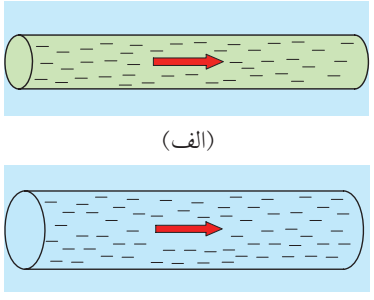
در مدارهـای الکتریکی برای اندازه‌گیری جریان از وسـیله‌ای بـه نام آمپرمتر که علامت اختصاری آن —(A)— اسـت، اسـتفاده می‌شـود. شـکل ۱ـ۱۶ دو نمونه آن‌را نشان می‌دهد.

شکل ۱ـ۱۶ تصاویر دو نمونه آمپرمتر.

شکل ۱ـ۱۷ یک نمونه آمپرمتر تعبیه شده بر روی یک دستگاه فرز را نشان می‌دهد.

شکل ۱ـ۱۷ آمپر در ماشین فرز

از تراکم جریان، در تعیین ماکزیمم جریان قابل تحمل در سیم‌ها استفاده می‌شود. برای مثال اگر بخواهیم جریانی معادل ۵ آمپر را از دو سیم طبق شکل ۱ـ۱۸ عبور دهیم، مشاهده می‌شود که تراکم و فشردگی الکترون‌های جاری در سیم شکل (ب) از سیم (الف) بیشتر است، زیرا سطح مقطع سیم (ب) از سیم (الف) کوچک‌تر است.



(الف)

(ب)

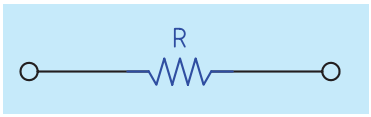
شکل ۱ـ۱۸ تراکم جریان در سیم‌ها.

مقدار شدت جریان و ولتاژ چه تأثیری در جوشکاری قوسی دارند؟

۳ـ ۴ـ ۱ مقاومت الکتریکی

«مقاومت الکتریکی» خاصیتی است که در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مخالفت نشـان می‌دهد. این مخالفت گاهی مانند مقاومت الکتریکی سـیم‌های رابط به‌صورت ناخواسـته و مزاحم در مدارهـای الکتریکی به‌وجود می‌آید که چنین مقاومتی باعث ایجاد تلفات الکتریکی می‌شود.

مقاومت می‌تواند به‌عنوان عاملی از پیش تعیین‌شده به‌صورت یک مصرف‌کننده در مدارهای الکتریکی قرار گیرد. رشته‌سیم حرارتی (المنت) دستگاه بخاری برقی به‌عنوان یک مقاومت، نه تنها مزاحم نیست، بلکه می‌توانند باعث تولید حرارت مفید شوند. مقدار مقاومت الکتریکی را برحسب اهم (Ω) می‌سنجند. علامت اختصاری مقاومت را به‌صورت شکل ۱۹ـ۱ نشان می‌دهند.



شکل ۱۹ـ۱ علامت اختصاری مقاومت الکتریکی.

در شکل ۲۰ـ۱ عنصر واقعی مقاومت در دستگاه‌های الکترونیکی نشان داده شده است. دستگاهی که مقدار مقاومت را می‌سنجد اهم‌متر نام دارد. (شکل ۲۱ـ۱) مقدار مقاومت الکتریکی به عوامل فیزیکی و الکتریکی گوناگونی بستگی دارد.

شکل ۲۰ـ۱ مقاومت الکتریکی.

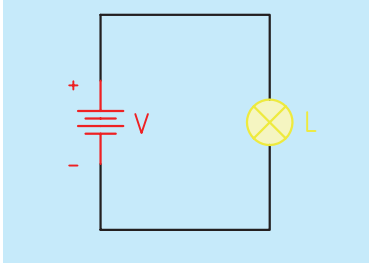
شکل ۲۱ـ۱ نحوه اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌متر.

۵ـ۱ مدار الکتریکی

مسیری را که شامل اجزای زیر باشد «مدار الکتریکی ساده» گویند.

الف) منبع تغذیه (مولد) ب) سیم‌های رابط ج) مصرف‌کننده (بار)

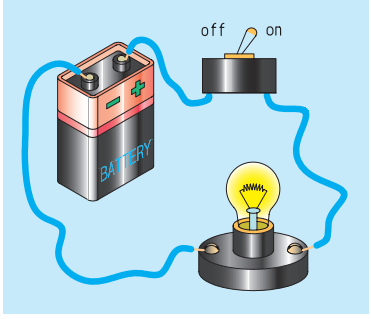
منبع تغذیه در یک مدار، نقش تولیدکننده انرژی الکتریکی را دارد و می‌تواند یک باتری یا ژنراتور باشد. مصرف‌کننده (بار)، وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی مورد نیاز تبدیل می‌کند. وظیفه سیم‌های رابط، انتقال انرژی الکتریکی از منبع تغذیه به مصرف‌کننده است. در شکل ۲۲ـ۱ تصویر یک مدار الکتریکی ساده را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۲۲ـ۱ مدار الکتریکی ساده.

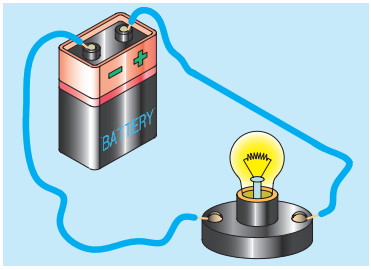
در مدارهای الکتریکی علاوه بر سه عامل اصلی فوق، از اجزای دیگری نیز استفاده می‌شود. از جمله این اجزا می‌توان کلید، فیوز و وسایل اندازه‌گیری را نام برد. اگر اجزای فوق در یک مدار الکتریکی وجود نداشته باشند، ایرادی در کار پیش نمی‌آید، ولی اصولاً در چنین شرایطی مدار فاقد کنترل و حفاظت خواهد بود.

کلید در مدارهای الکتریکی به‌عنوان قطع و وصل‌کننده جریان به‌کار می‌رود. اگر برای عبور جریان الکتریکی مسیر کاملی از طریق قطب مثبت باتری، سیم‌های رابط و مصرف‌کننده به قطب منفی وجود داشته باشد، آن مدار را «مدار بسته» یا «مدار کامل» می‌گویند. در شکل ۲۳ـ۱ نمونه‌ای از یک مدار الکتریکی بسته (کامل) را مشاهده می‌کنید.

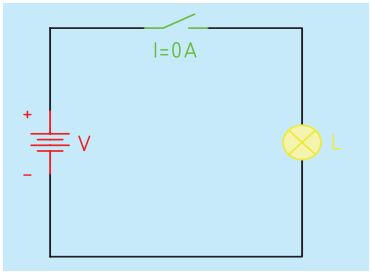


شکل ۲۳ـ۱ مدار الکتریکی بسته (کامل).

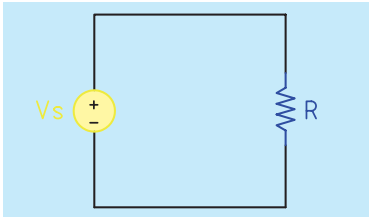
در صورتی‌که مسیر عبور جریان به دلایلی همچون قطع سیم‌های رابط، سوختن فیوز، قطع مصرف‌کننده یا قطع شدن کلید کامل نباشد، مدار را «مدار باز» یا «مدار ناقص» می‌گویند. شکل‌های ۲۴ـ ۱ و ۲۵ ـ۱ نمونه‌هایی از مدار باز را نشان می‌دهد. در یک مدار الکتریکی مصرف‌کننده در برابر عبور جریان الکتریکی از خود مقاومت نشان می‌دهد، لذا آن‌را با علامت اختصاری مقاومت در مدار نشان می‌دهیم شکل (۲۶ـ۱).



شکل ۲۴ـ۱



شکل ۲۵ـ۱ مدار الکتریکی باز.



شکل ۲۶ـ۱ نقشه مدار الکتریکی.

۶ـ۱ اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی از جمله جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی از دستگاه‌هایی که به همین منظور ساخته شده، استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری ولتاژ از ولت‌متر، برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی از اهم‌متر و جهت اندازه‌گیری جریان الکتریکی از آمپرمتر استفاده می‌شود. به‌طور کلی وقتی کلمه متر به‌صورت پسوند با واحد کمیت‌های اندازه‌گیری به‌کار می‌رود، نام دستگاهی می‌شود که همان کمیت را اندازه می‌گیرد، مثل آمپرمتر، ولت‌متر، اهم‌متر و ... از آن‌جایی که در هر کار برقی به ولت‌متر، اهم‌متر و آمپرمتر نیاز است، لذا برای سادگی کار از دستگاه اندازه‌گیری به‌نام آوومتر که می‌تواند هر سه کمیت ولتاژ، جریان و مقاومت الکتریکی را به‌صورت یک‌جا اندازه‌گیری کند، استفاده می‌شود. نام‌گذاری آوومتر از به‌کارگیری حروف ابتدایی آمپر، ولت و اهم صورت گرفته است. نام دیگر این دستگاه مولتی‌متر است.

مولتی‌متر

مولتی‌متر به معنی دستگاه اندازه‌گیر چندمنظوره است. به‌عبارت دیگر دستگاهی که بتواند چند کمیت مختلف را اندازه‌گیری کند، مولتی‌متر نامیده می‌شود. مولتی‌مترها از نظر ساختمان در دو نوع آنالوگ (عقربه‌ای) و دیجیتال ساخته می‌شوند. سیمای ظاهری یک مولتی‌متر از سه بخش تشکیل شده است:

۱. صفحه نشان‌دهنده،

۲. سلکتور یا دکمه‌های انتخاب کننده،

۳. ترمینال‌های ورودی و دکمه‌های تنظیم‌کننده.

در شکل ۲۷ـ۱ تصویر دو مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال مشاهده می‌شود.

شکل ۲۷ـ۱ مولتی‌متر آنالوگ و دیجیتال

برای اندازه‌گیری یک کمیت الکتریکی مراحل زیر را انجام دهید:

ـ مولتی‌متر را روشـــن کنید. برای این کار کافی اســـت کلید سلکتور را از حالت OFF خـــارج کنید. در بعضی از مولتی‌مترها برای روشـــن کردن باید یک کلید فشرده شود (شکل۲۸-۱).

شکل۲۸ـ۱

ـ یکی از پراب‌ها (سیم‌های مولتی‌متر) را در درگاه یکی از ترمینال‌های ورودی یعنی COM قرار دهید (شکل۲۹-۱).

شکل۲۹ـ۱

ـ نـــوع کمیـــت مورد اندازه‌گیـــری را تعیین کنیـــد و پراب دیگر را متناســـب با نـــوع کمیت مورد نظـــر در محل ترمینال ورودی دیگر مثـــلا A یا V قرار دهید (شکل ۳۰-۱).

ـ با توجه به نوع جریان برق (DC یا AC) و همچنین کمیت مورد اندازه‌گیری، سلکتور را روی همان نوع جریان و کمیت قرار دهید.

ـ محدوده مقدار اندازه‌گیری (رنج) را تعیین کرده و ســـلکتور را روی آن اندازه قرار دهید. برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی دستگاه اندازه‌گیری، دقت کنید که رنج انتخابی روی دستگاه از رنج کمیت اندازه‌گیری بیشتر باشد. برای مثال برای اندازه‌گیری مقدار ولتاژ برق شهر (۲۲۰ ولت)، رنج انتخابی توسط سلکتور باید بیشتر از ۲۲۰ باشد.

شکل ۳۰ ـ۱

ـ دو ســـر پراپ‌ها (ســـیم‌های رابط) را به محل مورد نظـــر اتصال دهید. به نوع اتصال سری یا موازی دقت کنید. در شکل ۳۱ـ۱ ولتاژ دو سر یک باتری قلمی ۱/۶۵ ولت اندازه‌گیری شده است.

ـ مقدار اندازه‌گیری شده را قرائت کنید.(شکل۳۲-۱)

شکل ۳۱ـ۱

شکل۳۲ ـ ۱

نکته

نکات ایمنی در هنگام استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری

۱. مواقعی که در اندازه‌گیری با مولتی‌متر دچار اشتباه می‌شوید فیوزی که درون آن قرار دارد، عمل می‌کند. در این شـرایط سـیم واقع در داخل فیوز ذوب شده و قطع می‌شود که در صورت بروز چنین رویدادی باید فیوز را تعویض کنید. شـکل ۳۳ـ۱ یک نمونه فیوز را نشـان می‌دهد. در هنگام تعویض فیوز به مقدار جریانی که روی قسـمت فلزی آن حک شده است، دقت کنید.

شکل ۳۳ـ۱ فیوز مولتی‌متر.

۲. در ابتـدای هـر اندازه‌گیری با مولتی‌متـر آنالوگ، پیچ تنظیم صفـر را به کمک یک پیچ‌گوشتی طوری تنظیم کنید که عقربه دقیقاً روی عدد صفر قرار گیرد.

۳. برای اندازه‌گیری کمیتی که مقدار آن را نمی‌دانید اندازه‌گیری را از بالاترین رنج شروع کنید.

۴. وقتی سـلکتور را روی آمپر می‌گذارید مولتی‌متر را حتماً به‌صورت سـری و هنگام اندازه‌گیری ولتاژ حتماً به‌صورت موازی در مدار قرار دهید.

۵. هنگام اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی لازم است که جریان برق را قطع کنید.

۶. در صورتی‌که هنگام جابه‌جایی مولتی‌متر به آن ضربه‌ای وارد شـود، حساسـیت خود را از دست می‌دهد.

(۲ ساعت)

کار عملی

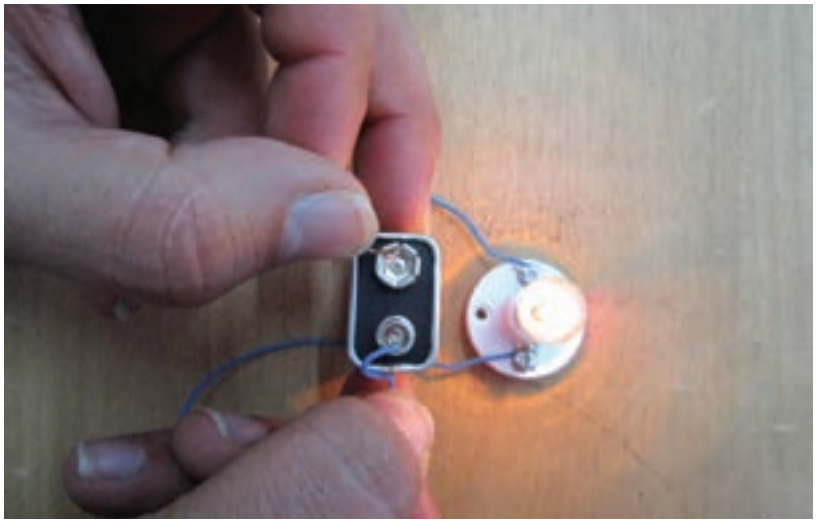
هدف: اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی

تجهیزات مورد نیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
باتری	۹ ولت	سیم‌رابط	نمره ۰/۲۵mm
لامپ	۹ ولت پیچی	مولتی‌متر	متناسب با لامپ
پیچ گوشتی	کوچک	سرپیچ	دیجیتالی

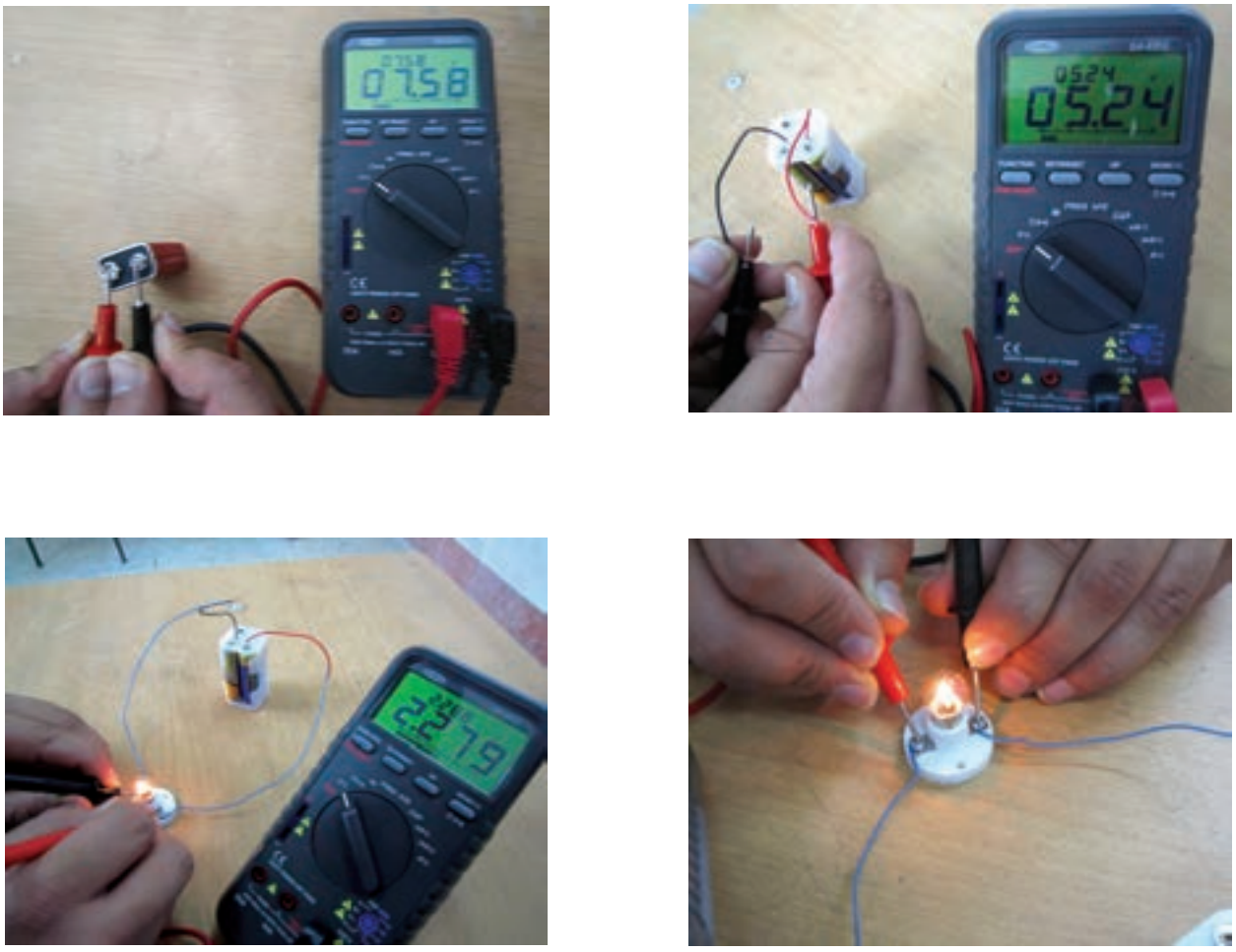
مراحل انجام کار

۱. یک مدار الکتریکی شامل منبع تغذیه (باتری)، لامپ و سیم رابط را ببندید.



شکل ۳۴ـ۱

۲. مولتی‌متر را روشن کنید. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی COM و V وصل کنید. سلکتور را روی کمیت ولتاژ از نوع DC قرار دهید و پس از متصل کردن سر دو پراب به دو سر باتری و لامپ، مقدار ولتاژ اندازه‌گیری‌شده را بخوانید. (شکل ۳۵ـ۱)



شکل۳۵ـ۱ اندازه‌گیری ولتاژ.

مقادیر اندازه‌گیری‌شده را در جدول زیر یادداشت کنید:

کمیت	ولت
ولتاژ دو سر لامپ	
ولتاژ دو سر باتری	

۳. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی COM و A وصل کنید. سلکتور را روی کمیت جریان از نوع DC و رنج مولتی‌متر را روی بیشترین مقدار قرار دهید. سیم رابط را از یک محل قطع کنید و سر دو پراب را به دو سر آن اتصال دهید. با این کار آمپرمتر را در مدار سری کرده‌اید. حال مقدار جریان اندازه‌گیری شده را بخوانید.(شکل ۳۶ ـ۱)

شکل ۳۶ ـ ۱ اندازه‌گیری جریان.

مقادیر اندازه‌گیری‌شده را در جدول زیر یادداشت کنید:

کمیت	آمپر
جریان مدار	

۴. مدار الکتریکی را باز کنید. پراب‌ها را به ترمینال‌های ورودی COM و Ω وصل کنید. سلکتور را روی کمیت اهم و رنج آن‌را روی بیشترین مقدار قرار دهید. پس از متصل کردن سر دو پراب به دو سر لامپ، مقدار مقاومت الکتریکی اندازه‌گیری شده لامپ را بخوانید. (شکل ۳۷ ـ۱)

شکل ۳۷ ـ ۱ اندازه‌گیری مقاومت.

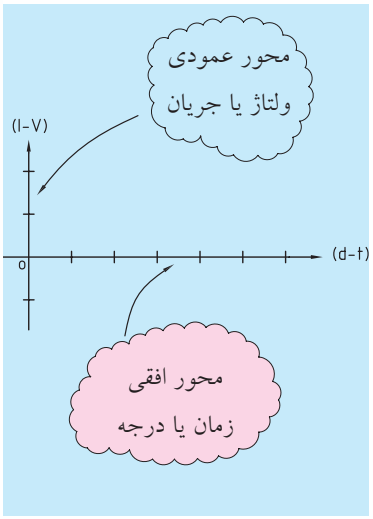
مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول زیر یادداشت کنید:

کمیت	اهم
مقاومت لامپ	

شرح کار و نتایج حاصل‌شده را در دفتر گزارش کار یادداشت کنید.

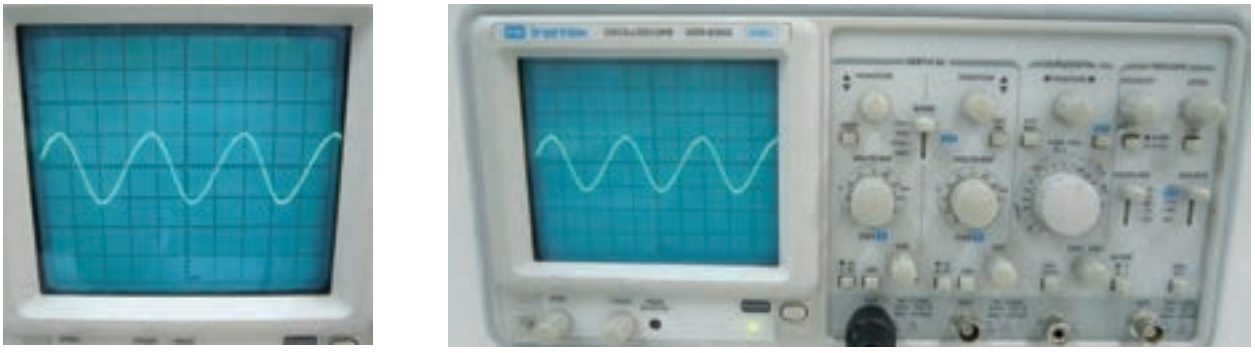
۷ ـ ۱ جریان متناوب

در هر مدار بسته‌ای که ولتاژ وجود داشته باشد، جریان الکتریکی نیز جاری خواهد شد. جریان متناوب به جریانی گفته می‌شود که در طی مدت زمان مشخص، اندازه و جهت آن تغییر می‌کند و این شـرایط به‌صورت تناوبی ادامه می‌یابد. تغییرات ولتاژ یا جریان در مدارهای الکتریکی را به‌صورت «شکل موج» نشان می‌دهند. برای رسم شکل موج، محورهای مختصاتی مطابق شکل ۳۸ ـ ۱ نیاز داریم. محور عمودی بیانگر اندازه ولتاژ یا جریان و محور افقی معرف زمان است. بالای محور افقی را قسـمت مثبت موج، و پایین محور افقی را قسـمت منفی موج گویند.



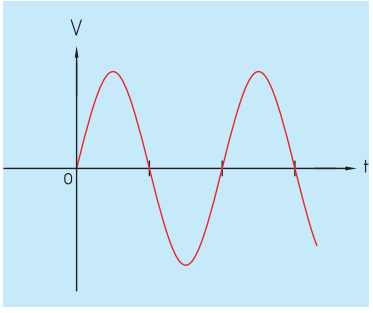
شکل ۳۸ ـ ۱ محورهای مختصاتی برای رسم شکل موج.

در جریان متناوب معمولاً شـکل موج سینوسی از سایر انواع موج‌ها متداول‌تر اسـت. شکل موج برق شهری، متناوب است. در شکل ۳۹ ـ ۱ یک نمونه شکل موج متناوب سینوسی توسط دستگاه اسیلوسکوپ نشان داده شده است.



شکل ۳۹ـ۱ یک نمونه موج سینوسی.

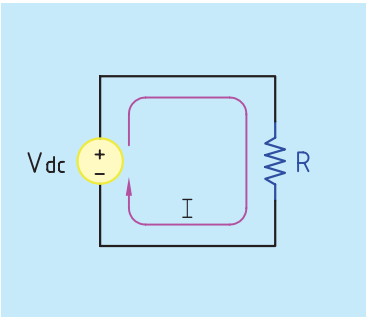
جریان الکتریکی متناوب همیشه در یک جهت جریان ندارد. یعنی ابتدا در یک جهت جریان یافته، سپس جهت خود را عوض می‌کند و در خلاف جهت قبل جاری می‌شود (شکل ۴۰ـ۱).



شـکل ۴۰ـ۱ جریـان متنـاوب در مـدار الکتریکی.

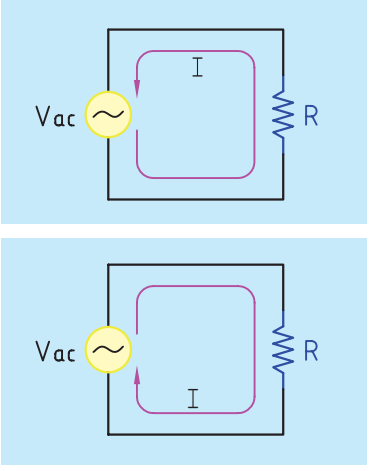
۸ ـ ۱جریان مستقیم

اگر قطب‌های ولتاژ مدار هرگز تغییری نکند، جهت جریان ثابت می‌ماند که به آن « جریان مستقیم یا DC» می‌گویند. (شکل ۴۱ـ۱)



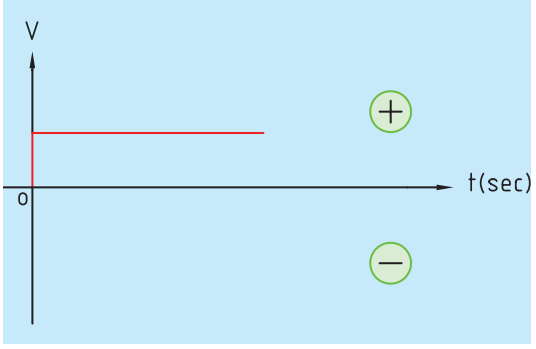
شکل ۴۱ـ۱ مدار با جریان مستقیم.

اگر جریان DC از قطعه سیمی عبور کند، جریان از قطب مثبت شروع شده و به قطب منفی ختم می‌شود و در این حالت تعدادی از الکترون‌ها به قطب منفی منتقل می‌شوند. (شکل ۴۲ـ۱)



شکل ۴۲ـ۱

شکل موج‌های فاقد دارای قسمت منفی، موج مستقیم هستند. جریان برق باتری‌ها دارای شکل موج مستقیم است. در شکل ۴۳ـ۱ یک نمونه شکل موج باتری توسط دستگاه اسیلوسکوپ نشان داده شده است.



شکل ۴۳ـ۱ شکل موج جریان مستقیم.

۹ ـ ۱ بوبین (سیم‌پیچ)

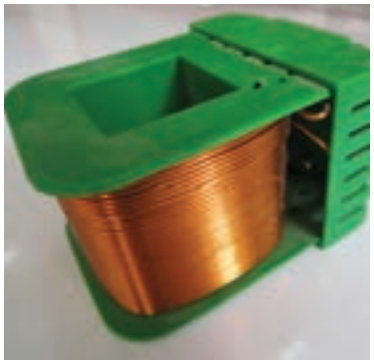
اگر مقداری سیم به دور محور یا هسته‌ای پیچیده شود بوبین یا سیم‌پیچ به‌وجود می‌آید. این سیم‌پیچ می‌تواند انرژی الکتریکی را به‌صورت میدان مغناطیسی در خود ذخیره کند. به سیم‌پیچ، سلف نیز می‌گویند.در شکل ۴۴ـ۱یک نمونه بوبین به‌همراه علامت اختصاری آن نشان داده شده است. از سیم‌پیچ‌ها یا سلف‌ها در ساخت انواع رله‌های مغناطیسی و موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود.

شکل ۴۴ـ۱ سیم‌پیچ.

ساختمان بوبین

یک بوبین از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود.

الف) سیم‌پیچ: مقداری سیم با روکش عایق لاکی که دور یک قرقره پیچیده شده است(شکل ۴۵ـ۱).



شکل ۴۵ـ۱ سیم‌پیچ روی قرقره پیچیده شده.

ب) هسته: جنس هسته از مواد مغناطیسی ساخته شود. مواد مغناطیسی مانند آهن، تمام خطوط میدان مغناطیسی ایجادشده توسط سیم‌پیچ را به‌راحتی از خود عبور می‌دهد. نقش هسته تقویت میدان مغناطیسی تولیدشده توسط سیم‌پیچ است. در شکل ۴۶ـ۱ یک نمونه هسته نشان داده شده است.

شکل ۴۶ـ۱ هسته آهنی.

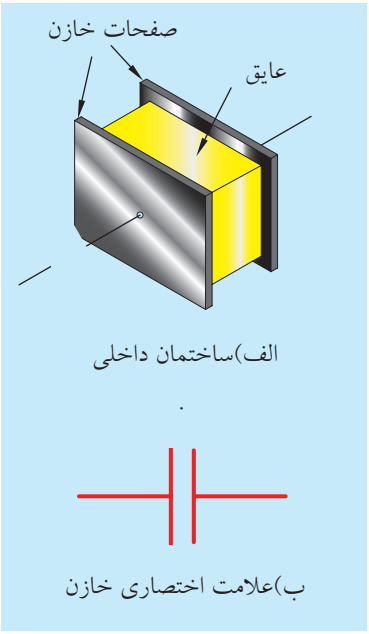
۱۰ ـ ۱ خازن

خازن وسیله‌ای است که می‌تواند مقداری الکتریسیته را در خود ذخیره کند، همان‌گونه که یک مخزن آب برای ذخیره‌سازی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل ۴۷ـ۱ تصویر ظاهری نمونه خازنی که در موتورهای الکتریکی ماشین‌های ابزار کاربرد زیادی دارند، نشان داده شده است. با کاربرد خازن در ماشین‌های ابزار در فصول بعد آشنا می‌شوید.

شکل ۴۷ـ۱ خازن.

۱ـ ۱۰ـ ۱ ساختمان خازن

خـــازن از دو صفحه هادی که بین آن‌ها عایق (دی‌الکتریک) قرار دارد تشـــکیل می‌شـــود. شکل ۴۸ـ۱ طرح ساده یک خازن مســـطح و علامت اختصاری آن‌را نشان می‌دهد.



الف)ساختمان داخلی

ب)علامت اختصاری خازن

شکل ۴۸ـ ۱

خازن از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

الف) صفحات خازن: صفحات خازن هادی بوده و معمولاً از ورقه‌های نازک آلومینیم، روی یا نقره ساخته می‌شوند.

ب) ماده عایـــق (دی‌الکتریک): ماده عایق به‌کار رفتـــه بین صفحات خازن را دی‌الکتریک گویند. این ماده عایق می‌تواند هوا، خلأ، کاغذ، شیشه، میکا، روغن و غیره باشد(شکل ۴۹-۱).

ظرفیت خازن

مقدار توانایی یک خازن در ذخیره‌سازی الکتریسیته را «ظرفیت خازن» می‌گویند. به‌عبـــارت دیگر ظرفیت خازن برابر اســـت با مقدار باری کـــه باید روی یکی از صفحات خازن ذخیره شـــود تا پتانسیل آن نســـبت به صفحه دیگر به اندازه یک ولت افزایش یابد. واحد ظرفیت خازن فاراد است و ظرفیت را با حرف C نمایش می‌دهند. مقدار ظرفیت خازن روی بدنه آن و یا برگه مشـــخصات (کاتالوگ) آن مشخص می‌شود. ظرفیت خازن را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد:

شکل ۴۹ـ۱ صفحات خازن.

$$C=\frac{Q}{V}$$

که در آن:

C: ظرفیـــت خازن (برحســـب فاراد) Q: بـــار الکتریکی ذخیره‌شـــده در صفحات (برحسب کولن) V: ولتاژ دو سر خازن (برحسب ولت)

چون فاراد واحد بســـیار بزرگی اســـت، لذا برای اندازه‌گیـــری ظرفیت خازن از واحدهای کوچک‌تری مانند میکروفاراد یا $\frac{1}{1000000}$ فاراد اســـتفاده می‌شود. که آن‌را با μF نشان می‌دهند.

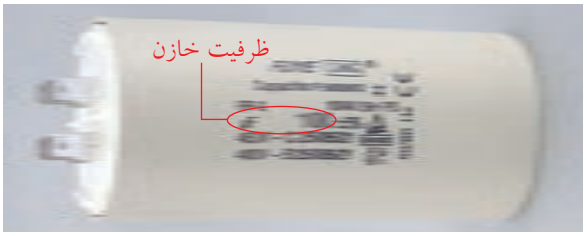
$1\ \mu F=1\times10^{-6}\ F$ (فاراد) $\Rightarrow F=10^{6}\ \mu F$ (یک میکروفاراد) =۱

۲ـ ۱۰ـ ۱ مشخصات خازن

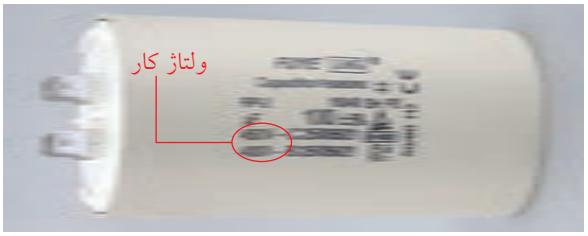
برخی از مشخصات فنی خازن عبارت‌اند از:

◄ ظرفیت

نخستین موضوع پر اهمیت در انتخاب یک خازن ظرفیت آن است. مقدار ظرفیت، روی بدنه خازن نوشته می‌شود. در شکل ۵۰ ـ ۱ مقدار ظرفیت خازن ۱۰۰ μF توسط کارخانه سازنده روی بدنه آن حک شده است. بسیاری از مواقع اتفاق می‌افتد که مقدار ظرفیت خازن مورد نیاز ما در حوزه خازن‌های استاندارد موجود در بازار نیست. در چنین شرایطی می‌توانیم به کمک چند خازن، مقدار ظرفیت خازن معادل را بسازیم. توجه به ظرفیت خازن‌ها در گزینش و ساخت خازن معادل بسیار مهم است.



شکل ۵۰ ـ ۱



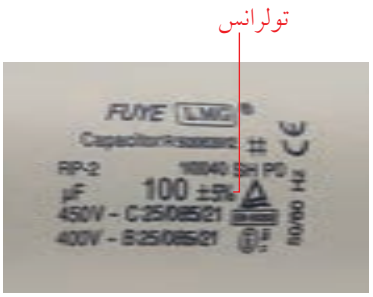
شکل ۵۱ ـ ۱

◄ ولتاژ کار

به حداکثر ولتاژی که می‌توان به خازن اعمال کرد، به‌طوری که عایق دی‌الکتریک آن آسیب نبیند، ولتاژ کار خازن می‌گویند (شکل ۵۱ ـ ۱). توجه به مقدار این ولتاژ بسیار مهم است. مقدار ولتاژ اعمال‌شده به خازن باید مساوی یا کمتر از مقدار ولتاژ کار خازن باشد. مقدار ولتاژ کار را یا روی خود خازن می‌نویسند و یا توسط کارخانه سازنده در برگه مشخصات (کاتالوگ) آن آورده می‌شود.

◄ تولرانس

به حداکثر انحراف مجاز مقدار ظرفیت خازن نسبت به ظرفیت اسمی آن گویند. همان‌گونه که در شکل ۵۲ ـ ۱ نشان داده شده است، تولرانس ظرفیت این خازن ده درصد است، یعنی ظرفیت خازن می‌تواند ده درصد بیشتر یا ده درصد کمتر از مقدار ظرفیت درج‌شده بر روی آن باشد.



شکل ۵۲ ـ ۱

◄ ضریب حرارتی

به حداکثر میزان تغییر ظرفیت خازن به ازای تغییر یک درجه حرارت آن ضریب حرارتی می‌گویند.

ارزشیابی پایانی

۱. چگونگی توزیع برق به مناطق شهری را از نظر سطح ولتاژ توضیح دهید.
۲. توان الکتریکی را شرح دهید.
۳. انرژی الکتریکی را شرح دهید.
۴. کمیت‌های الکتریکی روبه‌رو را تعریف کنید: جریان، اختلاف پتانسیل، مقاومت.
۵. یک مدار الکتریکی را به همراه تمام اجزای آن ترسیم کنید.
۶. عناصر مدار الکتریکی و مشخصات آن‌ها را توضیح دهید.
۷. انواع مولتی‌متر را از نظر ساختمان نام برده و نحوه اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی با آن‌را توضیح دهید.
۸. نکاتی را که در اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی با مولتی‌متر باید مورد توجه قرار داد، بنویسید.
۹. جریان متناوب و جریان مستقیم را با رسم شکل موج‌های هر یک توضیح دهید.
۱۰. خازن را تعریف کنید. ساختمان و مشخصات خازن‌ها را توضیح دهید.
۱۱. سیم‌پیچ و ساختمان آن‌را توضیح دهید.

فصل دوم: حفاظت و ایمنی در برق

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ انواع خطاهای ناشی از جریان برق را توضیح دهد.

ـ انواع فیوز و نمونه‌های کاربردی هر یک را در ماشین‌های افزار نام ببرد.

ـ ساختمان و طرز کار هر یک از فیوزها را شرح دهد.

ـ موارد ایمنی هنگام فعال‌سازی فیوز عمل‌کرده را توضیح دهد.

ـ حفاظت الکتریکی را تعریف کند

ـ هر یک از انواع حفاظت الکتریکی را توضیح دهد.

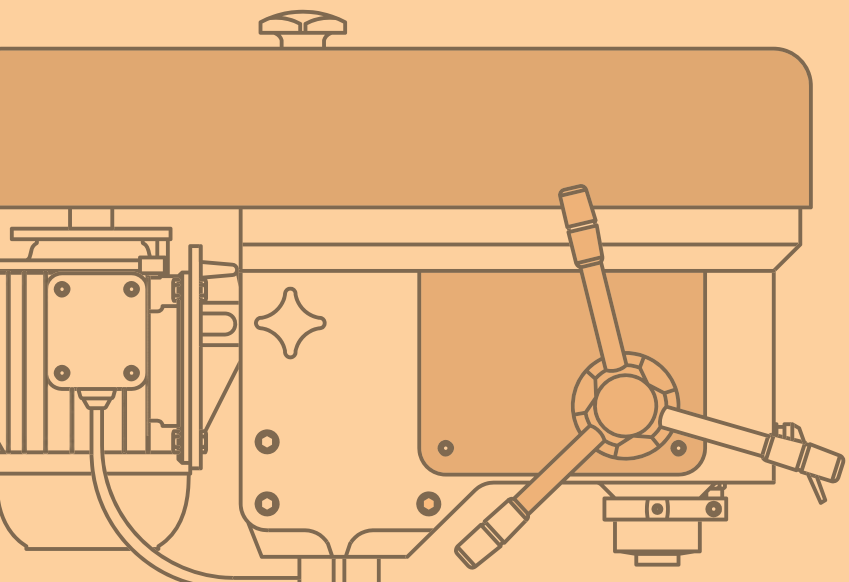
ـ برق‌گرفتگی را توضیح دهد.

ـ اقدامات لازم برای نجات شخص برق‌گرفته را شرح دهد.

ـ کلید حفاظت جان را توضیح دهد.

ـ فیوز را در مدار الکتریکی قرار دهد.

ـ نکات ایمنی را در هنگام کار با برق رعایت کند.



مقدمه

شکل ۱ـ۲ آتش‌سوزی حاصل از ایجاد جرقه و سوختن سیم‌های برق.

بـه دلیـل اقتصادی بودن تولید انـرژی الکتریکی و همچنین تبدیل سـاده آن به انرژی‌های دیگر، اسـتفاده از این انرژی تا سـال‌ها برقـرار خواهد بود، ولی خطرات این انرژی بر روی بدن انسان هرگز تغییر نخواهد کرد و به‌کارگیری آن همیشـه و در همه جا با خطراتی روبه‌رو اسـت. مهم‌ترین این خطرات به شرح زیر است:

الف) خطر برق‌گرفتگی: خطر برق‌گرفتگی موجب بروز صدمات جدی و حتی از دست دادن جان انسان می‌گردد.

ب) خطر آتش‌سـوزی: اتصال کوتاه ایجادشـده در مسـیر جریان برق باعث ایجاد جرقه و سوختن سیم‌های برق و وسایل الکتریکی و همچنین آتش‌سوزی می‌شود که با خسارات زیادی همراه است (شکل ۱ـ۲).

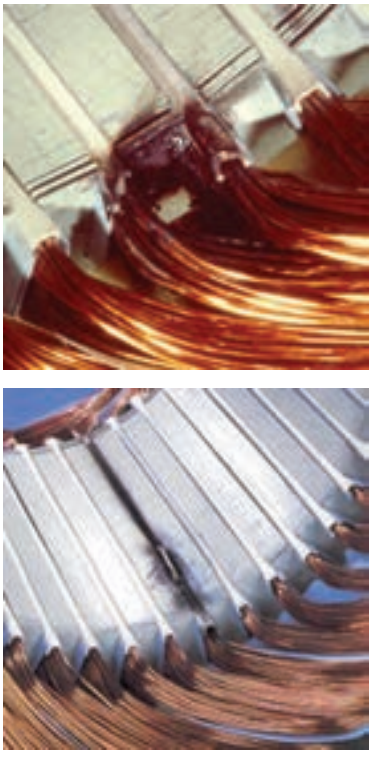
بنابرایـن پیش‌گیـری از حـوادث بـرق و رعایت اصـول حفاظت و ایمنی می‌تواند حوادث ناشی از آن‌را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

۱ـ ۲ خطاهای ناشی از جریان برق

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

الف) اتصال بدنه

اتصال سیم حامل جریان برق به بدنه دستگاه را اتصال بدنه می‌گویند. با توجه به این‌که بیشتر دستگاه‌های الکتریکی به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که قسمت‌های الکتریکی به‌وسیله عایق از بدنه جدا شده باشد، ممکن است بر اثر گذشت زمان و کهنگی دستگاه و یا گرمای ناشی از عبور جریان در سیم‌ها قسمتی از عایق از بین برود و در نتیجه قسمت برق‌دار موجب برق‌گرفتگی شود که در این حالت باید سـریعاً دسـتگاه را از برق جدا کرده و درصدد تعمیر آن برآمد. شکل ۲ـ۲ اتصالی سیم جریان برق را به بدنه یک موتور الکتریکی نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۲ اتصال سیم‌های حامل جریان با بدنه فلزی یک موتور الکتریکی.

ب) اتصال کوتاه

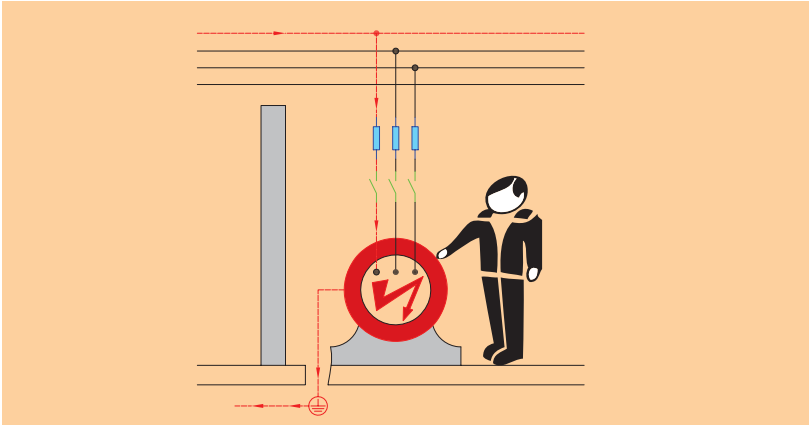
اتصال دو سیم لخت (بدون روکش) که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی هستند را اتصال کوتاه می‌گویند. حالت اتصال کوتاه در مدار به شرایطی گفته می‌شود که مقاومت مصرف‌کننده (بار) به صفر برسد، یعنی دو سر مصرف‌کننده با سیمی که مقاومتی ندارد به یکدیگر متصل شوند. در صورت وقوع چنین حالتی جریان بسیار زیادی از مدار خواهد گذشت، زیرا طبق قانون اهم با قرار دادن مقدار صفر در مخرج رابطه:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{0}$$

جریان، بسیار زیاد خواهد شد و دستگاه‌های الکتریکی که در مسیر چنین جریان شدیدی قرار بگیرند، خواهند سوخت.

ج) اتصال زمین

اتصال یکی از سیم‌های حامل جریان برق به زمین را اتصال زمین می‌گویند. شکل ۳ـ۲ انواع خطاها را در یک سیستم الکتریکی نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ۲ خطای اتصال بدنه، اتصال کوتاه و اتصال زمین.

۲ـ ۲ فیوز

فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و نیز برای قطع جریان برق در دستگاه‌های معیوب به‌کار می‌رود. این وسیله باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که در هنگام وقوع اتصال کوتاه، در کوتاه‌ترین زمان ممکن و پیش از وارد شدن صدمه به سیم‌ها و تأسیسات الکتریکی، مدار را قطع کند. فیوزها به‌صورت سری در مدار اتصال داده می‌شوند و همیشه در مسیر سیم فاز قرار می‌گیرند. فیوزها از نظر زمان قطع به دو نوع کندکار و تندکار تقسیم می‌شوند.

- **فیوز تندکار:** این فیوز در کوتاه‌ترین زمان ممکن، برق مصرف‌کننده را قطع می‌کند و به همین دلیل در مصارف روشنایی از آن استفاده می‌شود.
- **فیوز کندکار:** این فیوز زمان قطع بیشتری نسبت به فیوز تندکار دارد و برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به‌کار می‌رود. (زیرا موتورها در ابتدای راه‌اندازی، جریان زیادی از شبکه برق می‌کشند و سپس جریان به حالت عادی خود برمی‌گردد.)

۳ـ ۲ انواع فیوز

فیوز در انواع مختلف ذوب‌شونده (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 ۴ـ۲ نمای بیرونی و درونی این نوع فیوز و پایه آن‌را نشان می‌دهد.

(الف) نمای بیرونی

(ب) پایه فیوز

(ج) نمای برش‌خورده

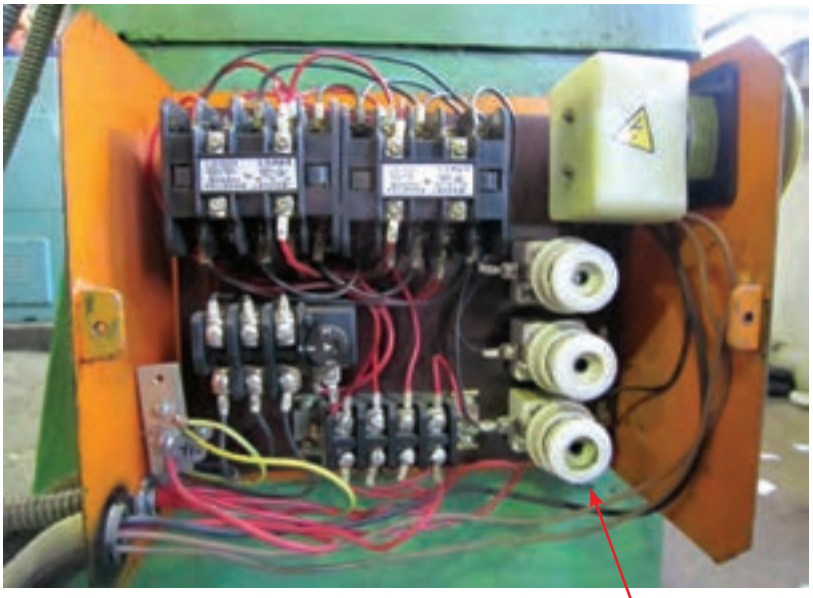
(د) پایه، فیوز و کلاهک

شکل ۴ـ۲ فیوز فشنگی.

رنگ پولک فشـــنگ این فیوزها نشـــان‌دهنده جریان آن است. در شکل ۵ ـ۲ دو فیوز با آمپرهای مختلف نشـــان داده شده است. رنگ پولک سبز، فیوز ۶ آمپر و رنگ قرمز روشن، فیوز ۱۰ آمپر است.

شکل ۵ـ۲ جریان فیوز مطابق با رنگ پولک.

شکل ۶ـ۲ نمونه‌ای از کاربرد این فیوز در تابلوی برق یک ماشین تراش و تابلوی برق یک نمونه اره لنگ را نشان می‌دهد.



(الف) تابلو برق ماشین تراش

(ب) تابلو برق اره لنگ

شکل ۶ ـ۲

نکته

مقـــررات بین‌المللی، ترمیم فیـــوز فشـــنگی را منع کرده اســـت و در صـــورت بروز خرابی و یا عمل کردن فیوز بایـــد فشـــنگ آن‌را تعویض 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. در فیوزهای اتوماتیک دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه یا جریان‌های بسیار زیاد و قسمت حرارتی آن افزایش تدریجی جریان را قطع می‌کند. این فیوز از نوع پیچی است و روی پایه فیوز پیچ می‌شود. زمانی‌که این فیوز عمل می‌کند، دکمه سیاه رنگ از محل خود به سمت بیرون می‌آید که پس از رفع عیب باید آن‌را به‌سمت داخل فشرد. برای

خارج کردن فیوز از مدار باید دگمه قرمز رنگ بر روی آن‌را فشار دهیم. (شکل ۷ـ۲)

شکل ۷ـ۲ فیوز اتوماتیک.

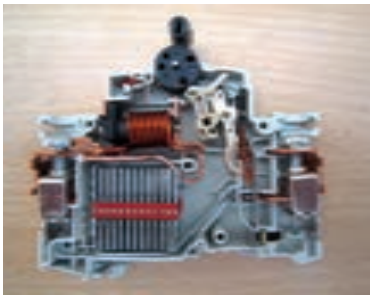
ج) فیوز مینیاتوری

فیوز مینیاتوری نوعی فیوز اتوماتیک است که از نظر ساختمان داخلی به آن شباهت دارد و از سه قسمت مغناطیسی (جریان زیاد در مدت زمان کم)، حرارتی (افزایش تدریجی جریان) و کلید تشکیل شده است. این کلیدها در دو نوع B و C ساخته شده است. نوع B در مصارف روشنایی به‌کار می‌رود و تندکار است و نوع C در راه‌اندازی الکتروموتورها مورد استفاده قرار می‌گیرد و کندکار است. فیوز باید با توجه به نوع مصرف‌کننده و جریان عبوری از آن گزینش شود. (شکل ۸ـ ۲)

(الف) نوع B

(ب) نوع C

(ج) تابلو فیوز مینیاتوری

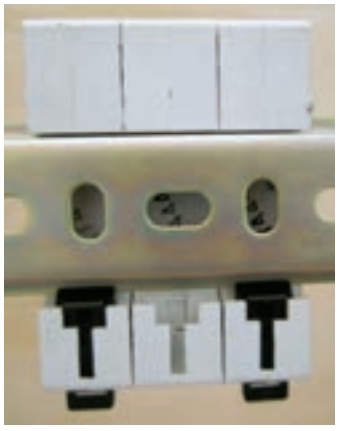


(د) ساختمان داخلی

شکل ۸ ـ ۲ فیوز مینیاتوری.

فیوز مینیاتوری دارای زبانه‌ای اســت که وقتی به سمت بالا باشد فیوز در حالت وصل قرار می‌گیرد و هنگامی‌که عمل می‌کند این زبانه به ســمت پایین می‌افتد. پس از عمل کردن این فیوزها تا سردشــدن عنصر حرارتی در آن‌ها فیوز مجدداً وصل نمی‌شود. فیوزهای مینیاتوری روی یک ریل فلزی نصب می‌شوند.

شکل ۹ـ۲ روش نصب فیوز مینیاتوری را روی ریل نشان می‌دهد.



شکل ۹ـ۲ چگونگی قرارگیری فیوز مینیاتوری روی ریل.

مقادیر فیوزها

مقادیر اســتاندارد فیوزها ۱۰ ، ۱۶ ، ۲۰ ، ۲۵ ، ۳۵ ، ۵۰ ، ۶۳ ، ۸۰ ، ۱۰۰ و۱۲۵ و ... آمپر است.

حفاظت الکتریکی

به اقداماتی که باید در تأسیسات الکتریکی انجام داد تا خطرات ناشی از جریان برق باعث صدمه‌زدن به اشــخاص و دســتگاه‌های الکتریکی به کمترین مقدار ممکن برسد، حفاظت الکتریکی می‌گویند.

۴ـ ۲ انواع حفاظت

۱ـ ۴ـ ۲ حفاظت سیم‌ها و کابل‌ها

وقتــی برای مدت‌زمانی از ســیم‌ها جریان بیش از حد نرمــال (جریان اضافی) و یا در مدت‌زمان بســیار کمی جریان بســیار شــدیدی (جریان اتصال کوتاه) عبور کند، ســیم‌ها گرم می‌شــوند و این گرمای بیش از حد باعث صدمه‌دیدن

عایق آن‌ها شـــده و می‌تواند باعث آتش‌ســـوزی و وقوع خسارت‌های بسیاری به تأسیســـات الکتریکی شود. برای حفاظت ســـیم‌ها می‌توان از رله و فیوزها اســـتفاده کرد. این وسایل بایســـتی به‌گونه‌ای انتخاب شوند که در صورت بروز اضافـــه‌جریـــان یا اتصال کوتاه در کوتاه‌ترین زمان ممکـــن و پیش از وارد آمدن صدمه‌ای به سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی، برق مصرف‌کننده را قطع کند. به‌طور معمول در محل‌های مسکونی برای حفاظت سیم‌های روشنایی از فیوز ۱۰ آمپر و برای سیم‌های پریزهای تک‌فاز از فیوز ۱۶ آمپر استفاده می‌شود.

۲ـ ۴ـ ۲ حفاظت مصرف‌کننده‌ها و دستگاه‌های الکتریکی

مصرف‌کننده‌ها ودستگاه‌های الکتریکی بایستی در برابر خطاهای احتمالی همچون اتصال کوتاه و اضافه‌جریان حفاظت شوند. برای حفاظت این دستگاه‌ها معمولاً قبل از مصرف‌کننده، از فیوزها و رله‌های حرارتی طوری اســـتفاده می‌شـــود که در صورت بروز خطا، مصرف‌کننده به‌طور کلی از برق جدا شـــود. بخش عمده مصرف‌کننده‌ها در تأسیســـات الکتریکی را موتورها تشکیل می‌دهند. از این‌رو در مورد چگونگی حفاظت آن‌ها بیشتر توضیح می‌دهیم. معمولاً جهت حفاظت موتورهای الکتریکی از کلید محافظ موتور استفاده می‌شود. با این کلید در فصل پنجم به‌طور کامل آشنا می‌شوید.

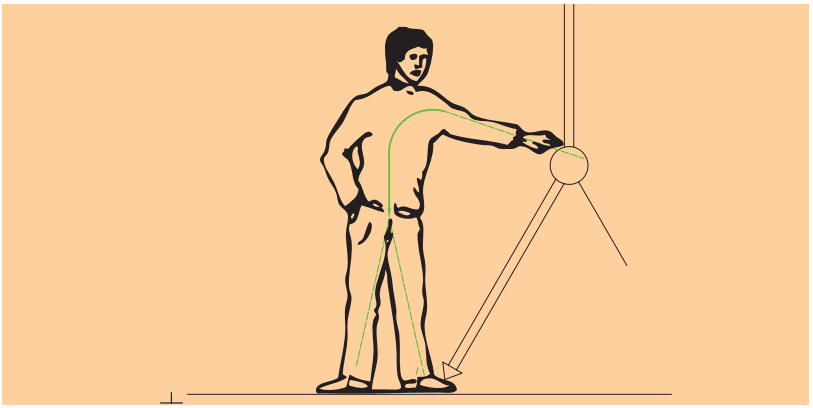
۳ـ ۴ـ ۲ حفاظت اشخاص

تحقیقات نشـــان می‌دهد که پنجاه درصد از برق‌گرفتگی‌ها در اثر تماس مستقیم با ســـیم حامل برق در حمام، اســـتخر، حیاط، زیرزمین، پارک‌ها و یا مکان‌های مرطوب بوده که جریان برق به‌طور مستقیم از بدن افراد عبور کرده است و بقیه به علت فرسودگی سیم‌ها یا عدم عایق‌بندی صحیح دستگاه‌های برقی صنعتی و خانگی و یا سیم‌کشی‌های نادرست اتفاق افتاده است.

در صورت اتصال یک سیم به بدنه فلزی دستگاه، ولتاژ بین بدنه دستگاه و زمین به‌وجود می‌آید. در چنین شرایطی اگر شخصی بدنه دستگاه را لمس کند، 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. حداقل جریان خطرناک برای انسان ۰/۰۵آمپراست، زیرا مقاومت بدن انسان حدود ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است.

۲-۵ برق‌گرفتگی

عبور جریان برق از بدن را برق‌گرفتگی می‌گویند. برق‌گرفتگی در شخص زمانی به‌وجود می‌آید که شـــخص در مسیر عبور جریان برق قرار گیرد. در این‌صورت جریان برق از راه پوست وارد بافت‌های بدن شده و باعث پختگی آن‌ها، انقباض ماهیچه‌ها و عضلات و همچنین قلب می‌شود. ایست قلبی، خفگی و سوختگی نیز از عوارض دیگر برق‌گرفتگی و در صورتی‌که شدت برق‌گرفتگی بالا باشد باعث مرگ حتمی خواهد شـــد. شدت برق‌گرفتگی به میزان شدت جریان، ولتاژ، سطح تماس و مدت زمان عبور برق از بدن شخص بستگی دارد. (شکل ۱۰ـ۲)

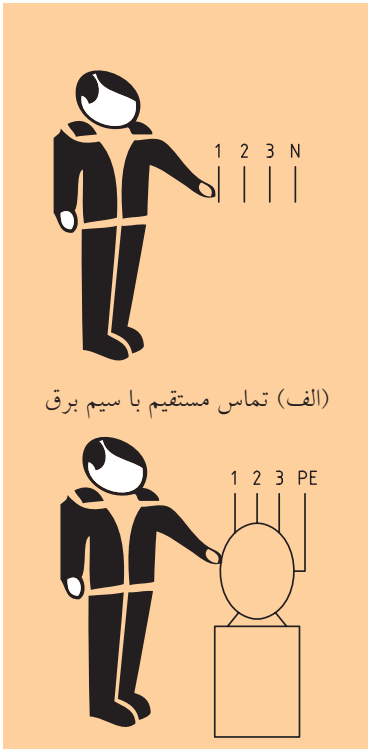


شکل ۱۰ـ۲ شخص در مسیر عبور جریان برق قرار گرفته است.

انواع برق‌گرفتگی

◄ **الف) تماس مســـتقیم:** در این نوع برق‌گرفتگی شخص مستقیماً با یکی از سیم‌های برق تماس پیدا می‌کند. (شکل ۱۱ـ۲ الف)

◄ **ب) تمـــاس غیر مســـتقیم:** در این روش شـــخص با قســـمت‌های فلزی دستگاه‌های برقی که اتصال بدنه پیدا کرده‌اند، تماس پیدا می‌کند. (شکل ۱۱ـ۲ ب)



(الف) تماس مستقیم با سیم برق

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

شکل ۱۱ـ۲

۲-۶ اقدامات لازم برای نجات شخص برق‌گرفته

مرحله اول: باید شـــخص برق‌گرفتـــه را از منبع برق جدا کرد. این عمل با قطع کلید مدار یا قطع فیوز صورت می‌گیرد. اگر امکان قطع برق وجود نداشته باشد،

باید شـــخص را توســـط یک عایق از منبع برق جدا کنیم. برای این کار می‌توان با بهره‌گیری از یک ماده نارســـانا، منبع برق را از مصدوم جدا کرد. توجه داشته باشید که هرگز نباید مستقیماً به مصدوم دست بزنید. (شکل ۱۲ـ۲)

شکل۱۲ـ۲ طریقه جدا کردن شخص برق گرفته.

مرحله دوم: باید علائم حیاتی شـــخص برق‌گرفته را بررســـی کرد. برای مثال: بررسی کنید که آیا مصدوم، نبض دارد یا نه. اگر نبض داشت و نفس نمی‌کشید بایـــد تنفس مصنوعی را شـــروع کـــرد. در صورت احیاء تنفس باید به پزشـــک مراجعه شود. شکل ۱۳ـ۲ مراحل برگشت حیات را نشان می‌دهد.

شکل۱۳ـ۲ مراحل برگشت حیات

حفاظت توسط کلید محافظ جان FI

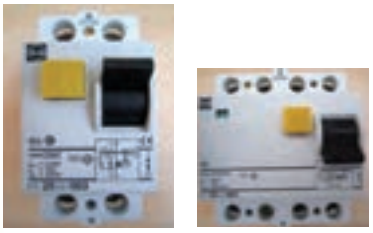
اســـاس کار این کلید بر پایه اختلاف جریان بین ســـیم‌های رفت و برگشت یک دســـتگاه الکتریکی استوار اســـت. در حالت کار عادی دستگاه اختلاف جریانی بین ســـیم‌های رفت و برگشـــت وجود ندارد، اما در صورت ایجاد اتصال بدنه در دســـتگاه، مقداری از جریان به زمین نشـــت می‌کنـــد و اختلاف جریانی بین ســـیم‌های رفت (فاز) و برگشت (نول) به‌وجود می‌آید که باعث می‌شود تا این کلید مصرف‌کننده را از شبکه برق قطع کند.

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 می‌کند.

شکل ۱۴ـ۲ تصویر ظاهری کلید محافظ جان تک‌فاز را نشان می‌دهد. این کلید دارای یک پیچ اتصال با شماره ۱ و پیچ دیگری با نام N برای اتصال سیم فاز و نول ورودی اصلی است. پیچ‌های ۱ و N نیز در زیر کلید برای اتصال به مصرف‌کننده واقع شده است. بر روی این کلیدها جریان و ولتاژ قابل تحمل آن‌ها نوشته می‌شود. این کلیدها در نوع سه‌فاز نیز ساخته می‌شوند.

نکته

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



(ب)سه فاز (الف)تک فاز

شکل ۱۴ـ۲ کلید محافظ جان سه فاز و تک فاز.

توصیه‌های ایمنی

۱. علامت ⚠ بر روی تابلوهای برق نشان‌دهنده وجود برق است. بدون وسایل ایمنی از باز کردن در تابلو و دست زدن به قسمت‌های داخلی آن خودداری کنید (شکل ۱۵-۲).

۲. هنگام تعویض لامپ سوخته یا شکسته حتماً کلید چراغ را خاموش کنید و به کمک فازمتر از قطع جریان برق اطمینان یابید.

۳. سیم‌های برق باید دارای روپوش عایق بوده و از پیچیده‌شدن آن‌ها به دور اشیاء تیز و برنده خودداری‌کنید. شکل کابلی را نشان می‌دهد که توسط شیئی برنده عایق خود را از دست داده است و استفاده از آن بسیار خطرناک بوده و باعث برق‌گرفتگی خواهد شد. (شکل ۱۶ـ۲)

شکل ۱۵ـ۲ تابلوی برق دریل ستونی و یک نمونه دستگاه تراش.

۴. از یک پریز برق برای چند وسیله برقی استفاده نکنید، زیرا سیم‌های پریز دارای تحمل شدت جریان خاصی هستند. در چنین شرایطی اگر مصرف‌کننده‌های زیادی از این پریز

شکل ۱۶ـ۲ کابلی که روکش عایق آن با شیئی برنده بریده شده است.

تغذیه کنند، جریان بالا رفته، سیم‌های پریز گرم شده و عایق خود را از دست می‌دهند و در نتیجه موجب برق‌گرفتگی و آتش سوزی احتمالی خواهند شد. (شکل ۱۷ـ۲)

۵. سیم‌های پوسیده و زخمی وسایل الکتریکی را تعویض کنید. (شکل۱۸ـ۲)

۶. در حال کار با برق دقت کنید که زیر پایتان مرطوب نباشد و عایق خوبی همچون چوب خشک یا مواد پلاستیکی را در زیر پا قرار دهید. همچنین پیش از روشن کردن هر وسیله برقی یا وصل‌کلید، از خشک بودن کامل دست‌هایتان اطمینان یابید. (شکل ۱۹ـ۲)

۷. اگر دو شاخه یک وسیله برقی شکسته است هرچه سریع‌تر یک دوشاخه سالم برای آن تهیه کنید (شکل ۲۰ـ۲).

شکل۱۷ـ۲ انشعاب غیر استاندارد از پریز برق.

شکل۱۸ـ۲ سیم‌های پوسیده

شکل۱۹ـ۲ کف‌پوش عایق

شکل۲۰ـ۲

نکته

در محیط کارگاه و برای انجام کارهای عملی از لباس کار، کلاه ایمنی و کفش ایمنی استفاده کنید (شکل ۲۱ ـ۲).

شکل ۲۱ـ۲

هنگام کار با دستگاه‌های پر سروصدا و خطرآفرین از گوشی و عینک مخصوص استفاده کنید.(شکل ۲۲ ـ۲)

شکل ۲۲ـ۲

رعایت نکردن نکات ایمنی نشانه دانش، مهارت یا شهامت نیست، بلکه نشانه بی‌توجهی است که به‌طور قطع خسارات جبران‌ناپذیری را وارد می‌سازد.

ارزشیابی پایانی

۱. روش‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید.
۲. برق‌گرفتگی را تعریف کنید.
۳. نحوه کار رله محافظ جان در حفاظت شخص را بیان کنید.
۴. انواع خطاهای ناشی از جریان برق را بیان کنید.
۵. اتصال بدنه را شرح دهید.
۶. اتصال کوتاه را شرح دهید.
۷. فیوز تندکار و کندکار را شرح دهید.
۸. انواع فیوز را بنویسید.
۹. فیوز ذوب‌شونده را شرح دهید.
۱۰. فیوز اتوماتیک را شرح دهید.
۱۱. فیوز مینیاتوری را شرح دهید.
۱۲. حداقل ۵ مقدار استاندارد فیوزها را بر حسب آمپر بنویسید.
۱۳. توصیه‌های ایمنی را به طور مختصر و کوتاه بنویسید.

فصل سوم: مدارهای پایه

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ کاربرد ابزارهای مورد نیاز در سیم‌کشی را بیان کند.

ـ سیم‌ها و انواع اتصالات آن‌ها را توضیح دهد.

ـ موارد کاربرد انواع سیم و کابل را توضیح دهد.

ـ با توجه به علائم روی کابل و سیم، مشخصات فنی و موارد استفاده آن‌ها را شرح دهد.

ـ ساختمان و قسمت‌های مختلف کابل‌ها را شرح دهد.

ـ ساختمان و طرز کار وسایل الکتریکی مورد نیاز در سیم‌کشی را توضیح دهد.

ـ انواع سیم‌کشی را توضیح دهد.

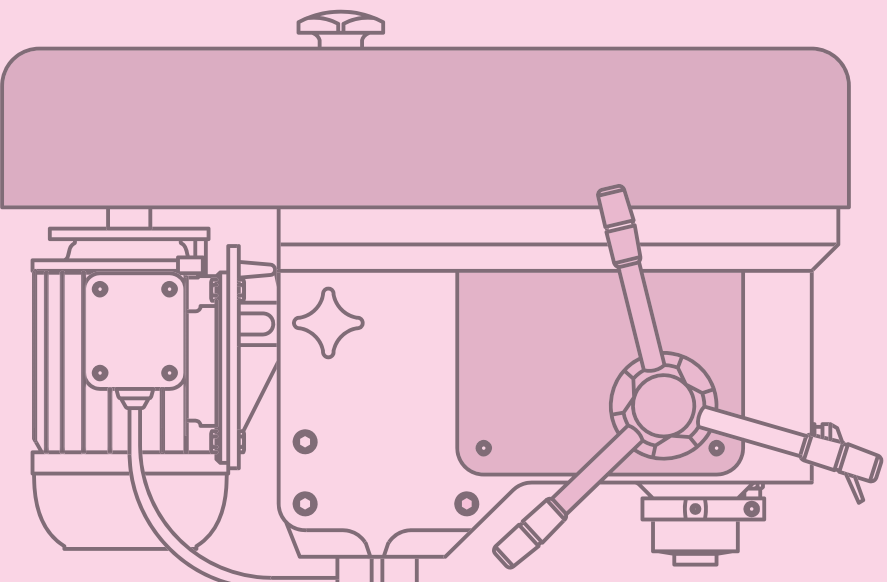
ـ مدار الکتریکی کلید یک‌پل، را توضیح دهد و کاربرد آن را بیان کند.

ـ مدار الکتریکی کلید یک‌پل، را ببندد.

ـ در انجام کارهای عملی نکات ایمنی را رعایت کند.

ـ در انجام کارهای عملی در مصرف سیم صرفه‌جویی کند.

ـ برای صرفه‌جویی در مصرف برق لامپ‌های فلورسنت فشرده (کم‌مصرف) را جایگزین لامپ‌های رشته‌ای کند.



مقدمه

در تأسیسات الکتریکی وسایل برقی متنوعی به‌کار می‌رود و این محصولات با پیشرفت فن‌آوری هر روز متنوع‌تر و با توانمندی‌های بیشتری وارد بازار می‌شوند. در این فصل ابتدا با وسایل الکتریکی و سپس مدارات روشنایی و نقشه‌های الکتریکی آن‌ها آشنا می‌شوید.

۱ـ۳ آشنایی با ابزار و وسایل سیم‌کشی

ابزار و دستگاه‌هایی که در کارهای برقی به‌کار می‌روند، بسیار زیاد هستند. در این بخش به شرح مهم‌ترین و متداول‌ترین آن‌ها می‌پردازیم.

۱ـ ۱ـ۳ فازمتر

فازمتر وسیله‌ای شبیه پیچ‌گوشتی است که علاوه بر باز و بسته‌کردن پیچ‌های کوچک، به منظور تشخیص سیم فاز از نول به‌کار می‌رود. تصویر ظاهری فازمتر در شکل ۱ـ۳ آمده است. لازم به ذکر است که نام فازمتر در حقیقت یک اصطلاح عامیانه است که در اصل «فازنما» نام دارد، زیرا این وسیله فقط فاز را از نول مشخص می‌کند.

شکل ۱ـ۳ فازمتر.

اگر نوک فازمتر به سیم فاز اتصال داده شود و یکی از انگشتان دست روی پیچ فلزی انتهایی فازمتر قرار گیرد، لامپ فازمتر روشن می‌شود، اما اگر نوک فازمتر

به سـیم نول تماس داده شـود، لامپ تعبیه‌شـده در ته آن روشن نخواهد شد. هنگام کار با سـیم‌های برق برای اطمینان از برق‌دار نبودن سیم‌ها حتماً آن‌ها را با فازمتر بیازمایید. (شکل ۲ـ۳)

شکل ۲ـ۳

۲ـ ۱ـ ۳ انبردست

انبردسـت برای نگاه داشـتن قطعه کار و لخت کردن یا بریدن سیم (درصورت عدم وجود سیم‌چین و سیم لخت‌کن) به‌کار می‌رود.

به‌طـور کلـی از نظر فنی به جـز در مواقع ضروری نباید انبردسـت را به‌جای سیم‌چین یا سیم لخت‌کن به‌کار برد.(شکل ۳ـ۳)

بر روی دسته عایق انبردست‌ها مقدار ولتاژ قابل تحمل نوشته شده است که باید هنگام کار به آن دقت کرد. هنگام کار با انبردسـت به کامل بودن عایق دسته آن توجه کنید.(شکل ۴ـ۳)

شکل ۳ـ۳ انبردست.

(الف) دسته عایق انبردست
(در برابر ۱۰۰۰ ولت)

(ب) دسته غیر عایق و معیوب

شکل ۴ـ۳

۳ـ ۱ـ ۳ دم‌باریک

دم‌باریک وسـیله‌ای است شبیه انبردست، با این تفاوت که نوک آن از انبردست بلندتر و باریک‌تر است. از دم‌باریک در فضاهای محدودی که انبردست کاربرد ندارد، اسـتفاده می‌شـود. از این ابزار می‌توان برای بریدن و فرم دادن به سیم‌ها نیز بهره گرفت.(شکل ۵ـ۳)

شکل ۵ـ۳ دم باریک.

۴ـ ۱ـ ۳ سیم‌چین

سیم‌چین دارای دو لبه تیز است که برای بریدن سیم‌ها به‌کار می‌رود. (شکل ۶ـ۳).

نکته

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

شکل ۶ـ۳ سیم‌چین.

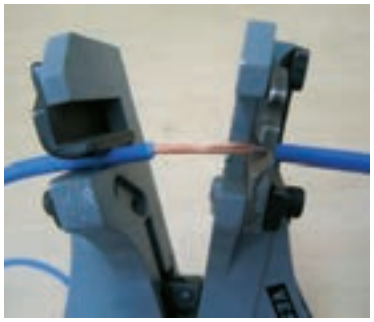
۵ ـ ۱ـ ۳ سیم‌لخت‌کن

از سیم‌لخت‌کن برای برداشتن روکش عایق سیم استفاده می‌شود. سیم‌لخت‌کن در دو نوع ساده و خودکار (اتوماتیک) در بازار موجود است:

سیم لخت‌کن خودکار (اتوماتیک)

این سیم‌لخت‌کن به تنظیم نیازی ندارد و ساده‌ترین آن‌ها دارای دو لبه متحرک هستند. روی این لبه‌ها شیارهایی تعبیه شده است که با روی هم قرار گرفتن آن‌ها، سوراخ‌هایی با قطرهای مختلف تشکیل می‌شود. سیم را درون این شیارها قرار می‌دهند. وقتی می‌خواهیم سیم را لخت کنیم، ابتدا شیار مناسب را انتخاب می‌کنیم. سپس سیم را داخل آن قرار می‌دهیم و دسته سیم‌لخت‌کن را فشار می‌دهیم. با این کار لبه‌های صاف پایین می‌آیند و سیم را نگه می‌دارند. حال با فشردن بیشتر دسته سیم‌لخت‌کن، روکش قسمت انتهایی سیم خارج می‌شود (شکل‌های ۷ـ۳ و ۸ـ۳).

شکل ۷ـ ۳ سیم‌لخت‌کن اتوماتیک.



شکل ۸ ـ ۳ مراحل لخت کردن سیم توسط سیم‌لخت‌کن اتوماتیک.

۶ـ ۱ـ ۳ ابزار پرس سرسیم و فیش‌ها

برای اتصال سیم برق به دستگاه‌های الکتریکی از سر سیم یا فیش استفاده می‌کنند. این اتصال باید قابل جدا شدن باشد. بیشتر اتصالاتی که در سیم‌کشی دستگاه‌های الکتریکی وجود دارد از نوع جدا شدنی هستند. در این نوع سیم‌کشی‌ها، تعمیرات به آسانی انجام می‌گیرد.

برای اتصال فیش به سرسیم‌ها از دستگاه پرس استفاده می‌کنند. در شکل ۹ـ۳ انواع گوناگون دستگاه‌های پرس سرسیم آمده است.

شکل ۹ـ۳ چند نمونه دستگاه پرس.

تمامی این دستگاه‌ها و ابزارها دارای شماره مخصوصی هستند که توسط کارخانه سازنده در کاتالوگ آن آمده‌اند. شماره ابزار را برحسب مدل، اندازه، جنس و نوع کار تعیین می‌کنند. با انتخاب شماره هر ابزار می‌توان آن ابزار را از کارخانه یا نمایندگی کارخانه دریافت کرد.

۲ـ ۳ سیم‌ها و اتصالات آن‌ها

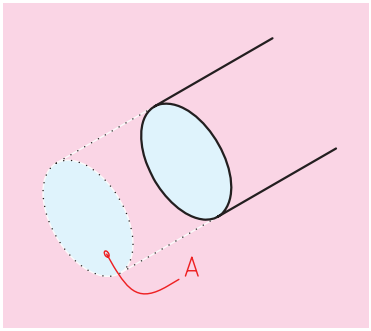
۱ـ ۲ـ ۳ ساختمان سیم‌ها

سیم‌ها از دو قسمت هادی و عایق تشکیل شده‌اند. هادی سیم‌ها عموماً مسی یا آلومینیمی است، ولی از مس به‌دلیل داشتن حجم کم و هدایت بهتر (نسبت به دیگر فلزات) بیشتر استفاده می‌شود. عایق سیم‌ها از مواد پلاستیکی تشکیل شده است که آن‌را به‌صورت لایه‌ای روی هادی روکش می‌کنند. شکل ۱۰ـ۳ ساختمان سیم را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰ـ۳ ساختمان سیم.

۲ـ ۲ـ ۳ هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی

چون در مدارهای الکتریکی از انواع مختلف هادی‌ها استفاده می‌شود لازم است که اشکال و مشـخصات الکتریکی متداول‌ترین آن‌ها را بشناسید و فرا بگیرید. برای مقایسه مقدار مقاومت و اندازه فیزیکی یک هادی با هادی دیگر باید واحد اسـتانداردی در دست باشـد. جهت اندازه‌گیری قطر یک سیم، میلی‌متر و برای طول آن، متر واحد مناسبی است. استاندارد سطح مقطع سیم‌ها به میلی‌متر مربع است و از آن برای شماره‌گذاری سیم‌های روکش‌دار استفاده می‌شود. مثلاً سیم شماره یک و نیم به معنی آن است که سطح مقطع سیم ۱/۵ میلی‌متر مربع است. سـایز اسـتاندارد سیم‌ها ۰/۷۵ ، ۱ ، ۱/۵ ، ۲/۵ ، ۴، ۶ ، ۱۰، ۱۶، ۲۵ ، ۵۰ ، ۳۵ و ... میلی‌متر مربع است. شکل ۱۱ ـ ۳ سطح مقطع سیم (A) را نشان می‌دهد.

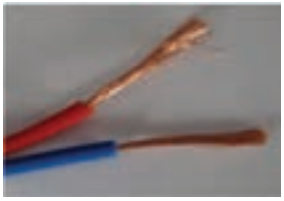


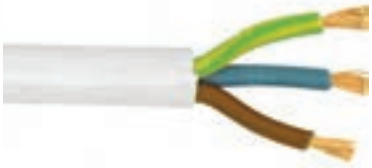
شکل ۱۱ـ۳ سطح مقطع سیم.

۳ـ ۲ـ ۳ انواع سیم‌ها

معمولاً جنس، عایق و نوع کاربرد سیم‌ها با حروف مشخص و استانداردی روی روکش خارجی آن‌ها نوشته می‌شوند، به‌طوری‌که طبق استاندارد هر حرف معنی خاص خود را دارد. در جدول ۱ـ۳ تعدادی از این حروف آمده است.

جدول ۱ـ۳

نوع سیم	تصویر	حروف مشخصه
سیم مفتولی (تک‌لا)		**NYA**
سیم افشان		**NYAF**



در جـدول ۱ـ۳ هر یک از حـروف مفهوم به‌خصوصی دارنـد. برای مثال، N علامت سیم مسی است که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده باشد. Y به معنی روکش پلاستیک (PVC) است.

عمده‌ترین انواع سیم‌های عایق‌دار مورد استفاده در تأسیسات برقی را می‌توان به سه دسته کلی زیر تقسیم کرد. در زیر با نمونه‌هایی از این تقسیم‌ها آشنا می‌شوید.

شکل ۱۲ـ۳ سیم مفتولی.

سیم‌های مفتولی

هادی این نوع سیم‌ها از مس استانداردشده با پوششی از ماده پی‌وی‌سی است و در سطح مقطع‌های ۱/۵ تا ۲۴۰ میلی‌متر مربع، ساخته می‌شود. (شکل ۱۲ـ۳)

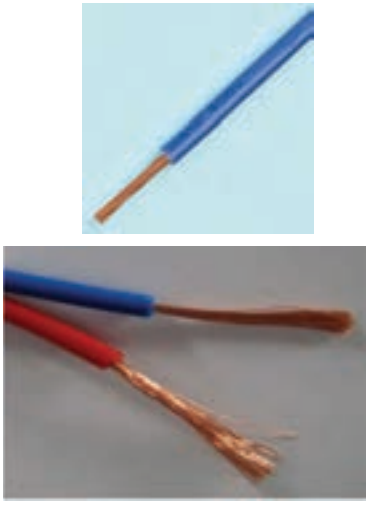
سیم‌های نیمه افشان

ساختمان این سیم مشابه سیم‌های مفتولی است، با این تفاوت که به‌جای یک رشته سیم از چند رشته سیم به هم تابیده شده، استفاده می‌شود. این عمل باعث می‌شود که سیم کمتر گرم شود. در مواردی که به انعطاف بیشتری نسبت به سیم‌هاتی مفتولی نیاز است هم این سیم‌ها کاربرد ویژه‌ای پیدا می‌کنند. (شکل۱۳ـ۳)

شکل۱۳ـ۳ سیم نیمه افشان

سیم‌های افشان

ساختمان این نوع سیم‌ها مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افشان است و در آن‌ها به جای چند رشته، از تعداد رشته‌های بیشتر و نازک‌تری استفاده شده است. رشته‌ای کردن سیم‌ها باعث می‌شود تلفات در سیم کاهش یابد و حرارت حاصل از عبور جریان در آن کمتر شود. قابلیت انعطاف این سیم نیز نسبت به سیم‌های نیمه افشان بیشتر است. (شکل۱۴ـ۳)



شکل ۱۴ـ۳ سیم‌های افشان.

شـــدت جریان مجـــاز و همچنین فیوز مربوطه برای ســـیم با عایق پلاســـتیکی درجدول ۲ـ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲ـ۳ تناسب سطح مقطع سیم با شدت جریان مجاز سیم و شدت جریان فیوز

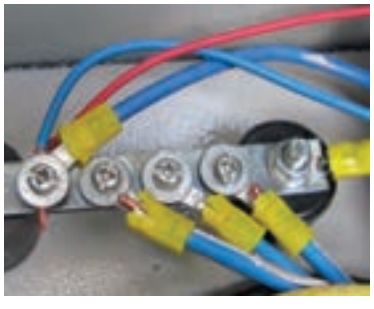
شدت جریان فیوز (آمپر)	شدت جریان مجاز سیم (آمپر)	سطح مقطع سیم (میلی‌متر مربع)
۱۰	۱۲	۱
۱۶	۱۶	۱/۵
۲۰	۲۱	۲/۵
۲۵	۲۷	۴
۳۵	۳۵	۶
۵۰	۴۸	۱۰
۶۳	۶۵	۱۶
۸۰	۸۸	۲۵
۱۰۰	۱۱۰	۳۵
۱۲۵	۱۴۰	۵۰

۴ـ ۲ـ ۳ اتصالات سیم‌ها

منظور از اتصالات ســیم‌ها به هم بســتن هادی‌ها یا اتصالات آن‌ها به وســایل الکتریکی اســت. درســتی اتصالات نیز بسیار پراهمیت اســت، زیرا یک مدار الکتریکی هنگامی درســت کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوبی باشــد. نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به‌صورت زیر است.

◄ اتصالات پیچی

اتصالات پیچی با پیچ و مهره انجام شــده و واشــرها از آسیب رساندن مهره با ســرپیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند (شکل ۱۵ـ۳). برای اتصال ســیم‌های نول یا ســیم اتصال زمین (ارت) از اتصال پیچی واقع در یک تســمه مسی (شین) در تابلوهای برق استفاده می‌شود.



شکل ۱۵ـ۳ اتصال پیچی.

اتصالات فیشی (سرسیمی)

برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سر سیم‌های فیشی استفاده کرد. در شـــکل ۱۶ـ۳ تعدادی از اتصالات سرســـیمی نشان داده شده است. این فیش‌هـــا (سرســـیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشـــویی و میله‌ای هستند که هر یک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.

شکل ۱۶–۳ سر سیم.

شکل ۱۷ـ۳ بست کمربندی.

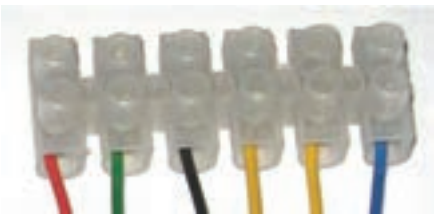
اتصال‌ها و بست‌های انتهایی که در آن لحیم به‌کار برده نمی‌شوند، ولی با فشار و به‌طور محکم به هادی متصل می‌گردند تماس الکتریکی کافی را برقرار می‌سازند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و در حد مطلوب است.

بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی و نظم بخشیدن به سیم‌هایی که به یک مسیر یا قسمت خاص در تابلوهای برق و دســـتگاه ها مربوط می‌شوند از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۱۷ـ۳ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.

اتصالات ترمینالی

در ایـــن اتصـــال منبع تغذیه بـــه مصرف‌کننده از طریق یـــک ارتباط‌دهنده به نام ترمینال متصل می‌شـــود که از دو سمت دارای پیچ اتصال است. در شکل ۱۸ـ۳ یک نمونه ترمینال نشان داده شده است.



شکل ۱۸ـ۳ ترمینال.

کار عملی ۱

(۲ ساعت)

هدف: اتصالات سیم‌ها به روش پرسی و ترمینالی

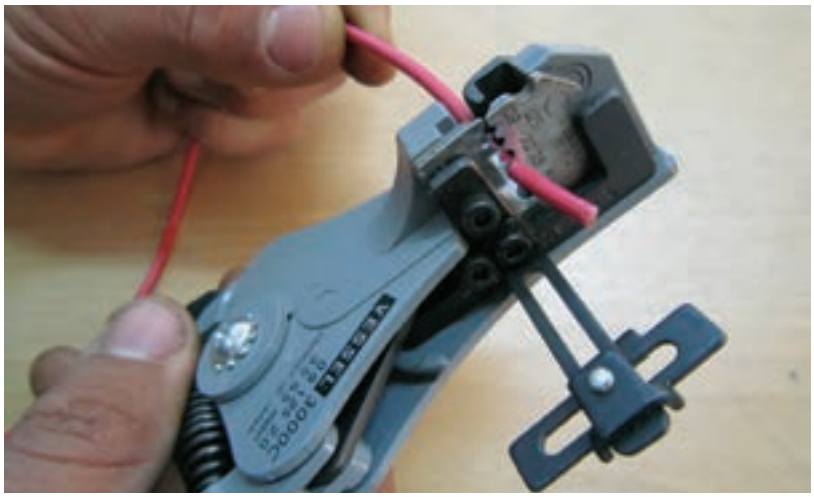
تجهیزات مورد نیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
سیم	نمره ۱/۵ میلی‌متر مربع	سیم‌چین	
سیم‌لخت‌کن	اتوماتیک	پرس سرسیم	متناسب با سایز سیم
ترمینال پلاستیکی	سایز ۶	پیچ‌گوشتی	دوسو کوچک

مراحل انجام کار

۱. سه رشته سیم نمره ۱/۵ میلی‌متر مربع را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متری با سیم‌چین قطع کنید.

۲. توسط سیم‌لخت‌کن سر هر یک از سیم‌ها را به اندازه ۱ سانتی‌متر لخت کنید. (شکل ۱۹ـ۳)

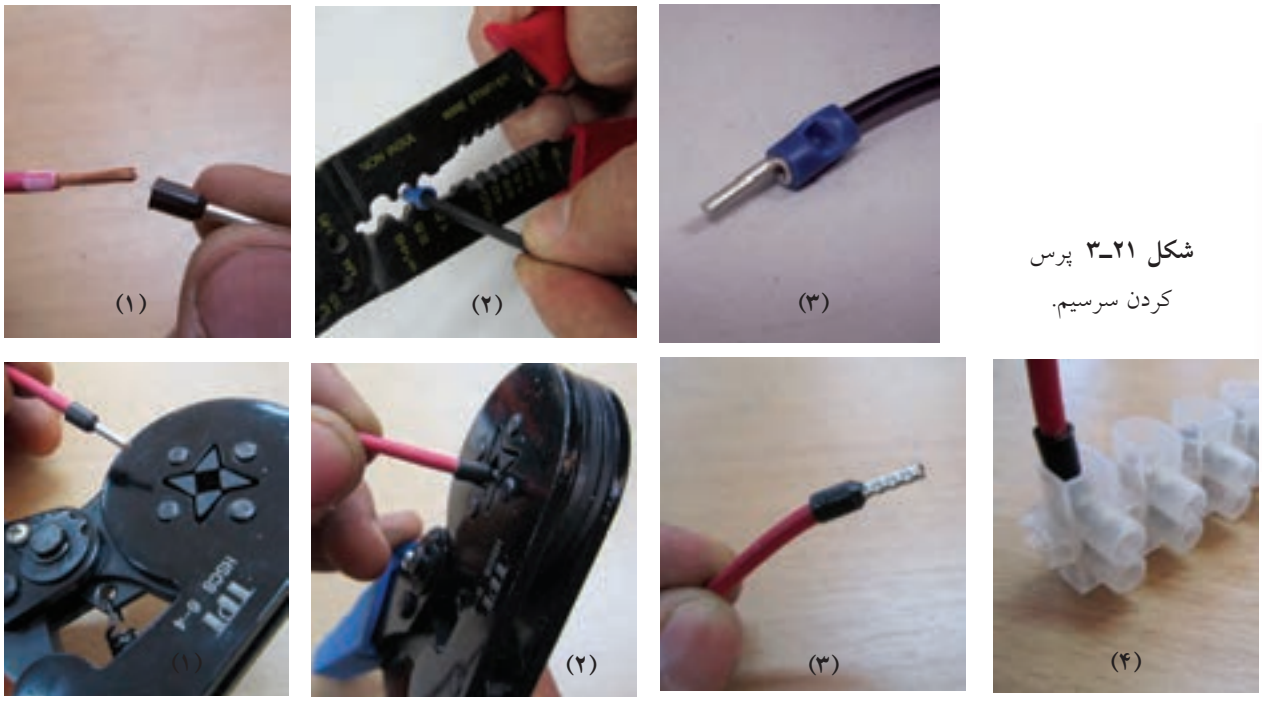


شکل ۱۹ـ۳

۳. قسمت لخت‌شده سیم‌ها را درون سرسیم‌ها قرار دهید. (شکل ۲۰–۳)

شکل ۲۰ـ۳

۴. به کمک انبر پرس، مانند شکل ۲۱ـ۳ سرسیم را روی سیم پرس کنید.



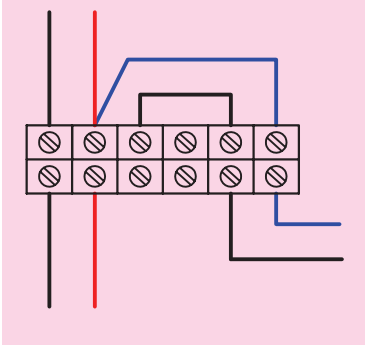
شکل ۲۱ـ۳ پرس کردن سرسیم.

۵. هشت رشته سیم نمره ۱/۵ میلی‌متر مربع را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متری با سیم‌چین قطع کنید.

۶. توسط سیم لخت‌کن سر هر کدام از سیم‌ها را به اندازه یک سانتی‌متر لخت کنید.

۷. قسمت لخت‌شده سیم‌ها را مانند شکل ۲۲ـ۳ داخل ترمینال قرار داده و به‌کمک پیچ‌گوشتی پیچ ترمینال را محکم کنید. توجه داشته باشید که همه قسمت لخت‌شده سیم زیر پیچ ترمینال قرار گیرد و از بیرون مشاهده نشود.

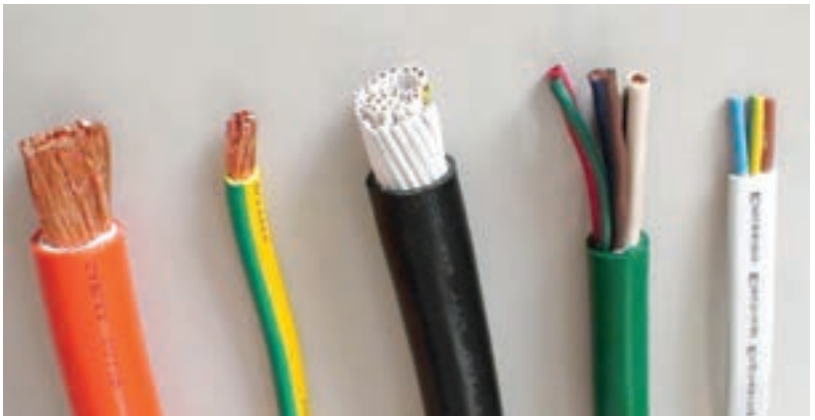
۸. گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.



شکل ۲۲ـ۳

۳ـ ۳ کابل

امروزه در صنعت، برق‌رسانی به ماشین‌آلات به‌وسیله کابل‌ها صورت می‌گیرد. کاربرد کابل‌ها در تمامی صنایع بسیار وسیع و دارای اهمیت است. کارخانه‌های کابل‌سازی کابل‌ها را در اندازه‌ها و کاربردهای گوناگون و با ساختمان‌های داخلی متفاوت تولید می‌کنند. شکل ۳ـ۲۳ نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ۲۳ چند نمونه کابل.

نکته

تهیه و تنظیم دفتر گزارش کار برای هر کار عملی، بازبینی فعالیت‌های انجام شده، در نظر گرفتن هدف و نتیجه، پیدا کردن اشکالات و رفع آن‌را در شما تقویت می‌کند.

ساختمان کابل‌ها

کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آن‌هاست، یعنی نوع کارشان موجب می‌شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد.

(الف) سطح مقطع گرد

هادی کابل‌ها

هادی‌ها از سیم مسی و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند. سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود. در این‌جا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی و تعداد رشته به‌صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف) هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو دسته تک‌رشته (مفتولی) و چندرشته (افشان) تقسیم می‌شوند. برای مشخص کردن هادی‌های تک‌رشته از حرف اختصاری (e) و برای کابل‌های چندرشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.

ب) هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز در دو شکل گرد و مثلثی (سکتور) مطابق شکل ۲۴ـ۳ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و برای معرفی کابل‌های مثلثی حرف اختصاری (s) را به‌کار می‌برند.

(ب) سطح مقطع مثلثی

شکل ۲۴ـ۳ کابل‌های تک‌رشته و چندرشته.

عایق کابل‌ها

با توجه به این‌که کابل‌ها در زیرزمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند، نباید هیچ‌گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به‌عبارت دیگر باید ولتاژ روی بدنه عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به‌عنوان عایق استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن پی‌وی‌سی (PVC) است که به نام پروتودور شهرت دارد. شکل ۲۵ـ۳ 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.

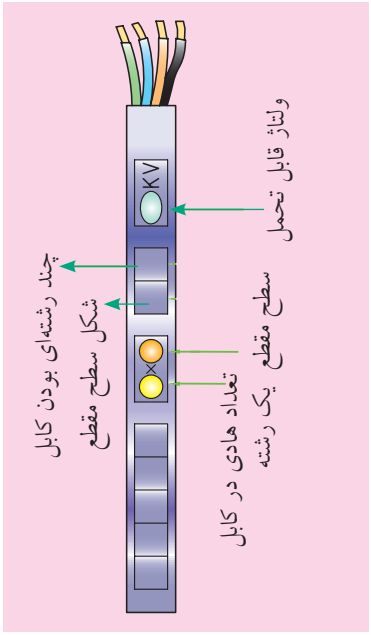
شکل ۲۵ـ۳ کابل با عایق پی‌وی‌سی.

چگونگی استخراج اطلاعات از روی کابل‌ها

روی بدنه کابل‌ها از یک سری حروف که نشان‌دهنده نوع عایق به‌کار رفته در کابل است و همچنین یک سری اعداد که نشانگر تعداد رشته و سطح مقطع هر رشته است (به همراه حروف اختصاری تعداد رشته و سطح مقطع، در کنار ولتاژ قابل تحمل عایق کابل)، استفاده می‌شود. از این اطلاعات می‌توان برای تشخیص زمینه کاربرد کابل‌ها بهره گرفت. با توجه به توضیحات فوق، ساختار کلی نوشتن اطلاعات روی کابل‌ها را می‌توان به‌صورت شکل ۲۶ـ۳ بیان کرد.

برای مثال کابلی که در شکل ۲۷ـ۳ نشان داده شده، دارای سه رشته سیم است که سطح مقطع هر رشته از سیم‌های آن ۲/۵ میلی‌متر مربع است. در ساخت این کابل از استاندارد ملی به شماره ۵۳ (۶۰۷) استفاده شده و این محصول ساخت ایران است.

برای بیان جنس هادی و عایق به‌کار رفته در کابل‌ها و همچنین برای توضیحات بیشتر، از حروف اختصاری استفاده می‌شود. در جدول ۳ ـ۳ به چند نمونه آن‌ها اشاره شده است.



شکل ۲۶ـ۳ استخراج اطلاعات از روی کابل.

شکل ۲۷ـ۳ یک نمونه کابل NYY.

جدول ۳ـ۳ توضیحات حروف اختصاری نوع کابل

حروف اختصاری	توضیحات
N	کابل‌های نرم شده بر اساس استاندارد VDE آلمان
Y (اولین Y در ردیف حروف)	عایق پروتودور(پی‌وی‌سی)
Y (دومین Y در ردیف حروف)	روپوش پروتوردور(پی‌وی‌سی)
A (نخستین حرف)	نوع هادی از جنس آلومینیم

مثال: کابل (NYY)

شکل ۲۸ـ۳

ایـــن نوع کابل برق، برای کابل‌کشـــی در محل‌هایی کـــه احتمال ضربه مکانیکی نباشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این نوع کابل‌ها از رشته‌های هادی مسی نرم‌شده‌ای (N) است که به‌وسیله پی‌وی‌سی عایق (Y) می‌شوند و همچنین جنس غلاف آن‌ها هم از جنس پی‌وی‌سی(Y) است.

مقطع هادی این نوع کابل‌ها گرد یا ســـه‌گوش اســـت. شکل ۲۸ ـ۳ این کابل را نشان می‌دهد.

تحقیق

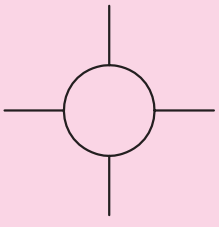
اطلاعات مربوط به کابل یک ماشـــین تراش یا فرز موجـــود در یـــک کارگاه ســـاخت و تولیـــد را از روی آن اســـتخراج کنید و نتیجـــه را بـــه هنرآموز و همکلاســـی‌های خـــود دهید.

۳ـ۴ سیم‌کشی

در سیم‌کشی، وسایل مختلفی به‌کار برده می‌شود که شناسایی هر یک، توانایی انتخـــاب و کاربـــرد آن‌ها را در کیفیـــت کار افزایش می‌دهـــد. در این‌جا اجزای ضروری مدار برای سیم‌کشی را تشریح می‌کنیم.

۱ـ ۴ـ ۳ جعبه تقسیم

در سیم‌کشی اغلب لازم است که از سیم‌ها انشعاب گرفته شود. به‌همین دلیل در مســـیر سیم‌ها جعبه‌ای به نام جعبه تقسیم قرار داده می‌شود. جعبه تقسیم در دو نوع روکار و توکار ســـاخته می‌شود. جعبه تقسیم در نقشه‌های الکتریکی مطابق شکل ۲۹ـ۳ نشان داده می‌شود.



(ب) علامت اختصاری

شکل ۲۹ـ۳ جعبه تقسیم.

۲ـ ۴ـ۳ پریزها

هرگاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیماً مورد استفاده قرار دهیم به وسیله‌ای نیاز داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی را توسط آن به دستگاه مورد نظر برسانیم. این اتصال توسط پریز انجام می‌شود. پریزها به دو دسته توکار و روکار، تقسیم می‌شوند.

(الف) تصویر ظاهری

(ب) علامت اختصاری

شکل ۳۰ ـ۳ پریز برق.

همان‌گونه که در فصل گذشته آموختیم برای حفاظت اشخاص و کاهش خطرات برق‌گرفتگی، از سیستم حفاظت توسط سیم زمین استفاده می‌شود. در سیستم حفاظت توسط سیم زمین، بدنه دستگاه‌ها به‌وسیله سیمی به زمین وصل می‌شوند و با این کار خطر برق‌گرفتگی در اثر تماس با بدنه دستگاه را از بین می‌برند. پریزهای برق با اتصال زمین دارای سه پیچ هستند که یکی از آن‌ها به اتصال سیم زمین مربوط است (شکل ۳۰ـ۳).

یادآوری

تمامی پریزها باید به هادی حفاظتی مجهز باشند. 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.

در شکل ۳۱ ـ۳ یک نمونه پریز سه‌فاز در کنار تابلوی برق دستگاه تراش نشان داده شده است.

شکل ۳۱ ـ۳ پریز سه‌فاز روی دستگاه تراش.

۳ـ ۴ـ۳ دوشاخه و سه‌شاخه

برای اتصال مصرف‌کننده‌های الکتریکی تک‌فاز و سه‌فاز به پریز برق از وسیله‌هایی به نام دوشاخه یا سه‌شاخه استفاده می‌کنند. دوشاخه دارای دو میله فلزی است که روی پایه‌ای پلاستیکی نصب می‌شود و دو سر سیم را به آن وصل می‌کنند. همچنین کارخانه‌های سازنده وسایل الکتریکی تماسی از بدنه فلزی دستگاه‌ها به سیم اتصال بدنه برقرار کرده و آن‌را به دوشاخه آن وسایل متصل می‌کنند. به‌همین خاطر این‌گونه دوشاخه‌ها دارای زائده فلزی هستند که از طریق پریز، سیم زمین را با دستگاه مرتبط می‌سازند. در شکل ۳۲ ـ۳ یک نمونه دوشاخه و چندشاخه را مشاهده می‌کنید.

(الف) دوشاخه

(ب) سه‌شاخه

(ج) سه‌شاخه با یک شاخک اضافی برای سیم ارت

شکل ۳۲ ـ۳ دوشاخه و سه‌شاخه.

ایمنی

هنگام بیرون کشیدن دوشاخه از پریز، نخست دستگاه را خاموش کنید. سپس دست چپ را دو طرف پریز قرار داده، با دست دیگر قسمت سخت دوشاخه را بگیرید و آن‌را از پریز برق جدا کنید شکل ۳۳ ـ۳ (از کشیدن سیم جداً خودداری کنید).

شکل ۳۳ ـ۳ روش درست بیرون کشیدن دوشاخه

ایمنی

به‌علت سیم‌کشی نادرست یا وجود سیم‌های بدون روکش همه‌ساله افراد زیادی در معرض خطر برق‌گرفتگی قرار می‌گیرند.

۴ـ ۴ـ۳ سرپیچ

سرپیچ وسیله‌ای است که لامپ را درون 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 ۳۴ـ۳ چند نمونه سرپیچ آویز و دیواری را مشاهده می‌کنید. جنس سرپیچ‌ها از پلاستیک یا چینی است. بعضی از آن‌ها مانند پیچ و مهره ساخته شده‌اند که به هم اتصال پیدا می‌کنند. در موقع بستن لامپ به سرپیچ باید دقت کرد که دو کنتاکت سرپیچ به هم اتصال نداشته باشند.

(الف) دیواری

(ب) آویز

(ج) دیواری حباب‌دار

شکل ۳۴ـ۳ انواع سرپیچ.

ایمنی

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

۵ـ ۴ـ ۳ لامپ‌ها

لامپ وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند و برای ایجاد روشنایی به‌کار می‌رود. اولین لامپ روشنایی (رشته‌ای) در سال ۱۸۷۹ توسط توماس ادیسون اختراع شد و بعدها راه تکامل را پیمود.

تاکنون پس از گذشت بیش از ۱۳۰ سال، لامپ‌ها در انواع مختلفی؛ از قبیل لامپ‌های رشته‌ای، لامپ فلورسنت و لامپ متال هالید یا سدیمی و لامپ‌های نئون ساخته شده‌اند. شکل ۳۵ ـ۳ تصاویری از نمونه‌های مختلف لامپ‌ها را نشان می‌دهد.

متال هالید

فلورسنت فشرده
(کم‌مصرف)

فلورسنت (مهتابی)

هالوژن

رشته‌ای

سدیمی

LED

شکل ۳۵ـ۳ انواع لامپ‌ها.

◄ لامپ فلورسنت فشرده[1] (کم‌مصرف)

لامپ کم‌مصرف خود نوعی لامپ فلورسنت است. در سال‌های اخیر به‌دلیل توجه بیشتر به مصرف بهینه انرژی الکتریکی و همچنین از آن‌جایی که روشنایی بخش عمده‌ای از مصرف برق را شامل می‌شود و همچنین به‌دلیل تلفات نود درصدی لامپ‌های رشته‌ای، به‌کارگیری لامپ‌های کم مصرف افزایش چشم‌گیری پیدا کرده است. جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌های کم‌مصرف به‌طور متوسط هزینه برق را به یک‌سوم کاهش می‌دهد.

آیا می‌دانید

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

1.Compact Floursent Lamp (C.F.L)

لامپ کم‌مصرف بسته به توان مصرفی و رده برچسب راندمان انرژی، از یک چهارم تا یک ششم یک لامپ رشته‌ای با نور معادل، انرژی الکتریکی مصرف می‌کند. شکل ۳۶ـ۳ یک لامپ کم‌مصرف را نشان می‌دهد.

شکل ۳۶ـ۳ لامپ فلورسنت فشرده.
(کم مصرف)

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 که مدت زمان روشن و خاموش بودن آن‌ها کوتاه و تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها زیاد است، مناسب هستند.

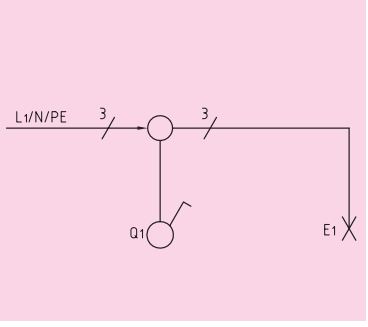
۳ـ۵ نقشه مدارهای الکتریکی

مدارهای الکتریکی را به‌صورت‌های مختلفی رسم می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها نقشه «فنی» و «حقیقی» به شرح زیر هستند:

۱ـ ۳ـ۵ نقشه فنی (نقشه تک‌خطی مدار)

نقشه فنی، نمای ساده یک خطی است که علاوه بر نمایش تعداد و نوع تجهیزات به‌کار رفته، ارتباط و اتصال قسمت‌های اصلی مدار را نشان می‌دهد. نقشه فنی لوله‌های سیم‌کشی رابط بین اجزای مدار را نشان می‌دهد و تعداد سیم‌هایی را که از داخل لوله می‌گذرد، مشخص می‌کند.

تعداد سیم‌ها به‌وسیله رسم خطوط کوتاه مایل روی قسمت‌های مختلف مشخص می‌شود. اگر تعداد سیم‌های موازی سه یا بیشتر شود، می‌توان تعداد سیم‌ها را با عدد نشان داد (شکل ۳۷ـ۳).



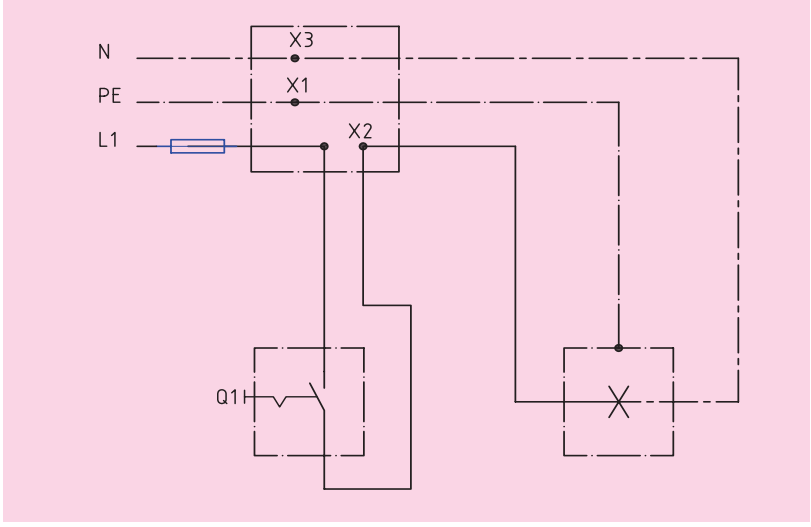
شکل ۳۷ـ۳ نقشه فنی (تک‌خطی).

آیا می‌دانید

یک لامپ کم‌مصرف در طول زمان کارکرد خود با صرفه‌جویی در مصرف برق حدوداً ۱۰ برابر هزینه خرید خود را جبران می‌کند.

۲ـ ۵ـ ۳ نقشه حقیقی

نقشه حقیقی، نقشه عملی است و برای نشان دادن طریقه اتصال تمامی سیم‌های رابط از منبـع تغذیه به کلیدها و مصرف‌کننده‌ها و تا حدودی محل واقعی قرار گرفتن اجزای مدار به‌کار می‌رود (شکل ۳۸ـ۳).



شکل ۳۸ـ۳ نقشه حقیقی.

علائم الکتریکی

برای این که علائم نقشه‌ها در تمام نقاط دنیا یکنواخت باشند و مفهوم واحدی را به نقشـه‌خوان برسانند باید نقشه با علائم الکتریکی مورد قبول تمام کشورها ترسیم شود و تمام برق‌کاران نیز با این علائم آشنا شوند تا با مشاهده یک نقشه بتوانند نقشـه را اجرا کنند. درجدول ۴ـ۳ علائم الکتریکی منطبق بر اسـتاندارد IEC آمده است. هر برق‌کاری باید اطلاعات کافی از جداول داشته باشد.

جدول ۴ـ۳ علایم اختصاری الکتریکی

	علامت اختصاری		علامت اختصاری
سیم فاز		کلید دو پل	
سیم نول		کلید تبدیل	
سیم محافظ (سیم ارت)		اتصال به زمین	
لامپ و چراغ		جعبه تقسیم	
لامپ فلورسنت		سیم‌کشی روکار	
پریز		سیم‌کشی توکار	
کلید یک‌پل		فیوز	

۶ ـ ۳ انواع سیم‌کشی

سیم‌کشی به دو صورت روکار و توکار انجام می‌گیرد:

۱ـ ۶ ـ۳ سیم‌کشی روکار

معمولاً در سیم‌کشی روکار سیم‌ها را از روی سطح تمام‌شده کار به‌صورت آزاد یا در داخل لوله یا داکت عبور می‌دهند. در این روش تمامی سیم‌ها و لوله‌ها در معرض دید هستند و به‌همین دلیل عیب‌یابی در این نوع سیم‌کشی آسان است. شکل ۳۹ـ۳ تصویر دو نمونه اجرای سیم‌کشی روکار توسط داکت و لوله را نشان می‌دهد.

(الف) سیم کشی داخل لوله

(ب) سیم کشی داخل داکت

شکل ۳۹ـ۳ سیم کشی روکار.

۲ـ ۶ ـ۳ سیم‌کشی توکار

در این نوع سیم‌کشی باید سیم را از داخل دیوار یا سقف یا کف عبور داد. برای این منظور لوله‌های مخصوصی را قبل از گچ کاری دیوارها یا سقف وکف‌پوش مطابق نقشه کار می‌گذارند و سیم‌ها را از درون آن‌ها عبور می‌دهند.

۷ـ ۳ مدار الکتریکی

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 مذکور در مسیر رفت قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر کلید در مسیر رفت بین منبع تغذیه و مصرف‌کننده واقع می‌گردد.

شکل ۴۰ـ۳ سیم‌کشی.

ایمنی

انجام سیم‌کشی‌های روکار با استفاده از سیم‌های چندلا (مانند بندهای لاستیکی) و بست‌های میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.

۸ ـ ۳ کلیدها

ایمنی

۱. از به‌کارگیری سیم‌های پوسیده یا سیم‌هایی که از چند نقطه به هم اتصال داده شده‌اند، خودداری کنید، زیرا سیم حالت عایق خود را از دست داده و خطر آتش‌سوزی و برق‌گرفتگی را به‌همراه دارد.

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

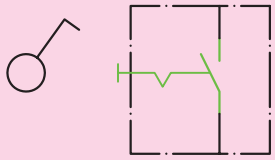
کلید در مدار، وظیفه قطع و وصل جریان الکتریکی را به‌عهده دارد. برای متوقف کردن جریان، باید دست‌کم یکی از سیم‌های حامل جریان الکتریکی قطع شود، یعنی مدار الکتریکی باز شود. برای به‌کار انداختن مجدد دستگاه نیز باید مسیر قطع شده به حالت اول برگردد، یعنی مدار بسته شود. وسیله‌ای که عمل قطع و وصل را در مدار انجام می‌دهد کلید نام دارد. کلیدها متناسب با نوع عملکرد در مدار به انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند.

کلید یک پل

این کلید دارای یک پل ــ به‌عبارت دیگر یک دکمه ــ برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان است. دکمه قطع و وصل ممکن است به‌صورت فشاری، بالا و پایین یا دوار باشد. محفظه و سایر قسمت‌های عایق این کلید از جنس پلاستیک است که می‌تواند ولتاژ معینی را تحمل کند. کلید یک‌پل در دو نوع توکار و روکار ساخته می‌شود. تصویر ظاهری و علائم اختصاری این کلید در شکل ۳ـ۴۱ نشان داده شده است.

(الف) روکار

(ب) توکار



(ج) شمای حقیقی و فنی

شکل ۳ـ۴۱ کلید یک پل.

کار عملی ۲

(۲ ساعت)

هدف: بستن مدار الکتریکی کلید یک‌پل

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
سیم رشته‌ای	۱/۵ میلی‌متر مربع	سرپیچ	متناسب با لامپ (دیواری)
کلید	یک‌پل	لامپ	رشته‌ای ۴۰ وات
جعبه‌تقسیم	پلاستیکی	سیم‌چین	
پیچ‌گوشتی	دوسو	فازمتر	
انبردست			

روش اتصال

در این مدار ابتدا سیم فاز به کنتاکت ته فیوز وصل می‌شود و سپس از کنتاکت سرفیوز به جعبه تقسیم می‌رود. سیم فاز از جعبه تقسیم به یکی از ترمینال‌های کلید یک پل وصل می‌شود. از ترمینال دوم کلید یک پل، سیم برگشت به یکی از ترمینال‌های سرپیچ وصل می‌شود، آن‌گاه سیم نول به ترمینال بدنه سرپیچ متصل می‌گردد. شکل ۴۲ـ۳ شمای فنی و حقیقی این مدار را نشان می‌دهد.

مراحل انجام کار

۱. مدار الکتریکی کلید یک‌پل را با رعایت نکات ایمنی سیم‌کشی کنید.

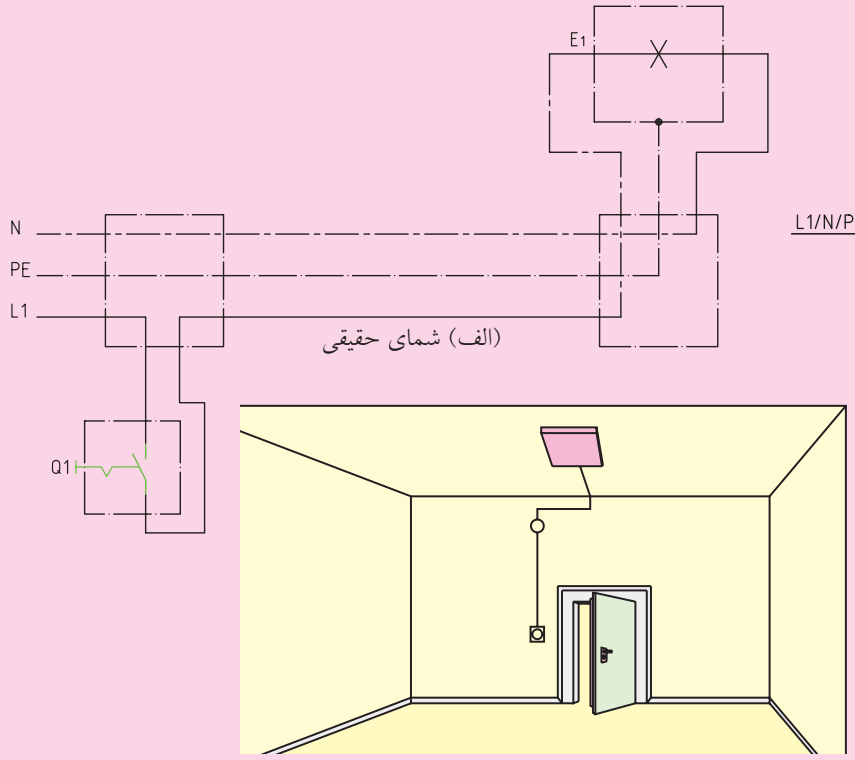
۲. با نظارت مربی، سلامت مدار را آزمایش کنید.

۳. توسط دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ منبع تغذیه و همچنین ولتاژ و جریان مصرف‌کننده را اندازه‌گیری کنید.

۴. مدار را از شبکه برق جدا کنید.

۵. طرز کار مدار را شرح دهید.

۶. گزارش کار خود را در دفتر گزارش کار یادداشت کنید.



از ایـــن مدار برای قطع و وصل وســایل الکتریکـــی و روشـــن و خامـــوش کـــردن لامپ‌ها در اتاق‌هـــای کوچک یـــا انباری‌ها استفاده می‌شود.

(ج) تصویر واقعی سیم‌کشی

شکل ۴۲ـ۳ مدار الکتریکی کلید یک پل.

عیب‌یابی و رفع عیب

عیب

در یـــک مـــدار کلید یک‌پل بـــا یک پریز، فیوز به‌طور مداوم عمـــل می‌کند و امکان وصل مجدد وجود نـــدارد. به پریز یک مصرف‌کننده (وسیله برقی) با سیم متحرک وصل شده است.

رفع عیب

۱. مدار را از شبکه برق جدا کنید.

۲. هر دو قسمت مدار را با یک اهم‌متر به منظور وجود یا عدم وجود ارتباط آزمایش کنید.

۳. تمام قسمت‌های معیوب و اتصالات مربوط و وسایل را آزمایش کنید.

۴. عیب را از بین ببرید.

۵. دوباره تمام بخش‌های مختلف مدار را به هم وصل کرده و آماده سازید.

۶. تمام قسمت‌های سیستم را بار دیگر آزمایش کرده و مدار را دوباره به‌کار بگیرید.

۷ روش عیب‌یابی و مراحل آن‌را به همراه نتایج مربوط در دفتر گزارش‌کار بنویسید

ایمنی

سوختن (عمل کردن) فیوز در مدارهای الکتریکی نشانه وجود اتصال کوتاه در آن مدار یا مصرف‌کننده‌های مربوط به آن مدار است..

ارزشیابی پایانی

۱. ابزار و وسایل سیم‌کشی را نام ببرید.
۲. هادی کابل‌ها را شرح دهید.
۳. ساختمان سیم‌ها را توضیح دهید، و انواع آن‌را نام ببرید.
۴. انواع اتصالات سیم‌ها را توضیح دهید.
۵. کابل را تعریف کنید و ساختمان آن‌را توضیح دهید.
۶. انواع لامپ‌ها را نام ببرید. در انتخاب لامپ چه عواملی تأثیرگذار است؟
۷. انواع نقشه‌ها را نام ببرید.
۸. انواع سیم‌کشی را توضیح دهید.
۹. نقشـــه حقیقی و فنی مدارهای الکتریکی کلید یک پل را ترســـیم کنید.

فصل چهارم: ماشین‌های الکتریکی

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ مغناطیس و میدان مغناطیسی را تعریف کند.

ـ ترانسفورماتور را تعریف کند.

ـ ساختمان و اساس کار ترانسفورماتورهای تک‌فاز را شرح دهد.

ـ ترانسفورماتور کاهنده و افزاینده را توضیح دهد.

ـ نمونه‌های کاربردی ترانسفورماتور در ماشین‌های ابزار را نام ببرد.

ـ ماشین‌های الکتریکی را تعریف کند.

ـ انواع ماشین‌های الکتریکی را نام ببرد.

ـ انواع موتورهای سه‌فاز را نام ببرد.

ـ نمونه‌های کاربردی موتورهای الکتریکی سه فاز را در ماشین‌های افزار نام ببرد.

ـ خصوصیات ساختمان داخلی و طرز کار موتورهای آسنکرون (القایی) را شرح دهد.

ـ روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه‌ی سه‌فاز را توضیح دهد.

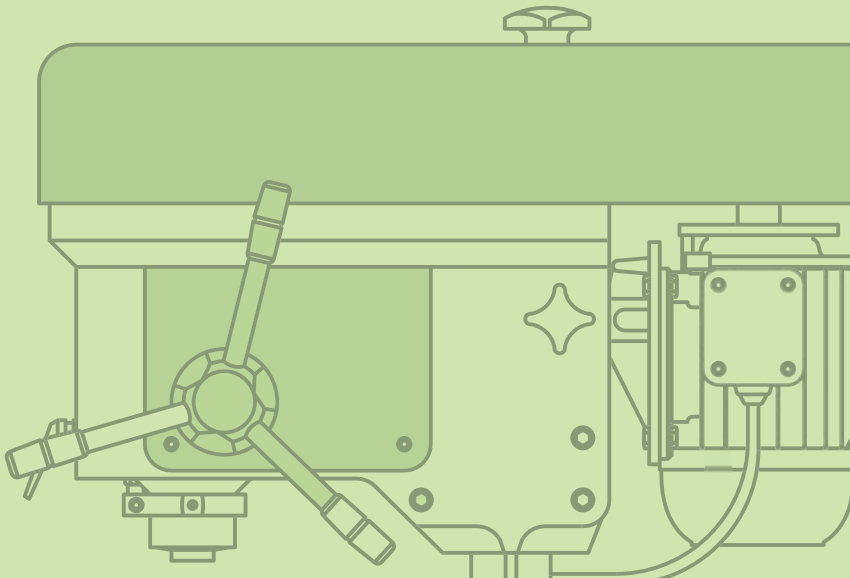
ـ اطلاعات پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز ماشین‌های افزار را استخراج کند و هر یک را توضیح دهد.

ـ نمونه‌های کاربردی موتورهای الکتریکی تک‌فاز را در ماشین‌های افزار نام ببرد.

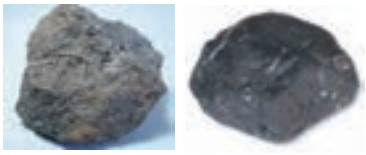
ـ چگونگی راه‌اندازی انواع موتورهای تک‌فاز را شرح دهد.

ـ اطلاعات پلاک مشخصات الکتروموتورهای تک‌فاز ماشین‌های افزار را استخراج کند و هر یک را تشریح کند.

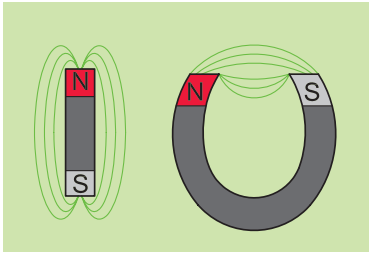
ـ نکات ایمنی را در باز و بسته کردن موتورهای الکتریکی رعایت کند.



۱ـ۴ مغناطیس

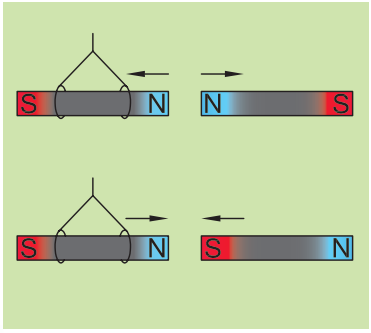


به خاصیت مغناطیسی که در اطراف یک آهن‌ربای دائمی وجود دارد و بر اجسام مغناطیسی دیگر اثر می‌گذارد، **مغناطیس طبیعی** گویند (شکل ۱ـ۴). مغناطیس از جمله مباحثی است که در موتورهای الکتریکی کاربرد دارد.



شکل ۱ـ۴ مغناطیس طبیعی.

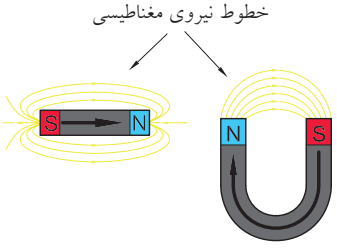
برای تشخیص قطب‌های یک آهن‌ربا باید هر یک از قطب‌های آن‌را به ترتیب به قطب‌های مشخص یک آهن‌ربای آویخته شده، نزدیک کنید. دو قطبی که همدیگر را دفع می‌کنند «همنام» و دو قطبی که یکدیگر را جذب می‌کنند «غیر همنام» هستند (شکل ۲ـ۴).



شکل ۲ـ۴ جذب و دفع قطب‌های آهن‌رباها.

خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی

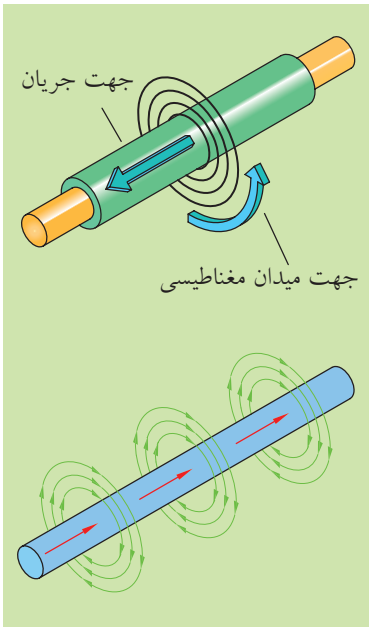
یک آهن‌ربا می‌تواند بدون این‌که با یک قطعه آهن تماس داشته باشد، آن‌را جذب کند و تا فاصله مشخصی روی آهن‌ربای دیگر اثر کند. دلیل این‌که یک آهن‌ربا از فاصله‌های کم به آهن‌ربای دیگر نیرو وارد می‌کند، وجود «میدان مغناطیسی» در اطراف آن است. پس می‌توان میدان مغناطیسی را به‌صورت زیر تعریف کرد:



شکل ۳ـ۴ خطوط نیروی مغناطیسی.

فضایی از اطراف جسم مغناطیسی که می‌تواند روی اجسام مغناطیسی دیگر اثر بگذارد، «میدان مغناطیسی» می‌گویند. میدان مغناطیسی را می‌توان با خطوطی به‌نام «خطوط نیروی میدان مغناطیسی» نشان داد. میدان مغناطیسی عبارت است از تمامی خطوط نیروی مغناطیسی که از آهن‌ربا خارج می‌شود. جهت این خطوط از قطب N به‌سمت قطب S است (شکل ۳ـ۴).

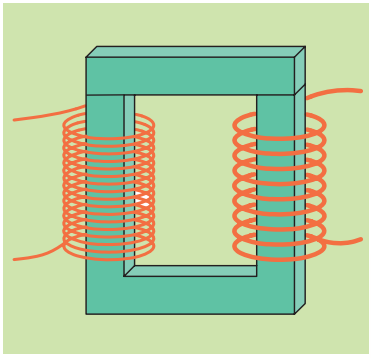
با عبور جریان الکتریکی از داخل یک سیم، خاصیت مغناطیسی در اطراف آن سیم پدید می‌آید که به آن «خاصیت الکترومغناطیسی» می‌گویند (شکل ۴ـ۴). هرگاه یک سیم صاف را مطابق شکل ۴ـ۵ به‌صورت چند حلقه (سیم‌پیچ) درآوریم، میدان مغناطیسی به‌وجود آمده در اطراف حلقه‌ها با هم جمع می‌شوند و میدان مغناطیسی قوی‌تری پدید می‌آید.



شکل ۴ـ۴ خاصیت مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان.

کاربرد مغناطیس

یکی از کاربردهای میدان مغناطیسی در ماشین‌های فرز است. همان‌طور که می‌دانید پس از پایان یافتن عملیات فرزکاری و خاموش کردن دستگاه، موتور الکتریکی آن باید به سرعت متوقف شود و حتی یک دور هم نباید بچرخد و یا به‌عبارتی باید ترمز شود. نوع ترمز این موتور، مغناطیسی است که به آن مگنت می‌گویند. پس از عمل کردن مگنت، لنتی بر روی محور موتور قرار می‌گیرد و آن‌را به سرعت متوقف می‌سازد.

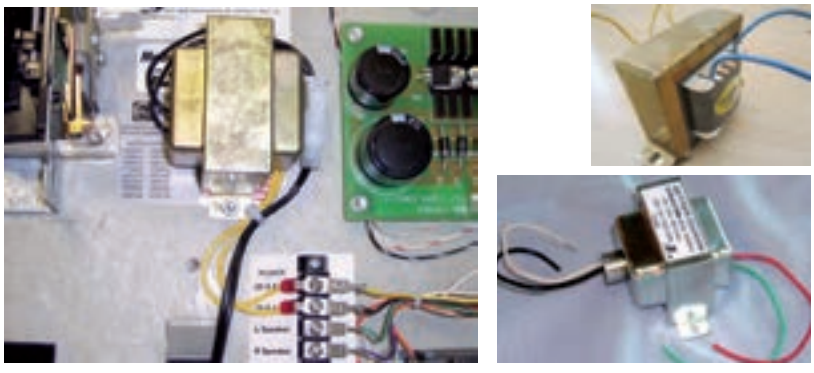


شکل ۵ـ۴ سیم‌پیچ و میدان مغناطیسی اطراف آن.

۲ـ ۴ ترانسفورماتور تک‌فاز

ترانسفورماتور، یک مبدل (تبدیل‌کننده) ولتاژ است که بر اساس میدان مغناطیسی کار می‌کند و از آن در شبکه‌ها و وسایل الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود.

ترانسفورماتور در نوع انرژی الکتریکی تغییری ایجاد نمی‌کند و فقط انرژی الکتریکی را با مقادیر ولتاژ و جریانی مشخص دریافت می‌کند و آن‌را با مقادیر ولتاژ و جریانی دیگر تحویل می‌دهد. چندنمونه ترانسفورماتور را در شکل ۶ـ۴ رؤیت می‌کنید.

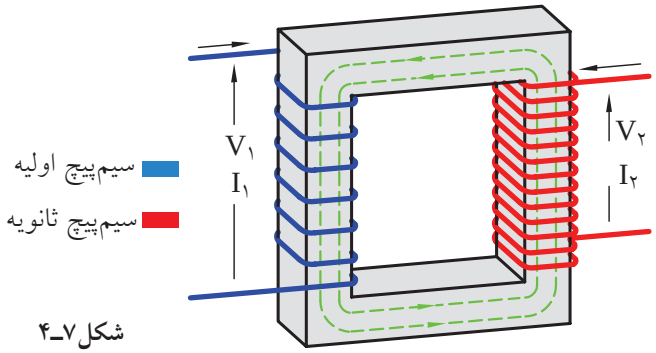


شکل ۶ـ۴

۱ـ ۲ـ ۴ ساختمان ترانسفورماتور

ترانسفورماتور از یک هسته آهنی تشکیل می‌شود که روی آن دو سیم‌پیچ قرار دارد. این دو سیم‌پیچ نسبت به یکدیگر و نسبت به هسته آهنی عایق هستند، یعنی هیچ ارتباط الکتریکی بین آن‌ها برقرار نیست. سیم‌پیچی که به منبع ولتاژ متصل می‌شود «سیم‌پیچ اولیه» نام دارد.

این سیم‌پیچ انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_1 و جریان I_1 دریافت می‌کند. سیم‌پیچی که به مصرف‌کننده متصل می‌شود «سیم‌پیچ ثانویه» نامیده می‌شود. این سیم‌پیچ انرژی الکتریکی را تحت ولتاژ V_2 و جریان I_2 به مصرف‌کننده ارایه می‌کند. (شکل ۷ـ۴)



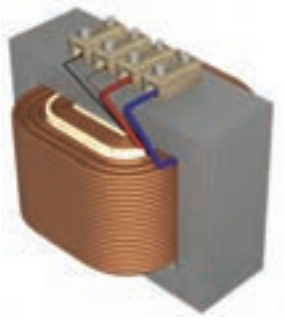
شکل ۷ـ۴

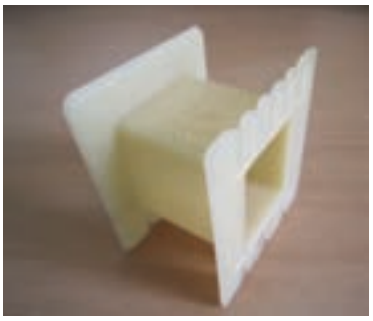
سیم‌پیچ ترانسفورماتور

سیم‌پیچی ترانسفورماتور معمولاً از جنس مس پیچیده می‌شود. سطح مقطع سیم‌های ترانس متناسب با جریان مورد نیاز مصرف‌کننده، محاسبه می‌شود.

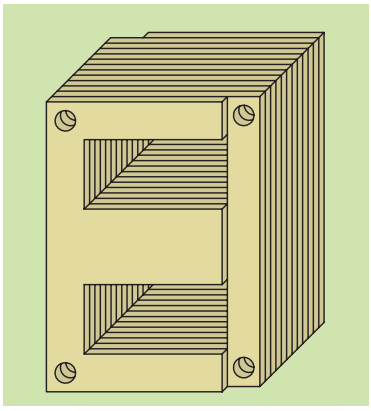
سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتورهای کوچک را به‌طور معمول روی قرقره‌های پلاستیکی (ترموپلاست) می‌پیچند و در آن از سیم‌های لاکی با مقطع گرد استفاده می‌شود. تعداد دور سیم‌پیچ‌ها را با حرف N نشان می‌دهند.

شکل ۸ـ۴ نمونه‌هایی از قرقره‌های خالی و سیم‌پیچی شده را نشان می‌دهد.





شکل ۸ـ۴



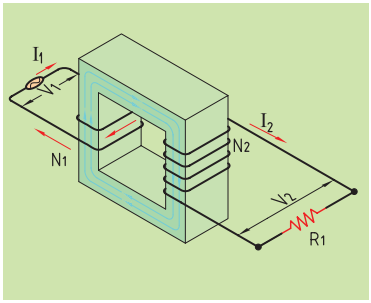
هسته ترانسفورماتور

جنس هسته ترانسفورماتور از آهن است که در شکل‌های مختلف ساخته می‌شوند. برای کاهش تلفات در ترانسفورماتورها هسته ترانسفورماتور را از مجموع چند ورق می‌سازند. ورق‌هایی که شکل EI دارند، از جمله ورق‌های پرکاربرد در زمینه ترانسفورماتورها هستند. در شکل ۹ـ۴ هسته ترانس و چند نمونه از ورق‌های گوناگون نشان داده شده است.

شکل ۹ـ۴

۲ـ ۲ـ ۴ اساس کار ترانسفورماتور

اساس کار ترانسفورماتور بر مبنای اثر میدان‌های مغناطیسی (القای متقابل) بین سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه است. هرگاه سیم‌پیچ اولیه ترانسفورماتوری را مطابق شکل ۱۰ـ۴ به یک منبع ولتاژ متناوب با ولتاژ V_1 وصل کنیم، جریانی از آن عبور کرده و در فضای اطراف سیم‌پیچ اولیه میدان مغناطیسی تولید می‌کند که این میدان پس از عبور از هسته ترانس سیم‌پیچ‌های ثانویه را قطع کرده و باعث القای ولتاژ V_2 در آن می‌شود. هرگاه در ثانویه ترانسفورماتور مصرف‌کننده (بار) قرار گیرد به‌علت انسداد مسیر جاری، در نتیجه جریان I_2 در آن جاری می‌گردد.



شکل ۱۰ـ۴

در یک ترانسفورماتور ایده‌آل رابطه زیر همواره صادق است، که به آن رابطه اساسی ترانسفورماتور می‌گویند.

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

کمیت‌های به‌کار رفته در این رابطه عبارت‌اند از:

V_1ـ ولتاژ منبع تغذیه　　V_1ـ ولتاژ دو سر مصرف‌کننده

N_1 ـ تعداد حلقه‌های اولیه　　N_1 ـ تعداد حلقه‌های ثانویه

I_1– جریان سیم‌پیچ اولیه　　I_1 ـ جریان سیم‌پیچ ثانویه

سطح مقطع سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور نشان‌دهنده مقدار جریان قابل تحمل آن‌هاست. هرچه سطح مقطع سیم‌پیچ بزرگ‌تر باشد، قابلیت عبور جریان بیشتری را دارد و بدیهی است سیم‌پیچی با سطح مقطع سیم کوچک‌تر تحمل جریان عبوری کم‌تری را دارد.

۳ـ ۲ـ ۴ انواع ترانسفورماتورها

ترانسفورماتورها را از نظر مقدار ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ ورودی به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:

الف) ترانسفورماتور کاهنده

ب) ترانسفورماتور افزاینده

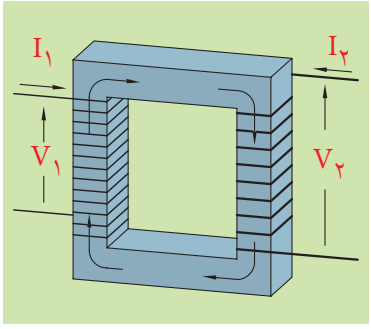
◄ ترانسفورماتور کاهنده

ترانسفورماتور کاهنده به ترانسفورماتوری گفته می‌شود که ولتاژ ثانویه آن کم‌تر از اولیه است، یعنی: $V_2<V_1$

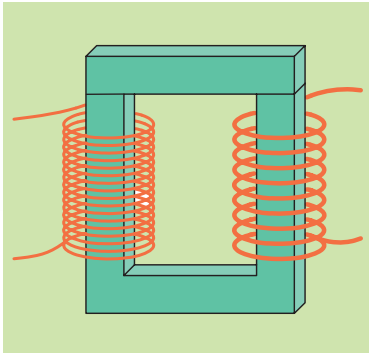
بر پایه این تعریف می‌توان نتیجه گرفت که در ترانسفورماتورکاهنده تعداد دور سیم پیچ‌های ثانویه کم‌تر از سیم‌پیچ‌های اولیه است. یعنی: $N_2<N_1$

شکل ۱۱ـ۴ تصاویری از ترانسفورماتور کاهنده را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، سمتی که ولتاژ بیشتری دارد (اولیه) دارای تعداد دور سیم‌پیچ بیشتری است.

معمولاً از این ترانسفورماتورها زمانی استفاده می‌شود که ولتاژ کار مصرف‌کننده کمتر از ولتاژ منبع تغذیه باشد، مانند ترانسفورماتورهایی که در لوازم خانگی مانند رادیو، ضبط و غیره به‌کار می‌روند. در آداپتورها نیز از این نوع ترانسفورماتور استفاده می‌شود.



(الف)



(ب)

شکل ۱۱ـ۴ سیم‌پیچ و میدان مغناطیسی اطراف آن.

شکل۱۲ـ۴

کاربردهای ترانسفورماتور کاهنده

یکی از کاربردهای ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ، در دستگاه جوش‌کاری است. ترانسفورماتور جوش‌کاری ولتاژ ۲۲۰ ولت را به ولتاژی بین ..... و ..... تبدیل می‌کند. دو سر سیم‌پیچ ولتاژ بالای این ترانسفورماتور (سیم پیچ اولیه) به ولتاژ ۲۲۰ ولت متصل می شود. هنگام جوش‌کاری نیز یک سر سیم‌پیچ ثانویه توسط سیم‌جوشی که به انبرک متصل است به قطعه‌کار که به سر دیگر سیم‌پیچ متصل شده، وصل می‌شود در این حالت (حالت اتصال کوتاه) جریان بسیار شدیدی از مسیر سیم پیچ، سیم‌جوش و قطعه‌کار می‌گذرد و باعث ذوب‌شدن مواد سیم‌جوش روی قطعه کار می‌شود. در شکل ۱۲ـ۴ نمای ظاهری و ساختمان داخلی یک نمونه دستگاه جوش‌کاری را مشاهده می‌کنید.

شکل۱۳ـ۴ ترانسفورماتور در تابلوی برق دستگاه تراش.

کاربرد دیگر ترانسفورماتور در کاهش ولتاژ در تابلوی برق ماشین‌های تراش و فرز است. ولتاژ برق بخش کنترلی دستگاه (که در فصل بعد با آن آشنا می‌شوید) یعنی مدارهای فرمان را توسط ترانسفورماتور از مقدار ۲۲۰ ولت به ۲۴ ولت کاهش می‌دهند. نمونه‌ای از این ترانس را در تابلوی برق دستگاه تراش و فرز در شکل۱۳ـ۴ مشاهده می‌کنید.

یکی دیگر از کاربردهای ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ در دستگاه نقطه‌جوش است که در دروس دیگر به‌طور کامل با آن آشنا می‌شوید.

تغییر شدت جریان (آمپر) در دستگاه نقطه‌جوش چگونه انجام می‌شود؟

شکل۱۴ـ۴ دستگاه نقطه جوش.

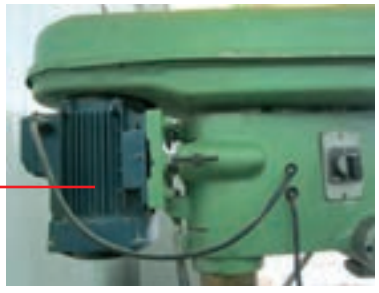
کاربرد دیگر میدان مغناطیسی در سیم‌پیچ‌ها مربوط به الکتروموتورهاست که در ماشـین‌های ابزار کاربرد فراوان دارد. شکل‌های ۱۵ـ۴ و ۱۶ـ۴ سیم‌پیچ‌های یک موتور الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵ـ۴

شکل ۱۶ـ۴ سیم‌پیچ‌های یک موتور الکتریکی .

۳ـ ۴ موتورهای الکتریکی

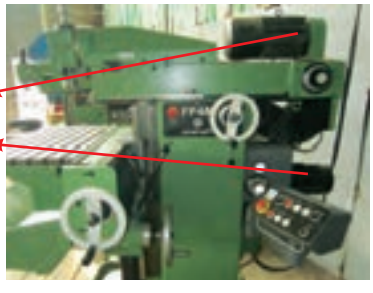
موتورهای الکتریکی می‌توانند برای راه‌اندازی انواع و اقسام وسایل به‌کار روند. امروزه ماشین‌های تراش، فرز، اره‌لنگ، سنگ سنباده، دریل‌ها و کمپرسورهای باد به موتورهای الکتریکی مجهز هستند، به‌طوری که می‌توان گفت امروزه در بیشتر ماشین‌های ابزار از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. به همین جهت داشتن اطلاعات کافی در زمینه اصول کار، ساختمان داخلی و طرز کار موتورها برای ما امری ضروری است. آشنایی بـا چنین مواردی ما را در رفع عیب‌های سـاده، تعویض قطعات یا انتخاب موتور مناسـب با کار مورد نظر در ماشین‌های ابزار یاری می‌کند. شکل ۱۷ـ۴ چند نمونه موتور الکتریکی که در ماشین‌های ابزار به‌کار می‌رود را نشان می‌دهد. مزایای استفاده روز افزون از موتورهای الکتریکی نسـبت به سیسـتم‌های مکانیکی عبارت‌اند از: قیمت ارزان‌تر ـ راه‌اندازی کم هزینه ـ کاربرد آسـان ـ سر و صدا و حجم کم ـ تأثیر کم سـرما و گرمای محیط بر آن‌ها ـ جلوگیری از آلودگی هوا ـ امکان قرار گرفتن در وضعیت‌های مختلف ـ سرویس و نگهداری آسان



موتور الکتریکی در دریل ستونی

الکتروپمپ آب صابون در دستگاه تراش

الکتروموتور اصلی دستگاه تراش



دو موتور الکتریکی در ماشین فرز

موتور الکتریکی در اره لنگ

موتور الکتریکی پیش‌برنده سوپورت در دستگاه تراش

شکل ۱۷ـ۴ نمونه‌هایی از کاربرد موتورهای الکتریکی در ماشین‌های ابزار.

۱ـ ۳ـ ۴ انواع موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان مصرفی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

موتورهای جریان متناوب (AC)

موتورهای جریان مستقیم (DC)

بیشتر موتورهایی که در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع موتورهای با جریان متناوب (AC) هستند. یعنی با برق جریان متناوب کار می‌کنند. موتورهای جریان متناوب خود به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند:

◄ **موتورهای سنکرون**

موتورهایی هستند که در همه شرایط، سرعت ثابتی دارند.

◄ **موتورهای آسنکرون**

وقتی این موتورها زیر بار قرار می‌گیرند کمی سرعت‌شان افت می‌کند.

از آن‌جایی که موتورهای سنکرون در ماشین‌های ابزار به‌کار نمی‌روند از توضیح آن خودداری می‌کنیم و به موتورهای آسنکرون می‌پردازیم. موتورهای جریان متناوب آسنکرون به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱. **موتورهای سه‌فاز**

۲. **موتورهای تک‌فاز**

موتورهای تک‌فاز از برق تک‌فاز و موتور سه فاز از برق سه فاز تغذیه می‌کند. در شکل ۱۸ـ۴ نمونه‌هایی از موتورهای سه‌فاز و تک‌فاز AC را مشاهده می‌کنید.

(الف) موتور تک‌فاز

(ب) موتور سه فاز

شکل ۱۸ـ۴ موتورهای AC.

◄ **ساختمان موتور آسنکرون**

ساختمان این موتورها از دو قسمت اصلی استاتور و روتور تشکیل شده است. در شکل ۱۹ـ۴ تصویر واقعی استاتور و روتور موتور آسنکرون را مشاهده می‌کنید.

(الف) روتور

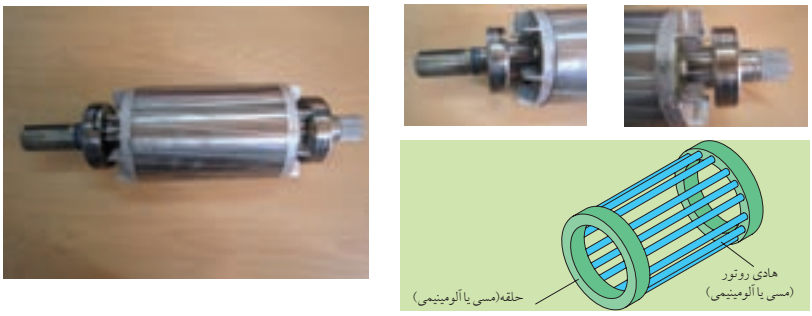
(ب) استاتور

شکل ۱۹ـ۴ استاتور و روتور موتور آسنکرون.

الف) استاتور (ساکن): استاتور عبارت از استوانه‌ای تو خالی است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده است. در درون این استوانه شیارهایی تعبیه شده که سیم‌پیچ‌ها داخل آن قرار می‌گیرند. (شکل ۲۰ـ۴)

ب) روتور (گردنده): روتور عبارت از استوانه‌ای تو پر است که از کنار هم قرار گرفتن ورقه‌های آهنی نازک که نسبت به هم عایق هستند، ساخته شده است و روی محوری قرار گرفته است. در درون این استوانه تو پر شیارهایی تعبیه شده که هادی‌های روتور در آن قرار می‌گیرند.

هادی‌های روتور به‌صورت میله‌هایی هستند که از هر دو طرف به دو حلقه انتهایی، متصل شده‌اند. چون شکل به‌دست آمده برای این روتور، شبیه یک قفس فلزی است (شکل ۲۱ـ۴) به‌همین دلیل این‌گونه موتورهای القایی را «روتور قفسی» می‌گویند. در حدود ۹۵٪ از موتورهای الکتریکی جریان متناوب از نوع روتور قفسی هستند.



شکل ۲۱ـ۴ روتور.

نماهای برش خورده یک موتور سه فاز آسنکرون در شکل ۲۲ـ۴ نشان داده شده است

شکل ۲۲-۴ نماهای برش خورده موتور آسنکرون سه فاز.

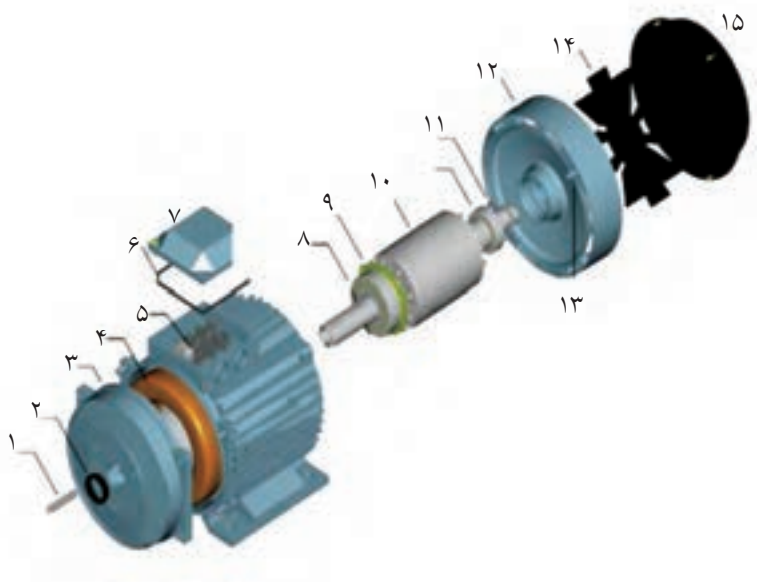
(الف) سیم پیچی شده

(ب) بدون سیم پیچی

شکل ۲۰-۴ استاتور.

شکل ۲۳ـ۴ نقشـــه انفجاری یک الکتروموتور را با ذکر نام قسمت‌های مختلف آن نشان می‌دهد.

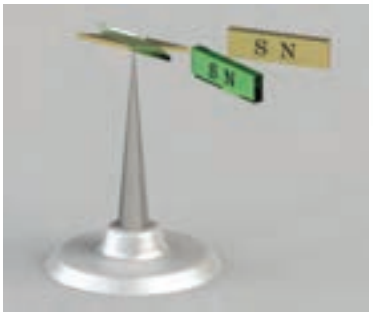
۱. پین
۲. درزگیر یا آب بندکننده
۳. درب سمت پولی واشر فنری
۴. سیم بندی استاتور
۵. صفحه ترمینال
۶. واشر آب بندکننده
۷. درب ترمینال
۸. بدنه و پایه استاتور
۹. بلبرینگ سمت پولی
۱۰. روتور قفسی
۱۱. بلبرینگ سمت پروانه
۱۲. کاسه نمد
۱۳. محافظ داخلی
۱۴. پروانه خنک‌کننده
۱۵. محافظ پروانه خنک‌کننده



شکل۲۳ـ۴ نقشه انفجاری یک موتور سه فاز آسنکرون.

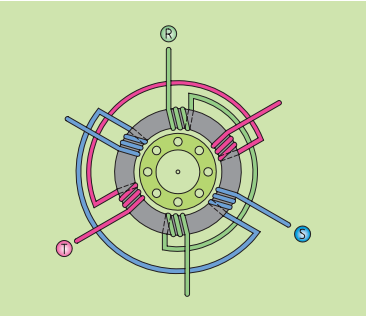
۲ـ ۳ـ ۴ اصول کار موتورهای آسنکرون سه‌فاز

وقتـــی آهن باریکی را روی یک پایه قرار می‌دهیم و آهن‌ربایی را به آن نزدیک می‌کنیم، به‌طرف آن مـــی‌رود. حال اگر آهن‌ربا را به‌صورت دایره‌ای حول ورق آهنی بچرخانیم، مشـــاهده می‌کنیم که ورق آهنی نیـــز جهت حرکت آهن‌ربا را دنبال می‌کند و در جهت حرکت میدان مغناطیسی آهن‌ربا می‌چرخد. لذا می‌توان نتیجـــه گرفت در صورتی‌که میدان مغناطیســـی حول قســـمت گردنده بچرخد، قسمت گردنده نیز به‌صورت دورانی به چرخش درخواهد آمد. (شکل۲۴ـ۴)



شکل۲۴ـ۴ ورق آهنی حرکت آهن‌ربا را دنبال می‌کند.

در موتورهای الکتریکی سه فاز به‌جای آهن‌ربا از سه دسته سیم‌پیچ استفاده می‌شود. این سیم‌پیچ‌ها در شیارهای استاتور قرار می‌گیرند و با اتصال به شبکه برق، میدان مغناطیسی مورد نیاز را به‌وجود می‌آورند. در چنین شرایطی میدان مغناطیسی به‌وجود آمده نیز گردان است. (شکل۲۵ـ۴)



شکل۲۵ـ۴ سیم‌پیچ‌های موتور الکتریکی.

۳ـ ۳ـ ۴ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه‌فاز

برای انتخاب درست و مناسب موتور سه‌فاز می‌بایست به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه‌فاز و همچنین اطلاعات نوشته شده روی آن‌ها متفاوت است. شکل ۲۶ـ۴ توضیحات مربوط به بخش‌های گوناگون یک نمونه پلاک موتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.

نام کارخانه یا کشور سازنده			
مدل (تیپ ماشین)			
تعداد فاز(یک فاز یا سه فاز)	موتور یا مولد	شماره بدنه	
نوع اتصال موتور(ستاره یا مثلث)	ولتاژ کار موتور(بر حسب ولت)	جریان موتور (بر حسب آمپر)	
نوع کار موتور(پیوسته یا موقت)	قدرت خروجی موتور (برحسب اسب‌بخار یا کیلووات)		ضریب قدرت موتور
سرعت موتور (برحسب دور در دقیقه)	فرکانس موتور (برحسب هرتز)		
حفاظت بین‌المللی	درجه حرارت محیطی که موتور در آن کار می‌کند		
استاندارد مورد استفاده در ساخت موتور		سال ساخت	وزن موتور

شکل۲۶ـ۴ پلاک مشخصات موتور الکتریکی سه‌فاز.

توضیحات علائم به‌کار رفته بر روی پلاک حفاظت بین المللی

روی پلاک موتور برای نشان دادن نوع محافظت (ایمنی) به کار رفته در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و آب از دو حرف IP (حفاظت بین المللی ـ International Protection) و دو رقم کد استفاده می‌شود. نخستین رقم، درجه ایمنی در مقابل تماس و نفوذ اجسام خارجی و دومین رقم، درجه ایمنی در مقابل نفوذ آب را نشان می‌دهد. برای مثال اگر روی پلاک موتوری IP44 نوشته شده باشد، بیان‌گر آن است که این موتور در مقابل اجسام خارجی بزرگ‌تر از قطر یک میلی‌متر و همچنین در مقابل پاشیده شدن آب حفاظت شده است. در جداول ۱ـ۴ و ۲ـ۴ حفاظت بین‌المللی موتورهای الکتریکی آمده است.

جدول ۱-۴ حفاظت بین‌المللی موتورهای الکتریکی.

رقم اول	مفهوم
۰	حفاظت نشده
۱	حفاظت در برابر اشیا خارجی با قطر بیش از ۵۰ mm
۲	حفاظت در برابر اشیا خارجی با قطر بیش از ۱۲ mm
۳	حفاظت در برابر اشیا خارجی با قطر بیش از ۲/۵ mm
۴	حفاظت در برابر اشیا خارجی با قطر بیش از ۱ mm
۵	حفاظت در برابر ورود گرد و غبار تا حدی که مانع کار عادی آن نشود.
۶	حفاظت کامل در برابر ورود گرد و غبار

جدول ۲-۴ حفاظت بین‌المللی موتورهای الکتریکی.

رقم دوم	مفهوم
۰	حفاظت نشده
۱	حفاظت در برابر قطرات آب ناشی از رطوبت هوا که به صورت عمودی به چراغ بخورد
۲	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب، حداکثر واویه چراغ ۱۵ درجه با محور قائم
۳	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب، حداکثر واویه چراغ ۶۰ درجه با محور قائم
۴	حفاظت در برابر ترشح آب از هر سمت
۵	حفاظت در برابر نفوذ آب از طریق نازل از یک سمت
۶	حفاظت در برابر پاشش آب و برخورد با آب متلاطم
۷	حفاظت در برابر فرو رفتن در آب برای مدت زمان معین و فشار مخصوص
۸	حفاظت کامل در برابر فرو رفتن در آب برای مدت زمان نا معین و فشار مشخص

کلاس حرارتی

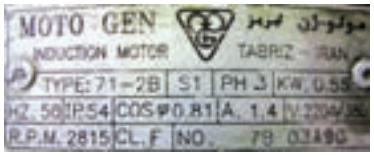
از آن‌جایی که افزایش بیش از حد دما روی خواص مکانیکی و عایقی ماشین‌های الکتریکی تأثیر می‌گذارد، لذا روی بدنه آن‌ها حداکثر دمای مجاز ماشین مشخص شده است.

در اصطلاح به این دما «کلاس حرارتی» یا «کلاس عایقی» گفته می‌شود. بر روی پلاک ماشین با حروف اختصاری به‌صورت ISOL یا CONTCLASS نشان می‌دهند.

حال چند نمونه پلاک‌های موتورهای الکتریکی که در شکل‌های ۴ـ۲۷، ۴ـ۲۸، ۴ـ۲۹ و ۴ـ۳۰ نشان داده شده است، اطلاعات را استخراج کرده و در جداول مربوطه پر کنید:

شکل ۴ـ۲۷ پلاک مشخصات موتور الکتریکی اصلی یک نمونه دستگاه تراش (ساخت چین)

تیپ:		
نوع ماشین:	نوع جریان:	
مقدار جریان:	مقدار ولتاژ:	
فرکانس:	کسینوس فی:	توان:
استاندارد:	درجه حفاظت:	سرعت موتور:



شکل ۴ـ۲۸ پلاک مشخصات موتور الکتریکی جلو برنده سوپورت یک نمونه ماشین تراش (ساخت تبریز)

نام کارخانه سازنده:				
فارسی:		**انگلیسی:**		
توان موتور:	تعداد فاز:	کلاس کار:	تیپ:	
ولتاژ موتور:	جریان موتور:	کسینوس فی:	درجه حفاظت:	فرکانس:
شماره سریال موتور:		کلاس	سرعت موتور:	

شکل ۲۹ـ۴ پلاک مشخصات الکتروپمپ آب صابون یک نمونه دستگاه تراش (ساخت تبریز)

نام کارخانه سازنده:			
کلاس کاری موتور:	تعداد فاز و نوع جریان موتور:	توان موتور:	تیپ:
سرعت موتور:	کسینوس فی:	درجه حفاظت موتور:	
فرکانس	جریان موتور در حالت ستاره و مثلث	ولتاژ موتور در حالت ستاره و مثلث	

شکل ۳۰ـ۴ پلاک مشخصات موتور الکتریکی یک نمونه دریل ستونی (ساخت تبریز)

نام کارخانه سازنده: فارسی:		انگلیسی:			
کلاس کار موتور:	توان موتور:	درجه حفاظت:	فرکانس:	تعداد فاز:	تیپ:
ولتاژ:			کسینوس فی:		سرعت موتور:
وزن موتور:	استاندارد:	سال ساخت:	جریان موتور:		

تحقیق

پلاک موتورهای الکتریکی ماشین‌های موجود در کارگاه هنرستان خود ویا کارگاه‌های دیگر را بررسی و مشخصات آن‌ها را یادداشت کنید.

۴ـ ۳ـ۴ نکاتی درباره انتخاب موتورهای الکتریکی

در صورتی‌کــه بخواهیم موتوری را برای کار خاصی انتخاب کنیم باید به نکات زیر توجه داشته باشیم:

◄ تناسب قدرت موتور با کار موردنظر

برای این منظور می‌بایســت قدرت لازم جهت انجام کار موردنظر را برحسب «وات» یا «اسب‌بخار» تعیین و سپس موتوری متناسب با آن قدرت انتخاب کرد.

◄ میزان جریان‌دهی تابلوی برق

ظرفیت جریان‌دهی تابلوی برق می‌بایست درحدود سه برابر جریان نامی موتور باشد تا توانایی تأمین جریان راه‌اندازی موتور را داشته باشد.

◄ سرعت دورانی مورد نیاز موتور (RPM)

اگر سرعت مورد نیاز برای انجام کار را به‌صورت از پیش تعیین‌شده نمی‌دانید، بهتر اســت دنبال دســتگاهی مشــابه باشــید یا این‌که موتوری با دور استاندارد برگزینید و ســپس با تغییــر ولتاژ تغذیه آن به کمک اتوترانســفورماتور و یا به کمــک گیربکس و چرخ‌دنده، تعداد دور مناســب کار را به‌دســت آورید. برای اندازه‌گیری ســرعت دورانی موتورهای الکتریکی از دســتگاهی به نام دورسنج اســتفاده می‌شــود. در شکل ۴ـ۳۱ دو دورســنج دیجیتالی مکانیکی و نوری را مشاهده می‌کنید.

شــکل ۴ـ۳۲ الــف چگونگی قرارگیری ایــن دورســنج‌ها را روی محور موتور الکتریکی به‌صورت مکانیکی و نوری نشــان می‌دهد. برای اندازه‌گیری سرعت به‌صورت مکانیکی باید محور دور سنج را دقیقاً مقابل محور موتور قرار داده و

(الف) مکانیکی

(ب) نوری

شکل ۴ـ۳۱ سرعت‌سنج دیجیتالی.

شکل ۴ـ۲۳ الف نحوه اندازه‌گیری مکانیکی سرعت موتور.

به آن اتصال دهیم، طوری‌که حرکت محور موتور به محور دورسنج منتقل شود. سپس با فشردن شستی سمت راست (در این نمونه) دورسنج، سرعت موتور را از صفحه نمایش آن قرائت کنیم.

مقدار اندازه‌گیری شده برحسب دور بر دقیقه نمایش داده می‌شود. در دورسنج نوری باید حسگر نوری را به‌سمت محور موتور و عمود بر آن قرار داده و شستی سمت راست دور سنج را فشار دهیم و سپس مقدار سرعت را قرائت کنیم (شکل ۳۲ـ۴ ب).

شکل ۳۲ـ۴

ب- نحوه اندازه‌گیری نوری سرعت موتور.

◄ شرایط کاری موتور

منظور از شرایط کاری آن است که بررسی کنیم موتوری که برای کار مورد نظر انتخاب می‌شود، چه مدت در حالت خاموش و چه مدت تحت بار کامل می‌تواند، باشد.

حالت کاری موتور بر روی پلاک با حرف S و یک عدد مشخص می‌شود که در زمان انتخاب می‌بایست به آن توجه کرد. معمولاً شرایط کاری موتورها یکی از دو حالت موتور با کار مداوم و موتور با کار متناوب است.

شکل ۳۳ـ۴ انتخاب وسایل حفاظتی متناسب با پلاک مشخصات موتور.

◄ نوع (تیپ) موتور

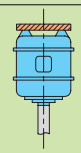
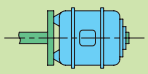
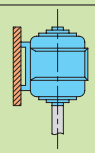
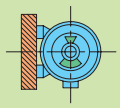
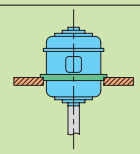
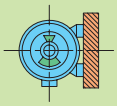
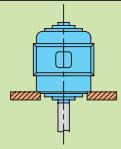
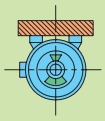
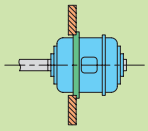
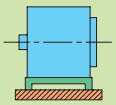
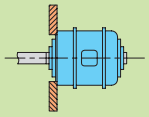
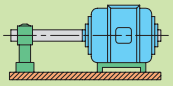
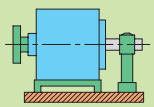
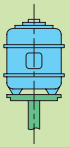
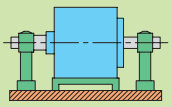
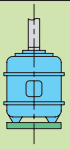
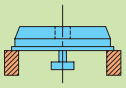
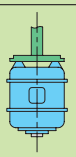
در انتخاب نوع موتور به عواملی همچون نوع شبکه (سه‌فاز ـ تک فاز)، هزینه خرید، شرایط و تجهیزات راه‌اندازی، گشتاور و جریان نامی موتور باید توجه کرد. برای انتخاب فیوز موتورهای الکتریکی باید به جریان درج شده روی پلاک مشخصات موتور دقت کرد و فیوز را بر اساس جریان کار موتور انتخاب کرد. (شکل ۳۳ـ۴)

◄ وضعیت نصب موتور

وضعیت نصب، یکی از عوامل فیزیکی است که در انتخاب یک موتور باید به آن توجه داشت، زیرا وضعیت نصب نوع یاتاقان و چگونگی روغن‌کاری موتور را تعیین می‌کند. اگر به دو عامل فوق، یعنی نوع یاتاقان و شرایط روغن‌کاری توجه ویژه‌ای نشود، موتور انتخابی مناسب نبوده و امکان دارد عمر آن نیز کاهش یابد. نصب موتور در یکی از حالات کف، روی دیوار و آویز از سقف اثر و نیروهایی را بر محور و یاتاقان‌های موتور وارد می‌آورد. در جدول ۲ـ۴ چگونگی نصب موتورهای الکتریکی بر اساس استاندارد IEC نشان داده شده است.

مطالعه آزاد:

جدول۳-۴ شکل ساختمانی ماشین‌های الکتریکی و چگونگی نصب آن‌ها

شرح	شکل	علایم IEC-	شرح	شکل	علایم IEC-
ماشین برای وضعیت عمودی			**ماشین با یاتاقان سپری**		
مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین		V4 IM3211	با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب		B5 IM3001
با دو یاتاقان نمونه ، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین		V5 IM1011	با دو یاتاقان سپری و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار		B6 IM1051
با دو یاتاقان سپری ، طول نصب و سر آزاد محور در سمت پایین		V10 IM4011	مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ		B7 IM1061
مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)		V18 IM3611	مانند B6، اما برای نصب از سقف		B8 IM1071
ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا			با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب		B10 IM4001
بدون محور، بدنه دارای پایه		A2 IM5510	با دو یاتاقان سپری و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)		B14 IM3601
با دو یاتاقان سپری و یک یاتاقان مجزا		C2 IM6010	**ماشین برای وضعیت عمودی**		
با یک یاتاقان مجزا و محور طوق‌دار		D1 IM7005	با دو یاتاقان نمونه و طول نصب، سر آزاد محور در سمت پایین		V1 IM3011
با دو یاتاقان مجزا، سر محور آزاد		D9 IM7201	مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا		V2 IM3231
یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین. نصب بر روی ستون حامل، الوار چوبی، حلقه چاه		W1 IM8015	مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور در سمت بالا		V3 IM3031

سیستم انتقال قدرت موتور

اگر بخواهیم موتوری را برای دستگاهی جایگزین یا انتخاب کنیم باید به سیستم انتقال قدرت آن توجه خاصی داشته باشیم. برای انتقال قدرت دو نوع سیستم وجود دارد:

الف) سیستم انتقال قدرت مستقیم

ب) سیستم مبدل سرعت

شکل ۴ـ۳۴ سیستم انتقال قدرت مستقیم

الف) سیستم انتقال قدرت مستقیم: در صورتی‌که سرعت دستگاه با سرعت موتور یکی باشد، می‌توان از سیستم انتقال قدرت مستقیم استفاده کرد. این کار با نصب مستقیم قطعه گردنده ماشین روی محور موتور (کوپل کردن) امکان‌پذیر است.

ب) سیستم مبدل سرعت: از این مبدل زمانی استفاده می‌شود که سرعت لازم برای وسیله موردنظر با سرعت موتور انتخاب شده، یکی نباشد. در این‌صورت با یکی از دو روش جعبه دنده (گیربکس) یا تسمه و زنجیر، عمل تبدیل سرعت انجام می‌شود. در دریل ستونی و رومیزی و موتور اصلی دستگاه تراش، انتقال قدرت با پولی و تسمه انجام می‌شود. (شکل‌های ۴ـ۳۵ و ۴ـ۳۶)

(الف) دریل رومیزی

(ب) دریل ستونی

(ج) دستگاه تراش

شکل ۴ـ۳۵ انتقال قدرت با پولی و تسمه.

شکل ۴ـ۳۶ انتقال قدرت با جعبه‌دنده.

کار عملی ۱

(۲ ساعت)

هدف: شناسایی قطعات مکانیکی و الکتریکی الکتروموتور سه‌فاز

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	نام ابزار
پیچ‌گوشتی ضربه‌خور	چکش
آچار رینگی	پولی‌کش
آچار بوکس	پیچ‌گوشتی

مراحل انجام کار

۱. یک موتور الکتریکی را به‌همراه ابزار از انبار تحویل بگیرید. (شکل ۳۷ـ۴)

شکل ۳۷ـ۴

۲. درب جعبه اتصالات الکتریکی موتور را باز کنید.

شکل ۳۸ـ۳

۳.پیچ‌های درپوش جلو و عقب موتور را مطابق شکل ۳۹-۴ توسط آچار مناسب باز کنید. (در صورتی‌که پیچ‌ها به سختی باز می‌شوند آن‌ها را روغن‌کاری کنید).

شکل ۳۹ـ۴

۴. برای باز کردن درپوش‌های جلو و عقب موتور نخست باید درب فن را که در پشت موتور قرار دارد، باز کنید.

شکل ۴۰ـ۴

۵. با پولی‌کش، فن خنک‌کننده را از محل خود (محور موتور) خارج کنید.

شکل ۴۱ـ۴

۶. مطابق شـــکل ۴ـ۴۲ نوک پیچ‌گوشـــتی را بین لبه درپوش جلو و بدنه موتور گذاشته و با چکش ضربه وارد کنید تا درپوش‌ها از محل خود خارج شوند.

شکل ۴ـ۴۲

۷. درپوش عقب را نیز به‌همین صورت باز کنید. شکل ۴ـ۴۳

شکل ۴ـ۴۳

۸. پس از باز کردن درپوش‌های جلو و عقب، محور و بلبرینگ‌های جلو و عقب موتور قابل مشـــاهده است. همچنین روتور و سیم‌پیچ‌های استاتور نیز در شکل ۴ـ۴۴ نشان داده شده است.

شکل ۴ـ۴۴

۹. روتور را از داخل استاتور بیرون بکشید. شکل ۴ـ۴۵

شکل ۴ـ۴۵

۱۰. یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها)، محور روتور (شفت)، استاتور، سیم‌پیچ‌ها، جعبه اتصالات الکتریکی و نوع اتصال موتور را شناسایی کنید. شکل ۴ـ۴۶

شکل ۴ـ۴۶

۱۱. مشاهدات خود را در دفتر گزارش کار ثبت کنید. شکل ۴ـ۴۷

شکل ۴ـ۴۷

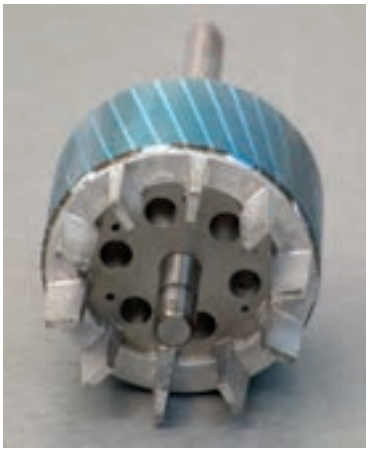
مطالعه آزاد

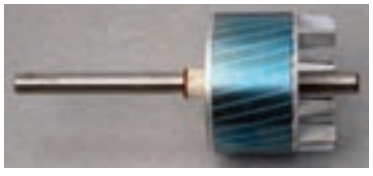
در جدول ۴ـ۴ با چند نمونه از عیب‌های متداول و روش‌های رفع‌عیب در موتورهای سه فاز آسنکرون آشنا می‌شویم.

جدول۴ـ۴

عیب	علت احتمالی	رفع عیب
یاتاقان‌ها بیش از حد گرم می‌شوند.	در قسمت انتقال قدرت تسمه سفت است.	فشار تسمه کم شود.
	یاتاقان خراب است.	یاتاقان تعویض شود.
	در محفظه یاتاقان گریس یا روغن کم یا زیاد است.	گریس‌کاری شود، از پر بودن بیش از حد جلوگیری شود.
	موتور در اتصال مستقیم با ماشین کار درست مرتبط نشده است.	موتور و ماشین کار به‌صورت هم‌محور تنظیم و سفت شود.
	موتور روی شاسی تراز نیست.	موتور روی شاسی سفت و محکم شود.
موتور کار نمی‌کند.	قطع سیم رابط از تابلوی اصلی تا موتور.	برطرف کردن قطعی سیم رابط.
	قطع فیوز.	تست و تعویض فیوز.
	قطع کلید محافظ موتور.	جریان موتور اندازه‌گیری شود و مقدار آن بر روی کلید محافظ تنظیم شود.
	قطع در جعبه اتصالات موتور یا سیم پیچی استاتور.	تست سیم‌پیچ‌ها و اتصالات در جعبه اتصالات موتور، سیم‌پیچ سوخته یا قطع شده تعویض شود.
موتور به‌سختی راه اندازی می‌شود و به هنگام بار، سرعت موتور به شدت افت می‌کند.	بار بیش از حد است.	اندازه‌گیری توان و کم کردن بار یا استفاده از موتور با توان بالاتر.
	ولتاژ تغذیه خیلی کم است.	ولتاژ شبکه تست شود.
موتور با راه‌اندازی ستاره ـ مثلث، در مرحله ستاره راه‌اندازی نمی‌شود.	قطعی در کلید ستاره ـ مثلث.	تست کلید با اهم‌متر و رفع‌عیب.
	گشتاور راه‌اندازی در مرحله ستاره کافی نیست.	استفاده از موتور با توان بالاتر.
موتور لرزش دارد.	روتور، پولی یا کوپلینگ بالانس نیست.	بالانس شود.
موتور بیش از حد گرم می‌شود.	بار بیش از حد روی موتور.	بار کاهش یابد.
	ولتاژ کم یا خیلی زیاد است.	ولتاژ تست شود و به حد نرمال برسد.
	قطع در یکی از فازها.	اندازه‌گیری ولتاژ منبع تغذیه و رفع قطعی.
	مشکل در خنک‌کننده موتور.	گرفتگی خروجی هوا برطرف شود.

۴ـ ۴ الکتروموتورهای تک‌فاز

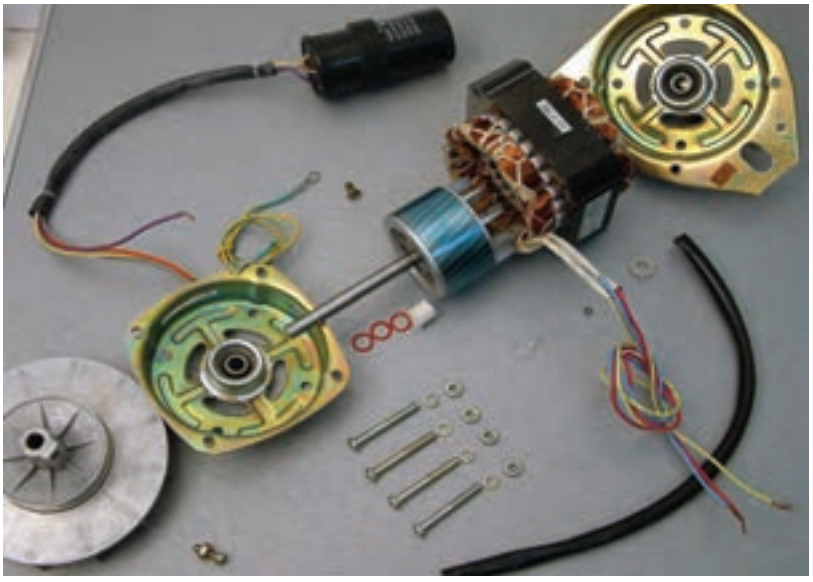




شکل ۴۸ـ۴ استاتور و روتور موتور آسنکرون تک‌فاز

۱ـ ۴ـ ۴ ساختمان

ساختمان داخلی این موتورها از یک قسمت ساکن (استاتور) و یک قسمت گردان (روتور) تشکیل شده است. استاتور و روتور این موتورها شبیه موتورهای سه‌فاز آسنکرون روتور قفسی است، با این تفاوت که در استاتور آن‌ها دو نوع سیم‌پیچی «سیم‌پیچ اصلی» و «سیم‌پیچ راه‌انداز یا کمکی» وجود دارد. موتورهای تک‌فاز برای راه‌اندازی به جریان متناوب تک‌فاز (N و L1) نیاز دارند. این موتورها از اندازه‌های کوچک $\frac{1}{4}$ اسب بخار تا حدود پنج اسب بخار ساخته می‌شوند. شکل ۴۸ـ ۴ تصویر استاتور و روتور یک نوع موتور تک‌فاز را نشان می‌دهد. شکل ۴۹ـ۴ تصویر باز شده یک موتور تک‌فاز را نشان می‌دهد.



شکل ۴۹ـ۴ اجزای موتور آسنکرون تک‌فاز

۲ـ ۴ـ ۴ اصول کار

اصول کار بیشتر موتورهای تک‌فاز مانند موتورهای سه‌فاز بر خاصیت القایی استوار است. در نتیجه برای به‌حرکت درآمدن، به میدان دوار نیاز دارند. این موضوع در موتورهای سه‌فاز به دلیل وجود سه سیم‌پیچ و سه جریان متناوب که با یکدیگر اختلاف فاز متقارن دارند، امکان‌پذیر است، اما در موتورهای

تک‌فـاز بـا یک سـیم‌پیچی و یک جریـان امکان ایجـاد میدان دوار نیسـت. به‌همیـن دلیل برای راه‌انـدازی موتورهای تک‌فاز از یک سـیم‌پیچ دیگر برای کمک به سـیم‌پیچ اصلی در راه‌اندازی موتور به‌صورت موقت استفاده می‌شود. به این سیم‌پیچ که در راه‌اندازی به‌کمک سیم‌پیچ اصلی می‌آید سیم‌پیچ کمکی یا راه انداز (استارت) می‌گویند. این سیم‌پیچ می‌تواند در لحظه راه‌اندازی به‌همراه سـیم‌پیچ اصلی گشـتاور قابل توجهی بـه محور روتور اعمـال کرده و باعث چرخش آن شـود. از آن‌جایی که وظیفه سـیم‌پیچ کمکی فقط راه‌اندازی موتور است، لذا می‌توان پس از شروع به‌کار موتور آن‌را از مدار خارج کرد.

۳ـ ۴ـ ۴ انواع موتورهای تک فاز

موتورهای تک‌فاز را براسـاس سـاختمان داخلی و روش راه‌اندازی به‌صورت زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد:

- **موتورهای القایی (فاز شکسته ـ خازن‌دار)**
- **موتورهای اونیورسال**

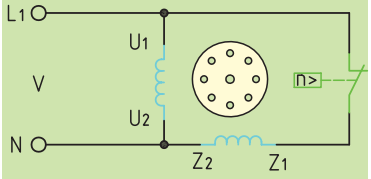
موتور با فاز شکسته

در موتورهای القایی تک‌فاز با فاز شکسـته، یک سـیم‌پیچ اصلی و یک سیم‌پیچ کمکی در موتور وجود دارد. این دو سـیم‌پیچ به‌صورت موازی درکنار هم قرار می‌گیرند. سـیم‌پیچ راه‌انداز پس از راه‌اندازی و رسـیدن سرعت موتور به ٪۷۵ سرعت نامی به‌وسیله کلید تابع دور (کلید گریز از مرکز) از مدار خارج می‌شود. قدرت این موتورها معمولاً بین $\frac{۱}{۲}$ تا $\frac{۱}{۳}$ اسب بخار است. در شکل ۴ـ۵۰ شکل ظاهری و اتصال سیم‌پیچی‌های موتور نشان داده شده است.

موتور با راه‌انداز خازنی

در موتورهـای تک‌فاز با راه‌انداز خازنی برای افزایش گشـتاور موتور در لحظه راه‌اندازی، از خازن به‌صورت سـری با سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود. خازن مـورد نظر از نوع الکترولیتی با ظرفیت بالاسـت و معمـولاً به‌صورت جداگانه روی بدنه موتور نصب می‌شـود. در مدار سیم‌پیچ راه‌انداز با خازن از یک کلید

(الف) شکل ظاهری



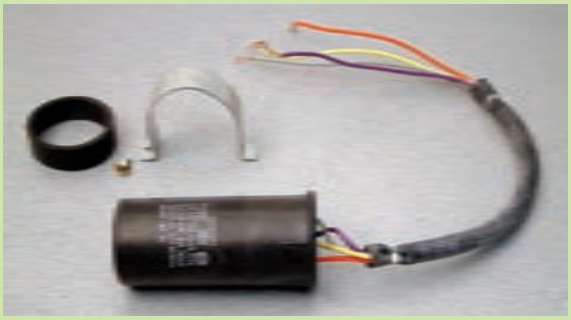
(ب) مدار الکتریکی

(ج) تصویر کلید گریز از مرکز

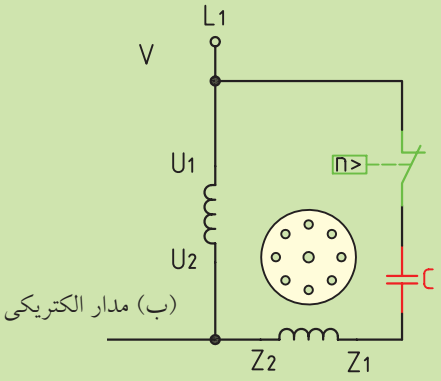
شکل ۴ـ۵۰ موتور تک‌فاز با فاز شکسته

گریز از مرکز (تابع دور) نیز استفاده می‌شود، که سیم‌پیچ کمکی و خازن را در ۷۵٪ دور نامی موتور از مدار خارج می‌کند. این موتورها از قدرت $\frac{۱}{۸}$ اسب بخار به بالا رنج‌های استاندارد در صنعت ساخته می‌شوند. شکل ۴ـ۵۱ تصویر ظاهری و مدار الکتریکی موتور تک‌فاز با راه‌انداز خازنی را نشان می‌دهد.

(الف) شکل ظاهری



(ج) خازن



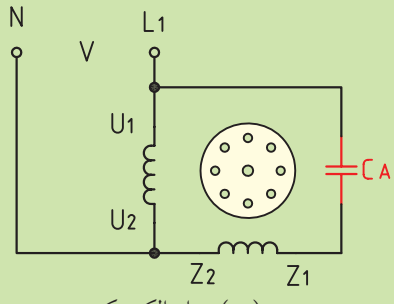
(ب) مدار الکتریکی

شکل ۴ـ۵۱ موتور تک‌فاز با خازن راه‌انداز

موتور با خازن دائم کار

در این موتورها از یک خازن روغنی که با سیم‌پیچ راه‌انداز سری شده، استفاده می‌شود. این موتورها کلید تابع دور ندارند و سیم‌پیچ راه‌انداز به‌همراه خازن پس از راه‌اندازی نیز در مدار باقی می‌مانند. شکل ۴ـ۵۲ مدار الکتریکی موتور تک فاز با خازن دائم کار را به‌همراه شکل ظاهری یک نمونه از این نوع موتورها نشان می‌دهد. قرار داشتن خازن به‌صورت دائم در مدار، گشتاور در حالت کار را افزایش می‌دهد.

(الف) شکل ظاهری



(ب) مدار الکتریکی

شکل ۴ـ۵۲ موتور تک‌فاز با خازن دائم‌کار

شکل ۴ـ۵۳ یک خازن دائم‌کار در ماشین سنگ سنباده را نشان می دهد. ظرفیت ایـن خازن ۶ میکروفاراد با تلورانـس ۵ درصد بوده و قابلیت تحمل ولتاژ را تا ۴۵۰ ولت دارد.

شـکل ۴ـ۵۴ نیز یک نمونه خازن ماشین مته رومیزی با موتور تک‌فاز و با خازن دائم‌کار را نشـان می‌دهد. ظرفیت این خازن ۸ میکرو فاراد است و توان تحمل ولتاژ تا ۴۵۰ ولت و درجه حرارت تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد را دارد.

شکل ۴ـ۵۳

خازن دائم کار در ماشین سنگ سنباده

شکل ۴ـ۵۴

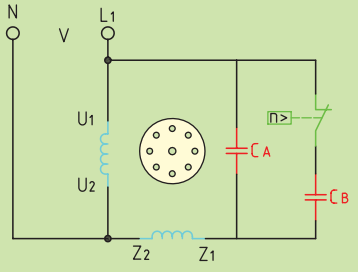
خازن دائم کار در ماشین مته رومیزی

موتور تک‌فاز دو خازنی

در این موتورها از یک خازن به‌صورت لحظه‌ای و یک خازن به‌صورت دائم‌کار اسـتفاده می‌شـود. این دو خازن با یکدیگر به‌صورت موازی و هر دو نسبت به سیم‌پیچ راه‌انداز به‌صورت سری قرار گرفته‌اند. پس از راه‌اندازی و رسیدن دور موتور به ۷۵٪ دور نامی، خازن راه‌انداز توسط کلید گریز از مرکز از مدار خارج شده، ولی خازن دائم‌کار به‌همراه سیم‌پیچ راه‌انداز در مدار باقی می‌ماند.

خـازن راه‌انـداز از نوع الکترولیتـی و خازن دائم‌کار از نوع روغنی اسـت. این موتورهـا ترکیبی از خصوصیات دو نوع موتـور قبلی را دارند، یعنی هم دارای گشـتاور راه‌اندازی و هم گشتاور کار خوبی هستند. شکل ۴ـ۵۵ مدار الکتریکی چگونگی اتصال خازن‌ها با سیم‌پیچ اصلی و کمکی و شکل ظاهری چند نمونه را نشان می‌دهد.

(الف) شکل ظاهری (موتور ماشین مته و کمپرسور باد)



(ب) مدار الکتریکی

شکل ۴ـ۵۵ موتور تک‌فاز دو خازنی

۴-۴-۴ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای تک‌فاز

برای اســتفاده درست از موتورها لازم است تا به پلاک مشخصات آن‌ها توجه زیادی داشــته باشــیم. پلاک مشــخصات موتورهای تک‌فاز به‌جز تعیین مقدار ظرفیت خازن آن شــبیه پلاک مشخصات موتورهای سه‌فاز است. شکل ۵۶ ـ ۴ پلاک مشــخصات چند نمونه موتور تک‌فاز را مشــاهده می‌کنید. اطلاعات این پلاک‌ها را در جداول مربوط وارد کنید.

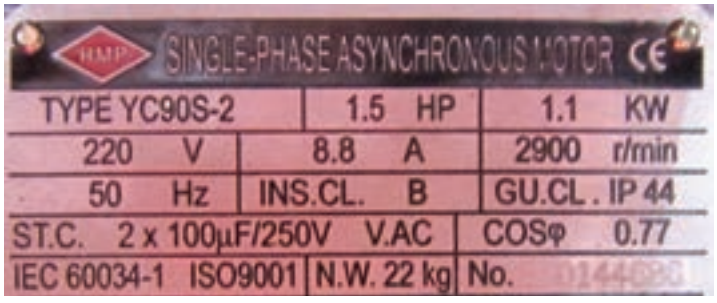
شکل ۵۶ـ۴ پلاک مشخصات موتور الکتریکی یک نمونه دریل رومیزی

موتور			
	تعداد قطب		توان
	تعداد فاز		ولتاژ
	سرعت (دور در دقیقه)		فرکانس
	کلاس کار موتور		جریان

نام کارخانه سازنده:	
توان:	ولتاژ:
جریان:	فرکانس:
سرعت(دور در دقیقه)	
سریال موتور:	

شکل ۵۷ـ۴ پلاک مشخصات موتور الکتریکی یک نمونه سنگ

نام موتور:			
توان موتور (کیلو وات):	توان موتور (اسب بخار):		تیپ:
سرعت موتور (دور در دقیقه):	جریان:		ولتاژ:
درجه حفاظت:	کلاس:		فرکانس:
کسینوس فی:	ولتاژ و ظرفیت خازن‌ها:		
سریال موتور:	وزن:	استانداردها:	
کشور سازنده:			



شکل ۵۸ـ۴ پلاک مشخصات موتور الکتریکی یک نمونه کمپرسور باد

(۲ ساعت)

کار عملی ۲

هدف: شناسایی قطعات مکانیکی و الکتریکی الکتروموتور تک فاز (سنگ سنباده)

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	نام ابزار
پیچ گوشتی ضربه‌خور	چکش
آچار رینگی	پولی کش
آچار بوکس	پیچ گوشتی

مراحل انجام کار

۱. یک ماشین سنگ سنباده را به‌همراه ابزار از انبار تحویل بگیرید. (شکل ۵۹ـ۴)

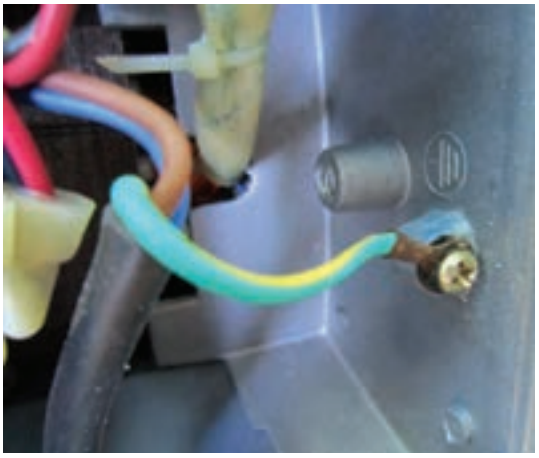
شکل ۵۹ـ۴

۲. سنگ‌ها و حفاظ آن‌را از روی ماشین باز کنید.

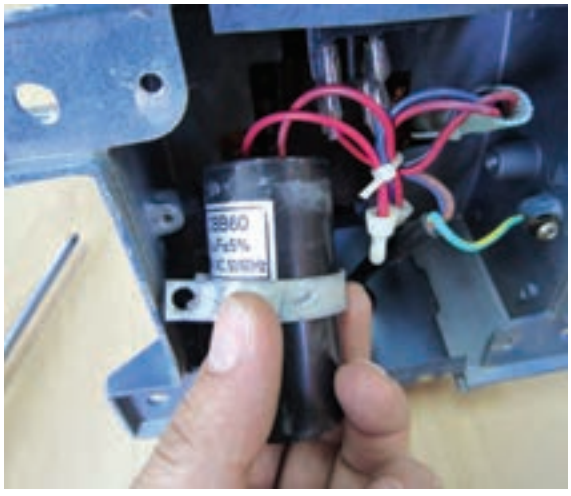
۳. درپوش زیر ماشـــین که محل اتصالات و سیم‌کشـــی موتور تک‌فاز است را باز کنید. این قســـمت حکم جعبه اتصالات را دارد. در این جعبه کابل سه‌رشته (فاز، نول و ارت) وارد شده و سیم فاز نول پس از عبور از کلید ۱ـ۰ به موتور و خازن دائم‌کار آن متصل شـــده اســـت. سیم ارت نیز به بدنه وصل شده است. شکل ۴ـ۶۱

۴. سیم ارت را از بدنه ماشین جدا کرده و خازن را نیز که توسط بست به بدنه دستگاه محکم شده، باز کنید تا بتوان درپوش چپ و راست ماشین را باز کرد.

شکل ۴ـ۶۰



شکل ۴ـ۶۱



شکل ۴ـ۶۲

۵. پیچ‌های درپوش چپ و راســت موتور را مطابق شــکل ۴ـ۶۳ توســط آچار مناسب باز کنید.

شکل ۴ـ۶۳

۶. پــس از باز کردن درپوش‌های چپ و راســت، محور و بلبرینگ‌های جلو و عقب موتور قابل مشــاهده است. همچنین روتور و سیم‌پیچ‌های استاتور نیز در شکل ۴ـ۶۴ نشان داده شده است.

شکل ۴ـ۶۴

۷. مدار الکتریکی ماشــین ســنگ سنباده را از روی دســتگاه باز شده برداشته و روی برگه‌ای ترسیم کنید.

۸. یاتاقان‌ها (بلبرینگ‌ها)، محور روتور (شــفت)، اســتاتور، ســیم‌پیچ‌ها، جعبه اتصالات الکتریکی و خازن موتور را شناسایی کنید (شکل ۴ـ۶۶).

۹. مشاهدات خود را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.

شکل ۴ـ۶۵

شکل ۴ـ۶۶

ارزشیابی پایانی

۱. ترانسفورماتور را تعریف کنید.

۲. ساختمان ترانسفورماتورهای تک‌فاز را شرح دهید.

۳. اساس کار ترانسفورماتور و چگونگی القا را شرح دهید.

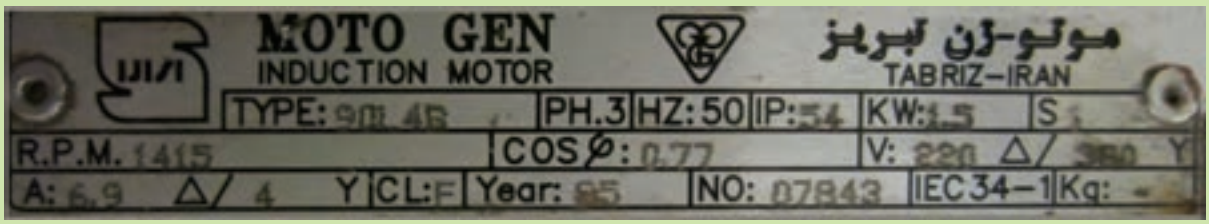
۴. ترانسفورماتور کاهنده و افزاینده را تعریف کنید.

۵. انواع موتورهای الکتریکی از نظر نوع جریان و تعداد فاز را نام ببرید.

۶. ساختمان موتورهای الکتریکی را توضیح دهید.

۷. اصول کار موتورهای الکتریکی سه فاز را توضیح دهید.

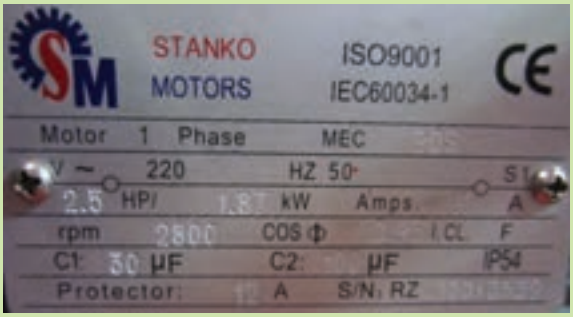
۸. در شکل ۶۷ـ۴ اطلاعات پلاک مشخصات یک نمونه موتور الکتریکی سه فاز در اره لنگ را استخراج کنید و هریک را توضیح دهید.



شکل ۶۷ـ۴ پلاک موتور

MOTO GEN INDUCTION MOTOR			TABRIZ-IRAN		
TYPE	PH	HZ	IP:	KW:	S:
R.P.M	COSΦ:	V: /			
A:	CL:	Year:	NO:	1-IEC 34	KG:

۹. در شکل ۶۸ـ۴ اطلاعات پلاک مشخصات یک نمونه موتور الکتریکی تک‌فاز در کمپرسور باد را استخراج کنید.



شکل ۶۸ـ۴

۱۰. در انتخاب موتور الکتریکی به چه نکاتی باید دقت کرد؟

۱۱. وضعیت نصب موتور اصلی دستگاه تراش، دریل ستونی در کارگاه شما مانند کدام‌یک از حالات جدول ۳ـ۴ است؟

۱۲. انواع سیستم‌های انتقال قدرت در موتورهای الکتریکی را توضیح دهید.

۱۳. اصول کار موتورهای الکتریکی تک‌فاز را توضیح دهید.

۱۴. طرز کار موتورهای الکتریکی تک‌فاز القایی را شرح دهید.

۱۵. مدار الکتریکی انواع موتورهای تک‌فاز القایی را ترسیم کنید.

۱۶. کاربرد هر یک از موتورهای الکتریکی تک‌فاز القایی را بیان کنید.

۱۷. فن دستگاه‌جوش به چه نوع موتوری متصل است؟

۱۸. اطلاعات مربوط به خازن‌های یک موتور تک‌فاز دو خازنی در شکل ۴ـ۶۹ نشان داده شده است. مشخصات و خازن را استخراج کنید.

شکل ۶۹ـ۴

فصل پنجم: راه‌اندازی موتورهای الکتریکی

◄ هدف‌های رفتاری

پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

ـ پلاک اتصالات (تخته کلم) موتور سه‌فاز و تک‌فاز را شرح دهد.

ـ سالم بودن سیم پیچ‌های موتور الکتریکی را آزمایش کند.

ـ موتورهای سه‌فاز را به‌وسیله کلید زبانه‌ای 0- 1 راه‌اندازی کند.

ـ موتور سه‌فاز را به‌وسیله کلید زبانه‌ای 1- 0 - 2 چپ‌گرد، راست‌گرد راه‌اندازی کند.

ـ یک موتور تک‌فاز را با کلید زبانه‌ای راه‌اندازی کند.

ـ یک موتور تک‌فاز را با کلید زبانه‌ای به‌صورت چپ‌گرد و راست‌گرد راه‌اندازی کند.

ـ ساختمان و طرز کار و کاربرد تجهیزات جانبی مدارهای فرمان (شامل کلیدهای مغناطیسی، کنتاکتور، فیوز، بی متال، و لامپ سیگنال) را شرح دهد.

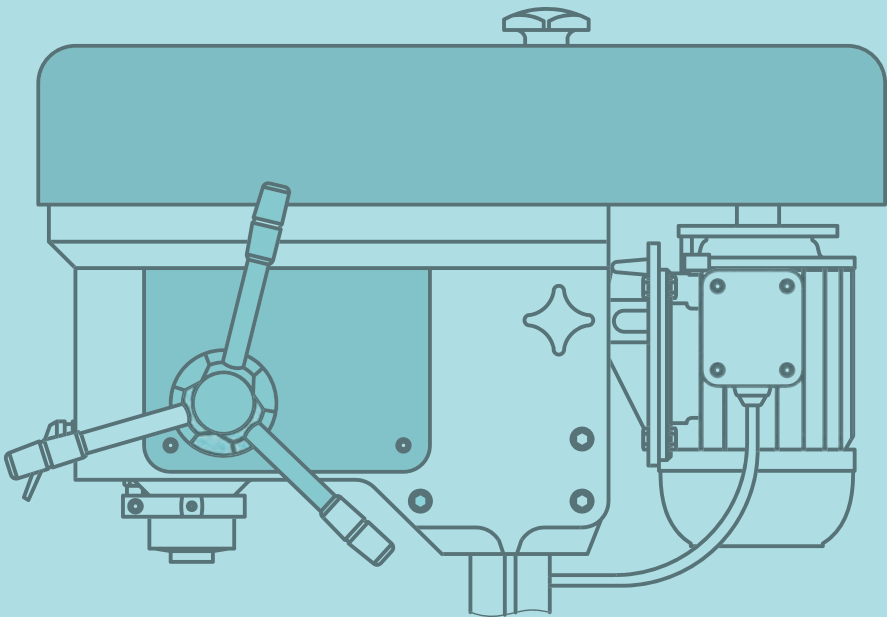
ـ یک موتور سه‌فاز را به‌کمک کنتاکتور و تجهیزات مربوط به‌صورت لحظه‌ای راه‌اندازی کند.

ـ یک موتور سه‌فاز را به‌وسیله کنتاکتور و تجهیزات مربوط به‌صورت دائم راه‌اندازی کند.

ـ دو موتور سه‌فاز را به‌وسیله کنتاکتور و تجهیزات مربوط به‌صورت یکی پس از دیگری راه‌اندازی کند.

ـ یک موتور سه‌فاز را به‌صورت چپ‌گرد، راست‌گرد و به‌کمک کنتاکتور راه‌اندازی کند.

ـ نکات ایمنی را در هنگام انجام کارهای عملی و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی رعایت کند.



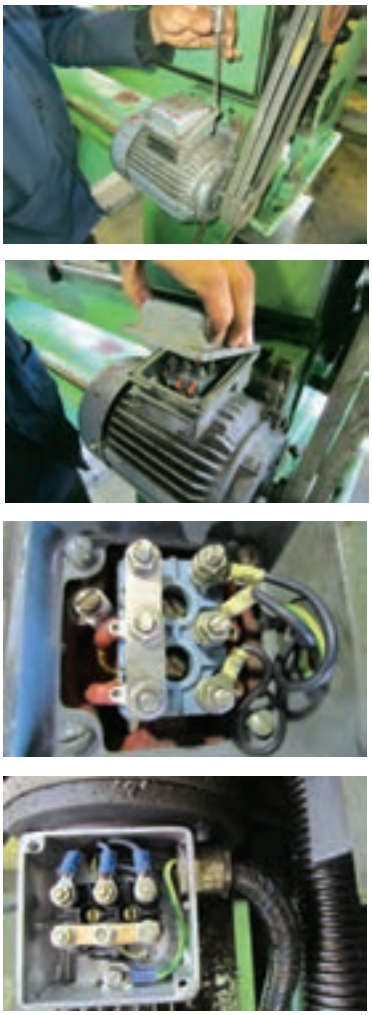
مقدمه

امـروزه موتورهای الکتریکی در ماشـین‌های ابزار نقش مهمـی را ایفا می‌کنند و کم‌تر ماشـینی دیده می‌شـود که موتور الکتریکی در آن به‌کار نرفته باشد. لذا در به‌کارگیری این ماشـین‌ها باید راه‌اندازی موتورهای الکتریکی، سـرویس و نگهـداری و رفع عیوب سـاده آن‌هـا را فراگرفت تا در مواقـع ضروری بدون حضور متخصصین برق بتوان مشکلات الکتریکی جزئی پیش آمده را رفع کرد. همچنیـن آگاهی از چگونگی کارکرد سیسـتم‌های الکتریکی ماشـین‌های ابزار کاربر را در استفاده درست دستگاه کمک می‌کند و حتی باعث طول عمر بیشتر دسـتگاه نیز خواهد شـد. راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی یا مغناطیسـی انجام می‌شود و ضروری است که هنرجویان با ساختمان، طرز کار، کاربرد و همچنین با نقشه‌های فنی مدارهای راه‌اندازی آشنا شوند و مهارت‌های لازم را به‌دست آورند.

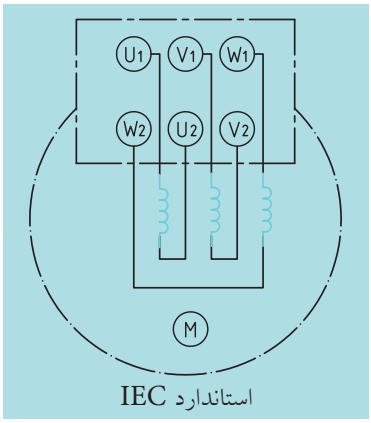
۱ـ ۵ پلاک اتصالات موتور (تخته کلم)

در فصل پیش با سـاختمان و طرز کار موتورهای الکتریکی آشـنا شدید. برای راه‌اندازی موتورها باید آن‌ها را به شبکه برق متصل کرد. برای اتصال سیم‌پیچ‌های درون موتور سه‌فاز به شبکه برق، سر سیم‌ها از داخل به ترمینال موتور هدایت می‌شـوند که در اصطلاح به جعبه اتصالات موتور «تخته کلم» می‌گویند. شکل ۱ـ۵ جعبـه تخته کلم دو موتور الکتریکی مربوط به یک نمونه ماشـین تراش را نشان می‌دهد.

موتورهای الکتریکی سـه‌فاز سـه دسـته سیم‌پیچ دارند و سـر و ته کلاف‌های سـیم‌پیچی آن‌ها با دو حرف مشـخص می‌شوند. برای نام‌گذاری سر سیم‌پیچ‌ها اول تـا سـوم در اسـتاندارد (VDE آلمـان) به‌ترتیب از حـروف U، V و W و بـرای ته کلاف‌هـا به‌ترتیب از حروف X، Y و Z اسـتفاده می‌شـود، اما در استاندارد (IEC کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک) به‌ترتیب سرکلاف‌ها با حروف (V۱,U۱ و W۱) و ته کلاف‌ها با حروف (V۲,U۲ و W۲) نام‌گذاری می‌شوند. چگونگی قرار گرفتن سـر سـیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم مطابق شکل ۲ـ۵ صورت می‌گیرد.



شکل ۱ـ۵ دو نمونه تخته کلم موتور الکتریکی سه‌فاز ماشین تراش.



استاندارد IEC

شکل ۲ـ۵ چگونگی قرار گرفتن سر سیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم.

(۱ ساعت)

کارعملی ۱

هدف: اطمینان از سلامت سیم پیچ‌های (کلاف‌ها) الکتروموتور

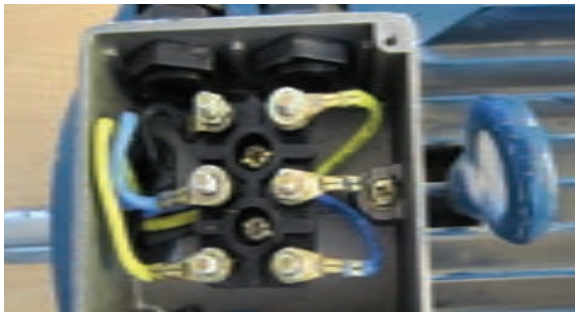
تجهیزات موردنیاز

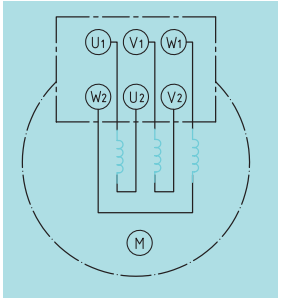
نام ابزار	نام ابزار
موتور سه‌فاز	مولتی‌متر
انبردست	آچار

مراحل انجام کار

۱. درب تخته کلم موتور سه‌فاز را باز کرده و محل اتصال سر و ته کلاف‌ها را به‌همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

۲. آوومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم‌متر قرار دهید. ابتدا دو سر اهم‌متر را به هم متصل کرده و از سالم بودن دستگاه اطمینان یابید. سپس دو سر آن‌را مطابق شکل ۳ـ۵ به پیچ‌های تخته‌کلم وصل کنید. توجه داشته باشید دو پیچی که دو سر اهم‌متر را به آن‌ها متصل می‌کنید باید به یک سیم‌پیچ (کلاف) مربوط باشد.





شکل ۳ـ۵ چگونگی قرار گرفتن سر سیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته کلم.

(مثلا U۱ و U۲) در این‌صورت لازم اســت اهم‌متر دیجیتالی عدد کوچکی در صفحه نمایش اهم‌متر نشــان دهد. این موضوع نشان دهنده سلامت سیم پیچ و عدم وجود قطعی در سیم پیچ است.

شکل ۴ـ۵

۳. محل سر سیم‌های اهم‌متر را مطابق شکل ۵ ـ۵ تغییر دهید. در این حالت نیز اهم‌متر عدد ۳/۵ اهم را که نشــانگر مقدار مقاومت اهمی یکی از ســیم‌پیچ‌های موتور است، نشان می‌دهد.

شکل ۵ـ۵

اگر دو ســر اهم‌متر را به دو سر سیمی که به یک سیم‌پیچ مربوط نیستند، اتصال دهیم اهم‌متر حروف O.L یا عدد ۱ را نشان خواهد داد.

شکل ۶ـ۵

مانند شـــکل ۵ـ۷، محل قرار گرفتن سر ســیم‌های اهم‌متر را تغییر دهید. در این شرایط نیز لازم است اهم‌متر عدد کوچکی را نشان دهد.

شکل ۵ـ۷

ایمنی

در صورتی‌که بروز هرگونه قطعی در ســیم‌پیچ‌های موتور، اهم‌متر دیجیتال عدد ۱ یا حروف O.L را نشان می‌دهد. عقربه اهم‌متر آنالوگ نیز منحرف نخواهد شد و عدد بسیار زیادی را به نشانه باز بودن مسیر و وجود قطعی در سیم‌پیچ‌ها نشان خواهد داد و در این‌صورت موتور سالم نیست و نباید آن‌را به شبکه برق متصل و راه‌اندازی کرد.

ایمنی

موتوری که اتصال بدنه داشته باشد در هنگام اتصال به شبکه برق، مــا را دچار برق‌گرفتگی خواهد کرد.

تست اتصال بدنه

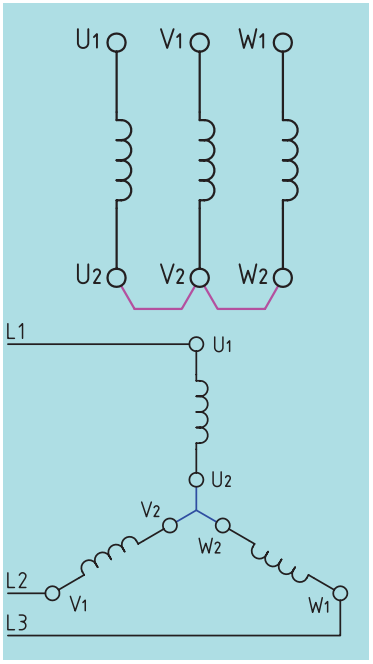
در صورت ســالم بودن موتور هرگاه یک سر اهم‌متر به بدنه فلزی موتور و سر سیم دیگر آن به هر یک از سیم‌پیچ‌های موتور وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به‌عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین سیم‌پیچ‌های موتور با بدنه وجود داشــته باشد. برای اطمینان می‌توان از لامپ تست یا اهم‌متر در رنج‌های بالا، اتصال بدنه را آزمایش کرد (شکل ۵ـ۸).

شکل ۵ـ۸ تست اتصال بدنه.

۲ـ ۵ اتصال سیم‌پیچ‌های موتور

برای راه‌اندازی موتور باید سرهای سیم‌پیچ‌های آن به شبکه برق سه‌فاز متصل

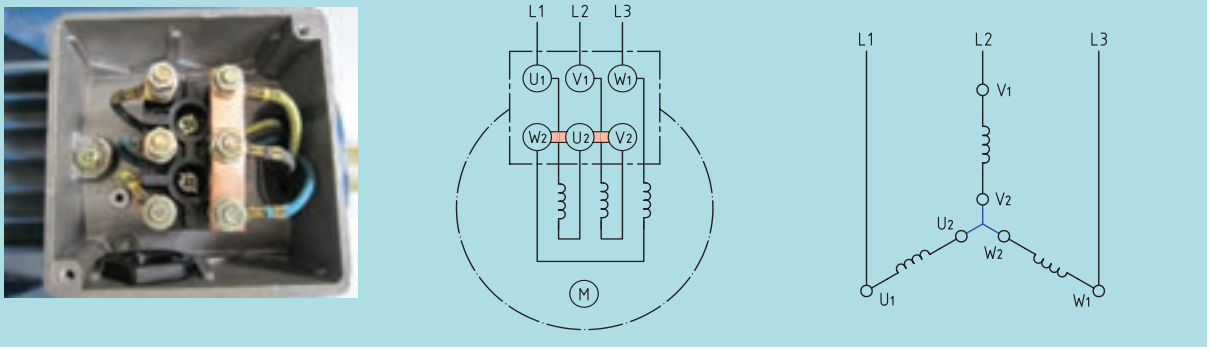
شـــوند. شـــبکه برق سه فاز دارای سه سیم اســـت که با حروف L۱ – L۲ – L۳ نام‌گذاری شـــده‌اند. این ســـه سیم باید به سرهای ســـیم‌پیچ‌های موتور یعنی به U۱ – V۱ – W۱ اتصال داده شـــوند، اما ته کلاف‌ها رها گذاشـــته نمی‌شـــوند وآن‌ها نیز دارای اتصالاتی هستند.



شکل ۹ـ۵ اتصال ستاره سیم‌پیچ‌های موتور.

اتصال ستاره

اگر سرهای کلاف‌ها یعنی U۱ – V۱ – W۱ به شبکه برق سه‌فاز L۱ – L۲ – L۳ متصل شوند و ته سیم‌پیچ‌ها یعنی U۲ – V۲ – W۲ به همدیگر متصل گردند، اتصال ســـتاره به‌وجود می‌آید. این اتصال به سبب شکل قرارگیری سیم‌پیچ‌های آن نسبت به هم، اتصال ستاره نام‌گذاری شده است. (شکل ۹ـ۵) روی تخته‌کلم برق ســـه‌فاز L۱ – L۲ – L۳ به زیر پیچ‌های U۱ – V۱ – W۱ متصل شـــده و پیچ‌های U۲ – V۲ – W۲ توسط دو تسمه مسی به یکدیگر متصل می‌گردند. شکل ۱۰ـ۵ چگونگی ایجاد اتصال ستاره را با بهره‌گیری از تسمه مسی بر روی تخته‌کلم با حروف اختصاری جدید نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ـ۵ اتصال ستاره در تخته‌کلم.

با به‌کارگیری آچار مخصوص مهره مربوط به اتصالات تخته کلم مطابق شکل ۱۱ـ۵ انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید.

شکل ۱۱ـ۵

برق سه‌فاز توسط یک کابل سه رشته و از طریق گلند کابل وارد تخته کلم می‌شود و با محکم کردن مهره گلند، کابل محکم می‌شود.(شکل ۱۲ـ۵)

شکل ۱۲ـ۵ کلید اهرمی.

۳ـ ۵ راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای دستی

برای راه‌اندازی و کنترل الکتروموتورها از کلیدهای خاصی استفاده می‌کنند. کلیدهای دستی در ماشین‌های ابزار کاربرد فراوانی دارد و بسیاری از ماشین‌ها مانند ماشین‌های تراش و فرز با کلیدهای دستی روشن و خاموش می‌شوند. از نظر ساختمان، کلیدها را به‌صورت اهرمی و زبانه‌ای می‌سازند.

۱ـ ۳ـ ۵ انواع کلیدهای دستی

کلید اهرمی

این کلیدها مطابق شکل ۱۳ـ۵ دارای انواع مختلف یک‌فاز ، دوفاز و سه‌فاز هستند. در این کلیدها نیرو به وسیله یک اهرم به تیغه‌های 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 این کلیدها «کلید چاقویی» یا «کلید کاردی» نیز می‌گویند.

(الف) تک‌فاز

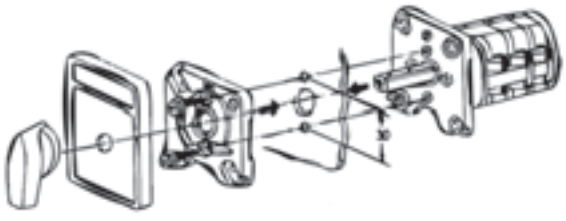
(ب) سه‌فاز

شکل ۱۳ـ۵ کلید اهرمی.

کلید زبانه‌ای

امروزه در صنعت از کلیدهای زبانه‌ای، به‌دلیل مزایای زیاد آن‌ها نسبت به کلیدهای دیگر استفاده بیشتری می‌شود چون نسبت به کلید اهرمی عمر طولانی‌تری دارند و جریان بیشتری را از خود عبور می‌دهند. در این کلید مطابق شکل ۱۴ـ۵ استوانه را به‌گونه‌ای طراحی می‌کنند که چندین برجستگی و فرورفتگی داشته باشد و با حرکت استوانه به دور محور خود، زبانه بالا و پایین برود. زبانه مزبور کنتاکت‌های متحرک (پلاتین) را به کنتاکت‌های ثابت، وصل یا

شکل ۱۴ ـ۵ نمای ظاهری و نقشه انفجاری کلید زبانه‌ای تابلویی.



از آن‌ها جدا (قطع) می‌سازد. کلید زبانه‌ای به‌صورت‌های 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 وسیله یک قطعه فلز مسی ثابت به یکدیگر اتصال یابند.در شکل ۱۵ـ۵ نمای ظاهری نمونه دیگری از کلیدهای سلکتور (زبانه‌ای) و کاربرد آن در ماشین‌تراش نشان داده شده است.

شکل ۱۵–۵ کلید زبانه‌ای تابلویی.

۲ـ ۳ـ ۵ کاربرد کلیدهای دستی

این کلیدها بر اساس کاربردهای زیر در انواع مختلفی تولید و به بازار عرضه می‌شوند:

۱. قطع و وصل مدار و ماشین‌های الکتریکی

۲. تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی (چپ‌گرد، راست‌گرد)

۳. تغییر سرعت موتورهای الکتریکی (کند، تند)

در بازار کلیدهای دیگری نیز وجود دارند که برای مصارف خاص صنعتی و عمومی ساخته می‌شوند. شما در ادامه مطالب با طرز کار کلیدهای زیر آشنا می‌شوید و در کارگاه روش اتصال آن‌ها به مدار مصرف‌کنندگان را به‌صورت عملی فرا می‌گیرید.

۳ـ ۳ـ ۵ برق‌رسانی به موتورهای الکتریکی

برق‌رسانی و راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز از اهمیت خاصی برخوردار است. به گزینش قطعاتی مانند فیوز، کلید، نوع سیم و سطح مقطع آن می‌بایست دقت ویژه‌ای کرد، چرا که در صورت انتخاب نادرست هر یک از این موارد، احتمال وقوع حالات زیر وجود خواهد داشت:

الف) به‌علت کم بودن جریان نامی فیوز نسبت به جریان نامی موتور، هنگام راه‌اندازی، فیوز می‌سوزد و موتور راه‌اندازی نمی‌شود.

ب) به‌علت کم بودن جریان نامی موتور نسبت به جریان نامی فیوز، قطعات به‌کار رفته در مدار می‌سوزند.

ج) به علت کم بودن جریان نامی کلید بین کنتاکت‌های کلید، جرقه‌های شدیدی ایجاد شده و یا گرم می‌شوند.

د) به علت کم بودن سطح مقطع کابل انتخابی نسبت به سطح مقطع مورد نیاز، کابل گرم شده و یا می‌سوزد.

۴ـ ۵ اتصال موتورهای الکتریکی سه‌فاز به شبکه برق با کلید قطع و وصل (۱ـ۰)

در ماشین‌های ابزار این کلید برای روشن و خاموش کردن برق تابلوی اصلی ماشین تراش، دریل و سنگ یا الکتروپمپ آب صابون دستگاه تراش به‌کار می‌رود. در شکل ۱۶ـ۵ با نمونه‌های کاربردی این کلید آشنا می‌شوید. در این نمونه، یک کلید ۱ـ۰ برای برق‌دار کردن کل دستگاه به‌کار رفته و کلید ۱ـ۰ دیگری برای روشن کردن پمپ مایع خنک‌کننده تعبیه شده است.

(الف) دستگاه تراش

(ب) دریل

(ج) سنگ سنباده

شکل ۱۶ـ۵ نمونه‌های کاربردی کلید قطع و وصل (۱ـ۰)

اصول کار

کلید زبانه‌ای (۱–۰) دو حالت قطع و وصل دارد. برای راه‌اندازی موتور سه‌فاز یک بار باید سه‌فاز L۱ – L۲ – 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 به‌صورت زیر است:

$L_1 \rightarrow U_1$

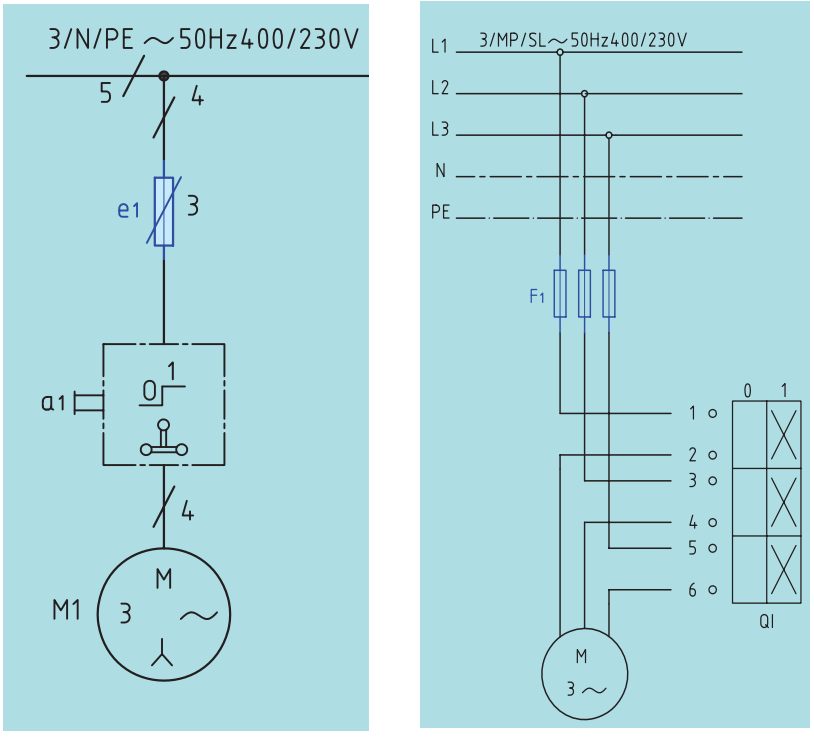
$L_2 \rightarrow V_1$

$L_3 \rightarrow W_1$

نقشه‌ی حقیقی و فنی

در شکل ۱۷ـ۵ شمای حقیقی و فنی کلید زبانه‌ای برای راه‌اندازی یک موتور سه‌فاز نشان داده شده است.

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



شکل ۱۷ـ۵

نکته

اگر یکی از فازهای موتور الکتریکی سه‌فاز در هنگام کار قطع شود به اصطلاح می‌گویند موتور دو فاز شده است. در چنین شرایطی موتور سر و صدای غیر طبیعی و زیادی ایجاد می‌کند و جریان الکتریکی زیادی از شبکه برق می‌کشد. به همین سبب موتور داغ کرده و پس از چند لحظه اگر توسط عناصر حفاظتی در مدار مانند بی‌متال یا اپراتور از شبکه برق خارج نشود، خواهد سوخت.

(۲ ساعت)

کار عملی ۲

هدف: راه‌اندازی موتور سه‌فاز دستگاه تراش با کلید زبانه‌ای (۱ـ۰)

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
موتور سه‌فاز	موجود در کارگاه	ترمینال	نمره ۶
کلید	زبانه‌ای ۱ - 0	کابل	۴ × ۲/۵ mm^{2}NYY
فیوز	مینیاتوری متناسب با موتور	بست کابل	متناسب با کابل

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.

۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۴. کلید زبانه‌ای، فیوزها و ترمینال را نصب کنید.

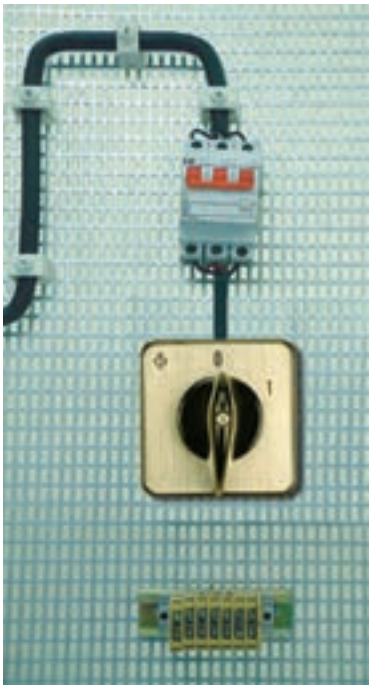
شکل ۱۸ـ۵

۵. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال درست انجام دهید(شکل۵-۱۹).

۶. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۷. فیوزها را وصل و کلید را از حالت صفر به یک ببرید و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

۸. کمیت‌های سرعت محور، ولتاژ دو سر موتور و جریانی که موتور از شبکه برق دریافت می‌کند را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۹ـ ۵

پرسش

پس از انجام کار عملی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱. اگر یکی از فازهای موتور سه‌فاز قطع باشد در هنگام وصل کلید موتور چه رفتاری را از خود نشان می‌دهد؟

۲. اگر یکی از فازهای موتور سه‌فاز در حین کار قطع شود، چه اتفاقی خواهد افتاد؟

۳. جریان موتور را در هنگام کار اندازه‌گیری کنید. آیا مقدار این جریان با مقدار درج شده بر روی پلاک مشخصات موتور مطابقت دارد؟

۴. کاربردهایی از راه‌اندازی موتورها را در ماشین‌های ابزار نام ببرید.

۵. نتایج کار عملی را در دفتر گزارش کار خود یادداشت کنید.

۵ـ ۵ تغییر جهت گردش موتورهای سه‌فاز

در بسیاری از موارد دستگاه‌های الکتریکی ازجمله دستگاه تراش یا فرز نیازمند تغییر جهت گردش (غیر مکانیکی) از راست‌گرد به چپ‌گرد یا به عکس هستند. به‌همین منظور باید از کلیدی که به همین منظور ساخته شده است، استفاده کرد. در شکل ۵ـ۲۰ تصویر یک کلید زبانه‌ای چپ‌گرد ـ راست‌گرد و نمونه‌های کاربردی آن‌را در ماشین فرز و ماشین مته نشان می‌دهد.

شکل ۵ـ ۲۰ شکل ظاهری و نمونه کاربردی کلید زبانه‌ای چپ‌گرد، راست‌گرد.

اصول کار

کلید زبانه‌ای (۱–۰–۲) دارای سه حالت (۰) قطع، (۱) راست‌گرد و (۲) چپ‌گرد است. در حالت اول باید سه فاز L_1،L_2 و L_3 را به سرهای U_1،V_1 و W_1 در موتور اتصال داد و در حالت دوم باید محل اتصال دو فاز از سه فاز ورودی را برای اتصال به سرهای U_1،V_1 و W_1 به‌طور دلخواه عوض کرد. حالت کاری این کلید به‌صورت زیر است:

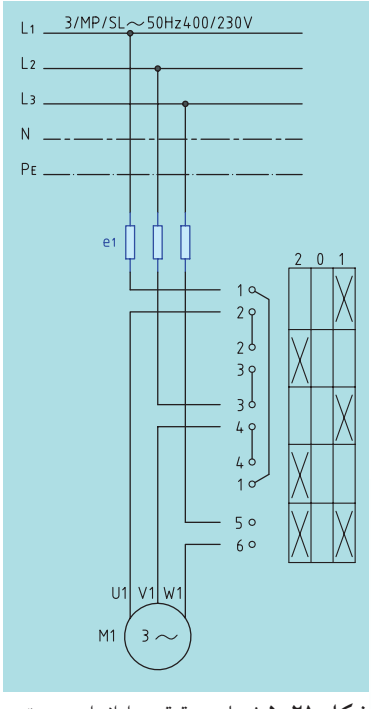
$$V_1 \leftarrow L_1 \rightarrow U_1$$
$$U_1 \leftarrow L_2 \rightarrow V_1$$
$$W_1 \leftarrow L_3 \rightarrow W_1$$

از مقایسه حالت‌های چپ‌گرد و راست‌گرد با یکدیگر مشاهده می‌شود که در یک فاز مشترک‌اند و می‌توان به رابطه کلی زیر دست یافت:

$$V_1 \leftarrow L_1 \rightarrow U_1$$
$$U_1 \leftarrow L_2 \rightarrow V_1$$
$$W_1 \rightarrow L_3$$

شمای حقیقی

شکل ۵ـ۲۱ شمای حقیقی راه‌اندازی موتور الکتریکی را به‌صورت چپ‌گرد ـ راست‌گرد با کلید زبانه‌ای نشان می‌دهد.



شکل ۵ـ۲۱ شمای حقیقی راه‌اندازی موتور الکتریکی به‌صورت چپ‌گرد – راست‌گرد

(۲ ساعت)

کار عملی ۳

هدف: راه‌اندازی موتور سه‌فاز دستگاه فرز به‌صورت چپ‌گرد ـ راست‌گرد با کلید زبانه‌ای (۱ـ۰ـ۲)

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
موتور سه‌فاز	موجود در کارگاه	ترمینال	نمره ۶
کلید	زبانه‌ای ۱ - 0	کابل	۴ × ۲/۵ mm^{2}NYY
فیوز	مینیاتوری متناسب با موتور	بست کابل	متناسب با کابل

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را برگزینید.

۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۴. کلید زبانه‌ای، فیوزها و ترمینال را نصب کنید. (شکل ۲۲ـ۵)

شکل ۲۲ـ۵

۵. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال درست، انجام دهید. (شکل ۲۳ـ۵)

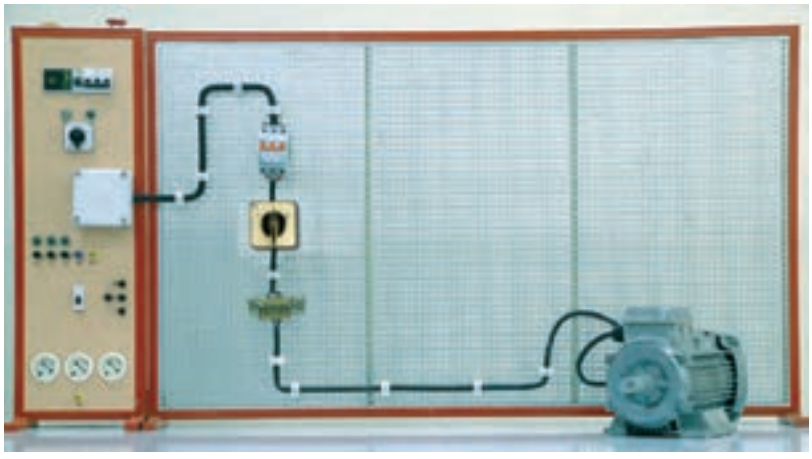
۶. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۷. فیوزها را وصل و موتور را پس از تأیید مربی به‌صورت راست‌گرد راه‌اندازی کنید. سپس آن‌را به حالت چپ‌گرد ببرید.

۸. کمیت‌های سرعت محور، ولتاژ دو سر موتور و جریانی که موتور از شبکه برق دریافت می‌کند را اندازه‌گیری کنید.

شکل ۲۳ـ۵

در شکل ۲۴ـ۵ نحوه کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور سه‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱-۰-۲) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۴ـ۵ نحوه کابل‌کشی و برق رسانی به یک موتور سه‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱ـ۰ـ۲)

◄ پرسش

پس از انجام کار عملی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

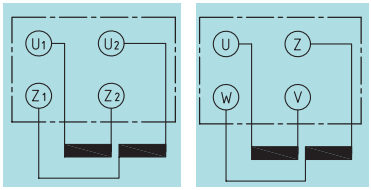
۱. آیا مقدار ولتاژ اعمال شده به موتور با ولتاژ درج شده بر روی پلاک مشخصات مطابقت دارد؟

۲. کاربردهایی از تغییر جهت گردش موتورها را در ماشین‌های ابزار بنویسید.

۳. گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار یادداشت کنید.

۶ ـ ۵ پلاک اتصال موتورهای تک‌فاز (تخته کلم)

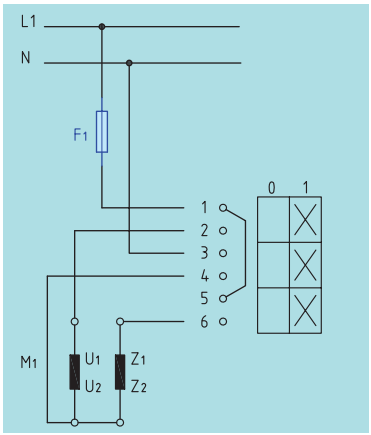
به‌طور کلی بر روی تخته کلم موتورهای تک‌فاز در استاندارد (VDE آلمان) از حروف U و V برای مشخص کردن سر و ته سیم‌پیچ اصلی و از حروف W و Z برای سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود، (شکل ۲۵ ـ۵) اما در استاندارد (IEC) از حروف U_1 و U_2 برای نشان دادن سرهای سیم‌پیچ اصلی و از حروف Z_1 و Z_2 برای معرفی سرهای سیم‌پیچ کمکی استفاده می‌شود (شکل ۲۶ـ۵).



(الف) استاندارد جدید

(ب) استاندارد قدیم

شکل ۲۵ـ۵ نقشه تخته کلم موتورهای تک‌فاز



شکل ۲۶ـ۵ مدار راه‌اندازی موتور تک‌فاز با کلید زبانه‌ای

۷ـ ۵ راه‌اندازی موتورهای الکتریکی تک‌فاز

ساختمان داخلی و طرز کار کلید دستی تک‌فاز زبانه‌ای مشابه کلید سه‌فاز است. مدار راه‌اندازی موتور تک‌فاز با کلید زبانه‌ای را در شکل ۲۶ـ۵ مشاهده می‌کنید. در این نقشه و در لحظه اول راه‌اندازی پیچ‌های ۱ با ۲، ۳ با ۴ و ۵ با ۶ اتصال دارند، بنابراین U_1 به Z_1،L_1 به Z_2،L_1 و U_2 به N وصل می‌شوند و تا زمانی‌که کلید قطع نشود موتور کماکان به کار خود ادامه می‌دهد.

نکته

به‌طور معمول سیم نول را نیز مانند سیم فاز از طریق کلید به سر سیم‌های موتور اتصال می‌دهند.

نوع دیگر کلید دستی تک‌فاز زبانه‌ای با راه‌انداز نیز وجود دارد. این کلید به‌گونه‌ای طراحی شده که دارای سه حالت ۰ و استارت و ۱ است:

ـ در حالت صفر ارتباط الکتریکی موتور با شبکه برق قطع است.

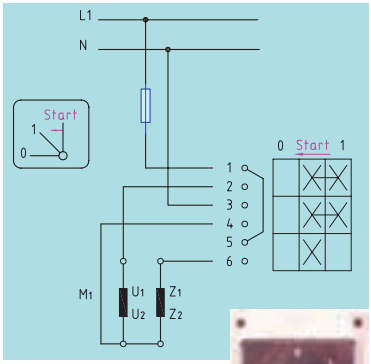
ـ در حالت استارت هر دو سیم‌پیچ موتور تغذیه می‌شوند.

ـ در حالت ۱، سیم‌پیچ راه‌انداز از مدار خارج می‌شود و موتور تنها با سیم‌پیچ اصلی به کار خود ادامه خواهد داد.

نحوه اتصال پیچ‌های این کلید بدین صورت است که پیچ‌های ۱ با ۲، ۳ با ۴ و ۵ با ۶ اتصال دارند.

پس از راه‌اندازی و رسیدن سرعت موتور به ۷۵ درصد سرعت نامی خود باید کلید را از حالت استارت به حالت ۱ برد. در این حالت موتور به کار خود ادامه می‌دهد و اتصال پیچ‌های ۵ و۶ قطع می‌شود و در نتیجه سیم‌پیچ راه‌انداز از مدار خارج می‌شود.

شکل ۲۷ـ۵ تصویر ظاهری کلید و مدار الکتریکی آن‌را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷ـ۵ شمای حقیقی راه‌اندازی موتور تک‌فاز با کلید زبانه‌ای

(۲ ساعت)

کار عملی ۴

هدف: راه‌اندازی موتور تک‌فاز

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
موتور سه‌فاز	موجود در کارگاه	ترمینال	نمره ۶
کلید	زبانه‌ای ۱- 0	کابل	۳ × ۲/۵ mm^{2}NYY
فیوز	مینیاتوری متناسب با موتور	بست کابل	متناسب با کابل

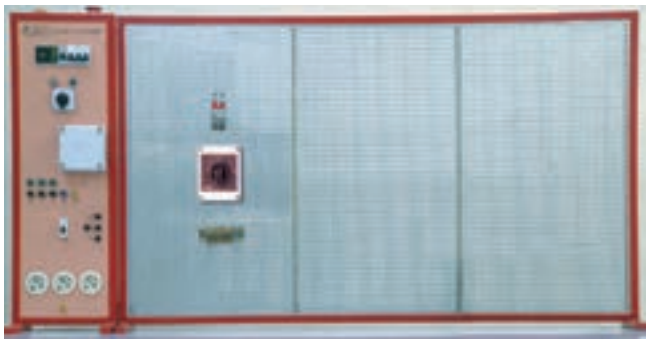
مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی تک‌فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را برگزینید.

۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۴. کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید. (شکل ۲۸ـ ۵)



شکل ۲۸ـ۵

۵. سیم فاز ونول را به پیچ‌های ۱ و ۳ کلید اتصال دهید.

۶. از پیچ‌های ۲ و ۴ کلید سیم‌های کابل را خارج و از طریق ترمینال به حروف U_1 و U_2 و از پیچ ۶ به Z_1 اتصال دهید.

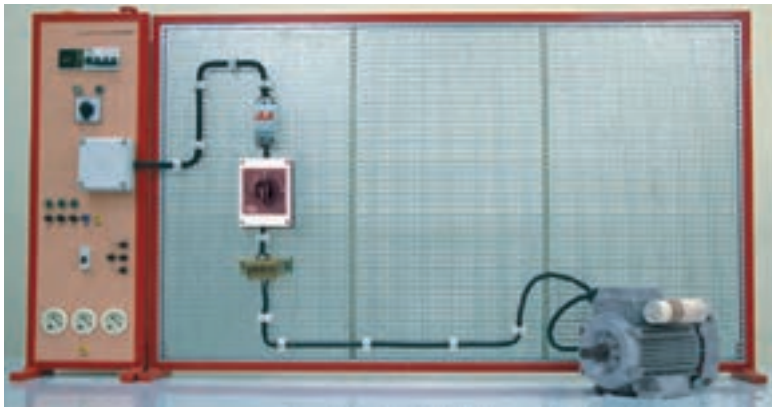
۷. در روی تخته‌کلم موتور U_2 را به Z_2 وصل کنید.

۸. قبل از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۹. پس از تأیید مربی، فیوز را وصل و کلید را از حالت صفر به یک ببرید و سپس موتور را راه‌اندازی کنید.

۱۰. کمیت‌های سرعت محور، ولتاژ دو سر موتور و جریانی که موتور از شبکه برق دریافت می‌کند را اندازه‌گیری کنید.

در شکل ۵ـ۳۰ روش کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه ای (۱ –۰) به‌صورت واقعی مشاهده می‌شود.



شکل ۵ـ۳۰ روش کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱ –۰)

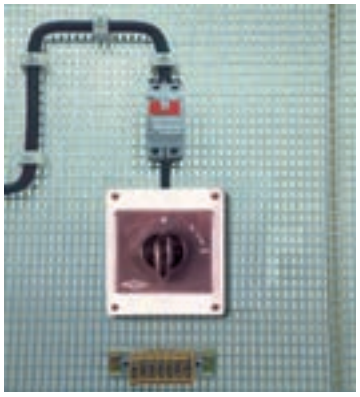
۸ ـ ۵ تغییر جهت گردش در موتورهای تک‌فاز

برای تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک‌فاز باید جهت جریان الکتریکی در سیم‌پیچی کمکی (راه انداز) را عوض کنیم، یعنی باید جای سر و ته سیم‌پیچ متصل شده به فاز و نول عوض شود. براثر این جابه‌جایی، جهت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای داخلی استاتور و بالطبع نیروی وارده بر روتور عوض می‌شود. با تغییر جهت نیروی وارده، جهت گردش موتور نیز به حالت عکس جهت اول تغییر می‌یابد.

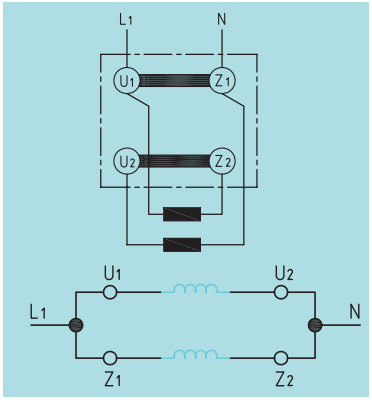
شکل ۵ـ۳۱ تصویر مداری و شکل تصویر تخته‌کلم موتور تک‌فاز را در حالت راست‌گرد نشان می‌دهد.

شکل ۵ـ۳۲ تصویر مداری و تصویر تخته کلم موتور تک‌فاز در حالت چپ‌گرد را نشان می‌دهد.

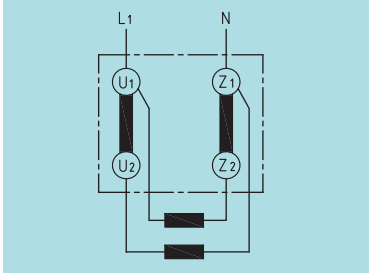
شکل ۵ـ۳۳ تصویر ظاهری کلید و شمای حقیقی مدار الکتریکی راه‌اندازی موتور الکتریکی تک‌فاز به‌صورت راست‌گرد و چپ‌گرد را نشان می‌دهد.



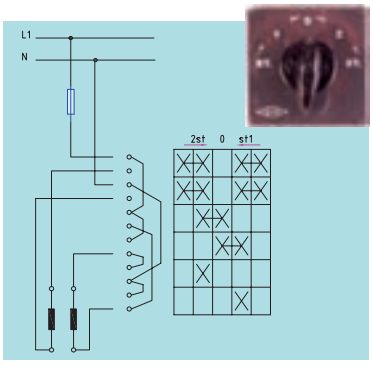
شکل ۵ـ۲۹



شکل ۵ـ۳۱ نقشه تخته کلم و اتصال سیم پیچ‌های موتور تک فاز در جهت راست‌گرد.



شکل ۵ـ۳۲ نقشه تخته‌کلم و اتصال سیم‌پیچ‌های موتور تک‌فاز در جهت راست‌گرد.



شکل ۵ـ۳۳

(۲ ساعت)

کار عملی ۵

هدف: راه‌اندازی موتور تک‌فاز به‌صورت راست‌گرد و چپ‌گرد

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصات فنی	نام ابزار	مشخصات فنی
موتور سه‌فاز	موجود در کارگاه	ترمینال	نمره ۶
کلید دستی تابلویی	چپ گرد ـ راست گرد	کابل	$۳ \times ۲/۵\ mm^۲$
مینیاتوری	متناسب با موتور	بست کابل	متناسب با موتور

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی تک‌فاز را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. مقدار جریان فیوز و همچنین سطح مقطع کابل را انتخاب کنید.

۳. با رعایت اندازه‌های داده شده کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۴. کلید زبانه‌ای، فیوز و ترمینال‌ها را نصب کنید.(شکل ۳۴ـ۵)

شکل ۳۴ـ۵

۵. فاز و نول را به پیچ‌های ۱ و ۴ کلید اتصال دهید.

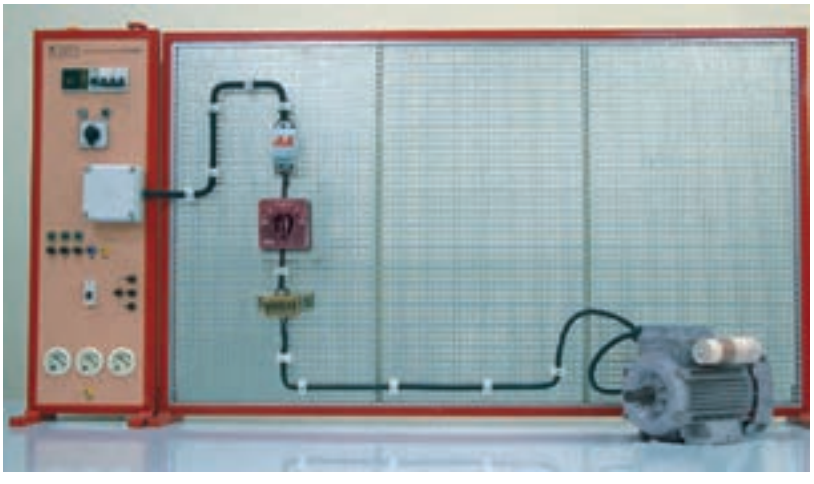
۶. از پیچ‌های ۲ و ۴ کلید سیم‌های کابل را خارج کنید و از طریق ترمینال به حروف U_1 و U_2 اتصال دهید.

۷. از پیچ شماره ۶ و ۹ کلید به ترتیب به سرهای Z_1 و Z_2 موتور وصل کنید.

۸. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۹. پس از تأیید مربی فیوز را وصل و توسط کلید، موتور را به‌صورت راست‌گرد و سپس چپ‌گرد راه‌اندازی کنید.

در شکل ۳۵ـ۵، چگونگی کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱ ـ۰ـ۲) به صورت واقعی نشان داده شده است.



شکل ۳۵ـ۵ چگونگی کابل‌کشی و برق‌رسانی به یک موتور تک‌فاز آسنکرون توسط کلید زبانه‌ای (۱ ـ۰ـ۲).

مطالعه آزاد

جدول ۱ـ ۵ عیب‌های متداول در موتورهای الکتریکی و همچنین روش رفع این عیوب را نشان می‌دهد.

عیوب ممکن در موتورهای آسنکرون سه‌فاز (روتور قفسه‌ای)

عیب	علت عیب	رفع عیب
موتور به حرکت در نمی‌آید یا فقط به دور کمی می‌رسد		
در یک کلاف هیچ جریانی وجود ندارد.	پاره‌شدن کابل برق	برطرف نمودن پارگی
موتور زیر بار به دور کامل نمی‌رسد.	گشتاور مقاوم بسیار بزرگ است.	بازرسی ماشین در حالت کار برای پیدا کردن اضافه بار.
جریان کلاف‌ها مختلف است.	اتصال بد.	اتصالات بازرسی شود.
سرو صدای زیاد در زمان روشن‌کردن	جابه‌جا وصل‌شدن سر و ته یک کلاف. بدون ولتاژ بودن یک سیم بیرونی. روتور به هسته استاتور خیلی نزدیک شده است.	کلاف سیم‌پیچ درست شود. شبکه بازرسی شود. یاتاقان تعویض شود.
بارگذاری موتور سبب کاهش شدید دور آن می‌شود.		
شدت جریان بسیار بزرگ است.	اضافه بار، موتور به جای مثلث به صورت ستاره وصل شده است.	موتور قویتر به کار برده شود، به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود، اتصال استاتور در وضعیت مناسب قرار داده شود.
ولتاژ موتور بسیار کم است.	سطح مقطع کابل برق بسیار کوچک است.	کابلی با سطح مقطع بزرگتری به کار برده شود.
گرمای بسیار شدید		
موتور حتی در حالت بی‌باری گرم می‌شود.	اتصال نادرست استاتور، اغلب اتصال مثلث به جای اتصال ستاره به کار رفته است. ولتاژ شبکه بسیار زیاد یا بسیار کم است. تهویه و خنک کردن موتور نامناسب است. جهت چرخش نادرست در موتورهای با پروانه بادبزن مایل.	به مشخصات روتور در روی پلاک آن توجه شود. نحوه اتصال استاتور تصحیح شود. ولتاژ شبکه آزمایش شود. مسیر عبور هوا بازرسی و تمیز شود. پروانه بادبزن تعویض شود.
کلاف‌ها مجزا در استاتور داغ می‌شوند.	اتصالی در سیم‌پیچ یا اتصال بدنه.	جریان کلاف‌ها اندازه‌گیری شود، مقاومت کلاف‌ها اندازه‌گیری شود. در صورت نیاز کلاف سیم‌پیچ تازه‌ایی به کار برده یا موتور تعویض می‌شود.
موتور بیش از هر چیز در حالت بارگذاری گرم می‌شود.	اضافه بار ولتاژ شبکه در جعبه تقسیم موتور (تخته کلم) بسیار کم است. موتور به جای اتصال مثلث به صورت اتصال ستاره بسته شده است.	ماشین در حالت کار بازرسی شود. موتور بزرگتری به کار برده شود. ولتاژ اندازه‌گیری و به پلاک مشخصات موتور توجه شود. به پلاک مشخصات موتور توجه و استاتور به شکل مناسب بسته شود.
یک کلاف به شدت گرم می‌شود، موتور در بار کم متوقف می‌شود. یاتاقان‌ها گرم می‌شوند.	کلید ستاره ـ مثلث برای اطمینان از تغییر اتصال مثلث آزمایش شود. اتصال نادرست کلید ستاره ـ مثلث. وجود اتصال بد در جعبه تقسیم و همچنین در کابل‌ها. در یاتاقان‌های غلتکی: گریس فاسد شده است. در یاتاقان‌های لغزشی: روغن نامناسب، یاتاقان صدمه دیده است.	استاتور به شکل مناسب بسته شود. نقاط اتصال آزمایش، تمیز و سمباده‌کاری شود. یاتاقان را بیرون آورده، آزمایش کرده، و در صورت نیاز تعویض و گریس‌کاری شود. یاتاقان را بیرون آورده و آزمایش کنید.

راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای مغناطیسی

در ماشین‌های ابزار علاوه بر کلیدهای دستی، از کلیدهای مغناطیسی(کنتاکتورها) نیز برای راه‌اندازی استفاده می‌شود. این روش راه‌اندازی امکانات جدیدی را برای کنترل ماشین‌آلات به‌وجود می‌آورد که در ادامه به آن اشاره خواهد شد. در این فصل، ضمن آشنایی با اجزای تشکیل‌دهنده مدارهای کنترل، با اصول کار چندین مدار کنترل و راه‌اندازی موتورهای الکتریکی توسط کنتاکتور آشنا می‌شوید.

۹ـ ۵ اجزا تشکیل‌دهنده مدارهای کنترل

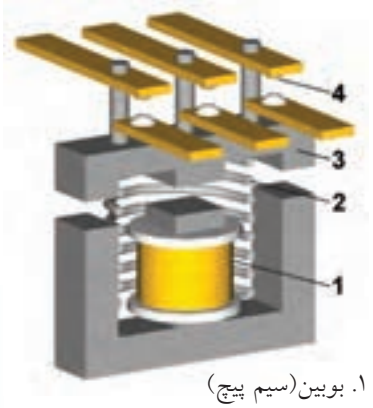
برای طراحی مدارهای کنترل و کار با آن‌ها باید اجزاء تشکیل‌دهنده آن‌را به طور کامل شناخت و با اصول ساختمان و موارد استفاده این وسایل آشنا شد. وسایلی که در مدارهای فرمان و کنترل ماشین‌آلات به‌کار می‌روند و در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

۱. کنتاکتور (کلید مغناطیسی)
۲. شستی استاپ استارت
۳. رله زمانی (تایمر)
۴. لامپ‌های سیگنال
۵. رله‌های حرارتی و مغناطیسی (بی‌متال و فیوز)
۶. کلید محافظ موتور
۷. لیمیت سوییچ

۱ـ ۹ـ ۵ کلید مغناطیسی یا کنتاکتور

کنتاکتور با بهره‌گیری از ویژگی الکترومغناطیس ـ مانند رله‌ها ـ تعدادی کنتاکت را به یکدیگر وصل یا از هم جدا می‌سازد. از این خاصیت جهت قطع و وصل، یا تغییر اتصال مدار استفاده می‌شود.

در شکل ۳۶ـ۵ تصاویری از چند نمونه کنتاکتور و طرح ساده‌ای از آن را مشاهده می‌کنید.

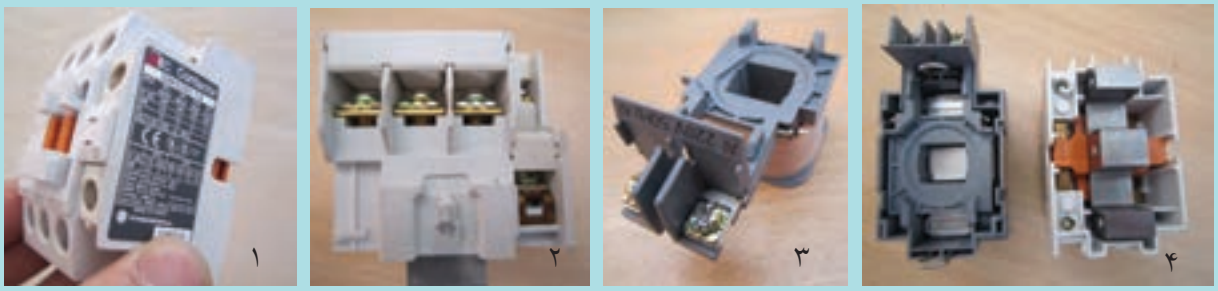


۱. بوبین(سیم پیچ)
۲. فنر
۳. هسته متحرک
۴. تیغه (کنتاکت)

شکل ۳۶ـ۵ دو نمونه کنتاکتور و طرح ساده‌ای ازآن‌ها.

مطالعه آزاد

در شکل ۳۷ـ۵ تصاویری از ساختمان داخلی کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۷ ـ ۵ تصویر داخلی کنتاکتور.

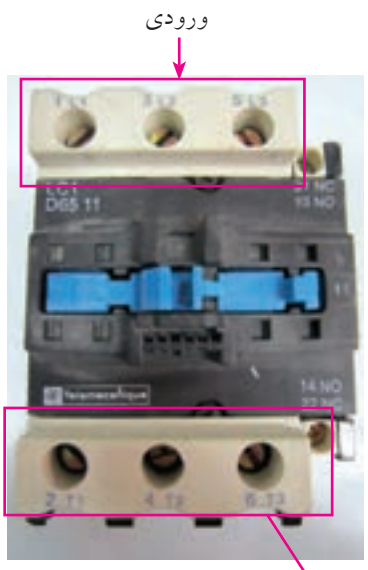
۱. قسمت بالایی کنتاکتور که هسته متحرک و تیغه‌های باز و بسته بر روی آن قرار دارد.

۲. سه پیچ که به تیغه‌های قدرت متصل هستند و یک پیچ دیگر که به تیغه فرمان متصل است. همه تیغه‌های فرمان و قدرت بر روی هسته متحرک قرار دارند.

۳. سیم‌پیچ (بوبین) کنتاکتور که منبع تغذیه به دو سر آن متصل می‌شود. این سیم‌پیچ بر روی یک قرقره پلاستیکی پیچیده شده است و می‌تواند به ولتاژ ۲۲۰ ولت با فرکانس ۵۰ هرتز متصل شود.

۴. هسته ثابت و هسته متحرک که به شکل حرف E است. هسته ثابت در زیر هسته متحرک قرار دارد و سیم‌پیچ و قرقره در بازوی وسط این هسته قرار می‌گیرند.

کنتاکتورها دارای تعدادی تیغه هستند. این تیغه‌ها مسئولیت قطع و وصل مدارها را برعهده دارند و به دو نوع تقسیم می‌شوند. نوع اول، تیغه‌های قدرت هستند که ضخیم‌ترند و قابلیت عبور جریان زیادی را دارند و برای اتصال موتور به شبکه برق سه‌فاز به‌کار می‌روند. هر کنتاکتور دارای سه تیغه قدرت است که در حالت عادی باز هستند و پس از این‌که کنتاکتور عمل کرد، بسته شده و برق را به موتور سه‌فاز می‌رسانند. شماره تیغه‌های قدرت یک رقمی هستند. شماره‌ی این تیغه‌ها ۱، ۳ و ۵ در بالای کنتاکتور و شماره‌های ۲، ۴ و ۶ در پایین کنتاکتور نام‌گذاری می‌شود. شکل ۳۸ـ۵ پیچ‌های مربوط به کنتاکت‌های قدرت را نشان می‌دهد.



شکل ۳۸ـ۵

کنتاکتورهـا علاوه بـر تیغه‌های قـدرت دارای تیغه‌هـای ظریف‌تری به‌نام تیغه‌های فرمان نیز هستند. تیغه‌های فرمان هم باز هستند و هم بسته، که با عمل کردن کنتاکتور، تیغه‌های باز، بسته شده و تیغه‌های بسته، باز می‌شوند. تیغه‌های فرمان با اعداد دو رقمی نام‌گذاری می‌شـوند که عدد یکان آن باز یا بسته بودن آن تیغه را مشـخص می‌کند و عدد دهگان نیز نشـان دهنده شـماره تیغه است. در یکان عدد دو رقمی، عدد ۱ و ۲ نشـان‌دهنده بسـته بودن تیغه و عدد ۳ و ۴ نشـان‌دهنده باز بودن تیغه اسـت. برای مثال عدد ۲۱ـ۲۲ نشـان‌دهنده دومین تیغه‌ی بسته از یک کنتاکتور اسـت. شکل ۳۹ـ۵ پیچ‌های مربوط به کنتاکت‌های فرمان را نشان می‌دهد.

شکل ۳۹ـ ۵

مزایای استفاده از کنتاکتورها

کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند:

۱. مصرف‌کننده از راه دور کنترل می‌شود.

۲. سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.

۳. از نظر حفاظتی مطمئن‌ترند و حفاظت مناسب‌تر و کامل‌تری دارند.

۴. عمر مؤثرشان بیشتر است.

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

شناخت مشخصات فنی کنتاکتور

نوع کنتاکتور

با توجه به نوع مصرف‌کننده و شرایط کار، کنتاکتورها قدرت و جریان عبوری مشـخصی برای ولتاژهای مختلف دارند، بنابراین باید به جدول و مشـخصات کنتاکتور توجه کافی مبذول کرد و انتخاب کنتاکتور را منطبق بر مشخصات مورد نیاز قرار داد. برای اتصال مصرف‌کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسـب استفاده شـود که کنتاکت‌های آن تحمل جریان موتور را داشته باشند. بدین منظور و برای این که بتوانیم کنتاکتور مناسب را برای اتصال موتور به شبکه برق انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشـنا شویم. این مقادیر برای کلید زبانه‌ای نیز وجود دارد. در زیر با این مقادیر، که معمولاً مهم‌ترین آن‌ها بر روی بدنه‌ی کلید (شکل ۴۰ـ ۵) نوشته شده است، آشنا می‌شویم.

شکل ۴۰ـ ۵ مشخصات فنی کنتاکتور.

حروف AC۳ بر روی کنتاکتور نشـــان‌دهنده این است که این کنتاکتور می‌تواند برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز روتور قفسی به‌کار رود.

برای انتخاب کنتاکتورها در قدرت‌های مختلف می‌توان از جدول ۲ـ۵ استفاده کرد.

جدول ۲ ـ ۵

جریان (بر حسب آمپر)			توان (ولتاژ ۳۸۰ ولت)	
فیوز	بی‌متال	کنتاکتور	HP (اسب‌بخار)	kW (کیلووات)
۲	۱ـ۱/۶	۹	۰/۵	۰/۳۷
۲ـ۴	۱/۶ـ۲/۵	۹	۰/۷۵	۰/۵۵
۲ـ۴	۱/۶ـ۲/۵	۹	۱	۰/۷۵
۴ـ۶	۲/۵ـ۴	۹	۱/۵	۱/۱
۴ـ۶	۲/۵ـ۴	۹	۲	۱/۵
۶ـ۸	۴ـ۶	۹	۳	۲/۲
۸ـ۱۲	۴ـ۶	۹	۴	۳
۸ـ۱۲	۵/۵ـ۸	۹	–	–
۱۰ـ۱۲	۷ـ۱۰	۱۶	۵/۵	۴
۱۲ـ۱۶	۱۰ـ۱۳	۱۶	۷/۵	۵/۵
۱۶ـ۲۰	۱۳ـ۱۵	۱۶	۱۰	۷/۵

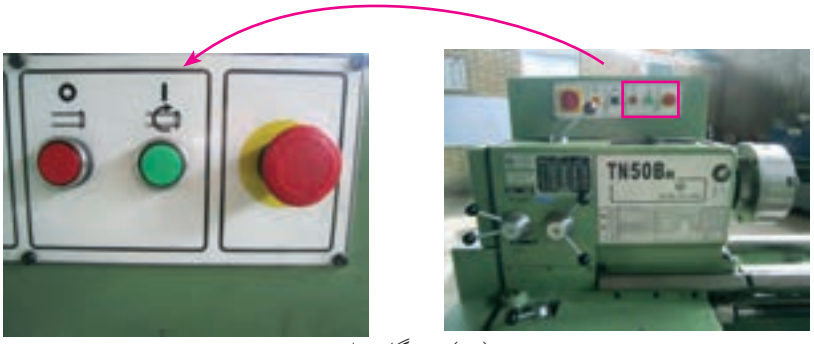
۲ـ ۹ـ ۵ شستی استاپ و استارت

شســـتی‌ها از جمله وســـایل فرمان هســـتند که تحریک آن‌ها به وســـیله‌ی دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوتی طراحی می شـــوند. شســـتی‌هایی که پس از اعمال فشـــار، دو کنتاکت وصل را قطع می‌کنند، شســـتی اســـتاپ (قطع) و شســـتی‌هایی که پس از اعمال نیـــرو دو کنتاکت قطع را وصل می‌کنند، شســـتی استارت (وصل) نامیده می‌شوند. شستی‌هایی که هر دو عمل را در یک زمان اجرا می‌کنند، به شســـتی اســـتاپ و استارت دوبل معروف‌اند. شکل ۴۱ـ ۵ شستی استارت استاپ را نشان می‌دهد.

شکل ۴۱ـ ۵ شستی استارت و استاپ.

در شـــکل ۴۲ـ ۵ نمونه‌های کاربردی شستی اســـتارت و استاپ در دستگاه‌های تراش و فرز نشان داده شده است.

(الف) دستگاه فرز



(ب) دستگاه تراش

شکل ۴۲ـ۵ شستی استارت و استاپ.

آزمایش سالم بودن شستی استارت و استاپ

برای تست سالم بودن شستی استارت ابتدا مولتی‌متر را در حالت اهم‌متر قرار می‌دهیم، سپس دو سر اهم‌متر را در دو طرف پیچ‌های استارت اتصال می‌دهیم. از آن‌جایی که در حالت عادی تیغه استارت باز است، لذا مسیر دو سر اهم‌متر بسته نخواهد شد و اهم‌متر به نشانه باز بودن مسیر، حروف O.L یا عدد ۱ را نشان می‌دهد. سپس شستی اســـتارت را فشار می‌دهیم و پس از برقراری ارتباط بین دو کنتاکت شستی، اهم‌متر عدد صفر را به نشانه سالم بدون شستی نشان می‌دهد. (شکل ۴۳ـ ۵)

شکل ۴۳ـ۵

برای تســـت سالم بودن شستی استاپ، دو ســـر اهم‌متر را در دو طرف پیچ‌های اســـتاپ اتصال می‌دهیم. از آن‌جایی که در حالت عادی تیغه اســـتاپ بسته است لذا مســـیر دو سر اهم‌متر بسته خواهد شـــد و اهم‌متر به نشانه بسته بودن مسیر عدد صفر را نشان می‌دهد. سپس شستی استاپ را فشار می‌دهیم در این حالت کنتاکت شستی باز خواهد شد و اهم‌متر به نشانه سالم بودن شستی حروف O.L و یا عدد ۱ را نشان می‌دهد.(شکل ۴۴ـ۵)

شکل ۴۴ـ۵

۳ـ ۹ـ ۵ رله زمانی (تایمر)

یکی از وسایل فرمان دهنده مدارهای کنترل مدار را برای مدت زمانی معین به عهده دارند.

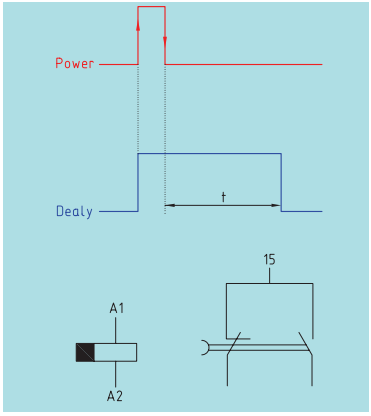
◄ رله زمانی الکترونیکی

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 ۵ـ۴۵ نمای ظاهری دو نوع تایمر نشان داده شده است. تایمرهای متداول در صنعت برق از نوع تأخیر در وصل است.این نوع تایمر با لبه بالا رونده (وصل برق) زمان سنجی را آغاز می کند و پس از اتمام زمان تنظیم شده بر روی آن ، عمل می کند این تایمر با لبه پایین رونده (قطع برق) به حالت اولیه خود بر می‌گردد(شکل ۵ـ۴۶).

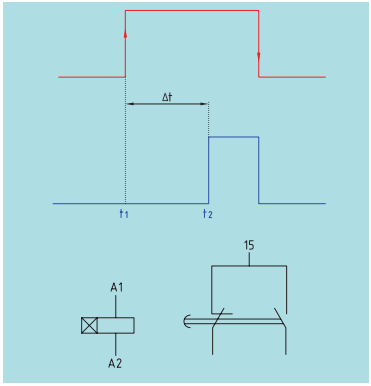
تایمر تأخیر در قطع با لبه بالا رونده (وصل برق) عمل می‌کند و با لبه پایین رونده (قطع برق) ، زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و با اتمام زمان به حالت اولیه برمی‌گردد. (شکل ۵ـ۴۷)

یکی از کاربردهای تایمر در ماشین‌های ابزار، در دستگاه نقطه جوش است. به‌طوری که عمل جوش نقطه‌ای در مدت زمان بسیار کمی که بر روی تایمر تنظیم می‌شود، اتفاق می‌افتد. به عبارتی مدار ترانس پس از گذشت زمان کمی، باز می‌شود و ترانس را از برق جدا می‌سازد.

شکل ۵ـ۴۵ رله زمانی(تایمر) الکترونیکی.



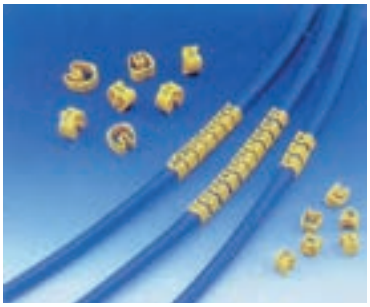
شکل ۵ـ۴۶ شمای فنی و نمودار زمانی عملکرد تایمر با تأخیر در وصل.



شکل ۵ـ۴۷ شمای فنی و نمودار زمانی عملکرد با تأخیر در قطع.

حروف و اعداد پلاستیکی

در تابلوهای برق برای مشخص کردن 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 ۵ـ۴۸)

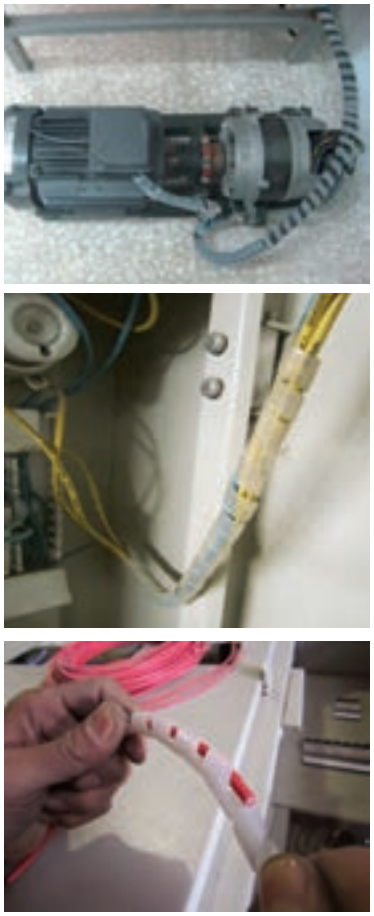


شکل ۵ـ۴۸ حروف و اعداد پلاستیکی.

کمربند کابل

درمواردی که تعداد زیادی سیم در مسیر کانال قرار گرفته باشد و یا به دلایلی سیم‌ها در مسیر خارج از کانال واقع شوند، برای مشخص کردن و دسته‌بندی سیم‌هایی که به یک قسمت خاص مربوط هستند، از کمربند کابل برای بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود. 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 ۴۹ـ۵ مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۰ـ۵ در یک مدار کنتاکتوری استفاده از حروف و اعداد پلاستیکی و همچنین کمربند کابل را نشان می‌دهد.



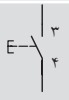
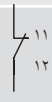
شکل ۴۹ ـ ۵ نوارهای بانداژ پلاستیکی.

شکل ۵۰ ـ ۵

علائم اختصاری

پیش از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. جدول ۳ـ۵ نمونه‌های مختلفی از این‌گونه علائم را نشان می‌دهد.

جدول ۳ـ ۵

لامپ سیگنال	
بوبین کنتاکتور	
شستی وصل (استارت)	
شستی قطع (استاپ)	
لمینت سوییچ	
کنتاکت باز کنتاکتور	
کنتاکت بسته کنتاکتور	
کنتاکت بسته بی متال	

(۴ ساعت)

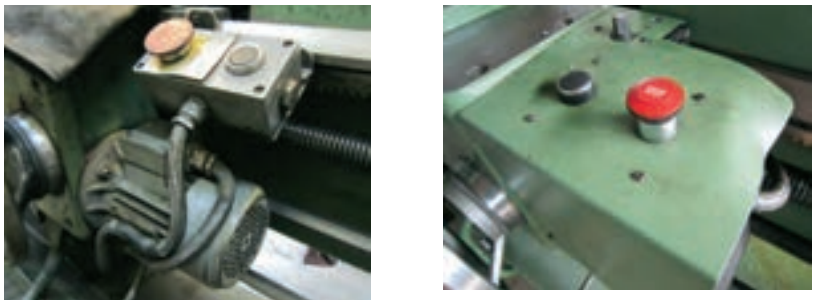
کار عملی ۶

الف: راه‌اندازی موتور الکتریکی پیشروی سوپورت در یک دستگاه تراش

تجهیزات موردنیاز

نام ابزار	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلو مونتاژ	——	—
فیوز قدرت	F1	۱۰A مینیاتوری نوع C
فیوز فرمان	F_0	۱۰A مینیاتوری نوع B
کنتاکتور	K1M	AC3
شستی استارت	I	رنگ مشکی یا سبز
کابل	—	۴×۲۵/۲ mm^2
موتور سه فاز	M1	1hp

شکل ۵ـ۵۱ موتور الکتریکی پیشروی سوپورت و شستی استارت (به رنگ مشکی) مربوط به آن در یک نمونه دستگاه تراش نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۵۱

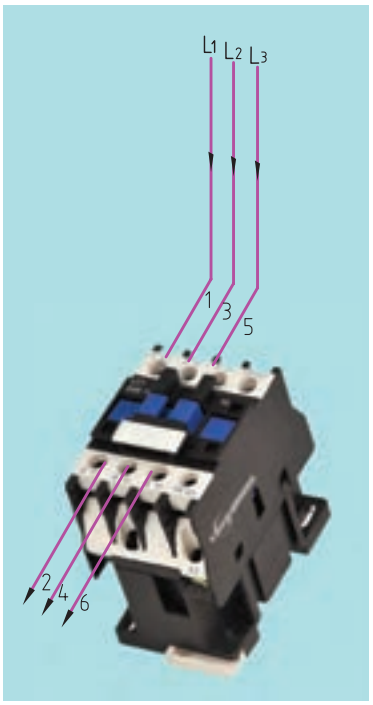
شرح کار

موتور سه‌فاز پیشروی سوپورت در یک دستگاه تراش، باید توسط کنتاکتور به شبکه برق اتصال یابد. تا زمانی‌که دست ما روی شستی استارت قرار دارد، موتور به حرکت خود ادامه می‌دهد و هنگامی‌که اعمال نیروی دست به شستی قطع شود، موتور از حرکت باز می‌ایستد. مدار الکتریکی قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی این موتور را به تفکیک بررسی می‌کنیم.

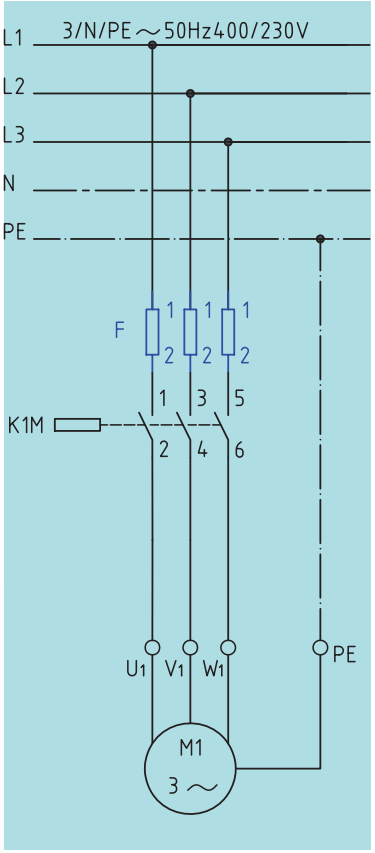
مدار قدرت

برای راه‌اندازی این موتور به یک کنتاکتور K1M و یک شستی وصل I نیاز است.کنتاکتور K1M باید موتور را به شبکه اتصال دهد؛ بدین‌ترتیب مدار قدرت آن به‌صورت شکل ۵ـ۵۲ درمی‌آید.

سه سیم برق سه‌فاز را به پیچ‌های مربوط به تیغه‌های قدرت که دارای تحمل جریان بیشتری هستند، متصل می‌کنیم (پیچ‌های شماره ۵، ۱،۳) و از پیچ‌های دیگر قدرت (پیچ‌های شماره ۲،۴،۶) سه سیم گرفته و به موتور الکتریکی اتصال می‌دهیم. بین شبکه برق و کنتاکتور سه عدد فیوز سر راه هر کدام از سیم‌های برق سه‌فاز قرار می‌دهیم، که در شکل ۵ـ۵۳ نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۵۲ مدار قدرت.

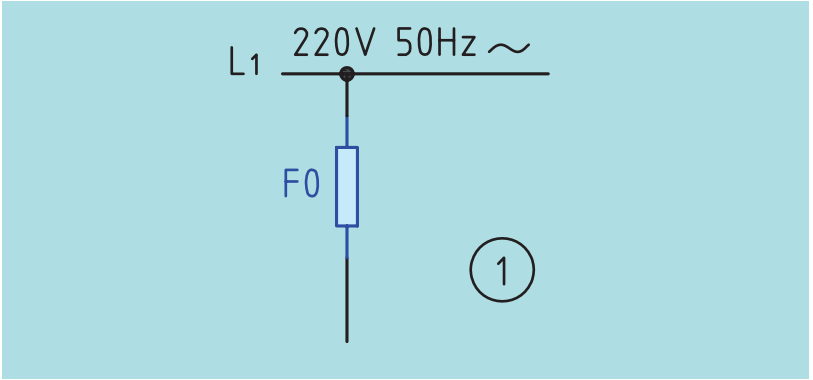


شکل ۵ـ۵۳ نقشه مدار قدرت.

مدار فرمان

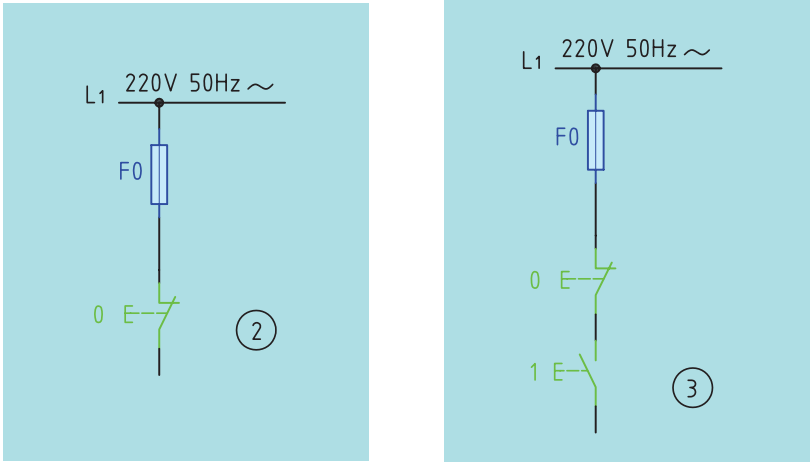
در مدار فرمان موارد زیر را مرحله به مرحله بررسی می‌کنیم.

ـ نخست 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. (شکل ۵۴ ـ ۵)



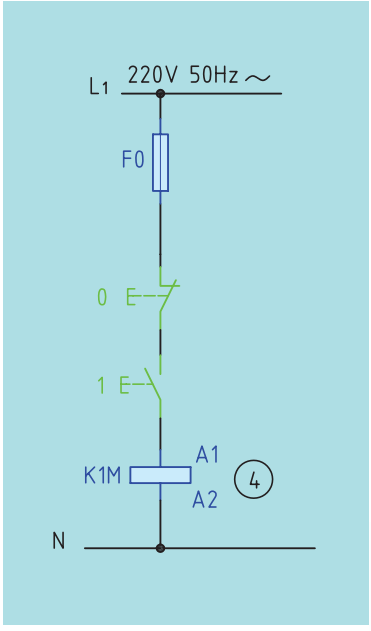
شکل ۵ـ۵۴

ـ برای شـروع به کار هر مدار فرمانی باید از یک وسـیله وصل‌کننده مانند یک شسـتی اسـتارت اسـتفاده کرد و همچنین برای قطع مدار باید از قطع‌کننده یا استاپ بهره گرفت که محل قرار گرفتن استاپ در این مدار پس از فیوز است. (شکل ۵ـ۵۵).



شکل ۵ـ ۵۵

در انتهای مسـیر باید از بوبین (سـیم‌پیچ) کنتاکتور استفاده کرد. بوبین کنتاکتور دارای دو سر است که یک سر آن به انتهای استارت و سر دیگر آن به سیم نول متصل می‌شود. (شکل ۵ـ۵۶).

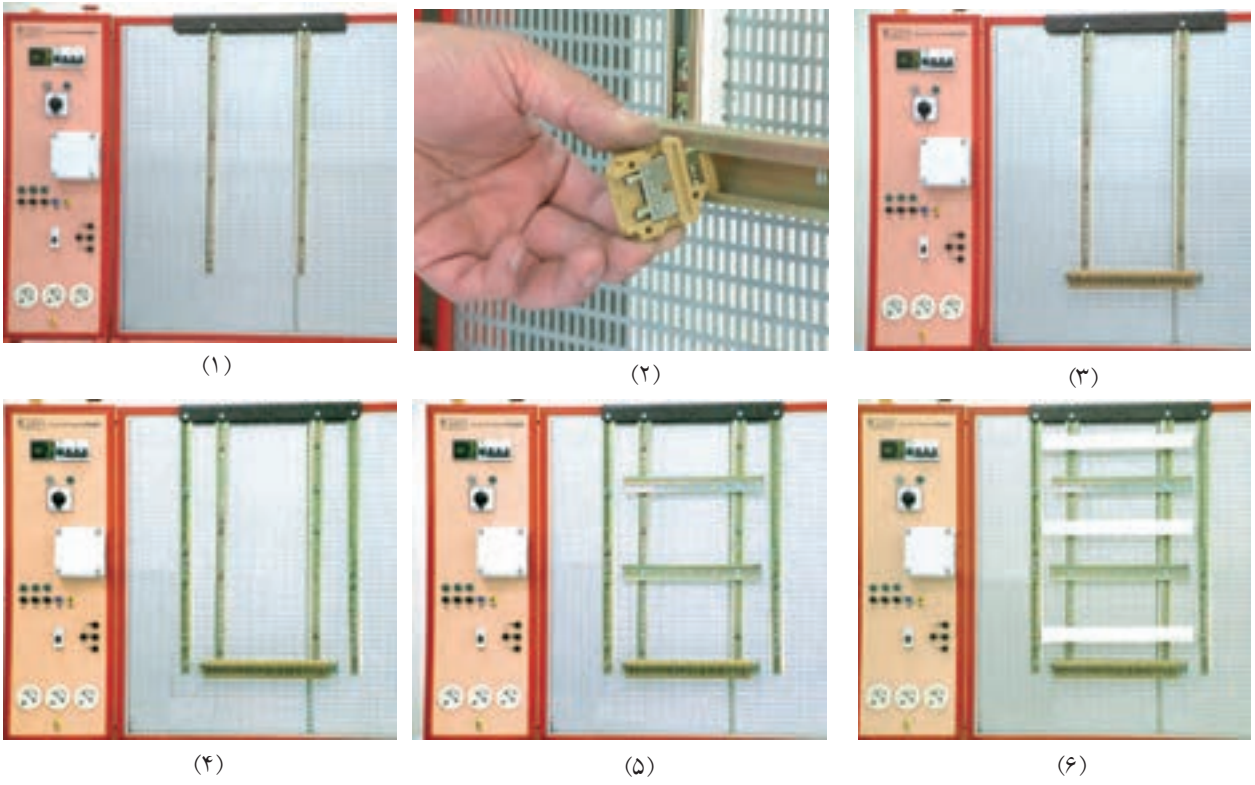


شکل ۵ـ ۵۶ نقشه مدار فرمان.

در این مدار اگر شستی استارت وصل شود، جریان الکتریکی از فیوز عبور کرده و پس از اسـتارت به یکی از سـرهای بوبین کنتاکتور می‌رسد و از سر دیگر آن که به سـیم نول متصل اسـت، بوبین کنتاکتور برق‌دار شده و جذب می‌کند. در این لحظه تیغه‌های قـدرت و فرمان آن تغییر وضعیت می‌دهند. (تیغه‌های باز ، بسـته می‌شوند و بالعکس). تا زمانی‌که دسـت ما روی شستی قرار داشته باشد موتور به کار خود ادامه می‌دهد و هرگاه دست خود را از روی شستی برداریم، موتور متوقف می‌شود.

کاربرد دیگر این مدار در دستگاه نقطه جوش است که عمل جوش را به‌صورت لحظه‌ای و با فشار بر روی پدال انجام می‌دهد.

شـــکل ۵ـ۵۷ تصاویر مربوط به مراحل ســـاخت و مونتاژ یک تابلوی برق را بر روی تابلوی آموزشی نشان می‌دهد.



(۱) (۲) (۳)

(۴) (۵) (۶)

(۷) (۸)

شکل ۵۷ ـ ۵

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۳. تجهیزات را بر روی تابلو نصب کنید.

۴. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال درست انجام دهید.

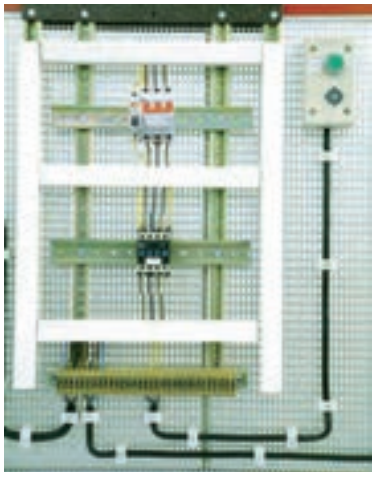
۵. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات

ایمنی بررسی کنید.

۶. فیوزها را وصل و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

۷. در صورت وجود عیب در مدار، فیوزها را قطع و عیب مدار را بیابید و رفع کنید.

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

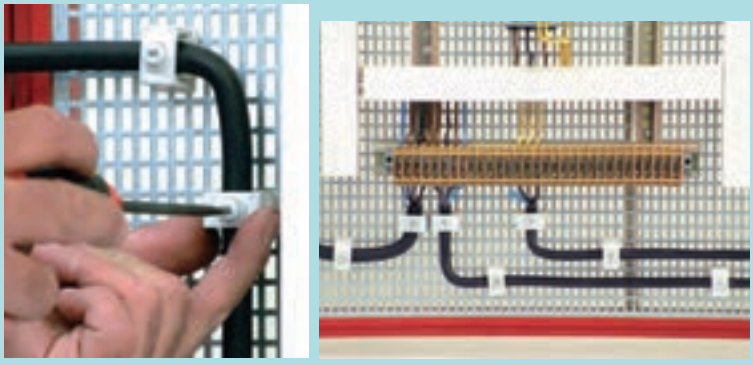


شکل ۵ـ۵۸ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز برای این کار عملی با تجهیزات مورد نیاز.

شکل ۵ـ۵۸ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز را برای این کار عملی با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.

نکته

به هنگام زیر پیچ قرار دادن سیم‌ها و فرم مناسب قرارگیری کابل‌ها در کنار هم دقت کنید.(شکل ۵ـ۵۹)



شکل ۵ـ۵۹

شکل ۵ـ۶۰ روش نصب کنتاکتور، فیوز مینیاتوری سه‌فاز و ترمینال را بر روی ریل نشان می‌دهد.

شکل ۵ـ۶۰

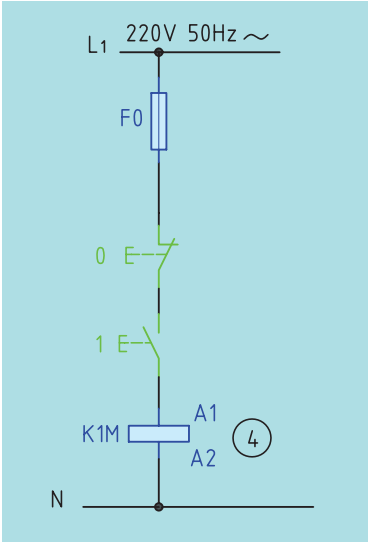
نکته

بـــرای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی ســـه‌فاز باید هر ســـه فیوز را هم‌زمـــان با هم وصل کرد. (چرا؟) برای این‌منظور زائده‌ای روی این سه فیوز قرار دارد که آن‌ها را به هم متصل می‌سازد. به‌همین خاطر با وصل فیوزها هر سه با هم وصل می‌شوند. (شکل ۶۱ـ۵)

شکل ۶۱ـ۵ وصل هم‌زمان سه فیوز در مدارهای راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز

تمرین

طرز کار نقشه مدار فرمان شکل ۶۳ ـ۵ را بنویسید.



شکل ۶۳ـ۵ فرمان راه‌اندازی یک موتور

.....

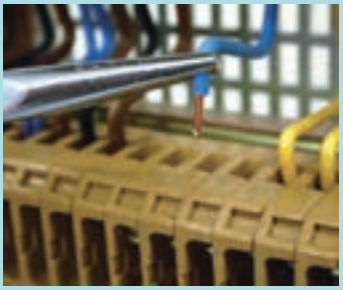
.....

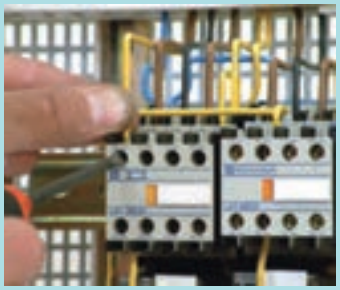
.....

.....

ایمنی

هنگام قرار دادن سیم زیر پیچ دقت کنید سیم به اندازه کافی لخـــت شـــود و تمام قســـمت هادی آن زیر پیچ قرار گیرد.





شکل ۶۲ـ۵

۴ـ ۹ـ ۵ لامپ‌های سیگنال

لامپ‌های علامت‌دهنده یا لامپ‌های سیگنال در بیشتر ماشین‌های ابزار و تابلوهای توزیع برق و فرمان به موتورها و وسایل الکتریکی به‌کار می‌روند. نوع استفاده از این لامپ‌ها متفاوت است. از این لامپ به‌عنوان لامپ خبر استفاده می‌شود و می‌تواند روشن بودن، خاموش بودن یا عیب دستگاه و غیره را نشان دهد. لامپ‌های سیگنال را پیش از هر بار کار انداختن دستگاه باید به‌وسیله کلید مخصوص آزمایش کرد و از سالم بودن مدار و همچنین لامپ آن کاملاً مطمئن شد تا در صورت بروز خطا در مدار بتواند به‌خوبی عمل کند.

شکل ۶۴ـ۵ لامپ‌های سیگنال

شکل ۶۵ـ۵ کاربرد لامپ‌های سیگنال در یک نمونه دستگاه تراش

ب: راه‌اندازی موتور الکتریکی اصلی در یک دستگاه تراش با کنتاکتور

تجهیزات موردنیاز

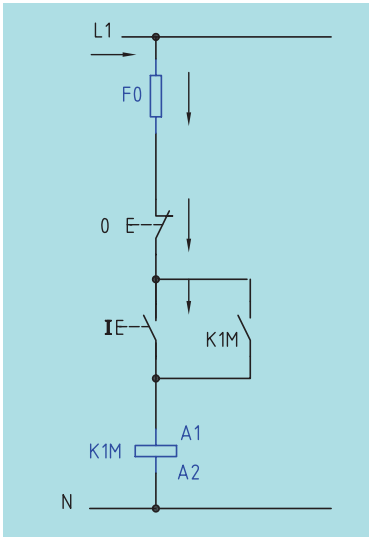
نام ابزار	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلوی مونتاژ	ـــــ	ـــــ
فیوز قدرت	F۱	۱۰A مینیاتوری نوع C
فیوز فرمان	F0	۴A مینیاتوری نوع B
کنتاکتور	K۱M	AC۳
شستی استاپ	0	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ سبز
کابل	ـــــ	۴×۲/۵ mm^۲
موتور سه‌فاز	M۱	۴ hp

در شکل ۶۶ـ۵ موتور الکتریکی اصلی یک نمونه دستگاه تراش نشان داده شده است.

شکل ۶۶ـ۵ موتور الکتریکی دستگاه تراش

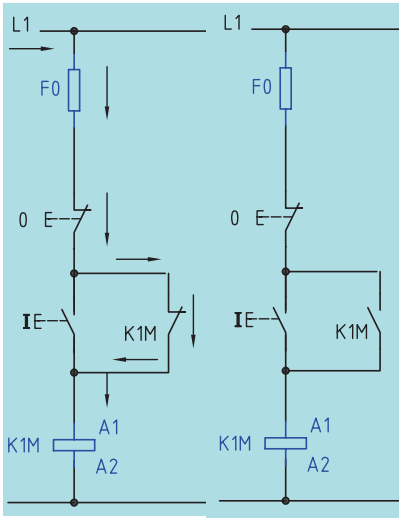
شرح کار

موتور سه‌فاز اصلی در یک دستگاه تراش، باید توسط کنتاکتور به شبکه برق اتصال یابد. در این مدار باید پس از فشردن شستی استارت، موتور سه‌فاز روشن شود و پس از برداشتن نیروی دست از روی شستی همچنان به‌صورت دائم به کار خود ادامه دهد. پس از پایان کار برای خاموش کردن آن باید بتوان موتور را با یک شستی استاپ خاموش و متوقف کرد. مدار الکتریکی قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی این موتور را به تفکیک بررسی می‌کنیم.



مدار قدرت

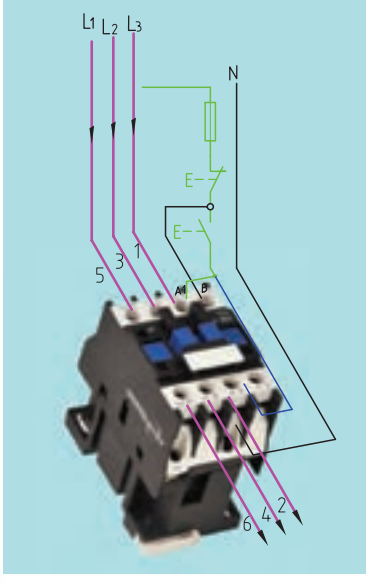
برای راه‌اندازی این موتور به یک کنتاکتور K1M و یک شستی وصل I نیاز است. کنتاکتور K1M باید موتور را به شبکه اتصال دهد، لذا مدار قدرت راه‌اندازی این موتور نیز مانند کار عملی شماره ۷ است و تفاوت این مدار با مدار کار عملی قبل در مدار فرمان آن‌هاست.



مدار فرمان

در مدار کار عملی قبل تا زمانی‌که دست ما روی شستی استارت باشد برق به بوبین کنتاکتور می‌رسد و به محض این‌که دست خود را از روی شستی برداریم، مسیر جریان برق قطع، و موتور خاموش خواهد شد.

در این مدار باید پس از این‌که دستمان را از روی شستی برداشتیم، موتور همچنان بتواند به کار خود ادامه دهد، لذا باید مسیر دیگری به موازات مسیر عبور جریان در استارت به‌وجود آوریم تا وقتی مسیر شستی استارت قطع شد، آن مسیر جریان برق را به بوبین کنتاکتور برساند و کار موتور را دائمی کند. برای این کار یکی از تیغه‌های باز (تیغه‌های فرمان) کنتاکتور را با شستی استارت موازی می‌کنیم. این مراحل کار در شکل ۶۷ ـ ۵ نشان داده شده است. به تیغه بازی که مدار را در حالت دائمی و پایدار نگه می‌دارد، تیغه نگهدارنده گویند.



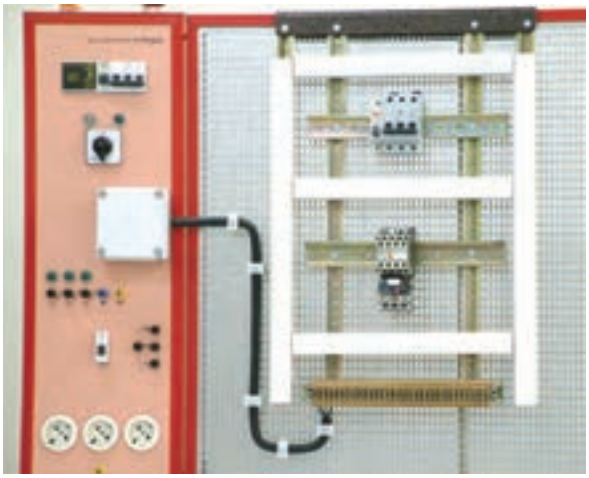
شکل ۶۷ـ۵

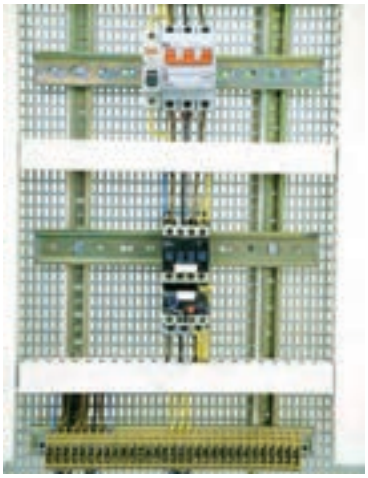
مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۳. تجهیزات را روی تابلو نصب کرده و کابل‌کشی و سیم‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.(شکل ۶۸ـ۵)





شکل ۶۸ـ۵

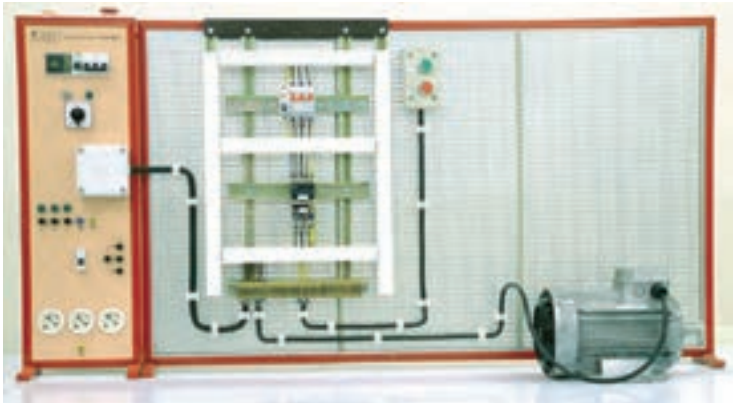
۴. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

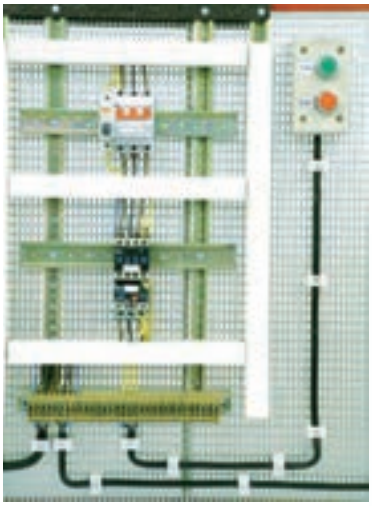
۵. فیوزها را وصل، و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

۶. در صورت وجود عیب در مدار، فیوزها را قطع، و عیب مدار را پیدا کرده و به رفع آن بپردازید.

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

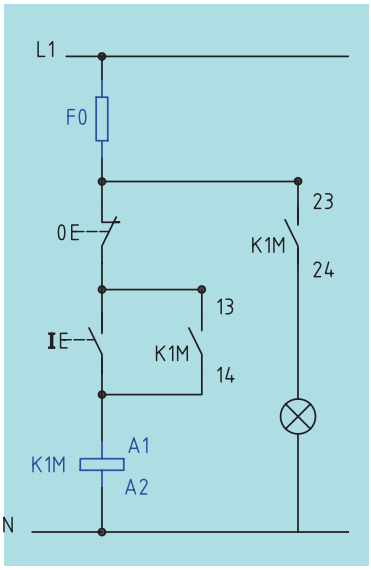
شکل ۶۹ـ۵ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز برای این کار عملی را با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.





شکل ۶۹ـ۵ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز

اگر بخواهیم روشن بودن موتور را بر روی دستگاه با روشن بودن لامپ سیگنالی نشان دهیم، لازم است در مدار فرمان یکی از تیغه‌های فرمان کنتاکتور را با لامپ سیگنال به‌صورت سری قرار داده و به دو سر فاز و نول در مدار فرمان متصل کنیم. (شکل ۵ـ۷۰)



شکل ۵ـ۷۰

تمرین (نقشه خوانی)

طرز کار نقشه مدار فرمان شکل ۵ـ۷۱ را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

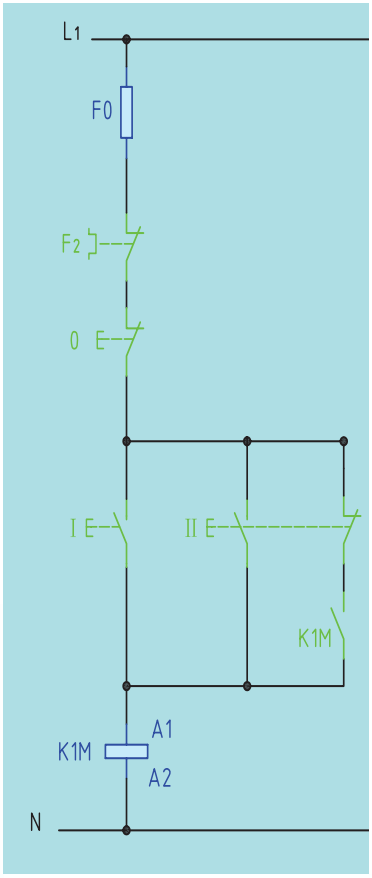
.....

.....

.....

.....

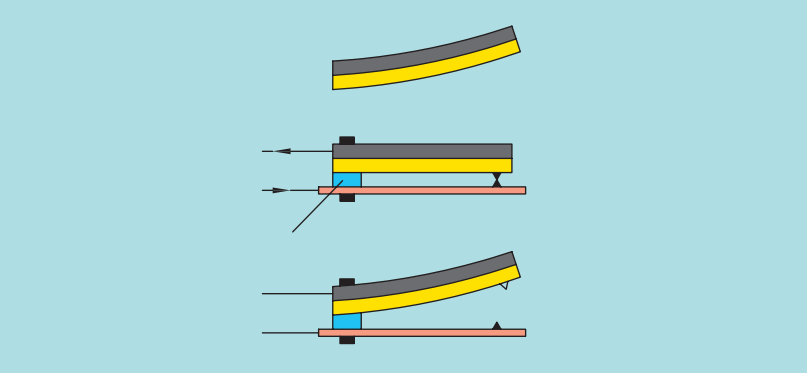
.....



شکل ۵ـ۷۱

۵ ـ ۹ـ ۵ رله حرارتی (بی متال)

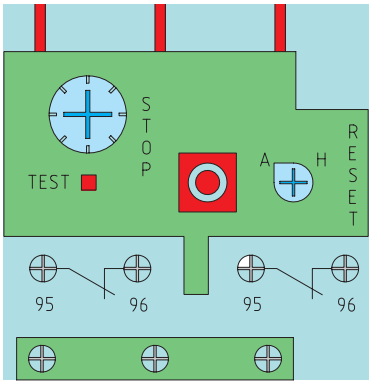
دستگاه‌های الکتریکی را باید در مقابل خطرات و خطاهای احتمالی حفاظت کرد. یکی از راه‌های حفاظت موتورهای الکتریکی، استفاده از رله حرارتی و رله مغناطیسی است. رله حرارتی ، موتور را در مقابل اضافه‌بار (بار زیاد) حفاظت می‌کند. بار زیاد باعث می‌شود که موتور الکتریکی از شبکه برق جریان زیادی دریافت کند. اصول ساختمان رله حرارتی از دو فلز، که دارای ضریب انبساط طولی مختلفی هستند، تشکیل شده است (شکل ۷۲ـ۵).



شکل ۷۲ـ۵ نحوه عملکرد رله حرارتی (بی متال)

این دو فلز در حالت گرم، به‌وسیله غلتک پرس و به‌صورت یک تکه دیده می‌شوند و یک بی‌متال را تشکیل می‌دهند. در اثر عبور جریان، هر دو فلز گرم و طول آن‌ها افزایش می‌یابد و چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیش از دیگری است، از این‌رو دو فلز با هم خم می‌شوند. این حرکت به‌طور مستقیم، یا به‌وسیله‌ی اهرم‌هایی به یک کنتاکت منتقل می‌شود و مدار را قطع یا وصل می‌کند. از خاصیت بی‌متال در فیوزها و رله‌های بی‌متال استفاده می‌شود. این رله‌ها قابل تنظیم هستند و در مقابل اضافه جریان (اضافه بار) از ۱/۰۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی، موتور را قطع می‌کنند.

در نمونـــه ســـه‌فاز آن، رله حرارتی از ســـه پل قدرت برای عبـــور جریان اصلی مصرف‌کننده، تشـــکیل شده و دارای دو کنتاکت فرمان است: یکی کنتاکت بسته جهـــت قطع مدار تغذیه کنتاکتـــور و دیگری کنتاکت باز که پس از عمل بی‌متال بسته می‌شود و برای اعلام هشدار خطای حاصل در مدار به‌کار می‌رود.



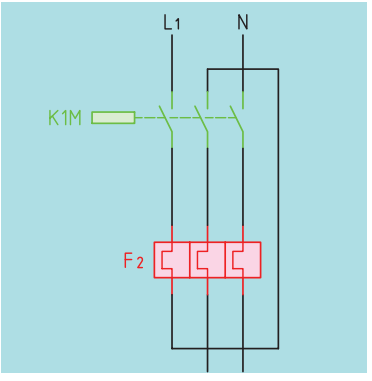
برخی از این رله‌ها کلیدی دارند که برای دو حالت دســـتی و اتوماتیک طراحی شـــده‌اند. در حالت دســـتی پس از عمل رله، باید آن‌را با دســـت به حالت اول برگردانـــد. در حالـــت اتوماتیک، رله پـــس از مدت زمان معینـــی به حالت اول بازمی‌گردد. در شکل ۵ـ۷۳ یک نمونه بی‌متال نشان داده شده است.

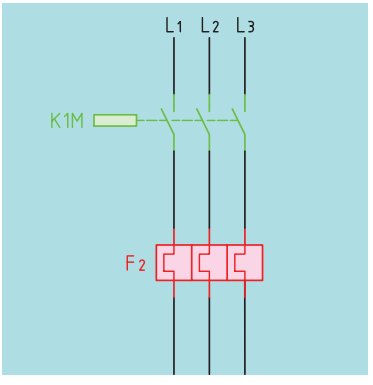
شکل ۵ـ۷۳ تصویر ظاهری بی‌متال

در شکل ۵ـ۷۴ چگونگی اتصال یک نمونه رله حرارتی زیر کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۵ـ۷۴ چگونگی قرارگیری بی‌متال زیر کنتاکتور

در شکل ۵ـ۷۵ مدار الکتریکی و نحوه اتصال رله حرارتی در شبکه برق سه‌فاز و تک‌فاز را مشاهده می‌کنید.





شکل ۵ـ۷۵ شمای حقیقی مدار کنتاکتوری همراه بی‌متال

(۴ ساعت)

کار عملی ۷

هدف: راه‌اندازی موتور سه‌فاز اصلی و الکتروپمپ آب صابون در دستگاه فرز به‌صورت یکی پس از دیگری

تجهیزات مورد نیاز

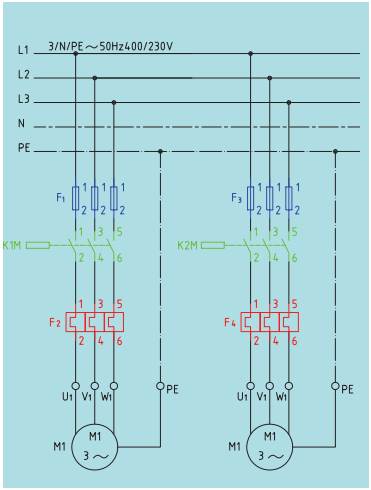
نام ابزار	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلو مونتاژ	ـــــ	ـــــ
فیوز قدرت	F۱ و F۳	۱۰A مینیاتوری نوع C
فیوز فرمان	F۰	۴A مینیاتوری نوع B
بی متال	F۲ و F۴	متناسب با موتور
کنتاکتور	K۱M و K۲M	AC۳
شستی استاپ	۰	رنگ قرمز
شستی استارت	I و II	رنگ سبز
کابل	ـــــ	NYY ۴×۲/۵ mm^۲
موتور سه‌فاز	M۱ و M۲	۰/۵hp ,۲hp

شرح کار

برای اطمینان یافتن از این‌که در هنگام کار با دستگاه فرز، مایع خنک‌کننده روی قطعه‌کار ریخته می‌شود در این مدار باید ابتدا موتور پمپ آب صابون روشن، و سپس موتور اصلی دستگاه راه‌اندازی شود. به‌علاوه موتور اصلی دستگاه فرز هرگز نباید به‌تنهایی اجازه روشن شدن را داشته باشد. به‌عبارتی پس از استارت پمپ آب صابون، کنتاکتور این پمپ وصل شده و در این لحظه به موتور اصلی اجازه راه‌اندازی شدن را می‌دهد تا کسی نتواند مستقیماً موتور اصلی را راه‌اندازی کند.

مدار قدرت

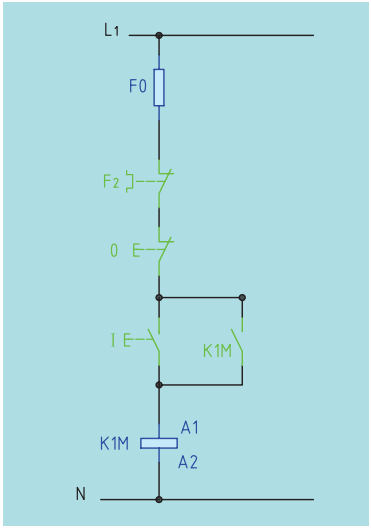
برای مدار قدرت به یک کنتاکتور جهت هر یک از موتورها نیاز است، بنابراین برای موتور M۱، کنتاکتور K۱M و برای موتور M۲، کنتاکتور K۲M را درنظر می‌گیریم و مدار قدرت آن‌را مانند شکل ۵ـ۷۶ ترسیم می‌کنیم. حفاظت برای اتصال کوتاه و حفاظت برای بار زیاد (بی‌متال)، در مورد هر یک از موتورها به‌طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود. همچنین از کلید Q۱ به‌عنوان کلید اصلی برای قطع و وصل مدار استفاده می‌شود.



شکل ۵ـ۷۶ مدار قدرت

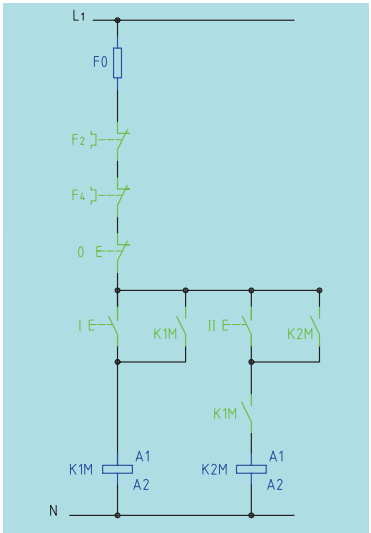
مدار فرمان

برای اجرای این کار عملی به سه شستی نیاز است که شستی I برای راه‌اندازی پمپ آب صابون، شستی II برای راه‌اندازی موتور اصلی و شستی O برای قطع کل مدار است. نخست برای راه‌اندازی موتور، پمپ آب صابون (M۱) از کنتاکتور K۱M استفاده می‌کنیم، به‌طوری که با فشار به شستی I کنتاکتور K۱M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود. شکل (۵ـ۷۷).



شکل ۵ـ۷۷ نقشه مدار فرمان.

موتور اصلی دستگاه فرز (M۲) نباید بدون پمپ آب صابون (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 قابلیت وصل نداشته باشد. برای این کار می‌توانیم از یک کنتاکت باز K۱M به‌طور سری در مدار بوبین K۲M استفاده کنیم. بدین‌ترتیب ملاحظه می‌شود که اگر کنتاکتور K۱M وصل نباشد و شستی II فشار داده شود، به‌علت 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 (بی‌متال) F۳ و F۴ نیز به‌طور سری با کل مدار قرار می‌گیرند تا در صورت اضافه‌بار برای هر یک از موتورها، کل مدار قطع شود. فیوز F_0 نیز برای حفاظت مدار فرمان به‌کار می‌رود. مدار فرمان کامل این کار عملی، در شکل ۵ـ۷۸ نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۷۸ نقشه مدار فرمان.

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات، استخراج و یادداشت کنید.

۲. با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۳. تجهیزات را بر روی تابلو نصب کنید.

۴. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال درست انجام دهید.

۵. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۶. فیوزها را وصل و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

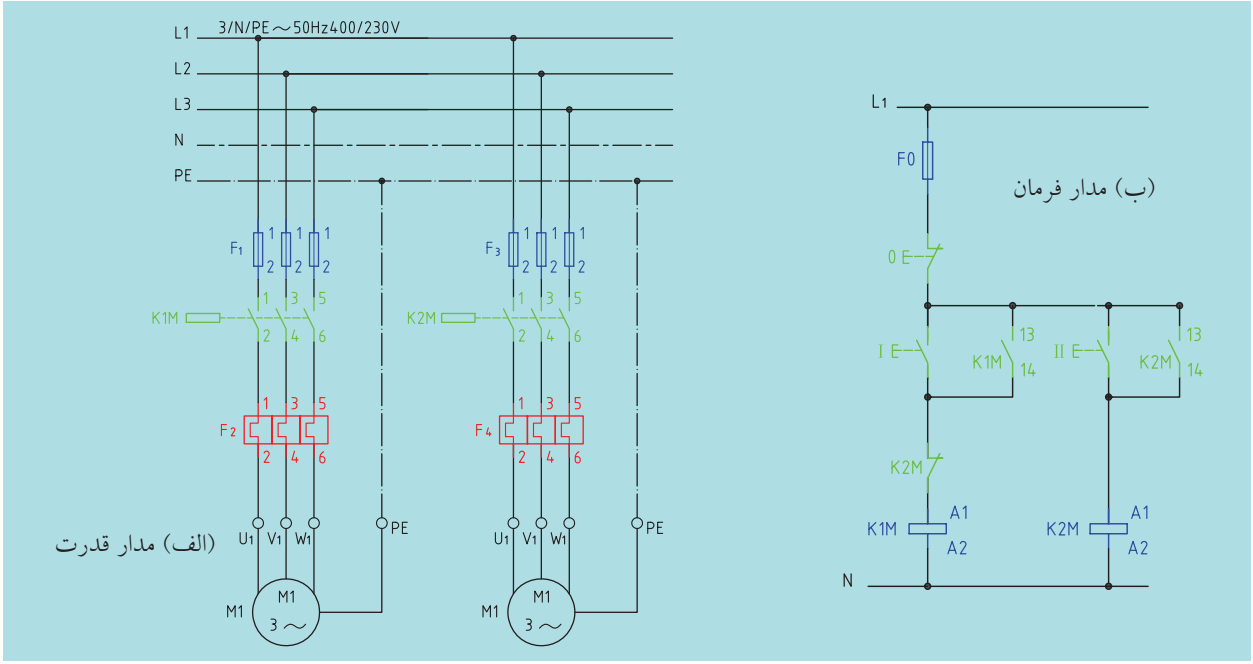
۷. در صورت وجود عیب در مدار، فیوزها را قطع و عیب مدار را یافته و به رفع آن بپردازید.

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

تمرین

طرز کار نقشه‌های مدارهای قدرت و فرمان شکل ۵ـ۷۹ را بنویسید.

۲. نمونه‌های دیگر کاربرد مدار راه‌اندازی دو موتور به‌صورت یکی پس از دیگری را در ماشین‌های ابزار نام ببرید.



شکل ۵ـ۷۹ مدار راه‌اندازی دو موتور به‌صورت یکی به‌جای دیگری.

۶ـ ۹ـ ۵ کلید محافظ موتور

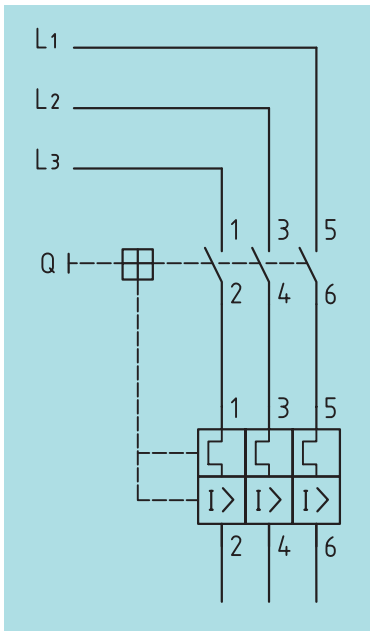
ایـن کلیـد، موتور را در مقابل بار اضافی کـه روی آن قرار می‌گیرد و همچنین اتصـال کوتاه حفاظت می‌کنـد. به این‌صورت که چنان‌چـه در اثر اضافه باری کـه روی موتور قـرار می‌گیرد و یا قطع یکی از فازهای شـبکه برق (که به آن اصطلاحاً دو فازشدن موتور می‌گویند) جریان، کمی بیشتر از جریان نامی موتور شود، کلید موتور را از شبکه برق قطع می‌کند(شکل‌های ۸۰–۵ و ۸۱–۵).

(الف) شکل ظاهری

(ب) نمونه کاربردی در تابلوی برق دستگاه تراش

شکل ۸۰ـ۵ کلید محافظ موتور.

اگـر خطایی مانند اتصال کوتـاه در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد نیز کلیـد موتـور را قطع می‌کند. کلیـد محافظ موتور می‌توانـد جایگزین فیوز و بی‌متال در مدار راه‌اندازی موتور شود. شکل(۸۰ـ۵).



شکل ۸۱ـ۵

۷ـ ۹ـ ۵ سوییچ محدودکننده (لیمیت سوییچ)

سـوییچ‌های محدود کننده برای محدود کردن حرکت دستگاه‌ها به‌کار می‌روند. ساختمان این سـوییچ‌ها مانند استارت استاپ‌هاست و به‌صورت ساده یا دوبل ساخته می‌شوند.(شکل ۸۲ ـ۵).

شکل ۸۲ـ۵ یک نمونه لیمیت سوییچ.

بر روی این سـوییچ‌ها زبانه یا زائده‌ای قرار دارد که با برخورد قطعه یا بخشی از دستگاه به آن، این زبانه حرکت را به تیغه‌های آن منتقل کرده و تیغه باز آن‌را بسته و تیغه بسته آن‌را باز می‌کند.

نمونه‌ای از این لیمیت سوییچ‌ها در شکل ۵ـ۸۳ نشان داده شده است.

وصل لیمیت سـوییچ ممکن اسـت با اعمال نیرو در جهت محور Xها یا Yها باشد.

شکل ۵ـ۸۳

تحقیق

نمونه‌های کاربردی لیمیت سوییچ را در ماشین‌های ابزار بیابید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(۴ ساعت)

کار عملی ۸

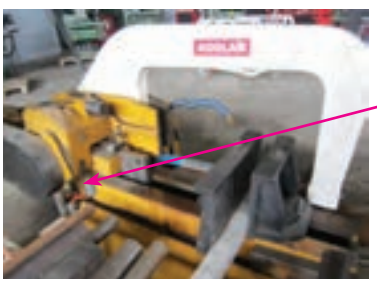
هدف: راه‌اندازی موتور سه‌فاز دستگاه اره‌لنگ و محدودسازی حرکت دستگاه با لیمیت سوییچ

تجهیزات موردنیاز

وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلو مونتاژ	ـــــ	ـــــ
فیوز قدرت	F۱	۱۰A مینیاتوری نوع C
فیوز فرمان	F۰	۶A مینیاتوری نوع B
بی‌متال	F۲	متناسب با موتور
کنتاکتور	K۱M	AC۳
شستی استاپ	۰	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ سبز
لیمیت سوییچ		۵A ـ ۲۵۰v
کابل	ـــــ	۴×۲/۵ mm^۲
موتور سه‌فاز	M۱	۲hp

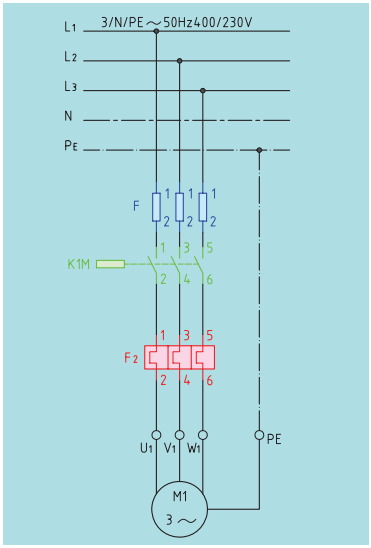
شرح کار

در این مدار ابتدا باید موتور دستگاه اره لنگ را راه‌اندازی کرد. پس از راه‌اندازی، حرکت موتور به اره منتقل شده و عمل برش شروع می‌شود. در حین برش، اره به‌سمت پایین آمده و در پایان برش، تیغه فلزی دستگاه به لیمیت سوییچ برخورد کرده و لیمیت سوییچ، فرمان قطع برق موتور را می‌دهد. در شکل ۸۴ـ۵ نمونه واقعی این کار عملی نشان داده شده است.

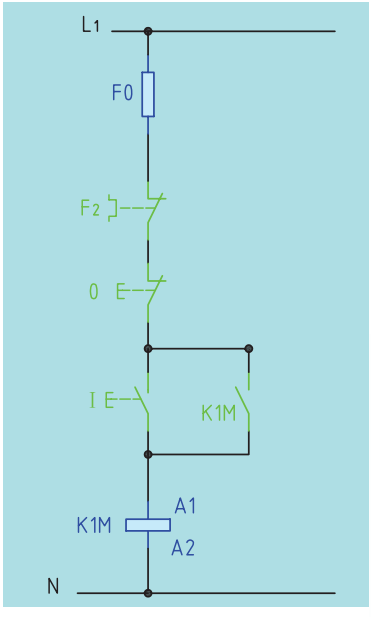


شکل ۸۴ـ۵ کاربرد لیمیت سوییچ در دستگاه اره‌لنگ

شکل ۵ـ۸۵ تیغه فلزی دستگاه به لیمیت سوییچ برخورد کرده است.



شکل ۵ـ۸۷ مدار قدرت.



شکل ۵ـ۸۸ نقشه مدار فرمان.

مدار قدرت

بـــرای ایـــن کار عملی به یـــک کنتاکتور K۱M ، فیوزهای قـــدرت و همچنین بی‌متال برای موتور نیاز است. مدار قدرت در شکل ۸۷ ـ ۵ ترسیم شده است.

شکل ۵ـ۸۶ دستگاه در حال برش و تیغه فلزی دستگاه به لیمیت سوییچ برخورد نکرده است.

مدار فرمان

برای اجرای این کار عملی به دو شســـتی نیاز اســـت که شستی استارت I برای راه‌اندازی موتور و شســـتی O برای قطع کل مدار اســـت. همچنین برای محدود سازی حرکت دستگاه به یک لیمیت سوییچ نیز نیاز داریم.

ابتدا برای راه‌اندازی موتور (M ۱) از کنتاکتور K۱M استفاده می‌کنیم، به‌طوری که با فشـــار به شســـتی I کنتاکتور K۱M جذب و توسط کنتاکت باز خود، نگاه داشته شود. شکل(۸۸ـ۵).

برای محدود کردن حرکت دستگاه، تیغه‌ی بسته لیمیت سوییچ را در مسیر مدار فرمان و بعد از شســـتی استارت قرار می‌دهیم. برای قطع کل مدار نیز از شستی به‌طـــور ســـری و بعد از بی‌متال در مدار اســـتفاده می‌کنیم. قطـــع کننده حرارتی (بـــی‌متال) F۳ نیز به‌طور ســـری بـــا کل مدار و پس از فیوز مـــدار فرمان قرار می‌گیرد. فیوز F_0 نیز برای حفاظت مدار فرمان استفاده می‌شود.

مدار فرمان کامل این کار عملی، در شکل ۵ـ۸۹ نشان داده شده است.

مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.

۲. با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را بریده و لخت کنید.

۳. تجهیزات را بر روی تابلو نصب کنید.

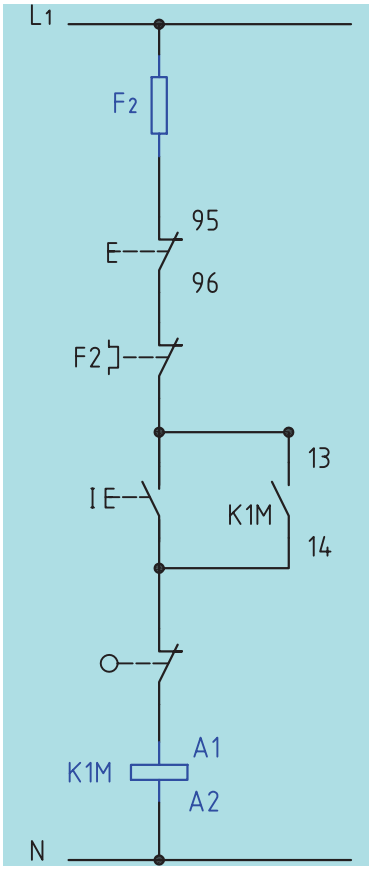
۴. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال صحیح انجام دهید.

۵. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.

۶. فیوزها را وصل و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

۷. در صورت وجود عیب در مدار، فیوزها را قطع و عیب مدار را یافته و به رفع آن بپردازید.

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



شکل ۵ـ۸۹ نقشه مدار فرمان.

تمرین

۱. کاربرد لیمیت‌سوئیچ در شکل ۵ـ۹۰ به چه منظور است؟

۲. نقشه مدار فرمان تمرین قبل را ترسیم کنید.

شکل ۵ـ۹۰

تغییر جهت گردش در موتورهای سه‌فاز

برای ایجاد تغییر جهت گردش در موتورهای سه‌فاز در دستگاه فرز و بعضی نمونه‌های دستگاه‌های تراش، کافی است به‌طور دلخواه جای دو سیم فاز از سه سیم ورودی به سیم‌پیچ‌های استاتور موتور را عوض کرد. در اثر این جابه‌جایی جهت میدان مغناطیسی دوار در استاتور تغییر می‌کند. بدین ترتیب جهت نیروی القایی برعکس شده و درنتیجه موتور بر خلاف جهت قبلی به حرکت در می‌آید.

(۴ ساعت)

کار عملی ۹

هدف: تغییر جهت گردش یک موتور سه‌فاز یک نمونه دستگاه تراش

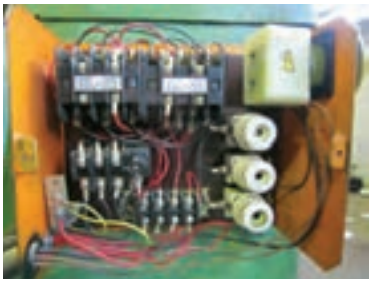
تجهیزات مورد نیاز

وسیله	مشخصه در نقشه	مشخصات فنی
تابلو مونتاژ	ـــــ	ـــــ
فیوز قدرت	F۱	۱۰A مینیاتوری نوع c
فیوز فرمان	F۰	۴A مینیاتوری نوع B
بی‌متال	F۲	متناسب با موتور
کنتاکتور	K۱M و K۲M	AC۳
شستی استاپ	۰	رنگ قرمز
شستی استارت	I	رنگ سبز
شستی دوبل	II	رنگ مشکی
کابل	ـــــ	NYY ۴×۲/۵ mm۲
موتور سه‌فاز	M۱	۲hp

شرح کار

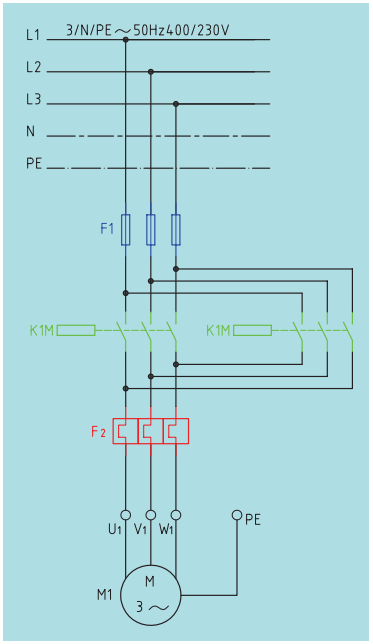
در این مدار نخست باید موتور اصلی دستگاه تراش راه‌اندازی شود و به‌صورت پایدار به کار خود ادامه دهد، سپس برای تغییر جهت گردش موتور باید ابتدا موتور را خاموش، و سپس در جهت عکس دوباره راه‌اندازی کرد. تابلوی برق یک نمونه دستگاه تراش در شکل ۹۱ـ۵ و شستی‌های آن در شکل ۹۲ـ۵ نشان داده شده است.

همان‌طور که از شـــکل ۹۲ـ۵ پیداســـت بر روی این دستگاه سه شستی برای جهت‌های راست‌گرد، چپ‌گرد و خاموش کردن موتور قرار دارد. در تابلوی برق این دستگاه تراش نیز دو کنتاکتور موجود است که هر یک از این کنتاکتورها وظیفه اتصال موتور به برق در یک جهت چرخش را دارند.



شکل ۹۱ـ۵ نمونه تابلوی برق دستگاه تراش

شکل ۹۲ـ۵ شستی‌های دستگاه تراش

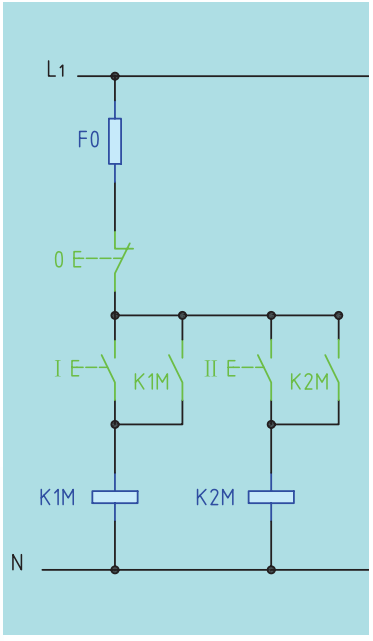


شکل ۹۳ـ۵ نقشه مدار قدرت.

مدار قدرت

در این کار عملی، لازم اســـت با دادن فرمان به موتور ســـه فاز، جهت چرخش آن عوض شـــود. برای انجام این کار باید اتصال دو فاز در روی ترمینال موتور با هم تعویض گردند. برای اجرای این عمل به وســـیله‌ی کنتاکتور ، باید برای حالت راســـت‌گرد، توســـط کنتاکتور K۱M، فازهـــای L۱،L۲ و L۳ به‌ترتیب به سرســـیم‌های موتور در جعبه اتصالات به نام‌های U۱،V۱ و W۱ و برای حالت چپ‌گرد، توســـط کنتاکتور K۲M، فازهای L۱ به W و L۲ به V۱ و L۳ به U۱ مانند شکل ۹۳ـ۵ اتصال یابند.

با کمی دقت در شـــکل ملاحظه می‌شود که کنتاکتورهای K۱M و K۲M نباید حتی برای یک لحظه نیز با هم اتصال یابند، زیرا بین دو فاز L۱ و L۳، توســـط هر دو کنتاکتور، اتصال کوتاه ایجاد می‌شـــود. این نکته را باید در مدار فرمان در نظر داشت.

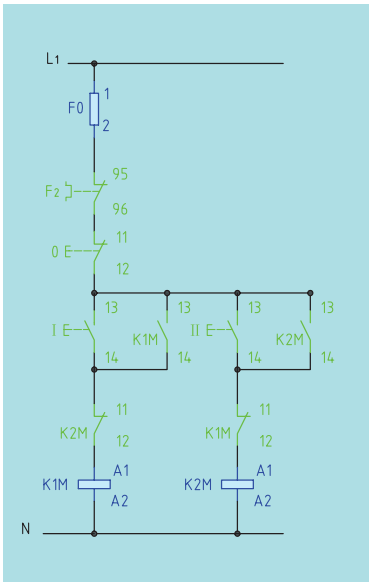


شکل ۹۴ـ۵ نقشه مدار فرمان.

مدار فرمان

در مدار فرمان برای هر حالت راست‌گرد و چپ‌گرد باید یک شستی استارت و برای قطع کلی مدار، یک شســـتی استاپ در نظر گرفت که شستی استاپ برای قطع هر دو حالت چپ‌گرد و راست‌گرد کاربرد دارد(شکل ۹۴ـ۵).

اما در این مدار احتمال این‌که در هنگام کار موتور بتوانیم جهت گردش را تغییر دهیم وجود دارد، زیرا در این صورت بین دو فاز اتصال کوتاه ایجاد می‌شود. برای حل این مشکل باید مدار فرمان را طوری طراحی کرد که کنتاکت‌های بسته هر کدام از کنتاکتورها بر سر راه بوبین کنتاکتور دیگر باشد تا هر وقت یک کنتاکتور عمل کرد، کنتاکتور دیگر حتماً قطع باشد. به‌عبارتی برای وصل یکی از کنتاکتورها احتیاج به قطع کنتاکتور دیگر باشد. شکل ۹۵ـ۵ این موضوع را نشان می‌دهد.

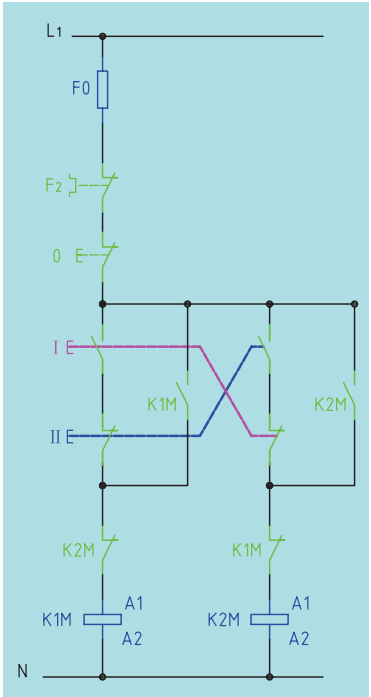


شکل ۹۵ـ۵ نقشه مدار فرمان.

با توجه به شکل ۹۵ـ۵ ملاحظه می‌شود که اگر موتور مثلا با متصل بودن کنتاکتور K۱M راست‌گرد باشد، برای چپ‌گرد کردن آن، باید اول شستی قطع و پس از آن شستی وصل II فشار داده شود تا کنتاکتور K۲M جذب و موتور چپ‌گرد شود.

مدار شکل ۹۶ـ۵ یک ایراد دارد و آن هم این است که اگر هر دو شستی استارت را هم‌زمان با هم فشار دهیم، ممکن است هر دو کنتاکتور با هم عمل کنند و بین دو فاز اتصال کوتاه به‌وجود آید.

برای رفع این مشکل می‌توان دو شستی استارت را از نوع دوبل انتخاب کرد و مدار را مانند شکل ۹۶ـ۵ اتصال داد.



شکل ۹۶ـ۵ نقشه مدار فرمان.

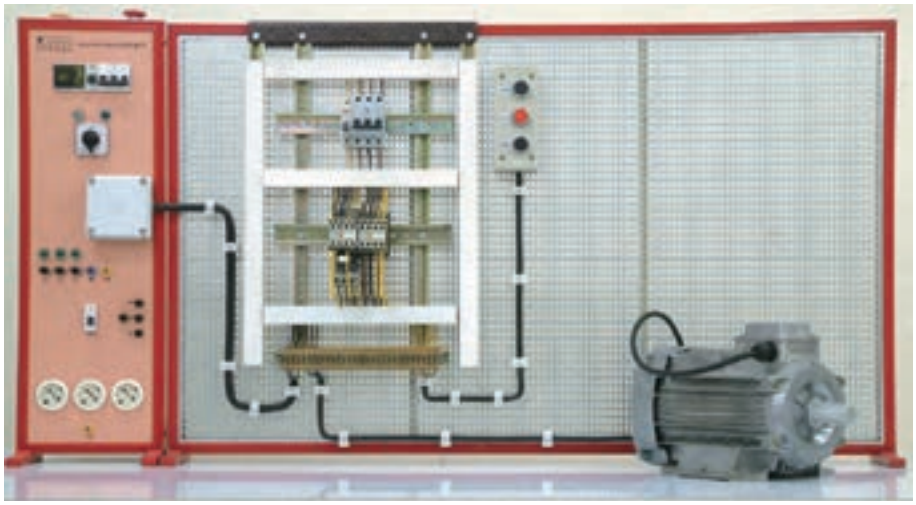
مراحل انجام کار

۱. اطلاعات موتور الکتریکی را از روی پلاک مشخصات استخراج و یادداشت کنید.
۲. با رعایت اندازه‌های داده شده، کابل‌ها را بریده و لخت کنید.
۳. تجهیزات را بر روی تابلو نصب کنید.
۴. کابل‌کشی را با رعایت اندازه‌ها و اتصال درست انجام دهید.
۵. پیش از راه‌اندازی موتور، قسمت‌های مختلف مدار را از لحاظ رعایت نکات ایمنی بررسی کنید.
۶. فیوزها را وصل و موتور را پس از تأیید مربی راه‌اندازی کنید.

۷. در صورت وجود عیب در مدار، فیوزها را قطع و عیب مدار را یافته و رفع کنید.

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

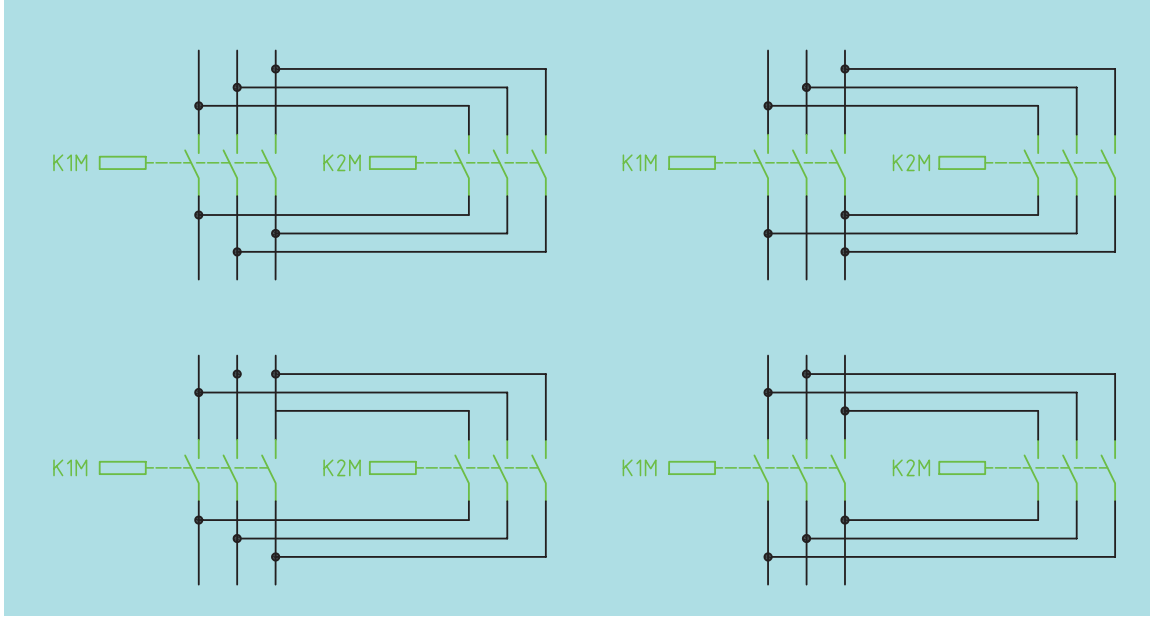
شکل ۹۷ـ۵ تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز را برای این کار عملی با تجهیزات مورد نیاز نشان می‌دهد.



شکل ۹۷ـ۵ تصویر تابلوی برق مدار راه‌اندازی موتور الکتریکی سه‌فاز برای این کار عملی با تجهیزات مورد نیاز.

تمرین

کدام‌یک از نقشه‌های قدرت شکل ۹۸ـ۵ صحیح است



شکل ۹۸ـ۵ مدار فرمان

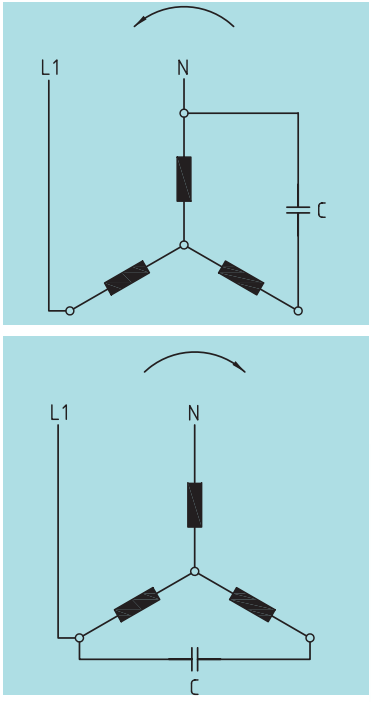
جدول ۴ـ۵ عیب‌های متداول در مدارهای کنتاکتوری

موضوع عیب	علت عیب	رفع عیب
کنتاکتور جذب نمی کند.	در مدار فرمان قطع‌شدگی وجود دارد.	فیوز مدار فرمان و سیم‌های رابط را کنترل و در صورت لزوم تعویض کنید.
	کنتاکت‌های شستی‌ها و یا لیمیت‌سوییچ به‌خوبی اتصال نمی‌دهد.	کنتاکت‌ها را تمیز کرده و در صورت لزوم تعویض کنید.
	ولتاژ تغذیه کنتاکتور مناسب نیست.	از بوبین یا ولتاژ مناسب استفاده کنید.
	تایمر و یا کلید محافظ موتور عمل نمی‌کنند.	مدار تغذیه و کنتاکت‌های تایمر را کنترل کنید.
کنتاکتور موقتاً جذب کرده و بعد قطع می‌شود.	تیغه کمکی، مدار نگهدارنده را نمی‌بندد.	تیغه باز کمکی را تمیز کرده و اتصالات را کنترل کنید.
در موقع وصل، فیوز مدار فرمان قطع می‌شود.	در مسیر سیم‌کشی مدار فرمان اتصال کوتاه رخ داده است.	ابتدا مدار را قطع کرده، سپس اتصال کوتاه را یافته و آن‌را برطرف سازید.
	سیم‌پیچ (بوبین) کنتاکتور سوخته است.	سیم‌پیچ (بوبین) کنتاکتور را تعویض کنید.

راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز آسنکرون در شبکه تک‌فاز

در صورت عدم دسترسی به شبکه سه‌فازه، می‌توان یک موتور سه‌فاز آسنکرون را در شبکه تک‌فاز راه‌اندازی کرد. برای این که شرایط موتور دارای قدرت و گشتاور راه‌اندازی مناسب باشد، معمولاً از یک خازن روغنی در مدار سیم‌پیچی استاتور استفاده می‌شود. در این روش اتصال، قدرت الکتروموتور نسبت به حالت اتصال سه‌فاز در حدود ۶۰ میکروفاراد کاهش می‌یابد. ظرفیت خازن مناسب را می‌توان به‌صورت تجربی برای هر اسب بخار، ۵۰ میکرو فاراد و برای هر کیلو وات توان موتور، ۷۰ میکرو فاراد در نظر گرفت.

چگونگی قرار گرفتن خازن در مسیر سیم‌پیچی‌های موتور نیز می‌تواند به دو صورت راست‌گرد و چپ‌گرد باشد. شکل ۹۹ـ۵ وضعیت اتصال خازن به سیم‌پیچ‌های موتور را نشان می‌دهد.



شکل ۹۹ـ۵ مدار راه‌اندازی موتور سه‌فاز با برق تک‌فاز با استفاده از خازن روغنی

ارزشیابی پایانی

۱. چگونه اتصال بدنه یک موتور الکتریکی را تست می‌کنید؟

۲. تخته کلم موتور سه‌فاز را در اتصال ستاره ترسیم کنید.

۳. انواع کلیدهای دستی را توضیح دهید؟ و کاربرد آن‌ها را نام ببرید.

۴. چگونگی تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی سه‌فاز را توضیح دهید.

۵. تخته کلم موتور تک‌فاز را ترسیم کنید.

۶. چگونگی تغییر جهت گردش موتورهای الکتریکی تک‌فاز را شرح دهید.

۷. مزایای استفاده از کنتاکتور را نسبت به کلیدهای دستی نام ببرید.

۸. چگونگی کار رله حرارتی (بی‌متال) را توضیح دهید. نقشه اتصال آن‌را به برق سه‌فاز و تک‌فاز ترسیم کنید.

۹. نحوه کار کلید محافظ موتور را توضیح دهید.

۱۰. نقشه اتصال کلید محافظ را به برق سه فاز ترسیم کنید.

۱۱. انواع تایمر را نام برده و ویژگی هر یک را شرح دهید.

۱۲. اساس کار لیمیت‌سوییچ را توضیح دهید.

۱۳. راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز را با برق تک‌فاز توضیح دهید.

۱۴. مدار راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز را با برق یک فاز ترسیم کنید.

واژگان فنی

اتصال زمین	Erthing
اتصال کوتاه	Short circuit
اتصالات	Cunnection
استاتور	Stator
انرژی خورشیدی	Solar energy
پریز	Socket
ترانسفوماتور	Transformator
جریان	Current
جریان متناوب	Alternative Current
جریان مستقیم	Direct Current
حفاظت الکتریکی	Electrical Protection
حفاظت بین المللی	International Protection
خازن	Capasitor
رله حرارتی(بی‌متال)	RelayThermal(Overload)
رله زمانی(تایمر)	Timer
روتور	Rotor
سیم	Wire
سیم‌پیچی	Winding
سیم‌کشی	Wiring

فرکانس	Frequence
فیوز	Fuse
قانون اهم	Ohm s low
کابل	Cable
کلید محافظ موتور	protective Motor
کنتاکتور	Contactor
لحیم کاری	Welding
لامپ فلورسنت	Flursent lamp
لیمیت سویچ	Limit Switch
مقاومت	Resistance
مغناطیسی	Magnetic
مدار الکتریکی	Electrical circuit
مدار باز	Open circuit
موتور آسنکرون	Asynchron Motor
مدار ستاره ـ مثلث	delta Circuit ـstar
نیروگاه برق	Power plant
ولتاژ	Voltage

معرفی پایگاه‌های اینترنتی مرتبط:

موضوع	نام پایگاه
لامپ‌ها	www.osram.com
انرژی‌های نو (بادی ـ خورشیدی و ...)	www.suna.org
استانداردهای ملی در زمینه برق	www.isiri.org
بازده وسایل برقی	www.saba.org.ir
تولید، انتقال و توزیع برق	www.tavanir.org.ir

منابع و مراجع

۱. رحیمیان‌پرور،علی.جاهد بزرگان،هادی. (۱۳۸۸).*کارگاه سیم‌کشی* (۱) . اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

۲. اعتضادی،محمود.ساعتچی،ناصر.یوسفی،عباس.خدادادی، شهرام. اسلامی، محمد حسن.حجرگشت،علیرضا. (۱۳۸۸) *تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی* . اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.

۳. قیطرانی،فریدون.نظریان،فتح الله.اسلامی، محمد حسن. (۱۳۸۸). *مبانی تکنولوژی برق صنعتی* . اداره کل چاپ و توزیع کتاب های درسی

۴. خدادادی، شهرام. اسلامی، محمد حسن.(۱۳۸۸). *برق تأسیسات* . اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی.

۵. خدادادی، شهرام. (۱۳۸۸). *مبانی الکتریسیته* . شرکت صنایع آموزشی وابسته به آموزش و پرورش.

۶. خدادادی،شهرام.(۱۳۸۴). *راه اندازی موتورهای سه فاز و تکفاز*،(جلد اول تا سوم).شرکت صنایع آموزشی وابسته به آموزش و پرورش.

۷. اسلامی،محمد حسن.(۱۳۸۹). *ماشین‌های ثابت کشاورزی*، (جلد دوم) .انتشارات گویش نو.

۸. حجرگشت، علیرضا. اسلامی،محمد حسن.(۱۳۸۹). کتاب *گزارش کار تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی*، (جلد دوم) انتشارات گویش نو.

۹. هاشمی، امیر.(مترجم).(۱۳۸۲).*جداول مهندسی برق و قدرت*،انتشارات طراح.

۱۰. مالکی،قاسم(مترجم). *تکنولوژی برق صنعتی* . انتشارات طراح.

۱۱. سعیدی،مسعود(مترجم). *هندبوک تاسیسات برق*،(جلد اول و دوم).انتشارات طراح

۱۲. کاتالوگ‌های شرکت‌های مختلف سازنده

۱۳. سایت‌های مرتبط